

**Tietunneleiden teknisten vikatilanneanalyysien  
yhdenmukaistaminen**



Ylemmän ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Tulevaisuuden liikennejärjestelmä, Riihimäki

Kevät, 2021

Juha Maanselkä

---

Tekijä	Juha Maanselkä	Vuosi 2021
Työn nimi	Tietunneleiden teknisten vikatilanneanalyysien yhdenmukaistaminen	
Ohjaajat	Kari Korpela, Laura Väisänen, Kimmo Toivonen, Pauliina Kuronen	

---

## TIIVISTELMÄ

Suomen tietunneleiden suunnittelun yhtenä osana on tunnelien teknisten järjestelmien vikatilanteiden analysointi ja kompensoivien toimenpiteiden suunnittelu. Tietunnelien vikatilannetaulukot on tuotettu tunnelikohtaisesti aina tunnelin käyttöönoton yhteydessä ja toimintamalleissa on isojakin tunnelikohtaisia eroja, mutta vikatilannetarkastelut ovat kehittyneet ja tarkentuneet sitä mukaa, kun uusia tunneleita on suunniteltu. Tämän työn tavoitteena oli tuottaa taulukko, jonka avulla vikatilanneanalyysit olisivat jatkossa yhdenmukaisia.

Lähtötietoina käytettiin kuuden tietunnelin teknisten järjestelmien vikatilannetaulukoita, sekä turvallisuusdokumentaatioita. Lisäksi käytiin läpi EU:n tunnelidirektiivi (Direktiivi 2004/54/EY Euroopan laajuisen tieverkon tunnelien turvallisuudesta), jossa annetaan tunneliturvallisuuden minimitaso, sekä tätä tasoa tarkentavat kansalliset määräykset ja ohjeet.

Lähtötietojen perusteella toteutettiin vikatilannetaulukkopohja, josta löytyy valmiiksi esimerkinä tunneleissa käsiteltyjä vikatilanteita. Taulukkopohja toimii muistilistana tunnelihankkeen suunnittelussa. Lisäksi määrämuotoisuus auttaa tunneliviranomaisia varmistamaan, että samankaltaisissa tunneleissa toimintatavat ovat yhdenmukaiset.

Työn tilaajan toimi Väylävirasto. Työn ohjausryhmässä olivat Kari Korpela Väylävirastosta, Laura Väisänen Liikenne- ja viestintävirasto Traficomista sekä Kimmo Toivonen ELY-keskuksesta. Hämeen ammattikorkeakoulun puolesta ohjaajana oli Pauliina Kuronen.

Avainsanat Tietunnelit, tekniset järjestelmät, tekniset vikatilanteet

Sivut 68 sivua ja liitteitä 17 sivua

---

Author	Juha Maanselkä	Year 2021
Subject	Standardization of Technical Fault Situation Analyzes for Road Tunnels	
Supervisors	Kari Korpela, Laura Väisänen, Kimmo Toivonen, Pauliina Kuronen	

---

ABSTRACT

One part of the road tunnel design in Finland is the analysis of fault situations of the tunnels technical systems and planning of compensatory measures for them. The data is compiled in tabular document and there are considerable tunnel-specific differences between documents. The aim of this work was to produce a document that would allow fault situation analyzes to be consistent and comparable in the future.

The fault condition tables and the safety documentation from six road tunnels were used as source data. In addition, the EU Tunnel Directive, which provides a minimum level of tunnel safety, was reviewed, as well as national regulations and guidelines specifying this level.

Fault situation table template was compiled based on the source data, in which fault situations handled in the tunnels can be found as an example. The table template serves as a checklist for designers of a tunnel project. In addition, the formality helps tunnel authorities to ensure that practices in similar tunnels are consistent.

The work was commissioned by Finnish Transport Infrastructure Agency. The work was directed by Kari Korpela from FTIA, Laura Väisänen from Finnish Transport and Communications Agency and Kimmo Toivonen from Centre for Economic Development, Transport and the Environment. Pauliina Kuronen was the instructor on behalf of Häme University of Applied Sciences.

Keywords Road tunnels, technical systems, technical failures.

Pages 70 pages and appendices 19 pages

## Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	Termistö.....	3
3	Lainsäädäntö .....	5
3.1	Tunnelidirektiivi .....	5
3.2	Kansalliset määräykset ja ohjeet .....	10
3.2.1	Tietunnelien hallinnointi ja turvallisuutta koskevat määräykset ja ohjeet .....	12
3.2.2	Tietunnelien turvalliseen poistumiseen ja poikkeustilanteiden viestintään liittyvien järjestelmien suunnitteluohje .....	15
3.2.3	Tietunneleiden LVI-järjestelmät.....	18
3.2.4	Tietunneleiden liikenteenhallinnan palvelutasot .....	21
3.2.5	Tietunnelien liikenteenhallinnan toimintaperiaatteen laadinta.....	24
3.2.6	Väyläviraston muut tunneleihin liittyvät ohjeet .....	25
4	Työssä tarkastellut tunnelit .....	27
4.1	Vuosaaren tunneli.....	27
4.2	Mestarintunneli.....	29
4.3	Keilaniemen tunneli .....	31
4.4	Karnaisten tunneli .....	34
4.5	Rantatunneli.....	35
4.6	Liipolan tunneli.....	37
4.7	Yhteenveto tarkastelluista tunneleista.....	38
5	Tarkasteltujen tunneleiden teknisten järjestelmien vertailu direktiivin sekä määräysten ja ohjeiden vaatimuksiin.....	39
5.1.1	Valaistus .....	39
5.1.2	Ilmanvaihto .....	40
5.1.3	Hätäasemat .....	40
5.1.4	Valvontakeskus.....	40
5.1.5	Videoseurantajärjestelmä .....	40
5.1.6	Automaattinen häiriön ja/tai tulipalon havainnointijärjestelmä.....	40
5.1.7	Tunnelin sulkulaitteet .....	41
5.1.8	Radiolähetyslaitteet pelastuspalveluita varten .....	41
5.1.9	Radiokanavien lähetysten katkaiseminen hätäviestien antamista varten .....	41
5.1.10	Kuulutusjärjestelmä .....	41

5.1.11	Varaenergiansyöttö.....	41
6	Tunneleiden vikatilannetaulukoiden vertailu toisiinsa .....	41
6.1	Sähkönsyöttö .....	43
6.2	Tietoliikenne.....	46
6.3	Valaistus .....	51
6.4	Palo- ja turvajärjestelmät.....	52
6.5	Seurantajärjestelmät.....	54
6.6	Liikenteenhallinta.....	56
6.7	Ilmanvaihto ja savunpoisto .....	58
6.8	Kuivatusjärjestelmät .....	61
7	Tarkastelujen pohjalta tehty vikatilannetaulukkopohja .....	62
7.1	Järjestelmäkokonaisuudet .....	63
7.2	Vikatilanteen vaikutukset järjestelmien toimintaan.....	64
7.3	Kompensoivat toimenpiteet .....	66
8	Yhteenveto .....	67
	Lähteet.....	69

## **Liitteet**

- Liite 1 Yhteenvedo direktiivin ja kansallisten määräysten sekä ohjeiden vertailusta
- Liite 2 Tunneleiden teknisten järjestelmien vertailu direktiiviin sekä määräyksiin ja ohjeisiin
- Liite 3 Työn tuloksena laadittu vikatilannetaulukkopohja

## 1 Johdanto

Maantietunnelit ovat osa yleistä tieverkkoa. Koska tunnelit muodostavat selvästi muusta liikenneympäristöstä poikkeavan osuuden, kiinnitetään tunneleiden suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa erityistä huomiota turvallisuusasioihin. Tunnelit pyritään rakentamaan ja varustelemaan siten, että tunneleissa ajavien turvallisuus ei vaarannu ja turvallisuuden taso vastaa mahdollisimman hyvin ympäröivän liikenneympäristön turvallisuustasoa. Huomiota kiinnitetään myös kunnossapitohenkilöstön työturvallisuuteen. (Väylävirasto, 2020a)

Yli 500 metristen TEN-tieverkolle sijoittuvien tunneleiden minimiturvallisuusvaatimukset tulevat niin sanotusta EU:n tunnelidirektiivistä. Tunnelidirektiivin vaatimuksia noudatetaan mahdollisimman pitkälle myös muulle maantieverkolle sijoittuvissa tietunneleissa (Väylävirasto, 2020a)

Tietunneleiden suunnittelussa otetaan huomioon myös pelastuslaitoksen ja muiden viranomaisten toimintaedellytykset tunneleissa onnettomuustilanteissa. Liikenneturvallisuutta ja viranomaisten toimintaedellytyksiä parannetaan rakenteellisten toimenpiteiden lisäksi erilaisten teknisten järjestelmien avulla.

Tietunnelin tekniset järjestelmät muodostavat monimutkaisen, yhtenäisesti toimivan kokonaisuuden, joka koostuu erilaisista LVI-järjestelmistä sekä liikenteenhallinta-, valaistus-, sähkö- ja turvajärjestelmistä. (Väylävirasto, 2019, s. 10)

Tietunnelin eri suunnitteluvaiheissa teknisten järjestelmien toiminnallisuuden suunnittelun lisäksi tehdään tarkastelut, miten erilaiset tekniset vikatilanteet näissä järjestelmissä vaikuttavat tietunnelin turvallisuuteen.

Tarkastelujen perusteella tuotetaan niin sanottu teknisten järjestelmien vikatilannetaulukko, johon on kerätty mm:

- Eri järjestelmien tai niiden osien mahdolliset viat
- Miten vika vaikuttaa tunnelin muiden järjestelmien toimintaan sekä tunnelin ohjaukseen ja turvallisuuteen

- Mitkä ovat kompensoivat toimenpiteet vikatilanteessa

Vikatilannetarkastelun sisältö on käsitelty Väyläviraston ohjeistuksissa, mutta tarkkaa ulko-  
muotoa dokumentille ei ole annettu. Dokumentin muodoksi on vakiintunut taulukko, mutta  
jokaisessa tietunnelihankkeessa on toteutettu hieman erimuotoinen taulukko, mikä vaikeut-  
taa niiden vertailua. Vikatilannetaulukko on alun perin ollut työkalu tieliikennekeskuksen päi-  
vystäjälle ja tämä on ohjannut taulukon muotoutumista. Monimuotoisuus vaikeuttaa  
viranomaisten työtä varmistaa, että vikatilanteiden vaikutus tietunnelin turvallisuuteen on  
selvitetty ja kompensoivat toimenpiteet on suunniteltu riittävällä tasolla sekä toimenpiteet  
ovat yhdenmukaiset samankaltaisissa liikenneympäristöissä.

Tässä työssä on käyty läpi kuuden Suomen tieverkolla sijaitsevan tietunnelin teknisten vikati-  
lanteiden taulukot. Tunnelit ovat:

- Vuosaaren tunneli, Helsinki
- Mestarintunneli, Espoo
- Keilaniemen tunneli, Espoo
- Karnaisten tunneli, Lohja
- Rantatunneli, Tampere
- Liipolan tunneli, Lahti

Tunnelit on esitelty tarkemmin luvussa 4.

Lisäksi työssä on esitelty yleisesti tunnelidirektiivi, sekä teknisiin järjestelmiin liittyvät kansal-  
liset määräykset ja ohjeet. Määräysten ja ohjeiden vaatimuksia teknisten järjestelmien osalta  
on verrattu direktiivin vaatimuksiin ja kirjattu ylös, miten ohjeet tarkentavat direktiivin anta-  
maan minimiturvallisuustasoa.

Työssä tarkasteltujen tietunneleiden vikatilannetaulukoita on vertailtu toisiinsa, tunnelidi-  
rektiivin vaatimuksiin, sekä kansallisiin määräyksiin ja ohjeisiin. Tulosten perusteella on tuo-  
tettu vikatilannetaulukkopohja, joka toimii muistilistana uuden tietunnelin suunnittelussa,  
olemassa olevan tunnelin korvausinvestoinnin suunnittelussa, sekä tunneliturvallisuusdoku-  
menttien päivityksissä. Lisäksi se auttaa varmistamaan, että kriittiset ja muut tärkeimmät vi-  
katilanteet ja niiden vaikutukset järjestelmän toimintaan ovat huomioitu, sekä kompensoivat



toimenpiteet näiden vikatilanteiden hoitamiseksi ovat suunniteltu riittävällä tasolla ja ovat yhdenmukaisia samankaltaisissa liikenneympäristöissä.

Tässä työssä on käsitelty pelkästään maantieverkolla sijaitsevia tunneleita, ei katuverkolla sijaitsevia tunneleita. Edempänä työssä käytetään tietunnelista termiä tunneli.

## **2 Termistö**

### **Tunnelidirektiivi**

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2004/54/EY Euroopan laajuisen tieverkon tunnelien turvallisuutta koskevista vähimmäisvaatimuksista. (EU, 2004)

### **LIHA**

Liikenteenhallinta. Muodostuu seuraavista toiminnallisista kokonaisuuksista, jotka palvelevat suoraan liikennejärjestelmää, sen käyttäjiä, liikennettä ja liikenneväyliä (Liikennevirasto, 2011, s. 21):

- verkon kysynnän ja käytön hallinta
- liikennöitävyyden (liikenteen ja liikenneolosuhteiden) seuranta
- liikennöitävyydestä (liikenteestä ja liikenneolosuhteista) annettava informaatio sisältäen kuljettajan tuen ja matkustajainformaation
- liikenteen valvonta
- liikenteen ohjaaminen
- häiriö- ja poikkeustilanteiden hallinta.

### **LVIS**

Lyhenne pitää sisällään osa-alueet:

- Lämpö
- Vesi / Viemäri
- Ilmanvaihto

- Sähkö

Usein lyhenteeseen lisätään nykypäivänä automaatio, LVISA.

### **TEN-tieverkko**

TEN-tieverkko eli TERN-verkko, Euroopan laajuinen tieverkko (engl. Trans-European Road Network) on Euroopan unionin määrittelemä keskeisten teiden verkko Euroopan unionin alueella.

### **KVL**

Tien vuotuinen keskimääräinen vuorokausiliikenne.

### **Liikenteen määrä**

Liikennemäärällä tarkoitetaan tunnelin vuotuista keskimääräistä vuorokausiliikennettä kais-taa kohti. Liikenteen määrää määritettäessä kukin moottoriajoneuvo lasketaan yhdeksi yksi-köksi

### **Huipputunti**

Ajanjakso (1 h), jolloin liikennemäärä päivän aikana on korkein mittauspisteen kohdalla.

### **HHJ**

Häiriönhavaintojärjestelmän (HHJ) toteutuksen tavoitteena on havaita automaattisesti tun-nelin turvallisuutta vaarantavia häiriötilanteita ja käynnistää mahdollisimman nopeasti häi-riötilanteita varten suunnitellut ohjaukset (Liikennevirasto 2018). Järjestelmä voi perustua kuvantunnistukseen, tutkailmaisimiin tai muuhun tekniikkaan

## **HALVAL-toimija**

Väyläviraston tienvarsitekniikan hallinta- ja valvontapalvelutoimija. Seuraa teknisten järjestelmien toimintaa, ottaa vastaan ja välittää vika- ja hälytystietoja huoltotoimijoille ja viranomaisille.

## **LML**

Liikenteenmittauslaite, jolla voidaan seurata pistekohtaisesti muun muassa liikenteen määrää, nopeutta sekä ajoneuvoluokkia. Järjestelmä on yleisimmin tienpintaan asennettava silmukkalmaisimen ja ohjauslaitteen kokonaisuus.

## **VIRVE-verkko**

Viranomaisradioverkko, jota käyttävät viranomaiset, kuten pelastustoimi, poliisi, sosiaali- ja terveystoimi, puolustusvoimat, rajavartiolaitos, tulli, hätäkeskus ja kunnat. Virveä käytetään myös muussa turvallisuuskriittisessä toiminnassa, kuten teollisuudessa, vartioinnissa, järjestyksenvalvonnassa ja arvokuljetuksissa. (Erillisverkot Oy, 2020)

# **3 Lainsäädäntö**

## **3.1 Tunnelidirektiivi**

Tunnelidirektiivi antaa minimivaatimukset tunneliturvallisuudelle TEN-tieverkon yli 500 metriä pitkille tunneleille. Vaatimuksia tarkennetaan ja tiukennetaan kansallisissa määräyksissä ja ohjeissa. Jokainen EU:n jäsenvaltio saa tiukentaa näitä vaatimuksia tunneliturvallisuuden parantamiseksi parhaaksi katsomallaan tavalla.

EU:n TEN-tieverkolla olevien yli 500 metriä pitkien tunneleiden turvallisuuden minimivaatimukset tulevat direktiivistä 2004/54/EY, josta käytetään yleisesti nimeä tunnelidirektiivi. Suomessa tunnelidirektiivin vaatimuksia hallinnollisten menettelyiden osalta noudatetaan sellaisenaan kaikille maantietunneleille. Teknisten turvallisuusmenettelyjen osalta direktiiviä noudatetaan sitovana TEN-tieverkon yli 500 metrisiin tunneleihin. Väyläviraston ohjeiden perusteella käytännössä kaikki menettelyt ovat sitovia myös muille kuin TEN-verkon yli 500

metrisille tietunneleille. Alle 500 metrisille tunneleille teknisiä turvallisuusvaatimuksia sovelletaan. (Traficom, 2019, s. 2)

Suomen osalta TEN-tieverkko on esitetty kuvassa 1. Kuvassa punaisella on ydinverkko ja paksumnettuna harmaalla kattava verkko.

Direktiivin tarkoitus on varmistaa tieliikenteen turvallisuuden vähimmäistaso tunneleissa. Turvallisuus edellyttää toimenpiteitä, jotka liittyvät muun muassa tunnelien geometriaan ja rakennesuunnitteluun, turvavarusteisiin liikennemerkkit mukaan luettuina, liikenteen hallintaan, pelastuspalvelujen koulutukseen, vaaratilanteiden hallintaan, käyttäjille suunnattuun tiedotukseen sekä tehokkaampaan yhteydenpitoon vastuullisten viranomaisten ja pelastuspalvelujen, kuten poliisin, palolaitoksen ja pelastuspartioiden välillä. (EU, 2004, s. 41)

Direktiivin mukaan turvallisuustoimenpiteiden olisi mahdollistettava se, että vaaratilanteeseen joutuneet ihmiset pystyvät pelastautumaan, tienkäyttäjät pystyvät välittömästi ehkäisemään suurempien vahinkojen syntymisen ja että varmistetaan pelastuspalvelujen tehokas toiminta, suojellaan ympäristöä ja rajoitetaan aineellisia vahinkoja. Turvallisuustoimenpiteet parantavat kaikkien tienkäyttäjien, myös vammaisten, turvallisuusolosuhteita. Koska vammaisten on kuitenkin vaikeampi päästä turvaan hätätilanteissa, heidän turvallisuutensa olisi otettava erityisesti huomioon (EU, 2004, s. 42)

Kuva 1 TEN-tieverkko Suomessa (Väyläviraston karttapalvelu, 2020)



Direktiivissä on määritelty tahot seuraamaan ja varmistamaan tunnelin turvallisuus. Nämä ovat:

- Tunnelin hallintoviranomainen
- Tunnelin hallinnoija
- Tunnelin turvallisuusvastuuhenkilö
- Tarkastusyksikkö

Hallintoviranomaisen vastuulla on varmistaa, että kaikkia tunnelin turvallisuuteen liittyviä näkökohtia noudatetaan, sekä toteuttaa tarpeelliset toimenpiteet direktiivin noudattamisen varmistamiseksi. (EU, 2004, s. 46)

Suomessa tunnelin hallintoviranomainen on Liikenne- ja viestintävirasto Traficom. Hallintoviranomaisen tehtäviin kuuluu mm:

- Hyväksyä tunneleiden käyttöönotto liikenteelle
- Vastata tunnelien turvallisuusmenettelyjen varmistamisesta
- Hyväksyä tunnelien turvallisuusasiakirjat
- Määrätä tunneli suljettavaksi tai rajoituksia liikenteelle, mikäli turvallisuustilanne niin edellyttää
- Raportoida EU:lle yli 500 m TEN-tieverkon tunneleiden turvallisuudesta (Traficom 2019, s. 1)

Tunnelin turvallisuuden kannalta merkittävin toimija on tunnelin hallinnoija. Hallinnoijan tehtäviä hoitavat yleensä paikalliset ELY-keskukset, jotka vastaava tunneleiden ylläpidosta ja turvallisesta liikkumisesta niissä. Poikkeuksena ovat Vt 1:llä Lohjan ja Muurlan välille sijoittuvat 7 tietunnelia, joista vastaa Tieyhtiö Ykköstie Oy vuoteen 2029, Vt 7 Markkinmäen tunneli, josta vastaa Tieyhtiö Valtatie 7 Oy vuoteen 2026 sekä Vt 7 Vaalimaan tunneli, josta vastaa Tieyhtiö Vaalimaa Oy vuoteen 2034 saakka. (Väylävirasto 2020a)

Tunnelin hallinnoijan tehtäviin kuuluu mm:

- Laatia ja ylläpitää tunnelin turvallisuusasiakirjat
- Laatia ja ylläpitää suunnitelmat tunnelin organisaatiosta ja käytöstä
- Laatia ja tarvittaessa tarkistaa menettelyt tunnelin sulkemiseksi välittömästi hätätilanteissa
- Laatia raportit onnettomuuksista ja vakavista vaaratilanteista tunnelissa ja toimittaa ne turvallisuusvastaavalle ja hallintoviranomaiselle, sekä koostaa vuosittain yhteenvedo edeltäneen vuoden kaikista onnettomuuksista ja vakavista vaaratilanteista ja toimittaa se hallintoviranomaiselle
- Huolehtia siitä, että pelastuspalvelujen kanssa järjestetään yhteiset pelastusharjoitukset

Tunnelin turvallisuusvastaavan nimittää tunnelin hallinnoija. TEN-tieverkolla sijaitsevien tunnelien osalta nimitys tulee hyväksyttäväksi ennalta tunnelin hallintoviranomaisella. Turvallisuusvastaava koordinoi kaikkia ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä ja suojatoimenpiteitä tienkäyttäjien ja käyttöhenkilöstön turvallisuuden varmistamiseksi tietunnelissa. (Liikennevirasto 2016a, s. 19)

Tarkastusyksikkö on riippumattomista asiantuntijoista koostuva ryhmä, jonka tehtävänä on tarkastaa täyttääkö tunneli vaaditut turvallisuusvaatimukset. (Liikennevirasto 2016a, s.20)

Direktiivin mukaan tunneleille tulee pitää määräaikaistarkastus enintään kuuden vuoden välein. Määräaikaistarkastus on laaja viranomaisten ja asiantuntijoiden tekemä toimenpide, jolla varmistetaan tunnelin direktiivin säännöstenmukaisuus. (EU, 2004, s. 53)

Direktiivin liitteessä yksi on käsitelty turvallisuuteen liittyvät parametrit, vähimmäisvaatimukset, sekä rakenteisiin ja teknisiin järjestelmiin liittyvät toimenpiteet. Tunnelit ovat jaoteltu pituuden lisäksi liikennemäärän mukaan. (EU, 2004, ss. 59–80)

Direktiivin mukaan seuraavat parametrit on otettava huomioon tunnelin turvallisuustoimenpiteitä suunniteltaessa:

- Pituus
- Tunnelikäytävien (putkien) lukumäärä
- Kaistojen lukumäärä
- Poikkileikkauksen geometria
- Vertikaalinen ja horisontaalinen geometria
- Rakennetyyppi
- Yksi- vai kaksisuuntainen liikenne
- Liikenteen määrä käytävää (putkea) kohden ajallinen jakautuminen mukaan lukien
- Päivittäinen tai kuukausittainen ruuhkautumisriski
- Pelastuspalvelujen tunneliin pääsyn vaatima aika
- Raskaiden tavarankuljetusajoneuvojen esiintyminen ja prosenttiosuus
- Vaarallisten aineiden tiekuljetusten esiintyminen, prosenttiosuus ja laji
- Tunneliin johtavien teiden luonne
- Kaistan leveys
- Nopeutta koskevat näkökohdat
- Maantieteellinen ja meteorologinen ympäristö

Alla olevassa taulukossa 1 on esitetty direktiivin vähimmäisvaatimukset teknisille järjestelmille.

Taulukko 1 Tunnelidirektiivin vaatimukset teknisten järjestelmien osalta (EU, 2004, ss. 74–75)

- pakollinen kaikissa tunneleissa
- \* pakollinen tietyin poikkeuksin

- ei pakollinen
- ◉ suositeltava

YHTEENVETO  
VÄHIMMÄISVAATIMUKSISTA

			Liikenne ≤ 2000 ajoneuvoa kaistaa kohti		Liikenne > 2000 ajoneuvoa kaistaa kohti			Lisäedellytykset sille, että täytäntöönpano on pakollista, tai huomautukset
			500-1000m	>1000 m	500-1000m	1000-3000m	>3000 m	
Vaistustus	Tavanomainen vaistustus	§2.8.1	●	●	●	●	●	
	Turvallisuusvaistustus	§2.8.2	●	●	●	●	●	
	Evakuointivaistustus	§2.8.3	●	●	●	●	●	
Ilmanvaihto	Mekaaninen ilmanvaihto	§2.9	○	○	○	●	●	
	Erityismääräykset (osittain) poikittaista ilmanvaihtoa varten	§2.9.5	○	○	○	○	●	Pakollinen kaksisuuntaisissa tunneleissa, joissa on valvontakeskus
Hätäasemat	Enintään 150 metrin välein	§2.10	*	*	*	*	*	Varusteet puhelin ja kaksi sammutinta. Olemassa olevissa tunneleissa sallitaan enintään 250 metrin väli.
Sammutusvesihuolto	Enintään 250 metrin välein	§2.11	●	●	●	●	●	Jos sammutusvesihuolto ei ole, pakollista saada riittävästi vettä muilla keinoilla.
Liikenne-merkit		§2.12	●	●	●	●	●	Kaikkia tunnelinkäyttäjää varten määrättyjä turvallisuustekijöitä varten (ks. liite III).
Valvontakeskus		§2.13	○	○	○	○	●	Useiden tunnelien valvonta voidaan keskittää yhteen ainoaan valvontakeskukseen.
Seuranta-järjestelmä	Video	§2.14	○	○	○	○	●	Pakollinen tunneleissa, joissa on valvontakeskus.
	Automaattinen häiriön ja/tai tulipalon havainnointijärjestelmä	§2.14	●	●	●	●	●	Ainakin toinen järjestelmästä pakollinen tunneleissa, joissa on valvontakeskus.
Tunnelin sulkemislaitteet	Liikennevalot suuaukkoja ennen	§2.15.1	○	●	○	●	●	
	Liikennevalot tunnelin sisällä enintään 1000 metrin välein	§2.15.2	○	○	○	○	◉	Suositteluaan, jos tunnelissa on valvontakeskus ja tunnelin pituus on yli 3000 m.
Viestintäjärjestelmä	Radiolähetyslaitteet pelastuspalveluja varten	§2.16.1	○	○	○	●	●	
	Radiolla lähetettävät hätäviestit tunnelinkäyttäjää varten	§2.16.2	●	●	●	●	●	Pakollinen, jos radiolähetykset on tarkoitettu tunnelinkäyttäjille ja jos tunnelissa on valvontakeskus.
	Kovääniset tunnelin turvapaikoissa ja uloskäynneissä	§2.16.3	●	●	●	●	●	Pakollinen, jos evakuoitavien tunnelinkäyttäjien on odotettava, ennen kuin he pääsevät ulos tunnelista.
Varaenergiansyöttö		§2.17	●	●	●	●	●	Varmistetaan välttämättömien turvalaitteiden toiminta vähintään tunnelin käyttäjien evakuoinnin ajan.
Varusteiden palonkestävyys		§2.18	●	●	●	●	●	Tarkoituksena ylläpitää tarpeellisia turvallisuustoimintoja.

Työssä tarkasteltujen tunneleiden vertailu direktiivin vaatimukseen on esitetty luvussa 5.

### 3.2 Kansalliset määräykset ja ohjeet

Tunneleita koskevia säädöksiä löytyy direktiivin lisäksi Suomen laista. Lakiin ei ole kirjattu suoraan teknisiin järjestelmiin liittyviä asioita, eikä niitä käydä tässä työssä läpi.



Suomessa tunneleiden turvallisuuteen liittyviä määräyksiä antoi Liikennevirasto vuoden 2018 loppuun asti. Vuoden 2019 alusta vastuu siirtyi Liikenne- ja viestintävirasto Traficomille. Suurin osa voimassa olevista ohjeista ja määräyksistä on tehty tai päivitetty Liikenneviraston aikana ja ne ovat voimassa kunnes ne korvataan uusilla ohjeilla.

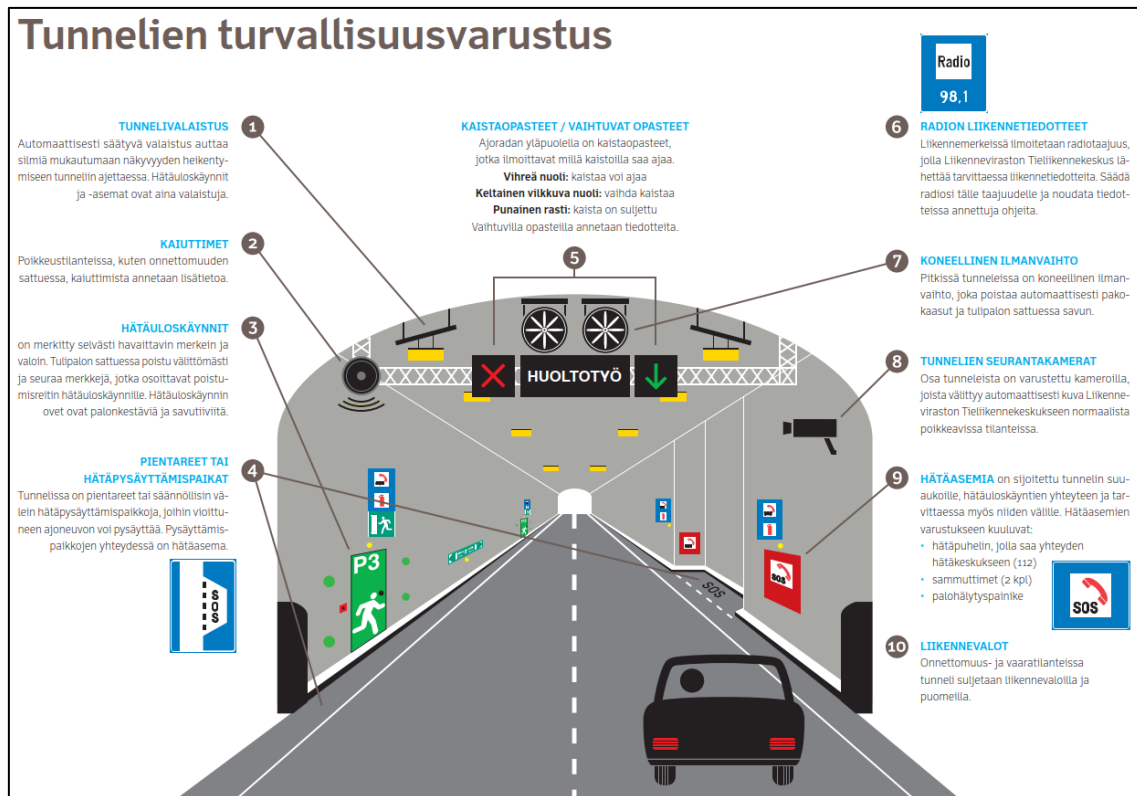
Tunneleita koskevat määräykset, ja tätä kautta turvallisuuden vähimmäisvaatimukset Suomen tunneleille, käydään läpi dokumentissa *Tietunnelien hallinnointi ja turvallisuutta koskevat määräykset ja ohjeet, Liikenneviraston ohjeita 33/2016*. Ohje avaa tunnelidirektiivin vaatimukset, sekä osin tarkentaa niitä. Näitä määräyksiä ja ohjeita tarkennetaan lisäksi Väyläviraston muissa ohjeissa.

Alla käydään pääpiirteittäin läpi tunneleihin liittyvät ohjeet, sekä kerrotaan, miltä osin ne tarkentavat tai eroavat direktiivistä. Pääpaino on teknisiin järjestelmiin liittyvissä ohjeissa. Kaikki esitellyt ohjeet ovat julkisia ja ne löytyvät Väyläviraston internetsivuilta.

Yhteenveto direktiivin ja kansallisten määräysten ja ohjeiden vaatimusten vertailusta on esitetty liitteessä 1.

Kuvassa 2 on Väyläviraston esitys tienkäyttäjälle näkyvistä tunnelin turvallisuusvarustuksista.

Kuva 2 Tunnelien turvallisuusvarustus (Väylävirasto, 2020a)



### 3.2.1 Tietunnelien hallinnointi ja turvallisuutta koskevat määräykset ja ohjeet

Tietunnelin hallinnointi ja turvallisuutta koskevat määräykset ja ohjeet (Liikenneviraston ohjeita 33/2016) dokumentissa käydään läpi direktiivistä tulevien turvallisuuden vähimmäisvaatimusten ja teknisten järjestelmien lisäksi muun muassa:

- Määräysten ja ohjeiden soveltaminen
- Tunnelin hallinnointi ja vastuuviranomaiset
- Toimet ennen tunnelin rakentamista ja hyväksyntä liikenteelle
- Tunnelin käyttöön liittyvät toimenpiteet
- Tarkastukset ja harjoitukset
- Onnettomuuksista ja vakavista vaaratilanteista raportointi
- Valvontatoimet
- Tunnelin turvallisuusasiakirjat
- Riskianalyysit
- Vaarallisten aineiden kuljetukset tunneleissa

Ohjeessa tunnelit on jaettu neljään ryhmään, TA - TD, ohjeiden soveltamiseksi.

Ryhmä TA:

- TEN-tieverkon yli 500 metriä pitkät tunnelit

Ryhmä TB:

- Maanteiden muut kuin ryhmään TA kuuluvat tunnelit, jotka ovat yli 500 metriä pitkiä

Ryhmä TC:

- Betonitunnelit, joiden pituus on yli 100 metriä ja joissa tunnelin sortuminen voi johtaa katastrofiin esim. tunnelin päällä tai lähellä olevien rakennusten tai rakenteiden luhistumisen takia (betonirakenne kantavana rakenteena). Tähän kuuluvat myös tunnelit, joissa osa on kalliotunnelia ja osa betonitunnelia

Ryhmä TD

- Kalliotunnelit, joiden pituus on alle 500 metriä

Ryhmän TA osalta määräykset ja ohjeet ovat sitovia kaikkien kohtien osalta. Ryhmien TB-TD osalta pyritään noudattamaan samoja määräyksiä ja ohjeita kuin ryhmä TA osalta. Poikkeaminen alaspäin niistä tulee olla perusteltua. TB ryhmän osalta perustelun tulee pohjautua riskitarkasteluihin.

### **Ohjeen tarkennukset direktiivin vaatimukseen sekä muut huomiot**

Valaistuksen osalta käytettävät termit eriävät toisistaan:

- Turvavalaistus (direktiivi) - Varavalaistus (ohje)
- Evakuointivalaistus (d) - Hätävalaistus (o)

Direktiivissä valvontakeskus vaaditaan kaikkiin yli 3 000 metriä pitkiin tunneleihin, joissa liikenteen määrä on yli 2 000 ajoneuvoa kaistaa kohti vuorokaudessa. Ohjeen mukaan valvontakeskus tulee toteuttaa kaikkiin yli 3 000 metriä pitkiin tunneleihin, riippumatta liikennemäärästä. Muutamaa poikkeusta lukuun ottamaan Suomen tietunnelit ovat valvottuja.

Tunnelin seurantajärjestelmien osalta direktiivissä sanotaan, että kaikkiin tunneleihin, joissa on valvontakeskus, on asennettava järjestelmä, joka pystyy automaattisesti havaitsemaan liikenteessä esiintyvät vaaratilanteet, kuten pysähtyneet autot, ja/tai tulipalot. Ohjeessa on kirjattu niin, että automaattinen häiriönhavaitsemisjärjestelmä ja/tai paloilmaisinjärjestelmä asennetaan aina yli 3 000 metriä pitkiin tunneleihin ja muihin tunneleihin tarpeen mukaan. Ohjeen kirjaus poikkeaa direktiivin vaatimuksesta huomattavasti, eikä poikkeuksen syytä ole mainittu. Poikkeuksesta huolimatta muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta kaikki valvotut tunnelit ovat Suomessa varustettu edellä mainituilla järjestelmillä.

Viestijärjestelmien osalta ohjeessa tiukennetaan direktiivin vaatimusta radiolähetyslaitteista pelastuspalveluita varten. Direktiivi vaatii järjestelmän yli 1 000 metriä pitkissä tunneleissa, joissa liikennemäärä on 2 000 ajoneuvoa kaistaa kohti. Ohjeessa järjestelmä tulee toteuttaa kaikkiin yli 1 000 metriä pitkiin tunneleihin, riippumatta liikennemäärästä.

Direktiivi vaatii kovaääniset tunnelin turvapaikkoihin ja uloskäynneille kaikissa yli 500 metriä pitkissä tunneleissa, mikäli evakuoitavien tunnelinkäyttäjien on odotettava, ennen kuin he pääsevät ulos. Direktiivissä kielletään toteuttamasta paikkoja, joissa joudutaan odottamaan pelastuspalveluita, joten tämä koskee käytännössä vain vanhoja eurooppalaisia tunneleita, joissa ei pääse poistumaan suoraan ilman odottamista. Ohjeessa kovaääniset vaaditaan vastaavassa tilanteessa vasta yli 1 000 metriä pitkissä tunneleissa, mutta Suomessa ei ole tällaisia tunneleita.

Koneellinen ilmanvaihto tulee toteuttaa direktiivin mukaan kaikkiin yli 1 000 metriä pitkiin tunneleihin, joissa liikennemäärä ylittää 2 000 ajoneuvoa kaistaa kohti. Ohjeessa määritellään koneellinen ilmanvaihto kaikkiin yli 1 000 metrin tunneleihin, joissa liikennemäärä on yli 4 000 ajoneuvoa vuorokaudessa per tunneliputki. Lisäksi koneellinen ilmanvaihto tulee toteuttaa kaikkiin yli 1 000 metriä pitkiin tunneleihin, joissa liikenne on kaksisuuntaista.

Hätäasemat tulee sijoittaa direktiivin mukaan suuaukoille ja tunneliputkiin enintään 150 metrin välein uusien tunneleiden osalta ja enintään 250 metrin välein olemassa olevien tunneleiden osalta. Ohjeen mukaan hätäasemia tulee olla vähintään 150 metrin välein.

### **3.2.2 Tietunnelien turvalliseen poistumiseen ja poikkeustilanteiden viestintään liittyvien järjestelmien suunnitteluohje**

Liikenneviraston vuonna 2016 julkistaman ohjeen tavoitteena on koota yhteen eri lähteistä tietunnelien turvalliseen poistumiseen häiriötilanteissa liittyvien turva- ja viestintäjärjestelmien ja näiden varustusten suunnittelua koskevat ohjeet, määräykset, suositukset ja hyvät toteutuskäytännöt. Ohje toimii suunnittelun tukena ja laadunvarmistuksen työvälineenä. Sen avulla varmistetaan järjestelmien ja laitteiden tarkoituksenmukaisuus, riittävyys ja käytettävyys. Ohje asettaa turvallisuusjärjestelmien ja niihin liittyvien laitteiden ja järjestelyjen minimitason. Ohje kattaa lähinnä tunnelin vaara- ja evakuointitilanteissa tarvittavat varusteet ja järjestelmät. Se täydentää nykyistä ja laadittavana olevaa muuta tunneliohjeistusta. (Liikennevirasto 2016b)

Ohjeessa on käsitelty seuraava järjestelmät ja niihin liittyvät laitteet:

- Hätäasemat varusteineen ja merkintöineen
- Paloilmoitinjärjestelmä (sisältäen myös palokellot)
- Pelastuslaitoksen palokaapit (paloposti, kuivaputken liittimet) ja niiden merkitseminen
- Poistumisopasteet
- Poistumisreitti (sis. poistumisovet)
- Kuulutusjärjestelmä
- Hätäpuhelinyyhteys
- Langaton puhelinverkko
- ULA-verkko
- Pelastuslaitoksen kenttäpuhelinverkko
- VIRVE-viranomaisverkko sekä
- Edellä mainittujen asennuskaapit ja lippuopasteet

Ohjeessa käsiteltyjen turva- ja viestijärjestelmien kattavuus tunnelissa on esitetty alla olevassa taulukossa.

Taulukko 2. Turva- ja viestintäjärjestelmien kattavuus eri paikoissa (Liikennevirasto 2016b, s. 14)

	Suuaukko	Tunneliputki	Yhdyskäytävä	Laitetila	Allas
Hätäpuhelin	X	X	X		
Kuulutusjärjestelmä (*)		X	X		
Käsisammuttimet	X	X		X	
Langaton puhelinverkko	X	X	X	X	
Palokellot		X	X	X	
Palopainike	X	X	X	X	
Pelastuslaitoksen kenttäpuhelin (**)	X	X			
Pelastuslaitoksen palokaapit	X	X			
Poistumisopasteet		X			
ULA-verkko (radio)	X	X			
VIRVE-verkko (***)	X	X	X	X	X

\* toteutustarve arvioidaan hankekohtaisesti

\*\* sovitaan paikallisen pelastuslaitoksen kanssa

\*\*\* VIRVE-verkko tulee aina toteutettavaksi tunneleiden kaikkiin osiin

### Ohjeen tarkennukset direktiivin vaatimukseen sekä muut huomiot

Direktiivissä määritetään, että hätäasemat tulee varustaa ainakin hätäpuhelimella ja kahdella palosammuttimella. Näiden osalta ohjeessa tarkennetaan, että hätäpuhelin tulee sijoittaa myös mahdollisiin yhdyskäytäviin, sekä palosammuttimet tulee sijoittaa myös laitetiloihin.

Vaikka langattoman puhelinverkon toiminnan varmistamista tunnelissa ei ole määritetty direktiivissä eikä laissa, on ohjeen mukaan tämä kuitenkin suotavaa palvelun ja turvallisuuden kannalta.

Vastaavasti pelastuslaitoksen kenttäpuhelinjärjestelmän toteuttamisesta ei ole direktiivissä mainintaa. Osa pelastuslaitoksista käyttää kenttäpuhelinverkkoa VIRVE-verkon ohella pelastustilanteissa. Verkko voidaan toteuttaa yli 500 metriä pitkiin tunneleihin.

Direktiivin mukaan pelastuspalvelujen radiolähetyslaitteet tulee asentaa yli 1 000 metriä pitkiin tunneleihin, kun liikennemäärä ylittää 2 000 ajoneuvoa kaistaa kohti. Ohje tarkentaa tätä määräystä. Virve-verkko toteutetaan lähtökohtaisesti aina yli 1 000 metriä pitkiin tunneleihin. Lisäksi alle 1 000 metriä pitkissä tunneleissa on mittauksin todettava, että VIRVE-verkon kuuluvuus täyttää vaatimukset. Mikäli vaatimukset eivät täyty, toteutetaan VIRVE-verkko ko. tunneliin.

Kuulutusjärjestelmän osalta viitataan Liikenneviraston ohjeeseen Tietunnelien hallinnointi ja turvallisuutta koskevat määräykset ja ohjeet 14/2014, joka on korvattu vuonna 2016 kohdassa 3.2.1 käsitellyllä päivitetyllä ohjeella. Viittauksessa mainitaan, että Liikenneviraston ohjeen 14/2014 mukaan kaikissa yli 1 000 metriä pitkissä tunneleissa on oltava kuulutusjärjestelmä. Kuulutusjärjestelmän tarpeellisuus alle 1 000 metriä pitkissä tunneleissa arvioidaan kohdekohtaisesti riskitarkastelujen perusteella. Esimerkiksi suuri liikennemäärä edellyttää yleensä kuulutusjärjestelmää jo lyhyemmissäkin (yli 500 metriä pitkissä) tunneleissa.

Viitatussa vuoden 2014 versiossa sekä päivitetystä vuoden 2016 versiossa Tietunnelien turvalliseen poistumiseen ja poikkeustilanteiden viestintään liittyvien järjestelmien suunniteluohjeohjeessa on kuulutusjärjestelmän osalta kirjattu, että yli 1 000 metriä pitkissä tunneleissa turvapaikat ja muut tilat, joissa evakuoitavien tunnelin käyttäjien on odotettava ennen ulos pääsemistä, on varustettava kovaäänisin käyttäjille annettavia tiedotuksia varten. (vrt. kohta 3.2.1).

Direktiivissä kuulutusjärjestelmän osalta vaatimus on tunnelin pituudesta riippumatta se, että turvapaikat ja muut tilat, joissa evakuoitavien tunnelin käyttäjien on odotettava ennen ulos pääsemistä, on varustettava kovaäänisin käyttäjille annettavia tiedotuksia varten.

Direktiivin vaatimus on siis kirjattu edellisessä luvussa käsitellyssä ohjeessa koskemaan vain yli 1 000 metriä pitkiä tunneleita, mikäli evakuoitavien on odotettava ennen ulospääsyä (Suomessa ei tällaisia tunneleita) ja tässä ohjeessa on tarkennettu, että kuulutusjärjestelmä on pakollinen aina yli 1 000 metriä pitkissä tunneleissa, sekä riskitarkastelun perusteella yli 500 metriä pitkissä tunneleissa.

Direktiivin mukaan tunneleissa, joissa on valvontakeskus, tulee olla vähintään automaattinen häiriöhavaintojärjestelmä, automaattinen tulipalon havaintojärjestelmä tai molemmat. Direktiivi ei ota kantaa, tuleeko tulipalo havaita automaattisesti tunneliputkista, yhdyskäytävistä, teknisistä tiloista, vai kaikista tunnelin tiloista. Häiriöhavaintojärjestelmää koskevat kansalliset vaatimukset on esitetty *Tietunneleiden liikenteenhallinnan palvelutasot*-toimintalinjajulkaisussa, joka on käsitelty kohdassa 3.2.4.

Tietunnelien turvalliseen poistumiseen ja poikkeustilanteiden viestintään liittyvien järjestelmien suunnitteluohjeen mukaan, paloilmoinjärjestelmä toteutetaan yli 200 metriä pitkiin tunneleihin, sekä lyhyempiin tunneleihin riskitarkastelujen perusteella tarvittaessa.

Järjestelmän tulee kattaa kaikki tunnelin tilat. Lähtökohtaisesti tekniset tilat ja yhdyskäytävät varustetaan pistemäisin savuilmalaitteilla. Tunneliputkiin ja yhdyskäytäviin tulee asentaa hätäasemien yhteyteen paloilmoinpainikkeet.

Mikäli tunneli on yli 500 metriä ja vilkkaasti liikennöity (KVL yli 20 000 ajoneuvoa) tai tunneli on yli 1 000 metriä tai kyseessä on betonitunneli, jonka sortuminen voi aiheuttaa vaaraa yläpuolella olevalle toiminnalle (esim. päällä sairaala, kauppakeskus, asuinrakennuksia tmv.), tulee tunneli varustaa myös ns. paloilmalaitteilla, tai muulla vastaavalla järjestelmällä, joka reagoi lämpöön, lämpötilaeroihin ja lämpötilan nousunopeuteen, tai vastaaviin muutuksiin, joilla palotilanne voidaan havaita tarkasti ja osoitteellisesti tietunneliolosuhteissa.

Koska direktiivissä ei mainita, mistä tiloista automaattinen paloilmaisuus tulee saada, täyttää ohjeen lähtökohta direktiivin vaatimukset, vaikka itse tunneliputket eivät olisi automaattisen valvonnan alaisuudessa.

### **3.2.3 Tietunneleiden LVI-järjestelmät**

Väyläviraston ohjetta Tietunneleiden LVI-järjestelmät vuodelta 2019 noudatetaan alle 3 000 metriä pitkissä tunneleissa. Dokumentti tarkentaa tunnelidirektiivin määräyksiä ja toimii suunnitteluohjeena uusissa tunnelihankkeissa, sekä soveltuvin osin peruskorjattavissa tunneleissa. LVI-järjestelmät ovat osa tunnelijärjestelmien muodostamaa kokonaisuutta, jolla taataan turvallinen liikennöinti tietunnelissa ja turvataan tietunnelista pelastautuminen vakavissa vaaratilanteissa. (Väylävirasto 2019, s. 9)





Ohjeessa tunnelit jaotellaan liikennemäärän mukaan vähäisemmän ja vilkkaamman liikenteen tunneleihin kuten direktiivissä, mutta käytetty yksikkö on eri. Tämä tuo haastetta ohjeen ja direktiivin vertailuun toisiinsa.

Direktiivissä liikennemäärää tarkastellaan keskivuorokausiliikenteenä (KVL) per ajokaista. Raja-arvona käytetään alle/yli 2 000 ajoneuvoa per ajokaista. Tällöin esimerkiksi tunnelissa, jossa on kaksi ajokaistaa molempiin ajosuuntiin KVL-raja olisi 8 000 ajoneuvoa.

Ohjeessa käytetään KVL liikennemäärän sijaan huipputunnin liikennemäärää. Raja-arvona käytetään 2 000 ajoneuvoa huipputunnissa per tietunneli, eli molemmat ajosuunnat yhteensä. Ohjeen esimerkeissä on mainittu, että yli 3 000 ajoneuvoa/huipputunti vastaa yli 50 000 KVL liikennemäärää. Näin ollen ohjeen raja-arvo 2 000 ajoneuvoa huipputunnissa vastaisi noin 33 500 KVL liikennemäärää.

Toinen eroavaisuus direktiivin ja ohjeen välillä on tunneleiden jaottelu pituuden mukaan. Direktiivissä jaottelu on:

- Yli 500 metriä
- Yli 1 000 metriä
- Yli 3 000 metriä (vain vilkkaamman liikenteen tunnelit)

Ohjeessa jaottelu on sama riippumatta liikennemäärästä:

- Alle 250 metriä
- Yli 250 metriä
- Yli 500 metriä
- Yli 800 metriä

Liikennemääräjaottelun mukaan direktiivi on tiukempi, tunneli määritellään vilkkaamman liikenteen tunneliksi selkeästi pienemmällä liikennemäärällä. Tunnelin pituuden mukaan vertailtuna ohje on tiukempi.

Ilmanvaihtojärjestelmän osalta ohjeessa tiukennetaan direktiivin vaatimuksia. Direktiivin mukaan ilmanvaihtojärjestelmä on pakollinen yli 1 000 metriä pitkissä tunneleissa, joissa KVL

ylittää 2 000 ajoneuvoa per kaista. Ohjeessa vaatimusta tiukennetaan niin, että ilmanvaihto tulee toteuttaa aina yli 800 metriä pitkiin tunneleihin. Yli 500 metriä pitkissä tunneleissa riippumatta liikennemäärästä, sekä yli 250 metriä pitkissä tunneleissa liikennemäärän ylittäessä 2 000 ajoneuvoa huipputunnissa ilmanvaihto on pakollinen, mikäli vaadittuun ilmanlaatuun pitoisuuksien osalta ei päästä ilmavirran nopeudella 1 m/s.

### 3.2.4 Tietunneleiden liikenteenhallinnan palvelutasot

Liikenneviraston vuonna 2015 julkaisemassa toimintalinjajulkaisussa määritellään tunnelien liikenteenhallinnan valtakunnalliset palvelutasot. Dokumentissa tunnelit on jaettu kolmeen toimintaympäristöön, jotka on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4 Tunnelin toimintaympäristöt ja niiden kriteerit (Liikennevirasto 2015a, s. 10)

Nimi / lyhenne	Selite	Kriteerit / tyypilliset ominaisuudet
TY1	Vilkasliikenteiset pääväylät kaupunkiseudulla	<ul style="list-style-type: none"> <li>yleensä suurten kaupunkien sisääntuloväyliä, kehäteitä tai ohitusteitä tai muita verkollisesti merkittäviä vilkasliikenteisiä teitä kaupunkiseudulla</li> <li>tyypillisesti nopeusrajoitus on 60...80 km/h</li> <li>liittymät ovat yleensä eritasoliittymiä suuren liikennemäärän takia</li> <li>tunneli kaksiputkinen</li> <li>liikennemäärät suuria KVL yli 20 000</li> <li>liittymät lähellä tunnelin sisään- ja ulosajoa</li> </ul>
TY2	Korkean nopeustason pääväylät	<ul style="list-style-type: none"> <li>moottoriteitä tai muita moottoriväylätyyppisiä maanteitä</li> <li>liittymät ovat eritasoliittymiä</li> <li>nopeusrajoitus on korkea, yleensä vähintään 100 km/h</li> <li>tunneli kaksiputkinen</li> </ul>
TY3	Muu tieverkko	<ul style="list-style-type: none"> <li>kaupunkiseudulla tai kaupunkiseudun ulkopuolella sijaitseva muu kuin luokkiin TY1 tai TY2 kuuluva väylä</li> <li>tunneli yksi- tai kaksiputkinen</li> </ul>

Toimintalinjassa on määritelty kaikkia tunneleita koskevat yleiset palvelutasovaatimukset. Sen lisäksi palvelukohtaiset vaatimukset on määritelty toimintaympäristöille seuraavissa palveluissa (Liikennevirasto 2015a, s.11):

- Tunnelin sulkeminen
- Kaistan sulkeminen
- Pääsyn säätely
- Kiertotielle ohjaus
- Kaksisuuntainen ohjaus
- Vaihtuvat nopeudet ja varoittaminen
- Seuranta

Palvelutasomäärittelyssä tunnelit jaotellaan liikennemäärän ja pituuden mukaan, jotka on esitetty alla olevassa taulukossa 5. Ohjeen jaottelussa on käytetty liikennemääränä ajosuuntakohtaista KVL arvoa. Taulukossa liikennemäärä on muutettu poikkileikkauskohtaiseksi KVL arvoksi. Näin taulukon luvut ovat verrannollisia muun muassa Väyläviraston liikennemääräkartoissa esitettyihin lukuihin.

Taulukko 5 Tunneleiden jaottelu liikennemäärän ja pituuden mukaan

	TY 1	TY 2	TY 3
Vähäinen liikennemäärä (KVL)	< 20 000	< 10 000	< 6 000
Suuri liikennemäärä (KVL)	> 40 000	> 20 000	> 15 000
Lyhyt tunneli	Alle noin 500 metriä		
Pitkä tunneli	Yli noin 1 000 metriä		

Huomioitavaa on, että tässä ohjeessa on jälleen uudet raja-arvot sekä liikennemäärille että tunnelin pituudelle verrattuna direktiiviin, sekä aiemmissa luvuissa käsiteltyihin ohjeisiin.

#### **Ohjeen tarkennukset direktiivin vaatimuksiin sekä muut huomiot**

Direktiivi määrittelee, että tunnelin sulkemiseksi hätätilanteissa suuaukkojen eteen tulee asentaa liikennevalot yli 1 000 metriä pitkissä tunneleissa. Lisäksi voidaan käyttää muuttuvia

opasteita tai puomeja. Alla olevassa taulukossa on esitetty ohjeen tiukennukset direktiivin määräyksiin. Huomioitavaa on, että direktiivin tekstiosassa sanotaan liikennevalojen olevan pakolliset alle 1 000 metriä pitkissä tunneleissa, mutta direktiivin taulukossa pakollisuus koskee yli 1 000 metriä pitkiä tunneleita riippumatta liikennemäärästä, mikä lienee oikein kirjoitettu. Pääsyn säätelyssä käytetään vastaavia sulkulaitteita, kuin tunnelin sulkemisessa, joten kyseistä kohtaa ohjeesta ei verrata erikseen.

Taulukko 6 Palvelutaso-ohjeen ja direktiivin vaatimukset sulkulaitteille

● Pakollinen ○ Ei pakollinen	Direktiivi	TY 1	TY 2	TY 3
Liikennevalot	●	●	●	●
Liikennepuomit	○	●	●	
Vaihtuva tiedotusopaste	○	●	●	●
Vaihtuvat nopeusrajoitukset		●	●	
Keskialueen sulkupuomi		●	●	

Kaistan sulkemisen osalta direktiivissä ei ole mainintaa toimintatavoista. Kaistaopastimien näyttämistä on direktiivissä esitetty mallit ja ne on määritelty vastaavasti Suomen tieliikennelain liitteessä 2 nimellä ajokaistaopastin.

Direktiivissä on määritetty, että tunnelin käyttäjiä on varoitettava selkeästi ruuhkista, rikkoutuneista ajoneuvoista, onnettomuuksista, tulipaloista tai muista vaaroista. Palvelutasomäärittelyn Tunnelin sulkeminen -kohdassa mainittujen vaihtuvien tiedotusopasteiden lisäksi tunnelit varustetaan vaihtuvilla nopeusrajoitusmerkeillä vähintään silloin, kun nopeusrajoit-

tus on yli 70 km/h:ssa. Lisäksi nopeusrajoitusmerkin yhteydessä voi olla vaihtuvat varoitusmerkit, sekä näiden vaihtuvat lisäkilvet. Useimmissa tunneleissa, joissa on liikenteenhallintaa, on vaihtuvat nopeusrajoitus - ja varoitusmerkit.

Seurannan osalta direktiivi vaatii videoseurantajärjestelmän yli 3 000 metriä pitkiin tunneleihin, sekä kaikkiin tunneleihin, joissa on valvontakeskus. Ohjeen mukaan videoseurantajärjestelmä tulee toteuttaa kaikkiin tunneleihin. Järjestelmällä tulee nähdä suuaukot, sekä tunneliputket. TY 1 toimintaympäristössä kamerajärjestelmän tulee olla niin kattava, että koko tunneli on nähtävissä ilman kameroiden kääntämistä.

Direktiivin mukaan kaikissa tunneleissa, joissa on valvontakeskus, tulee olla vähintään automaattinen häiriönhavaintojärjestelmä, automaattinen tulipalon havaintojärjestelmä, tai molemmat. Kuten dokumentissa Tietunnelien hallinnointi ja turvallisuutta koskevat määräykset ja ohjeet on lievennetty häiriönhavainto- ja tulipalohavaintojärjestelmien vaatimusta. Häiriönhavaintojärjestelmä ei ole perustason vaatimus, vaan palvelutasoa nostava järjestelmä.

### **3.2.5 Tietunnelien liikenteenhallinnan toimintaperiaatteen laadinta**

Tietunnelin liikenteenhallintajärjestelmän toimintaperiaate on liikennetekninen suunnittelu-dokumentti, joka ohjaa liikenteenhallintajärjestelmän kohdekohtaisen ohjausautomaatiikan ja tienvarsilaitteiden suunnittelua ja toteutusta. Toimintaperiaatteessa muun muassa:

- Suunnitellaan liikenteenhallintajärjestelmän ohjaustoiminnot
- Suunnitellaan järjestelmän toiminta vikatilanteissa ja
- Esitetään liikenteenhallintajärjestelmän kytkennät muihin tunnelijärjestelmiin ja määritellään tilanteet, joita kytkennät koskevat. (Liikennevirasto, 2018, s. 4)

Ohjeessa ei tarkenneta teknisiin järjestelmiin liittyviä vaatimuksia, kuten edellä esitellyissä ohjeissa, mutta yhtenä osa-alueena ohjeessa on käsitelty liikenteenhallintaan liittyvien vikatilanteiden määrittelyt. Vikatilanteet jaetaan kriittisiin ja ei-kriittisiin vikoihin.

Kriittiseksi viaksi katsotaan tilanne, jossa vian seurauksena kriittiseksi luokiteltu ohjaustoiminto ei ole käytettävissä. Ohjeessa on määritelty keskeisiksi ohjaustoiminnoiksi:

- Tunnelin hätäsulku
- Tunnelin sulku
- Kaistansulku
- Liikenteen pysäytys (pääsyn säätely)
- Väärän suuntaan ajavasta varoittaminen
- Ruuhkasta varoittaminen

Kriittisille vioille pyritään suunnittelemaan kompensoivat toimenpiteet. Näitä voi olla:

- Vaihtuvien opasteiden ohjautuminen turvatilaan, esim. tunnelin nopeusrajoituksen alentaminen suuaukon vaihtuvilla nopeusrajoituksilla ja tiedottaminen viestillä tilanteesta tienkäyttäjälle
- Tunnelin seurannan tehostaminen
- Tunnelin hoitourakoitsijan maastopartion kutsuminen paikalle seuraamaan liikennetilannetta ja tarvittaessa pysäyttämään liikenne tai sulkemaan tunneli.

Mikäli kriittiselle vikatilanteelle ei voida toteuttaa kompensoivaa toimenpidettä, tunneliputki tulee sulkea vian ilmetessä.

Kriittisten vikatilanteiden kompensoivat toimet ovat aina tunnelikohtaisia, eikä niihin oteta kantaa tässä työssä. Edellä mainitut kriittiset ohjaustoiminnot on otettu mukaan luvussa 6 esitettyyn teknisten vikatilanteiden taulukkopohjaan tukemaan vikatilanteiden analysointia.

### **3.2.6 Väyläviraston muut tunneleihin liittyvät ohjeet**

Alla on lyhyesti esitelty muut tunneleihin liittyvät ohjeet.

#### **Tietunnelin turvallisuusasiakirjojen laadinta (LO 9/2018)**

Ohjeessa kuvataan tunnelien turvallisuusasiakirjojen laadintaprosessi ja vastuut, sekä turvallisuusasiakirjojen sisältövaatimukset. Laadintaprosessissa kuvataan myös tietunneliin liittyvän turvallisuussuunnittelun vaiheet hankkeissa. Turvallisuusasiakirjoissa määritetään turva- ja viestintäjärjestelmien taso sekä vaatimukset.

**Tietunnelien tarkastukset - Yleiset periaatteet ja vastuut (LO 3/2016)**

Ohjeessa on kuvattu tunnelin tarkastuksen vastuiden jakautuminen, sekä tarkastustoimintaan liittyvien tehtävien ja kustannusten jakautuminen.

**Tietunnelien teknisten järjestelmien tarkastaminen (LO 27/2015)**

Ohjeessa on määritetty tarkastusyksikön kokoonpano, sekä menettelytavat ja sisältö tietunneleiden teknisten järjestelmien (LVIAS- ja liikenteen hallintajärjestelmät, sekä turvalaitteet ja -järjestelmät) tarkastamista varten.

**Tietunnelin rakennetekniset ohjeet (LO 34/2017)**

Ohjetta käytetään tunnelin rakenneteknisessä suunnittelussa. Rakenneteknisen suunnittelun aikana on otettava huomioon asennettavat turvajärjestelmien laitteet, jotta ne voidaan asentaa vaatimusten ja käyttötarpeiden mukaisesti esimerkiksi sopivalle korkeudelle.

**Vaarallisten aineiden kuljetukset tietunneleissa (LO 44/2017)**

Ohjeessa kuvataan VAK-kelpoisuus selvityksen sisältövaatimukset, ohjeistetaan tunnelin vaarallisten aineiden kuljetuksiin liittyvien riskitarkastelujen laadinta, sekä määritellään kuljetusrajoitusten hakuprosessi.

**Tiealueen puomien laatuvaatimukset (LO 3/2013)**

Ohjeen tavoitteena on yhdenmukaistaa tiealueen liikennepuomien ja tien keskialueen sulkupuomien toiminnalliset ja tekniset laatuvaatimukset, sekä periaatteet puomien sijoittamisesta erilaisissa käyttötarkoituksissa.

**Tietunnelien vakavien vaaratilanteiden ja onnettomuuksien raportointi (LO 17/2015)**



Ohjeessa käydään läpi direktiivin artiklassa 5 ja 15 määritellyt vaatimukset raportoinnista.

### **Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu (LO 16/2015)**

Ohjeessa on käsitelty omana kohtanaan tunnelivalaistuksen laatuvaatimukset ja suunnittelun ohjeet.

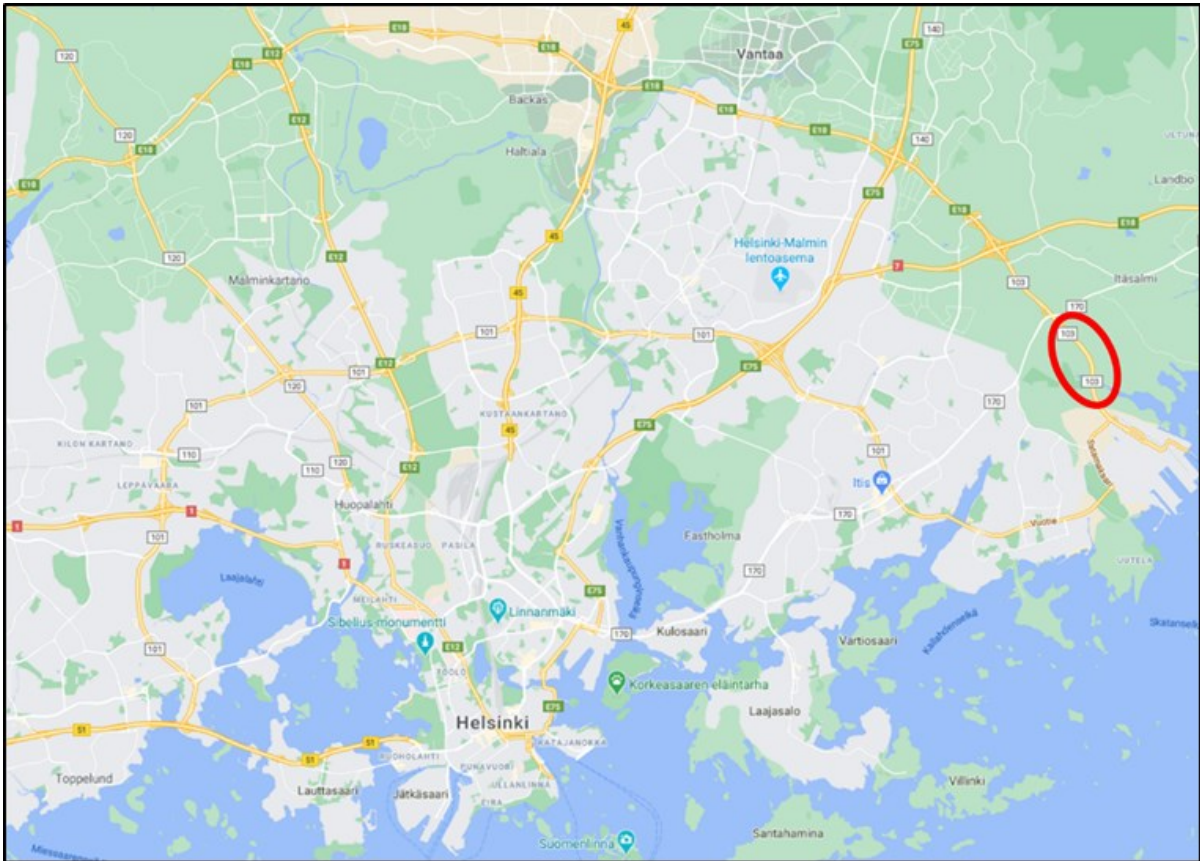
## **4 Työssä tarkastellut tunnelit**

Tässä luvussa on esitetty työssä tarkastellut tunnelit yleisellä tasolla. Luvussa 5 on tarkasteltujen tunneleiden teknisiä järjestelmiä vertailtu tunnelidirektiivin, sekä kansallisiin määräyksiin ja ohjeisiin.

### **4.1 Vuosaaren tunneli**

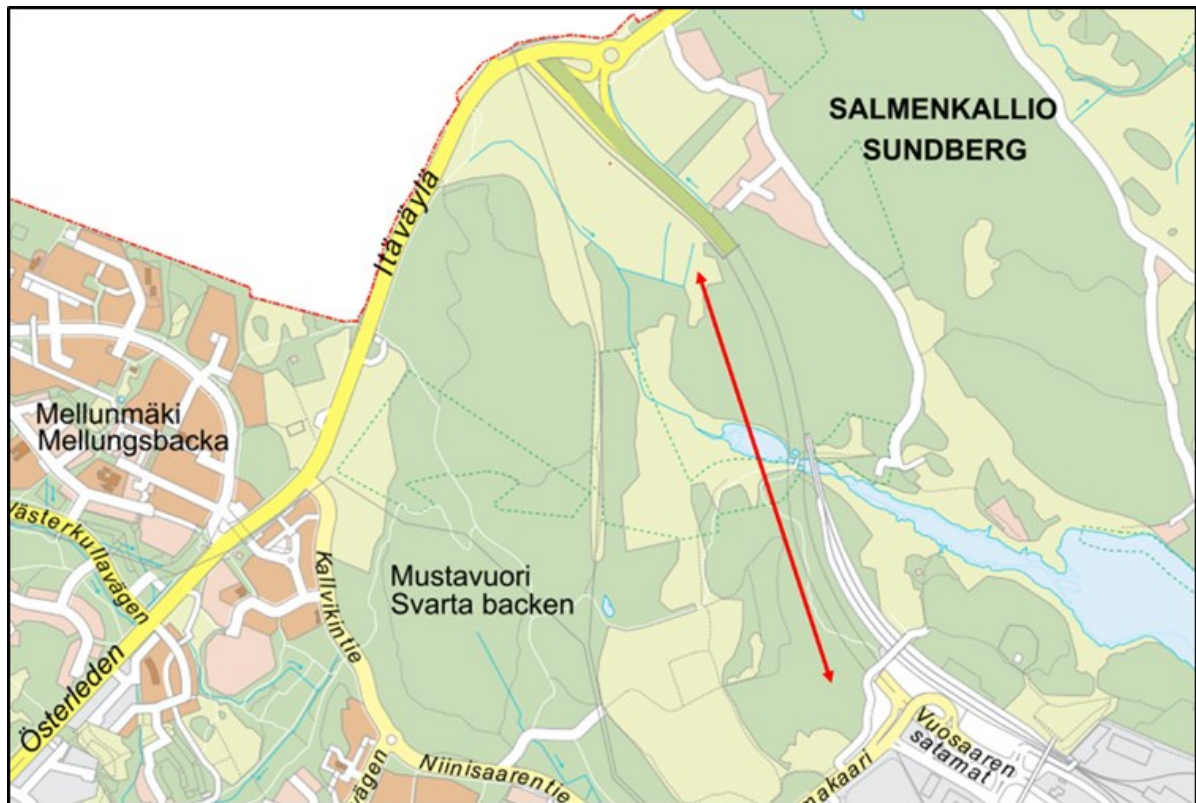
Vuosaaren tunneli sijaitsee Kehä III:lta Itäväylän eritasoliittymästä Vuosaaren satamaan joltavalla Vuosaaren satamatiellä mt 103 (kuvat 3 ja 4). Tieosuus, jolla Vuosaaren tietunneli sijaitsee, on jatkeena TEN-ydinverkkoon kuuluvaa mt 50:tä (Kehä III) ja tunneli kuuluu ryhmään TA. Tunnelin otettiin käyttöön 9.10.2007. (Uudenmaan ELY-keskus, 2015a)

Kuva 3 Vuosaaren tunnelin sijainti (Kartta GoogleMaps, 2020)



Vuosaaren tunneli on kaksiputkinen, 2+2-kaistainen ja 1 520 metriä pitkä. Tunneliputkien välillä on yhdyskäytävät 100 m välein, ajoneuvolla läpiajettava yhdyskäytävä on 750 m välein ja pysähtymislevike 400 m välein. Porvarinlahden ali sukeltavan tunnelin pituuskaltevuus on noin 3,9 % ja kaarresäteet pienimmillään 700 metriä. Tunneli on kalliotunneli, eikä sen päällä ole kaavoitettua asutusta. Tunnelissa on 70 km/h nopeusrajoitus ja vaihtuvat nopeusrajoitusmerkit mahdollistavat tätä alempien rajoitusten käytön tarvittaessa. Lisäksi tunneli on varustettu vaihtuvilla tiedotusopasteilla. Tunnelissa on raskaan liikenteen ohituskielto. (Uudenmaan ELY-keskus, 2015a)

Kuva 4 Vuosaaren tunneli (Kartta Helsingin karttapalvelu, 2020)



Vuonna 2019 tunnelin keskimääräinen vuorokausiliikenne oli 10 671 ajoneuvoa, joista raskaita ajoneuvoja oli 2 595, eli reilut 28 %. (Väylävirasto, 2020b)

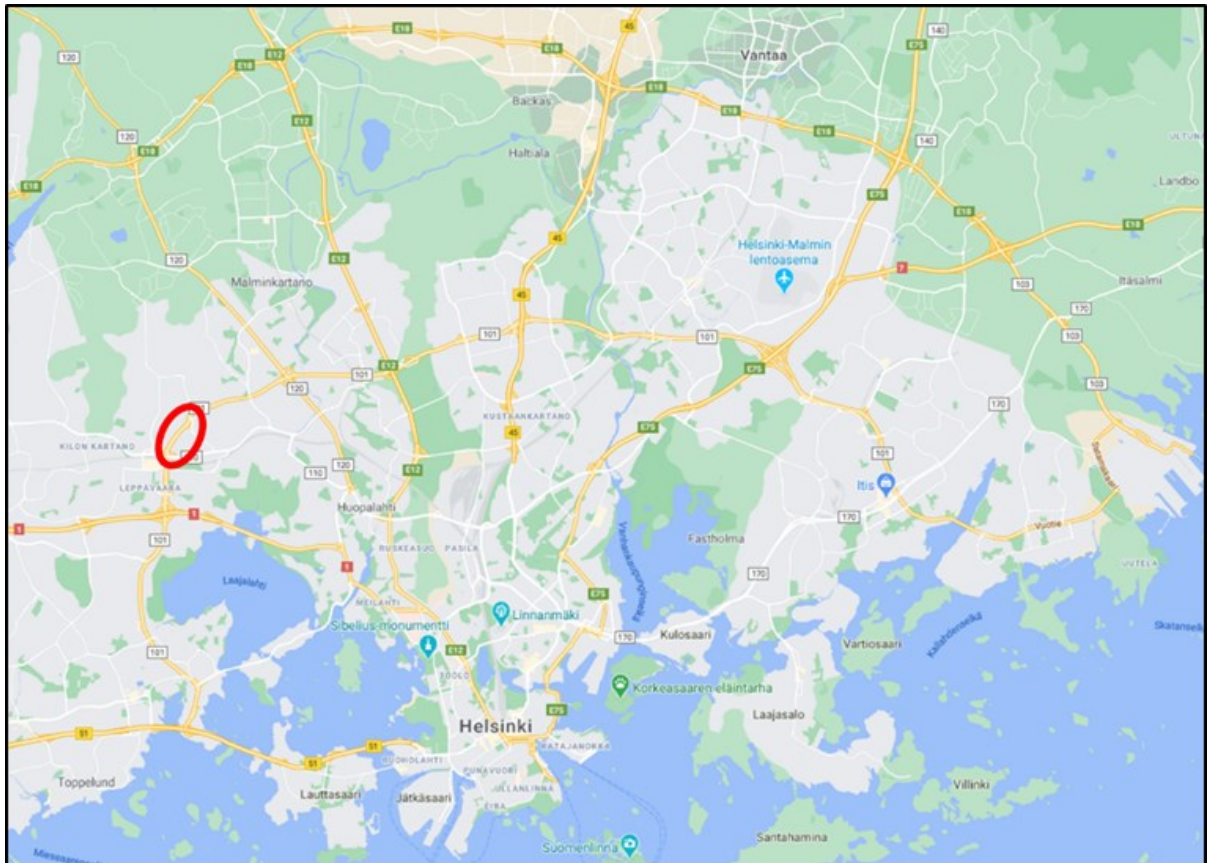
Tunnelin valvontakeskuksena toimii Fintraffic Tie Oy:n Helsingin tieliikennekeskus. Tunnelin varareitti sulkutilanteissa kulkee katuverkon kautta ja sen palvelutaso on kohtuullinen ottaen huomioon liikennemäärät, sekä raskaan liikenteen osuuden.

## 4.2 Mestarintunneli

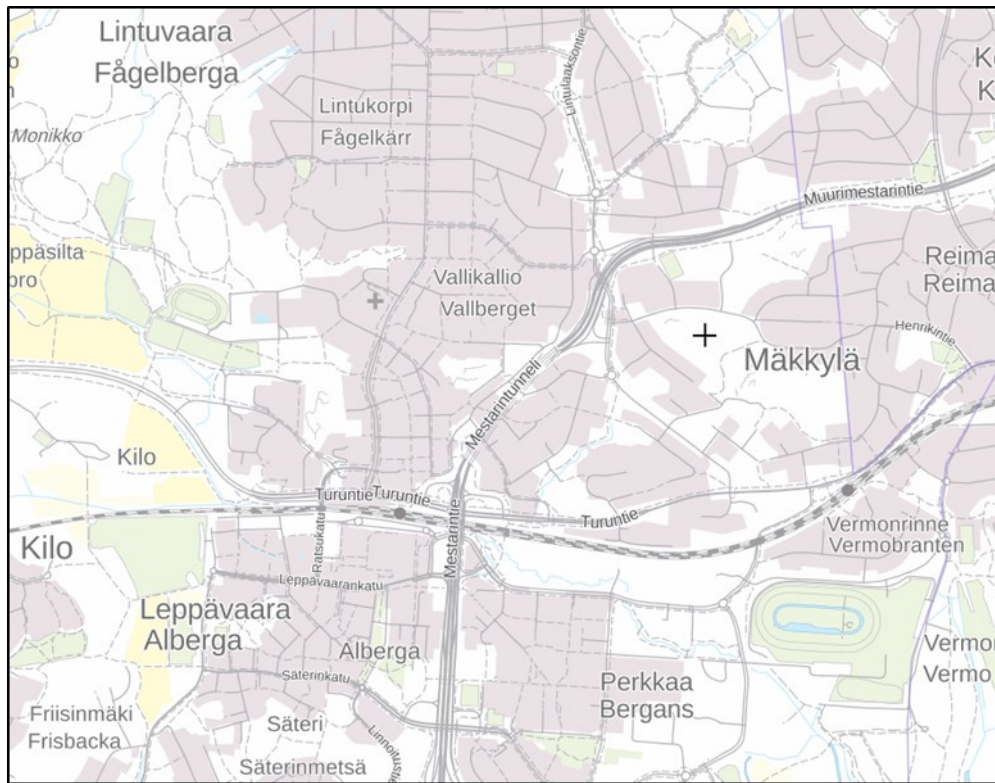
Mestarintunneli sijaitsee Kehä I:llä (tie 101) Espoon Vallikalliossa (kuvat 5 ja 6). Mestarintunneli on kaksiputkinen, 520 metriä pitkä ja 4+4-kaistainen. Mestarintunneli koostuu kalliotunneli- ja betoni-tunneliosuksista. Kalliotunnelin osuus tunnelista on 300 m ja betonitunnelin osuus noin 200 m. Suuaukot sekä länsi- että itäpäässä ovat teräsbetonia. Pituuskaltevuus noin 5 %. Tunnelin pohjoispää kaartuu loivasti itään päin. Tunneli kuuluu ryhmään TB-TC.

Tunnelissa on neljä yhdyskäytävää. Nopeusrajoitus tunnelissa on 60 km/h ja nopeusrajoitusta voidaan tarvittaessa alentaa vaihtuvilla nopeusrajoitusmerkeillä, sekä varoittaa häiriöistä vaihtuvilla opasteilla. (Uudenmaan ELY-keskus, 2015b)

Kuva 5 Mestarintunnelin sijainti (Kartta GoogleMaps, 2020)



Kuva 6 Mestarintunneli (Kartta MML, 2020)



Tunneli otettiin käyttöön helmikuussa 2011. Vuonna 2019 tunnelin keskimääräinen liikennemäärä oli 77 572 ajoneuvoa, joista raskaita ajoneuvoja oli 3 044 eli 4,7 % (Väylävirasto, 2020b).

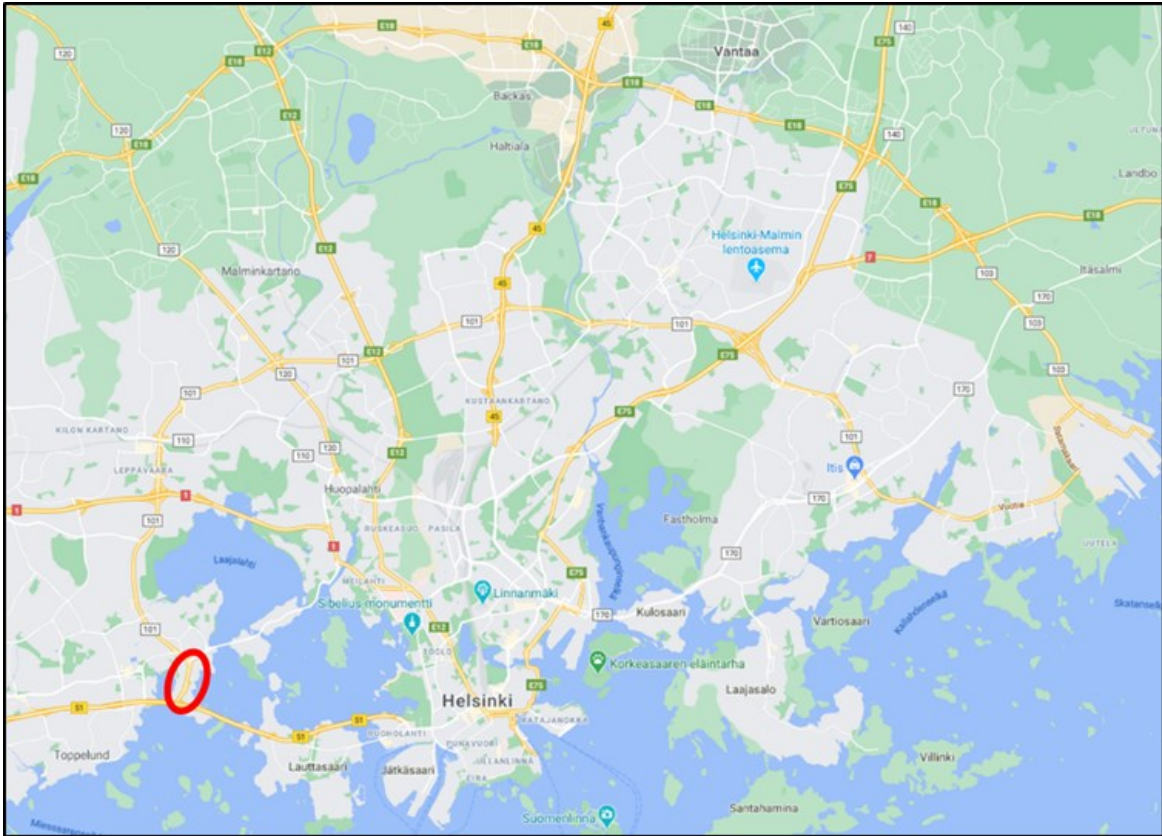
Tunnelin valvontakeskuksena toimii Fintraffic Tie Oy:n Helsingin tieliikennekeskus. Tunnelin varareittinä toimii katuverkko. Varareitin kapasiteetti ei riitä Kehä I:n liikennemäärille, kuin hiljaisen liikenteen aikaan.

Mestarintunneli ei kuulu TEN-tieverkkoon.

### 4.3 Keilaniemen tunneli

Kesäkuussa 2019 käyttöön otettu Keilaniemen tunnelin sijaitsee Kehä I:llä (tie 101) Espoossa (kuvat 7 ja 8). Noin 460 metriä pitkä, teräsbetonirakenteinen kaksiputkinen tunneli sijoittuu Länsiväylän (kt 51) ja Kuusisaarentien väliin. Tunneliputket ovat suurimmaksi osaksi suorat, kaartuen hieman pohjoispäässä (kaarresäde  $r = 320$ ) ja pituussuunnassa etelään päin loivasti laskevia (pituuskaltevuus 0,32 %). (Uudenmaan ELY-keskus, 2019)

Kuva 7 Keilaniemen tunnelin sijainti (Kartta GoogleMaps 2020)



Tunnelissa on pääosin 3+3 ajokaistaa. Suunnassa itään Kuusisaarentien rampin jälkeen tunneli on kaksikaistainen noin 100 metrin matkalla ja suunnassa länteen tunneli on kaksikaistainen Otasolmun liittyvään ramppikaistaan saakka, noin 170 m matkalla. Kuusisaarentien ramppitunnelikaistan pituus on noin 120 m (mukaan lukien sillan alitus). Otasolmun liittyvän ramppikaistan pituus tunnelissa on noin 130 m, kunnes kaista jatkuu tunnelin kolmantena kaistana. Tunnelialueen ulkopuolella on pääsääntöisesti 2+2 ajokaistaa. Tunneli kuuluu ryhmää TC. (Uudenmaan ELY-keskus 2019)

Kuva 8 Keilaniemen tunneli (Kartta MML 2020)



Tunnelin suurin sallittu nopeusrajoitus on 60 km/h:ssa. Vuonna 2019 keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä oli 32 000 ajoneuvoa (Väylävirasto, 2020b).

Raskaiden ajoneuvojen osalta edellinen saatavilla oleva tilasto on vuodelta 2015, jolloin KVL oli 30 700 ajoneuvoa vuorokaudessa raskaan liikenteen määrän ollessa 2 500 ajoneuvoa, eli 8,8 %. (Liikennevirasto, 2016c)

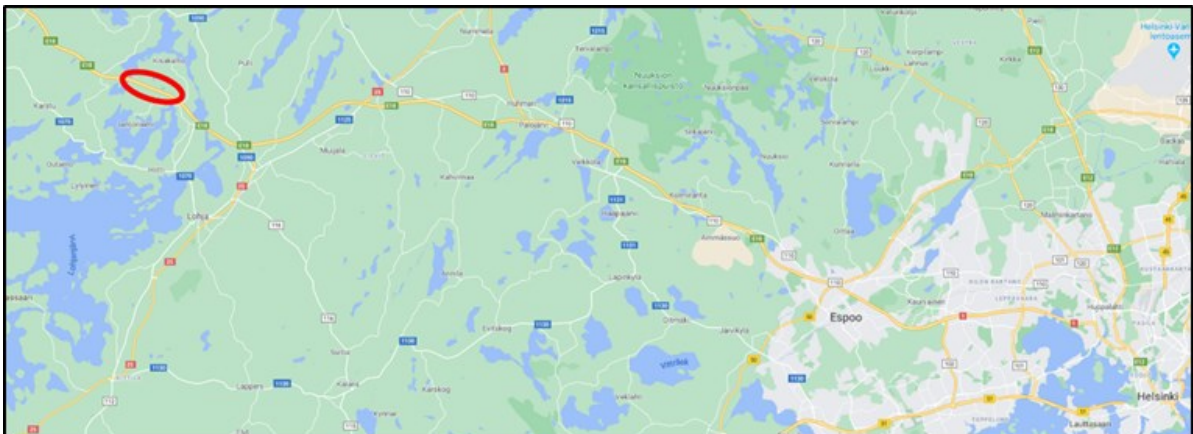
Tunnelin valvontakeskuksena toimii Fintraffic Tie Oy:n Helsingin tieliikennekeskus. Tunnelin varareittinä toimii päätieverkko. Varareitin kapasiteetti riittää hyvin, mutta pitkän kiertomatkan takia liikenne käyttää tunnelin lähiympäristön katuverkkoa. Katuverkon kapasiteetti ei riitä, kuin hiljaiseen yöaikaan.

Keilaniemen tunneli ei kuulu TEN-tieverkkoon.

#### 4.4 Karnaisten tunneli

Lohjalla Vt 1:llä sijaitseva Karnaisten tunneli on pisin Lohja - Muurla-moottoritieosuuden seitsemästä tunnelissa (kuvat 9 ja 10). Tunneli otettiin liikennekäyttöön tammikuussa 2009. 2 251 metriä pitkä kaksiputkinen ja 2+2-kaistainen kalliotunneli on pituuskaltevuudeltaan loivasti länteen päin laskeva. Tunneli kaartuu vaakageometrialtaan molemmissa päissä loivasti etelään päin. Tunnelin suurin sallittu nopeusrajoitus on 100 km/h ja se voidaan tarvittaessa laskea vaihtuvilla nopeusrajoitusmerkeillä, sekä tiedottaa häiriöistä vaihtuvilla opasteilla. Tunnelissa on raskaan liikenteen ohituskielto.

Kuva 9 Karnaisten tunnelin sijainti (Kartta GoogleMaps 2020)



Kuva 10 Karnaisten tunneli (Kartta MML 2020)





Liikennemäärä vuonna 2019 oli 16 642 ajoneuvoa (KVL), joista raskaita ajoneuvoja oli 1 633 eli 13,1 %. Tunneli kuuluu ryhmää TA. (Väylävirasto 2020b)

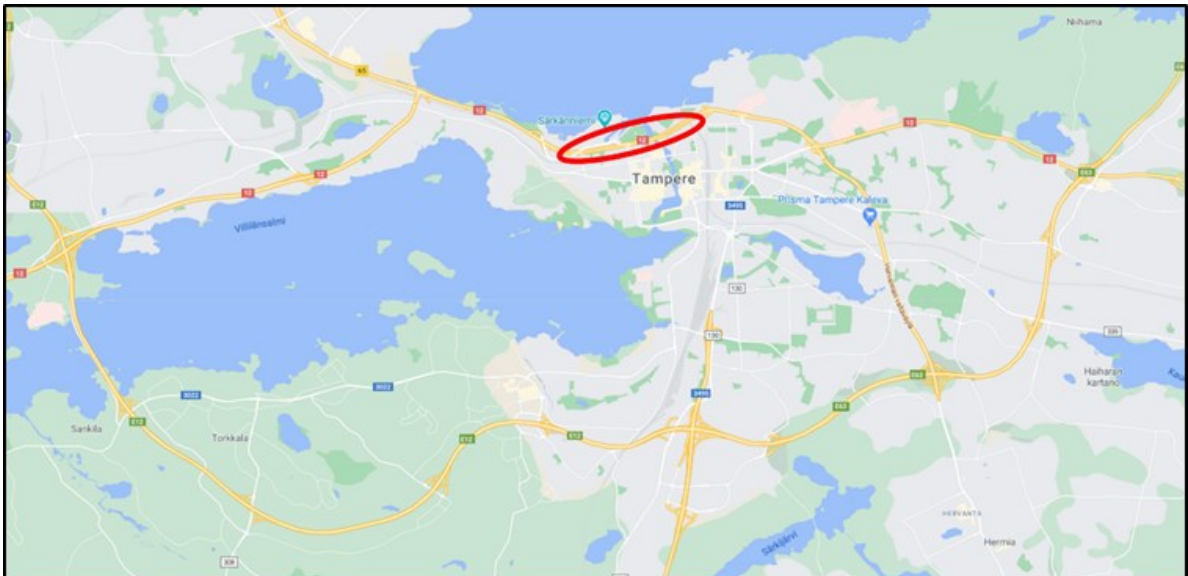
Tunnelin valvontakeskuksena toimii Fintraffic Tie Oy:n Helsingin tieliikennekeskus. Varareitinä toimii rinnakkaistie. Kapasiteetti ei riitä kaikkein vilkkaimman liikenteen aikaan, mutta yleisesti varareitti on toimiva.

Tunneli kuuluu TEN-tieverkon ydinverkkoon.

#### 4.5 Rantatunneli

Tampereen Rantatunneli sijaitsee Rantaväylällä (vt 12) välillä Santalahti - Naistenlahti (kuvat 11 ja 12).

Kuva 11 Rantatunnelin sijainti (Kartta GoogleMaps 2020)



Marraskuussa 2016 avattu tunneli on 2 327 metriä pitkä sukeltava kaksiputkinen tunneli. Syvimmällä kohdalla ajorata on noin 34 metriä maanpinnan alapuolella. Kummassakin tunneliputkessa on kaksi kaistaa, leveät pientareet ja yksisuuntainen liikenne. Tunnelin sisäänajoaukoilla ja itäisen ulosajon kohdalla on kolme liikennöityä kaistaa. Leveä ulkopienar (3,25 m) mahdollistaa ajoneuvon pysäyttämisen ilman, että varsinaiset ajokaistat tukkeutuvat. Tunnelipituudesta kalliotunnelia on keskimäärin 2 235 m ja betonitunnelia

keskimäärin 80 m. Betonitunneliosuus sijaitsee tunnelin länsipäässä. Tunnelin pituuskaltevuus vaihtelee 3,5 % ja 4,5 % välillä ja pienin kaarresäde on 450 metriä. Tunneli kuuluu ryhmään TB. (Pirkanmaan ELY-keskus, 2018)

Kuva 12 Rantatunneli (Kartta MML 2020)



Liikennemäärä vuonna 2019 oli 40 427 (KVL), joista raskaita ajoneuvoja oli 949 eli 3,7 %. Tunnelin suurin sallittu nopeusrajoitus on 60 km/h. Nopeusrajoitusta voidaan laskea vaihtuvilla nopeusrajoitusmerkeillä ja häiriöistä varoittaa vaihtuvilla tiedotuspasteilla.

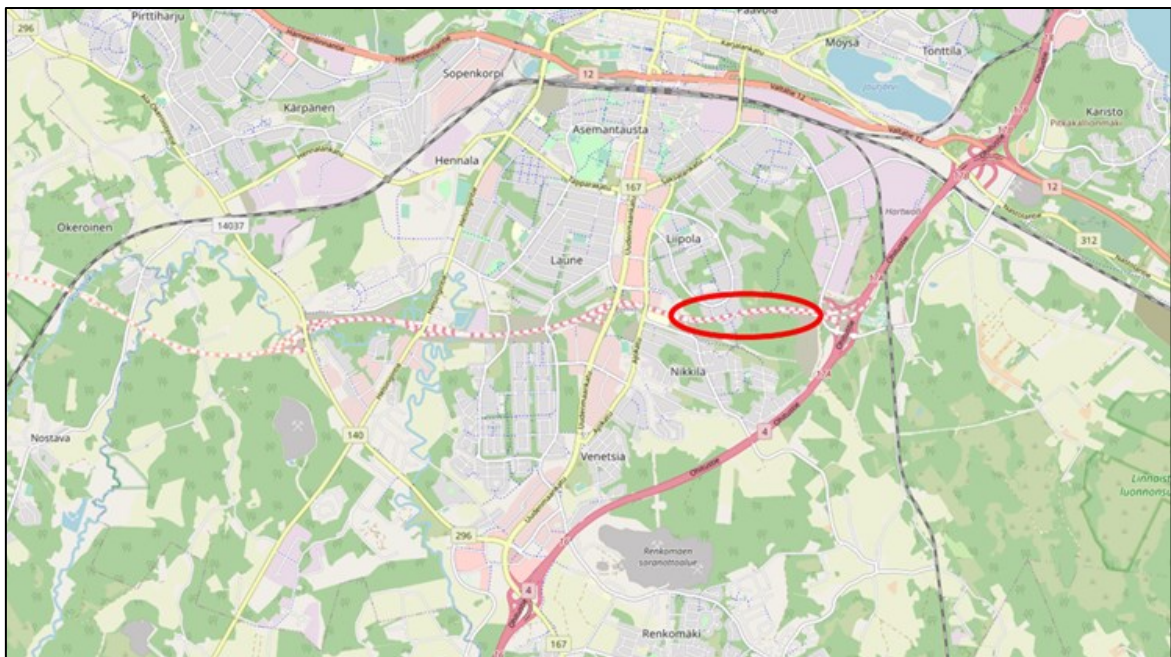
Tunnelin valvontakeskuksena toimii Fintraffic Tie Oy:n Tampereen tieliikennekeskus. Tunnelin varareitti kulkee kaupungin keskustan läpi. Tunnelin sulkua aiheuttaa suuria häiriöitä varsinkin ruuhka-aikoina.

Tunneli ei kuulu TEN-verkkoon.

## 4.6 Liipolan tunneli

Liipolan noin 930 metriä pitkä betoni- ja kalliotunnelin yhdistelmä sijoittuu Launeen (Uudenmaankatu) ja Kujalan (Vt 4) eritasoliittymien väliin uudella Vt 12 linjauksella (kuva 13 ja 14). Tunneli alittaa Liipolan kerrostaloalueen. Tunneliosuudella tie rakennetaan kaksiajorataisena, nelikaistaisena valtatieksi, jossa nopeusrajoitus on 80 km/h. Nopeusrajoitusta voidaan laskea vaihtuvilla nopeusrajoitusmerkeillä ja häiriöistä tiedottaa vaihtuvilla tiedotusopasteilla. Molemmille liikennesuunnille on oma tunneliputkensa. Tunneli laskee loivasti länteen päin. Pituuskaltevuus on 0,5 %. Tunneli kaartuu hieman länsi- ja itäpäässä niin, ettei suuaukolta näy toista suuaukkoa. Tunneli kuuluu ryhmään TA.

Kuva 13 Liipolan tunnelin sijainti (Kartta OpenStreetMap 2020)



Tunnelin valvontakeskuksena toimii Fintraffic Tie Oy:n Tampereen tieliikennekeskus. Varareitinä toimii katuverkko, jonka kapasiteetti on rajoittunut varsinkin vilkkaimman liikenteen aikaan.

Tunneli sijaitsee TEN-tieverkon kattavan verkon osalla ja se on otettu käyttöön joulukuussa 2020.

Kuva 14 Liipolan tunneli (Väylävirasto 2020c)



#### 4.7 Yhteenveto tarkastelluista tunneleista

Yhteenveto tarkasteltujen tunnelien tiedoista on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Tarkasteltujen tunnelien yhteenveto

	Vuosaaren tunneli	Mestarin tunneli	Keilaniemen tunneli	Rantatunneli	Karnaisten tunneli	Liipolan tunneli
Käyttöön-otto	10/2007	02/2011	06/2019	11/2016	01/2009	Rakennusvaiheessa
Pituus	1 520 m	520 m	460 m	2 327 m	2 251 m	930 m
Kaistamäärä	2+2	4+4	3+3	2+2	2+2	2+2
Pystygeometria	Sukeltava, pituuskaltevuus maks. 3,9 %	Sukeltava, pituuskaltevuus maks. n. 5 %	Laskeva, pituuskaltevuus 0,32 %	Sukeltava, pituuskaltevuus maks. 4,5 %	Loivasti laskeva	Laskeva, pituuskaltevuus 0,5 %

Vaaka-geometria	Kaartuu alku- ja loppupäässä (min. r=700 m)	Kaartuu pohjoispäässä	Kaartuu pohjoispäässä (min. r=320 m)	Kaartuva (min. r=450 m)	Loivasti kaartuva päistä	Kaartuva päistä
Liikennemäärä 2019 (KVL, raskaan liikenteen osuus)	10 671, 28 %	77 572, 4,7 %	32 000, raskaiden osuus 2015 8,8 %	40 427, 3,7 %	16 642, 13,1 %	Avattu 8.12.2020. Ei tietoja saatavilla.
Nopeusrajoitus	70 km/h	60 km/h	60 km/h	60 km/h	100 km/h	80 km/h
Kuuluu TEN-tieverkkoon	Kyllä	Ei	Ei	Ei	Kyllä	Kyllä
Tunneliryhmä	TA	TB-TC	TC	TB	TA	TA

## 5 Tarkasteltujen tunneleiden teknisten järjestelmien vertailu direktiivin sekä määräysten ja ohjeiden vaatimukseen

Työssä tarkasteltujen tunneleiden teknisiä järjestelmiä verrattiin direktiivin, sekä kansallisten määräysten ja ohjeiden vaatimukseen. Tunneleiden teknisten järjestelmien tiedot saatiin tunneleiden turvallisuusasiakirjoista. Kaikki tunnelit täyttävät direktiivin vaatimukset, sekä ylittävät ne useiden järjestelmien osilta. Vertailun yhteenvetotaulukko löytyy liitteestä 2.

### 5.1.1 Valaistus

Keilaniemen tunnelin, Rantatunnelin, sekä Liipolan tunnelin osalta oli kirjattu normaalivalaistus, varavalaistus, sekä evakuointivalaistus. Muiden osalta evakuointivalaistusta ei ollut mainittu asiakirjoissa, mutta tunnelit ovat varustettu evakuointivalaistuksella.

### 5.1.2 Ilmanvaihto

Kaikki tunnelit ovat varustettu koneellisella ilmanvaihdolla. Tunneliputkien puhaltimet toimivat lisäksi savunpoistopuhaltimina. Yhdyskäytävissä on ilmanvaihto ja tulipalotilanteessa ne ylipaineistetaan estämään savun joutuminen niihin.

### 5.1.3 Hätäasemat

Kaikissa tunneleissa on hätäasemat tunneliputkien suuaukoilla, sekä tunneliputkissa sisällä. Hätäasemien välimatkat vaihtelevat 50 m ja 150 m välillä. Hätäasemat ovat pääosin varustettu hätäpuhelimella, palopainikkeella, sekä kahdella käsisammuttimella. Keilaniemen ja Liipolan tunnelissa yhdyskäytävien kohdalla olevissa hätäasemakaapeissa ei ole hätäpuhelinta, vaan ne ovat sijoitettu yhdyskäytävään. Lisäksi Rantatunnelissa yhdyskäytävien kohdalla ei ole hätäasemia tunneliputkissa, vaan se on sijoitettu yhdyskäytävään.

Hätäsammuttimien osalta yhdessäkään tunnelissa ei ole mainintaa, onko teknisiin tiloihin sijoitettu sammuttimet.

### 5.1.4 Valvontakeskus

Kaikki tunnelit ovat tieliikennekeskuksen valvonnassa.

### 5.1.5 Videoseurantajärjestelmä

Kaikissa tunneleissa on kamerajärjestelmät, joilla nähdään vähintään molemmat tunneliputket, suuaukot, sekä liikenteen pysäytyskohdat.

### 5.1.6 Automaattinen häiriön ja/tai tulipalon havainnointijärjestelmä

Jokaisessa tarkastellussa tunnelissa on automaattinen häiriönhavaintojärjestelmä, joka kattaa molemmat tunneliputket. Lisäksi tunneleissa on automaattinen palonhavaintojärjestelmä, joka kattaa tekniset tilat, yhdyskäytävät, sekä tunneliputket.

### **5.1.7 Tunnelin sulkulaitteet**

Mestarintunnelissa, Keilaniemen tunnelissa, Rantatunnelissa, sekä Liipolan tunnelissa on liikennevalot, sekä puomit tunnelin sisäänajoaukoilla. Vuosaaren tunnelissa on edellisten lisäksi liikennevalot tunnelin sisällä kolmessa eri poikkileikkauksessa. Karnaisten tunnelin sisäänajoaukoilla on liikennevalot. Tunneli sijaitsee keskellä kolmen tunnelin yhdistelmää ja puomit on sijoitettu ryhmän päihin, ajosuunnassa länteen Lehmihaan tunnelin ja ajosuunnassa itään Orosmäen tunnelin sisäänajoaukoille.

### **5.1.8 Radiolähetyslaitteet pelastuspalveluita varten**

Liipolan tunnelia lukuun ottamatta kaikissa tunneleissa on varmistettu, että Virve-verkko kuuluu tunnelissa ja kaikissa sen tiloissa. Liipolassa Virve-verkko ei kata tiettyjä huoltotiloja. Tämä on paikallisen pelastuslaitoksen hyväksymä poikkeama.

### **5.1.9 Radiokanavien lähetysten katkaiseminen hätäviestien antamista varten**

Kaikissa tunneleissa on varmistettu radiokuuluvuus tunneliputkissa.

### **5.1.10 Kuulutusjärjestelmä**

Kaikissa tunneleissa on kovaääniset tunneliputkissa. Karnaisten tunnelia lukuun ottamatta on mainittu, että myös yhdyskäytävät ovat kuulutusjärjestelmän piirissä.

### **5.1.11 Varaenergiansyöttö**

Kaikki tunnelit ovat varustettu varavoimakoneella, sekä UPS-järjestelmällä.

## **6 Tunneleiden vikatilannetaulukoiden vertailu toisiinsa**

Tarkasteltujen kuuden tunnelin teknisten vikatilanteiden taulukot käytiin läpi ja verrattiin toisiinsa. Tunneleiden vikatilannetarkastelut koottiin ensin yhteen taulukkoon. Tämän jälkeen yhdistettiin samanlaisesta vikatilanteesta eri tavalla, tai käsittein kirjatut viat, sekä

koottiin ne järjestelmäkokonaisuuksittain yhteen. Yleisesti voidaan todeta, että vikatilanne-tarkastelut ovat kehittyneet ja tarkentuneet sitä mukaa, kun uusia tunneleita on suunniteltu. Varsinkin tietoliikenteen osalta on nähtävissä, että uudemmissa tunneleissa on tiedostettu enemmän vaikutuksia erilaisista vioista.

Tekniset järjestelmät jaoteltiin seuraaviin kokonaisuuksiin:

- Sähkönsyöttö
- Valaistus
- Palo- ja turvajärjestelmät
- Tietoliikenne
- Seurantajärjestelmät
- Liikenteenhallinta
- Ilmanvaihto / savunpoisto
- Kuivatusjärjestelmät

Vikatilanteet järjesteltiin järjestelmäkokonaisuuksien sisällä sen mukaan, mitkä olivat toimenpiteet vian sattuessa:

- Tunnelin sulkeminen
- Tunnelin sulkeminen tilannearvion perusteella
- Maastopartion lähettäminen paikalle
- Maastopartion lähettäminen paikalle arvion perusteella
- Vikatilanne on käsitelty, mutta ei vaikuta tunnelin aukipitoon

Alla olevissa luvuissa on käyty läpi järjestelmäkokonaisuuksittain tarkasteltujen tunneleiden vikatilannetarkastelut ja miten eri tunneleissa toimitaan vian sattuessa. Taulukoihin on merkitty vikatilanteessa tehtävät toimenpiteet, tai x-kirjain, mikäli vikatilannetta on käsitelty tunnelin vikatilannetarkastelussa, mutta sille ei ole määritelty erityisiä toimenpiteitä huoltotoimenpiteiden aloittamisen lisäksi. Mikäli vikatilannetta ei ole käsitelty tunnelin vikatilannetarkastelussa, on kohta jätetty tyhjäksi.



Järjestelmäkohtaisessa läpikäynnissä ei kerrota tarkasti, mihin kaikkiin järjestelmiin vikatilanne vaikuttaa, eikä esitetä tarkkoja toiminta-aikoja, koska teknisten vikatilanteiden taulukot ja niissä käsitellyt, eri järjestelmien vioista johtuvat seuraukset ovat suurilta osin salassa pidettävää materiaalia.

Vikatilanteiden vaikutusten lisäksi taulukoissa on määritelty tieliikennekeskuksen, sekä huoltotoimijoiden toimenpiteitä vikatilanteen aikana. Uudemmissa tunneleissa on lisäksi käsitelty mahdollisia muita toimenpiteitä sekä, arvioitu vikatilanteen todennäköisyyksiä. Todennäköisyyksien arviointia ei ole määritelty, vaan ne ovat olleet hankekohtaisesti tehtyjä asiantuntija-arvioita.

## 6.1 Sähkönsyöttö

Normaalioloissa tunnelin järjestelmät saavat sähkönsyötön valtakunnan sähköverkosta. Valtakunnanverkon sähkönsyöttöhäiriöt ovat yleisiä varsinkin kaupunkiseutujen ulkopuolella, mutta usein kyseessä on lyhyt, alle 10 minuutin katko. Kaikki tarkastellut tunnelit ovat varustettu valtakunnan sähköverkkosyötön lisäksi varavoimakoneella, sekä UPS-järjestelmällä, jotka varmistavat tunnelin järjestelmien toiminnan hetkellisissä, sekä pidempikestoisissa valtakunnanverkon vioissa.

Varavoiman avulla voidaan pitää lähes kaikki tunnelin järjestelmät normaalisti käytössä. Usein valaistuksen osalta on käytössä vain varavalaistus, mikä riittää turvalliseen liikennöintiin, kun vikatilanteessa lasketaan nopeusrajoitusta alemmaksi. Lisäksi savunpoiston osalta voi olla tilanteita, joissa kaikkia puhaltimia ei voida ajaa täydellä teholla.

UPS-järjestelmän tehtävä on ylläpitää katkoton sähkönsyöttö muun muassa palo- ja turvajärjestelmille, varavalaistukselle, tietoliikennejärjestelmille, sekä tärkeimmille liikenteenhallintalaitteille, kunnes varavoima kone on käynnistynyt ja kytkeytynyt tunnelin sähkönsyöttöverkkoon. Kun varavoima on käytössä, se lataa myös UPS-järjestelmän akustoja.

Yhteenveto eri tunneleiden vikatilannetaulukoissa käsitellyistä sähkönsyöttöön liittyvistä vikatilanteista ja toimenpiteistä on esitetty taulukossa 8.

Vikatilanne, jossa valtakunnanverkon sähkönsyöttö katkeaa, mutta UPS- ja varavoimajärjestelmät toimivat, on käsitelty Rantatunnelin, Keilaniemen tunnelin ja Liipolan tunnelin osalta. Tilanteessa tunnelit pidetään auki normaalisti. Tilanteesta ei aiheudu tienkäyttäjälle vaaraa, eikä tienkäyttäjä välttämättä havaitse tilannetta muusta, kuin alentuneesta nopeusrajoituksesta ja mahdollisesti himmeämmästä valaistuksesta tunnelin sisällä, joten tunnelin pitäminen auki liikenteelle on johdonmukainen toimintatapa.

Mikäli tulee tilanne, jossa valtakunnan sähköverkon vikatilanteessa varavoimakone ei lähde käyntiin, tai sammuu ennen kuin sähkönsyöttö palautuu, pystyy UPS-järjestelmä pitämään tärkeimmät järjestelmät päällä, kunnes kompensoivat toimenpiteet on suoritettu. Aika, miten kauan eri järjestelmät pysyvät päällä, on tunnelikohtaisia ja vaihtelevat 15 minuutista useaan tuntiin. Lisäksi turvajärjestelmillä on omat akustot, joiden avulla ne ovat toiminnassa senkin jälkeen, kun UPS-järjestelmä ei enää syötä virtaa niille.

Edellä mainitussa vikatilanteessa toimintatapa kaikissa tarkastelluissa tunneleissa on pyytää maastopartio tunnelille. Vuosaaressa ja Karnaisissa maastopartio valmistautuu sulkemaan tunnelin, mikäli varavoimakonetta ei saada käyntiin, tai valtakunnanverkon sähkönsyöttö ei palaudu tunnelikohtaisesti määritellyssä ajassa. Liipolan tunneli suljetaan tieliikennekeskukseen toimesta, mikäli varavoima tai valtakunnanverkon sähkönsyöttö ei ole palautunut määritellyssä ajassa. Maastopartio jää paikan päälle seuraamaan liikennetilannetta ja varmistamaan liikenteen ohjautumisen varareitille. Mestarintunneli ja Keilaniemen tunneli pidetään auki liikenteelle myös sen jälkeen, kun UPS-varmennus on sammunut. Maastopartion tehtävä on seurata liikennetilannetta ja tarvittaessa sulkea tunneli. Rantatunneli suljetaan heti vikatilanteen alussa ja maastopartio jää varmistamaan sulkua ja liikenteenohjausta tunnelille.

UPS-järjestelmän vika ei normaalitilanteessa vaikuta tunnelin toimintaan. Mikäli tällaisessa tilanteessa valtakunnanverkon sähkönsyöttö katkeaa, sammuvat tunnelin kaikki valot ja järjestelmät, joilla ei ole omaa akustoa. Tämä tarkoittaa, että tunnelin sisällä toimivat esimerkiksi vain evakuointi- ja pelastautumisvalot, paloilmoitinjärjestelmä ja viestintäverkot. Toiminta-aika on järjestelmäkohtainen ja vaihtelee tunnista useisiin tunteihin. Vikatilanteessa tunnelin kamerajärjestelmiltä ei saada kuvaa tieliikennekeskukseen, häiriönhavaintojärjestelmältä ei saada häiriötietoja, eikä paloilmoitinjärjestelmän hälytykset tule tunnelin

käyttöliittymään. Kun varavoimakone on käynnistynyt ja kytkeytynyt tunnelin sähköverkkoon, palautuvat järjestelmät käyttöön ja ne toimivat, kuten ylempänä on käsitelty. Periaatteessa järjestelmät palautuvat siihen tilaan, jossa ne olivat ennen sähkökatkoa, mutta aina ei näin käy. Keilaniemen tunnelissa pyydetään maastopartio paikalle, mikäli järjestelmän ohjaus ei palaudu, tai on epäily, että esimerkiksi ohjaukset opasteissa eivät vastaa käyttöliittymää. Rantatunnelin osalta tilanne on käsitelty, mutta ei aiheuta erityisiä toimenpiteitä.

Liipolan tunnelissa on käsitelty yksittäisen UPS-laitteen vikatila. Vikatilassa UPS-laitteen takana olevat laitteet ja järjestelmät menevät virrattomiksi. Mikäli vika vaikuttaa tunnelin sulkemiseen liittyviin laitteisiin, pyydetään paikalle maastopartio seuraamaan liikennetilannetta.

Taulukko 8. Toimenpiteet sähkönsyötön vikatilanteissa

	Vuosaaren tunneli	Karnaisten tunneli	Mestarintunneli	Rantatunneli	Keilaniemen tunneli	Liipolan tunneli
Sähkönsyöttövika, varavoima ei toimi, UPS-varmennus toimii	Maastopartio	Maastopartio	Maastopartio	Maastopartio ja tunnelin sulku	Maastopartio	Maastopartio ja tunnelin sulku
Sähkönsyöttövika, varavoima ei toimi, UPS-varmennus ei toimi	Tunnelin sulku	Tunnelin sulku	Maastopartio ja harkinnan mukaan tunnelin sulku			
Samanaikainen UPS-laitteen vikatila ja sähkönsyöttövika				x	Maastopartio harkinnan mukaan	
UPS-laitteen vikatila		x	x	x	x	Maastopartio harkinnan mukaan
Varavoimakoneen vikatila		x	x	x	x	x
Sähkönsyöttövika, varavoima toimii, UPS-varmennus toimii				x	x	x

## 6.2 Tietoliikenne

Tietoliikennejärjestelmät ovat sähkönsyötön lisäksi tärkeimpiä tunnelin järjestelmiä. Laajat, koko tietoliikenneverkkoa koskevat viat, estävät muun muassa havaintojärjestelmien toiminnan, häiriötiedon siirtymisen liikenteenhallintajärjestelmään, tai paloilmoitinjärjestelmän hälytysten siirtymisen LVIS-järjestelmään ja hälytyksen tuottamisen tieliikennekeskuksessa. Nämä laajemmat viat voivat olla esimerkiksi tietoliikennekaapeloinnin, tai liikenteenhallinnan ja LVIS-logiikoiden vikoja. Edellä mainitut viat ovat kuitenkin käytännössä erittäin harvinaisia. Itse tietoliikenneverkko, päälogiikat, sekä vähintäänkin ylempi kytkintaso on aina kahdennettu. Kahdentaminen alentaa vian todennäköisyyttä huomattavasti. Kahdennettu järjestelmä kestää toisen laitteen tai kaapelointireitin vikaantumisen ilman, että vika vaikuttaa järjestelmän toimintaan. Yhteenveto tarkasteltujen tunneleiden vikatilannetaulukoissa käsitellyistä vioista ja toimintatavoista on esitetty taulukossa 9.

Mestarintunnelin ja Rantatunnelin osalta on käsitelty tilanne, jossa logiikoiden vikatilanteen lisäksi seurantajärjestelmät ovat vikatilassa. Tilanteessa tieliikennekeskus menettää sekä näköyhteydet tunneliin että ohjausmahdollisuudet tunnelin järjestelmiin. Mestarintunnelissa vikatilanteessa paikalle menee maastopartio, joka seuraa liikennetilannetta ja sulkee tunnelin tarvittaessa. Rantatunnelissa paikalle menee maastopartio, joka sulkee tunnelin fyysisillä liikenteenohjauslaitteilla. Toimintatavat ovat selkeitä, kun ottaa huomioon tunneleiden erot pituuksissa.

Vika, jossa liikenteenhallinnan logiikka, sekä LVIS-logiikka ovat pois käytöstä, on tarkasteltu neljässä tunnelissa. Karnaisten tunnelissa, Mestarintunnelissa ja Keilaniemen tunnelissa vikatilanteen sattuessa maastopartio menee tunnelille seuraamaan liikennetilannetta ja sulkee tunnelin, mikäli se havaitsee häiriön, tai tieliikennekeskus pyytää sulun. Logiikoiden vikatilat eivät vaikuta kamerajärjestelmän toimintaan, joten tieliikennekeskus pystyy seuraamaan liikennetilannetta normaalisti. Lisäksi häiriönhavaintojärjestelmä toimii normaalisti, mutta hälytykset näkyvät vain järjestelmän omassa käyttöliittymässä. Rantatunnelissa maastopartio menee tunneliin, mikäli vika on yöaikaan. Päivällä tunneli suljetaan. Toimintatapa Mestarintunnelin ja Keilaniemen tunnelin osalta ovat yhteneväiset, kun otetaan huomioon tunnelien fyysiset piirteet. Karnaisten tunneli ja Rantatunneli ovat molemmat pitkiä tunneleita. Erot

toimintatavoissa liittyvät liikennemääriin, jotka Rantatunnelin osalta ovat päivällä selkeästi isommat sekä liikenneympäristöön.

Tilanne, jossa tunnelin LVIS-logiikka on pois käytöstä, on tarkasteltu viiden tunnelin osalta. Vikatilanteessa muun muassa ilmanlaadunmittaus, sekä ilmanvaihto- ja savunpoistojärjestelmät eivät toimi. Karnaisten tunnelissa ja Rantatunnelissa toimintatapa on vastaava kuin edellisessä kohdassa. Liipolan tunnelissa tunnelin sulkua tehdään harkinnan mukaan. Lisäksi maastopartio pyydetään kohteeseen. Mestarintunnelissa ja Keilaniemen tunnelissa kyseinen vikatilanne ei aiheuta erityisempiä toimenpiteitä. Liipolan tunnelin sijoittuu pituutensa vuoksi tarkasteltujen tunneleiden väliin. Jos toimintamallia vertaa tunnelin pituus- ja vaakageometriaan, sekä liikennemääriin, suoran sulkemisen sijaan tilannekohtainen arvio tunnelin sulussa on hyvä toimintatapa. Liipolan tunnelissa on lisäksi käsitelty tilanne, jossa LVIS-alalogiikka on vikatilassa. Viassa seuraukset kohdistuvat samoihin järjestelmiin, kuin päälogiikan viassa, mutta vaikutus koskee rajatumpaa aluetta. Toimintatapa on sama, kuin laajemmassa vikatilanteessa.

Liikenteenhallinnan käyttöliittymän vikatilanteessa tieliikennekeskus menettää ohjauskyvyn tunnelin liikenteenohjauslaitteisiin. Vika ei vaikuta itse liikenteenhallintajärjestelmän toimintaan, jolloin esimerkiksi häiriön- tai palonhavaintojärjestelmien havainnoista toteutettavat automaattiohjaukset, kuten tunnelin sulkeminen, toimivat. Kaikissa tarkastelluissa tunneleissa tilanteessa kohteeseen pyydetään maastopartio, jonka tehtävänä on seurata liikennetilannetta, sekä sulkea tunneli omien havaintojen, tai tieliikennekeskuksen pyynnön perusteella. Tunnelin pitäminen auki liikenteelle on hyvä toimintatapa tilanteessa. Vaikka tieliikennekeskus ei pysty tunnelia ohjaamaan, havaitaan tunnelissa tapahtuvat häiriöt nopeasti ja maastopartio pystyy pysäyttämään liikenteen, sekä sulkemaan tunnelin.

Liikenteenhallintajärjestelmän päälogiikan vikatilassa menetetään ohjattavuus tieliikennekeskuksesta, sekä kaikki mahdolliset automaattiohjaukset liittyen liikenteenhallintaan ja -ohjaukseen. Vikatilanne ei kuitenkaan vaikuta esimerkiksi häiriönhavainto- tai kamerajärjestelmiin. Vikatilannetta on käsitelty neljässä tunnelissa ja kaikissa on sama toimintatapa kuten edellisessä kohdassa, maastopartion lähettäminen tunnelille.

Tilannetta, jossa liikenteenhallintajärjestelmän ja häiriönhavaintojärjestelmän välinen yhteys ei toimi, on käsitelty Mestarintunnelissa, Rantatunnelissa, sekä Keilaniemen tunnelissa. Vian sattuessa HHJ-järjestelmän hälytykset eivät siirry liikenteenhallintajärjestelmään, eikä niiden perusteella tehtävät automaattiohjaukset ole käytettävissä. Keilaniemessä tieliikennekeskus hälyttää paikalle maastopartion. Mestarintunnelissa ja Rantatunnelissa tilanne ei aiheuta merkittävämpiä toimenpiteitä. Vikatilanteessa kumpikaan järjestelmä itsessään ei ole vikaantunut, mutta tieto järjestelmien välillä ei kulje. HHJ-järjestelmillä on omat käyttöliittymät, joista nähdään mahdolliset hälytykset. Keilaniemen tunnelissa toimintatapa on poikkeava ja selvästi järeämpi kuin muissa vastaavissa kohteissa, eikä sille ole esitetty perusteita. Toimintavan yhtenäistäminen on suositeltavaa.

Tunnelin ja Väyläviraston tietoliikenneverkon välinen yhteys on kahdennettu. Vikatilanne, jossa molemmat yhteydet ovat poikki, on tarkasteltu vain Liipolan tunnelin osalta. Vikatilanteen todennäköisyys on erittäin epätodennäköinen, koska kahdennukset kulkevat sekä tunnelissa että tunnelin ulkopuolella eri reittejä. Vikatilanteessa tunnelia ei voida ohjata tieliikennekeskuksesta, mutta järjestelmien automaattiohjaukset toimivat. Mahdollisessa vikatilanteessa Liipolan tunnelille menee maastopartiot, joiden tehtävä on tarkkailla liikennetilannetta ja tarvittaessa sulkea tunneli.

Yksittäisen jakelukytkimen vika vaikuttaa kyseisen kytkimen perässä oleviin laitteisiin. Tällöin esimerkiksi tunnelin toisen pään, sisään- ja ulosajoaukkojen, laitteet eivät toimi, mutta muut tunnelin laitteet toimivat normaalisti. Tietoliikennekytkimen vika on suhteellisen harvinaisen, mutta voi vaikutuksiltaan olla kriittinen. Vikatilannetta on tarkasteltu kolmessa tunnelissa, joista Rantatunnelissa ja Keilaniemen tunnelissa vika ei aiheuta erityisempiä toimenpiteitä. Liipolan tunnelissa paikalle kutsutaan maastopartio sen mukaan, mihin laitteisiin jakelukytkimen vika vaikuttaa. Koska vikatilanne voi aiheuttaa muun muassa liikennevalojen, puomien ja kaistaopasteiden toimimattomuuden tunnelin sisäänajoaukolla, maastopartion kutsuminen paikalle tällaisessa tilanteessa on järkevä toimintatapa.

Liipolan tunnelissa on käsitelty tilanne, jossa I/O-hajautusyksikkö on vikatilassa. Vikatilanteen seuraukset ovat vastaavat, kuin jakelukytkimen viassa, eli vikaantuneen hajautusyksikön perässä olevat laitteet eivät toimi. Maastopartio pyydetään paikalle riippuen siitä, mihin laitteisiin vika vaikuttaa, vastaavalla tavalla, kuin edellä mainitussa tilanteessa.

Loput tarkastelluissa tunneleissa käsitellyt vikatilanteet eivät aiheuta erityisempiä toimenpiteitä. Useimmissa tapauksissa vikaantuneen järjestelmän toiminta voidaan kompensoida jollain toisella järjestelmällä, järjestelmä on kahdennettu, tai vikatilanne ei vaikuta tunnelin turvallisuuteen.

Taulukko 9. Toimenpiteet tietoliikenteen vikatilanteissa

	Vuosaaren tunneli	Karnaisten tunneli	Mestarintunneli	Rantatunneli	Keilaniemen tunneli	Liipolan tunneli
LIHA -logiikka ja LVIS-logiikka pois käytöstä sekä liikennekamerat ja HHJ pois käytöstä			Maastopartio	Tunnelin sulku		
LIHA -logiikka ja LVIS -logiikka pois käytöstä		Maastopartio	Maastopartio	Päivällä suljetaan, yöllä Mp	Maastopartio	
LVIS-logiikka pois käytöstä		Maastopartio	x	Päivällä suljetaan, yöllä Mp	x	Harkinnan mukaan maastopartio sekä tunnelin sulku
LIHA-käyttöliittymä ei toimi	Maastopartio	Maastopartio	Maastopartio	Maastopartio	Maastopartio	Maastopartio
LVIS-alalogiikan vika						Harkinnan mukaan maastopartio
LIHA-logiikka pois käytöstä			Maastopartio	Maastopartio	Maastopartio	Maastopartio
LIHA-järjestelmän ja HHJ-järjestelmän välinen rajapinta ei toimi			x	x	Maastopartio	
Tunnelin kahdennettu tietoliikenneyhteys Väyläviraston verkkoon katkeaa						Maastopartio
Yksittäisen jakelukytimen vika				x	x	Harkinnan mukaan maastopartio

LIHA I/O-hajautuksen vikatilat						Harkinnan mukaan maastopartio
LIHA-järjestelmän ja kamerajärjestelmän välinen rajapinta ei toimi			x	x	x	x
Yksittäisen runkokytkimen vika				x	x	x
Tunnelin kahden kahdenetusta tietoliikenneyhteydestä Väyläviraston verkkoon toinen yhteys vikaantuu			x	x		x
T-LOIK-käyttöliittymä ei toimi, Scada-käyttöliittymä toimii					x	x
LIHA-järjestelmän ja suosituskennan välinen rajapinta ei toimi			x	x		
Yksittäisen laitekytkimen vika						x
Scada-käyttöliittymä ei toimi, T-LOIK-käyttöliittymä toimii						x
LIHA- ja LVIS-logiikoiden välinen yhteys poikki						x
Yksittäisen LIHA- tai LVIS-logiikan vika						x
Verkostoautomaation palvelin vikatilassa				x		
Keskitetty suosituslaskenta / sen rajapinta ei toimi					x	



### 6.3 Valaistus

Kuten luvun 6 alussa on todettu, on tunnelien vikatilannetaulukoista yhdistelty samasta vikatilanteesta eri tavoin kirjatut kohdat tämän luvun taulukoihin. Valaistuksen osalta päädyttiin tekemään vain kolme eri tasoa. Tämä johtuu siitä, että vian kriittisyyden määrittely vaihtelee tunneleittain ja siihen vaikuttaa muun muassa tunnelin pituus ja geometria, sekä miten valaistus on ryhmitelty. Tunnelien omissa vikatilannetaulukoissa valaistusta on käsitelty tarkemmin ja myös tämän työn tuloksena tehdyssä taulukkopohjassa valaistus on avattu laajemmin. Yhteenveto toimenpiteistä eri valaistusvikojen aikana on esitetty taulukossa 10.

Kriittinen valaistusvika on käsitelty kaikissa tunneleissa. Yksinkertaistetusti voidaan todeta, että lyhyissä tunneleissa kriittinen valaistusvika tarkoittaa, että tunneliputken valaistus on kokonaan, tai suurilta osin vikatilassa. Pitkissä tunneleissa kriittinen tilanne seuraa, kun useampi sata metriä tunneliputkesta on pimeänä. Toimintatapaan vikatilanteessa vaikuttaa vastaavasti tunnelin pituus ja geometria. Lyhyet tunnelit, joissa nähdään sisäänajoaukolta koko tunnelin läpi tai suurin osa, pidetään auki liikenteelle ja pitkät tunnelit suljetaan. Toimintatapa on linjassa tarkasteltujen tunnelien kesken.

Ei-kriittinen valaistusvika käsittää usein yhden, tai useamman valaisimen, tai yhden valaistusryhmän vian, joka ei tunnelikohtaisten tarkastelujen perusteella aiheuta merkittävää valaistuksen alentumista. Tällaisia vikoja on käsitelty neljässä tunnelissa.

Turva- ja evakuointivalaistukseen suoraan liittyvää vikatilannetta on käsitelty ainoastaan Liipolan tunnelissa, mutta siihen ei liity erityisempiä toimenpiteitä.

Taulukko 10. Toimenpiteet valaistuksen vikatilanteissa

	Vuosaaren tunneli	Karnaisten tunneli	Mestarintunneli	Rantatunneli	Keilaniemen tunneli	Liipolan tunneli
Kriittinen valaistusvika	Maastopartio ja tunnelin sulku	Tunnelin sulku	Maastopartio	Tunnelin sulku	x	Tunnelin sulku
Ei-kriittinen valaistusvika			x	x	x	x

Turva-/ evakuointi- valaistuskeskuksen vika						x
---	--	--	--	--	--	---

#### 6.4 Palo- ja turvajärjestelmät

Palo- ja turvajärjestelmissä on käsitelty kuulutus-, paloilmoitin-, hätäpuhelin- ja rikosilmoitinjärjestelmät. Lisäksi on käsitelty Rantatunnelin tunneliputkissa oleva sammutusjärjestelmä. Mahdollisia teknisten tilojen automaattisia sammutusjärjestelmiä ei ole käsitelty tarkasteltujen tunneleiden vikatilanteissa. Yhteenveto vikatilanteista ja toimenpiteistä on esitetty taulukossa 11.

Kuulutusjärjestelmään vaikuttavat viat voivat käsittää koko järjestelmää, yhtä tai useampaa kuulutusaluetta, tai yksittäistä kovaäänistä. Tämä vaikuttaa esimerkiksi tulipalotilanteessa, jolloin tunnelissa oleville ei voida antaa ohjeita automaatti- tai live-kuulutuksilla. Kuulutusjärjestelmän vikatilanne on käsitelty neljässä tunnelissa. Rantatunnelissa, Keilaniemen tunnelissa, sekä Liipolan tunnelissa vika ei aiheuta erityisempiä toimenpiteitä. Karnaisten tunnelissa paikalla lähetetään maastopartio, jonka tehtävänä on ohjata esimerkiksi palotilanteessa yhdyskäytäviin siirtyviä ja sinne jääviä henkilöitä. Kuulutusjärjestelmän vikatilanteen ja tulipalon yhtäaikainen tapahtuminen vaikuttaa erittäin epätodennäköiseltä. Tämä huomioidaan ottaen Karnaisten toimintatapa vaikuttaa hieman ylimitoitetulta. Toisaalta nykyisin on huomattavan paljon tilanteita, joissa sivulliset jäävät onnettomuus- tai tulipalopaikalle vain katselemaan ja ottamaan kuvia tilanteesta vaarantaen näin sekä itsensä että mahdollisesti pelastustoimia. Kuulutuksille voi olla tarvetta myös etenkin kaupunkiympäristön tunneleissa, joissa tunneleihin mennään luvatta vahingossa tai tietoisesti esim. kävellen tai pyörällä. Näissä tilanteissa kuulutuksin voidaan ohjata asiattomia kulkijoita poistumaan tunnelista turvallisesti.

Rantatunneli on ainoa tunneli Suomessa, joka on varustettu tunneliputkien osalta automaattisella sammutusjärjestelmällä. Tunneli suljetaan harkinnan mukaan tilanteessa, jossa palo- sammutusjärjestelmä ei ole käytettävissä. Vikatilanne ei vaikuta tunnelin muiden järjestelmien toimintaan, mutta on luokiteltu kriittiseksi turvallisuusjärjestelmäksi. Tilanne,

jossa automaattinen sammutusjärjestelmä on osittain pois käytöstä, ei aiheuta erityisiä toimenpiteitä.

Paloilmoitinjärjestelmän vikatilanteessa tunnelin palokuitu, pisteilmaiset tai palopainikkeet eivät toimi, eikä tunnelissa olevasta palotilanteesta lähde hälytystä hätä- tai tieliikennekeskukseen. Myöskään tunnelin liikenteenhallinta- tai LVIS-käyttöliittymästä ei voi tehdä palohälytystä tunneliin, mutta tunneli voidaan sulkea normaalisti. Vika ei vaikuta muiden järjestelmien toimintaan ja esimerkiksi hätäpuhelimilla saa yhteyden hätäkeskukseen. Palotilanne havaitaan kaikissa tässä työssä käsitellyissä tunneleissa nopeasti häiriönhavaintojärjestelmällä, jolloin tieliikennekeskus sulkee tunnelin, sekä ilmoittaa tilanteesta hätäkeskukseen. Itse paloilmoitinjärjestelmän vikatilanne on käsitelty ainoastaan Liipolan tunnelissa, jossa tilanne ei aiheuta korjaustoimenpiteiden aloittamista erityisempiä toimenpiteitä. Tämä vaikuttaa järkevältä toimintatavalta, kun ottaa huomioon tulipalotilanteen todennäköisyyden, sekä muiden turva- ja havaintojärjestelmien toiminnan. Rantatunnelissa ja Keilaniemen tunnelissa on muiden vikatilanteiden sisällä käsitelty vaikutukset paloilmoitinjärjestelmän toimintaan.

Hätäpuhelinjärjestelmän vikatilanteessa ei tunnelin hätäpuhelimilla saa yhteyttä hätäkeskukseen. Tilanne ei vaikuta muiden järjestelmien toimintaan. Vikatilanne on käsitelty Keilaniemen ja Liipolan tunnelin osalta, mutta ei aiheuta kummassakaan tunnelissa erityisiä toimenpiteitä. Nykyään lähes jokaisella henkilöllä on matkapuhelin, jolla saa hätätilanteesta yhteyden hätäkeskukseen. Jokaisessa tarkastellussa tunnelissa matkapuhelinverkkojen kuuluvuus on varmistettu. Huomioitavaa on kuitenkin, että hätäpuhelinjärjestelmä samoin kuin evakuointivalaistus ovat ehdottomia vaatimuksia direktiivissä

Osa tunneleista on varustettu erillisellä teknisellä tilalla, joka on varustettu rikosilmoittimella. Rikosilmoitin vika on käsitelty ainostaan Liipolan tunnelissa. Vika ei vaikuta tunnelin muiden järjestelmien toimintaan.

Taulukko 11. Toimenpiteet palo- ja turvajärjestelmien vikatilanteissa

	Vuosaaren tunneli	Karnaisten tunneli	Mestarintunneli	Rantatunneli	Keilaniemen tunneli	Liipolan tunneli
Kuulutusjärjestelmän vika		Maastopartio		x	x	x

Sammutusjärjestelmä kokonaan pois käytöstä				Harkinnan mukaan tunnelin sulku		
Paloilmoitinjärjestelmän vika						x
Hätäpuhelinjärjestelmän vika					x	x
Rikosilmoitinjärjestelmän vika						x
Sammutusjärjestelmä osittain pois käytöstä				x		

## 6.5 Seurantajärjestelmät

Seurantajärjestelmät sisältävät kamera- ja häiriönhavaintojärjestelmät, sekä liikenteenmittauspisteet (LML). Kamerajärjestelmän avulla tieliikennekeskuksella on näköyhteys tunneliin, suuaukoille ja pysähtymiskohtiin. Häiriönhavaintojärjestelmä havaitsee nimensä mukaisesti tunnelissa tapahtuvia ennalta määriteltyjä häiriöitä. Näitä ovat muun muassa pysähtynyt, tai väärään suuntaan ajava ajoneuvo, sekä tunneliin mennyt jalankulkija tai pyöräilijä. LML-laitteilla mitataan pistekohtaisesti tunnelin liikennemäärää ja ajonopeuksia, sekä havaitaan pysähtyneitä ajoneuvoja. Yhteenvedo seurantajärjestelmien vikatilanteista ja toimintatavoista on esitetty taulukossa 12.

Karnaisten tunnelissa, Mestarintunnelissa ja Rantatunnelissa on käsitelty tilanne, jossa häiriönhavaintojärjestelmä ja kamerajärjestelmä ovat yhtä aikaa vikatilassa. Tällaisessa tilanteessa tieliikennekeskus ei näe tunneliin, eikä mahdollisia häiriöitä havaita automaattisesti. Kaikkien kolmen tunnelin osalta toimintatapa on lähettää maastopartio tunneliin. Mestarintunnelissa maastopartion tehtävä on tarkkailla liikennetilannetta ja tarvittaessa liikenteen pysäyttäminen. Karnaisten tunnelissa ja Rantatunnelissa maastopartion tehtäviin kuuluu edellä mainitun lisäksi ajaa tunnelia edestakaisin. Ero toimintatavassa on ymmärrettävä ottaen huomioon molempien tunneleiden pituus. Vikatilanne, jossa sekä HHJ- että kamerajärjestelmä ovat vikatilassa itse järjestelmien vian takia, on harvinainen. Yleensä vikatilanne on seurausta laajemmasta sähkö- tai tietoliikennejärjestelmän viasta.

Häiriönhavaintojärjestelmän vikatilanne on käsitelty Karnaisten tunnelin, Mestarintunnelin, Rantatunnelin ja Keilaniemen tunnelin osalta. Vikatilanteessa tunnelissa sattuvista häiriöistä ei saada automaattisesti tietoa, mutta tieliikennekeskuksella on näköyhteys tunneliin normaalisti. Karnaisten tunnelissa toimintatapa on sama kuin tilanteessa, jossa myös kamerajärjestelmä on vikaantunut, eli maastopartion pyytäminen paikalle. Keilaniemen tunnelissa paikalla lähetetään maastopartio. Maastopartion tehtävä on seurata liikennetilannetta ja tarvittaessa sulkea tunneli. Mestarintunnelin ja Rantatunnelin osalta vikatilanne ei aiheuta merkittävämpiä toimenpiteitä maastossa, mutta tieliikennekeskus seuraa tehostetusti liikennetilannetta tunnelissa liikenteenseurantakameroiden avulla.

Kamerajärjestelmän vikatilannetta on käsitelty neljässä tunnelissa. Mestarintunnelissa, Rantatunnelissa ja Keilaniemen tunnelissa tilanne ei aiheuta suurempia toimenpiteitä. Liipolan tunneliin lähetetään maastopartiot, joiden tehtävä on seurata liikennetilannetta tunnelissa ja sen ulkopuolella. Kamerajärjestelmän vikatilassa tieliikennekeskus menettää normaalin näkyvyyden tunneliin, mutta Liipolan tunnelia lukuun ottamatta visuaalinen näkyvyys tunneliin säilyy HHJ-järjestelmän kameroiden avulla, jolloin toimintatapa on looginen. Liipolan tunnelissa häiriöt havaitaan tutkapohjaisella HHJ-järjestelmällä.

Vuosaaren tunnelissa on käsitelty ainoastaan vikatilanne, jossa vähintään puolet tunneliputken kameroista on vikatilassa. Tällöin tunneliin lähetetään maastopartio, jonka tehtävät ovat vastaavat, kuin edellä mainituissa tilanteissa. Toimintatapa on hieman liioiteltu, sillä koko tunneli olisi kuitenkin nähtävissä häiriönhavaintokameroilla ja varoitukset häiriöistä tulee normaalisti.

Taulukko 12. Toimenpiteet seurantajärjestelmien vikatilanteissa

	Vuosaaren tunneli	Karnaisten tunneli	Mestarintunneli	Rantatunneli	Keilaniemen tunneli	Liipolan tunneli
HHJ- ja liikennekamerajärjestelmä pois käytöstä		Maastopartio	Maastopartio	Maastopartio		
HHJ-järjestelmä pois käytöstä, liikennekamerajärjestelmä toimii		Maastopartio	x	x	Maastopartio	
Liikennekamerajärjestelmä pois käytöstä TLK:ssa, HHJ-toimii			x	x	x	Maastopartio

Vähintään puolet tunneliputken liikenekameroista vikatilassa	Maastopartio					
Liikenteenseurantakameroiden kääntäminen / zoomaus ei toimi			x	x	x	x
Ruuhkantunnistusjärjestelmä vikatilassa (LML-ilmaisimet)			x	x	x	

## 6.6 Liikenteenhallinta

Liikenteenhallinnan laitteiden vikatilanteissa työssä tarkasteltuja tunneleita ei suljeta. Kaikkien tunneleiden osalta tilanteissa, joissa suuaukon tai tunneliin johtavan rampin liikennevalot ja puomit ovat vikatilassa, toimintamalli on lähettää maastopartio kohteeseen.

Maastopartion tehtävä on sulkea tunneli tilanteissa, joissa se huomaa vaaratilanteen, kuten onnettomuuden, tai kun tieliikennekeskus pyytää tunnelin sulkemisen. Toimenpide vaikuttaa järkevältä, sillä tunnelin kameravalvontajärjestelmän avulla tieliikennekeskus pystyy valvomaan tunnelin liikennetilannetta visuaalisesti ja häiriönhavaintojärjestelmä toimii tilanteessa normaalisti, jolloin häiriötilanteet havaitaan nopeasti. Taulukossa 13 on yhteenveto tarkasteltujen tunneleiden liikenteenhallintaan liittyvistä vikatilanteista ja toimenpiteistä.

Tunnelin sisäänajoaukon, tai tunneliin johtavan rampin liikennevalojen pääopastimen punaisen valon vikatila on käsitelty neljässä tunnelissa. Karnaisten tunnelille lähetetään maastopartio ja sen tehtävä on sama kuin tilanteessa, jossa myös puomit ovat vikatilassa.

Keilaniemen tunnelille maastopartio lähetetään tilanteissa, joissa ruuhkautuva liikenne uhkaa jonoutua tunnelin sisälle.

Rantatunnelin ja Liipolan tunnelin osalta on todettu, että tunneli voidaan hätätilanteessa sulkea ilman liikennevalojen pääopastinta. Molemmissa tunneleissa on kaistaopastimet, joiden näyttäessä punaista vinoristiä on kaistan käyttäminen kielletty. Tämän lisäksi sisäänajoaukoja ennen on tiedotusopasteet, joilla voidaan kertoa tienkäyttäjälle tunnelin olevan suljettu. Liikennevalon pääopastimen määräävä asema liikenteen pysäyttämässä on selvä. Tilanteessa, jossa vain toisto-opastin on punaisella, saa käytännössä liikennevalot ohittaa.

Toisaalta kaistaopastimien punainen vinoristi omaa saman määrävän aseman, mutta tienkäyttäjät eivät tiedosta sitä, tai ota kaistaopastimia yhtä vakavasti kuin liikennevaloja. Liikenteen pysäyttäminen ja pääsyn esto tunneliin onnettomuustilanteissa on ensiarvoisen tärkeää lisävahinkojen estämiseksi. Tältä pohjalta tunnelin sulkeminen hätätilanteessa liikennevalojen pääopastimen punaisen valon vikatilanteesta huolimatta on perusteltu toimintatapa.

Muiden vikatilanteiden osalta tarkastelluissa tunneleissa ei ole määritelty merkittäviä toimenpiteitä.

Taulukko 13. Toimenpiteet liikenteenhallinnan vikatilanteissa

	Vuosaaren tunneli	Karnaisten tunneli	Mestarintunneli	Rantatunneli	Keilaniemen tunneli	Liipolan tunneli
Tunneliputken tai rampin kaikki sulkulaitteet (liva ja puomit) vikatilassa	Maastopartio	Maastopartio	Maastopartio	Maastopartio	Maastopartio	Maastopartio
Tunneliputken tai rampin pääopastimen punaisen valon vika		Maastopartio		x	Harkinnan mukaan maastopartio	x
Kaistaopastimien vikatila			x	x	x	x
KRM-opaste tai opasteita vikatilassa			x	x	x	x
Tiedotusopastimen vikatila (VME/TIO, TIO)			x	x	x	x
Liikennevalojen muun kuin pääopastimen vikatila			x	x	x	
Tunneliputken sisäänajoaukon liikennepuomin vika				x	x	
Kaikkien liikennepuomien vikatila			x			
Yhden sulkupuomin vika			x			
OPM-opaste vikatilassa						x
Kaupungin LIVA-kojeen vikatila, varareitti						x

## 6.7 Ilmanvaihto ja savunpoisto

Kaikissa tarkastelluissa tunneleissa tunneliputkien ilmanvaihto ja savunpoisto on toteutettu samoilla puhaltimilla. Taulukossa 14 on esitetty yhteenveto tarkastelluissa tunneleissa käsitellyistä vikatilanteista ja toimintatavoista.

Ilmanvaihdon ja savunpoiston vikatilanteita on käsitelty jokaisen tunnelin osalta. Ilmanvaihdon ja savunpoiston vikatilanteet johtuvat usein sähkönsyötön häiriöistä, sillä osassa tunneleista puhaltimia ei ole varavoimavarmennettu. Lisäksi tietoliikennejärjestelmän viat johtavat tilanteisiin, joissa puhaltimia ei voida ohjata tieliikennekeskuksesta, tai edes tunnelissa olevista savunpoistonohjauskeskuksista. Tilanne, jossa kaikki, tai edes puolet puhaltimista olisi fyysisesti rikki, on erittäin epätodennäköinen.

Tulipalon sattuessa puhaltimien vikatilanteen aikana savunpoisto ei toimi ollenkaan, tai toiminta on vajaista, eikä ilmavirran vähimmäisnopeutta saavuteta varsinkaan tilanteissa, joissa on vastatuuli savunpoiston suuntaan nähden. Tällä perusteella tunnelin sulkeminen aina vikatilanteessa olisi perusteltua. Toimintatapaa suunniteltaessa tulisi kuitenkin ottaa huomioon muun muassa tunnelin pituus, liikennemäärä sekä varareitin toimivuus. Myös tulipalon todennäköisyys on suhteellisen pieni.

Vuosaaren tunnelin turvallisuusasiakirjassa on todettu, että maastopartio menee paikalle tilanteissa, joissa kaikki tunneliputken puhaltimet ovat toimimattomia, eikä ilman virtaus- ja pitoisuusmittauksia saada. Toimenpiteitä tilanteessa ei ole määritelty. Liikenteenhallintajärjestelmä ehdottaa tunneliputken sulkemista tilanteissa, joissa kaksi tunneliputken puhaltimia ohjaavaa muuntamoaa on virrattomia. Lisäksi tunneliputki suljetaan, kun pitoisuudet kasvavat määritetyn hälytysrajan yli. Tunnelin pituudesta, pituusgeometriasta ja liikennemäärästä johtuen tunnelin sulkeminen tilanteessa, jossa ilman pitoisuustietoja ei saada, olisi varmin toimintatapa, koska tunnelin ilmavirtaus ei välttämättä ole riittävä pitämään pitoisuuksia sallituissa rajoissa.

Karnaisten tunnelissa tilanteessa, jossa ilman nopeus- tai pitoisuustietoja ei saada, menee maastopartio paikan päälle. Partion tehtävänä on selvittää muun muassa käsivirtausmittarilla, ovatko olosuhteet sellaiset, että tunneliputkessa voi pitoisuudet nousta liian korkeiksi.



Mikäli riskitilanne on syntymässä, partion tulee ilmoittaa tieliikennekeskukseen tilanteesta, joka pysäyttää liikenteen 15 minuutiksi, jotta pitoisuudet laskevat.

15 minuutin liikenteen pysäytys keskellä moottoritietä on pitkä aika. Esimerkiksi tietyömailla liikenteen pysäytys räjäytystyön takia saa olla enintään kahdeksan minuuttia. 100 kilometrin tuntinopeudella ajoneuvolla kulkee tunnelin läpi minuutissa ja 20 sekunnissa, joten altistus-aika olisi hyvin lyhyt ja vaikutukset ajoneuvossa oleville olisivat minimaaliset. Mikäli on todellinen vaara, että ilman pitoisuudet nousevat yli sallitun rajan, olisi liikenteen joustavuuden kannalta parempi käyttää puhaltimia manuaalisesti käyttöliittymästä ja näin varmistaa ilmanvaihto. Varsinkin, jos otetaan huomioon, että tunneliputken kaikkien ilmanvirran nopeus- ja pitoisuusmittareiden yhtäaikainen vika on erittäin epätodennäköistä. Mikäli tunneliputkessa on enemmän, kuin neljä paria puhaltimia vikatilassa, valmistaudutaan sulkemaan tunneliputki. Vikatilanneohjeistuksen mukaan tunneliputken sulkee maastopartio. Myös tässä tilanteessa voisi käyttää puhaltimia manuaalisesti ja varmistaa pitoisuus- ja nopeustiedoilla, että ilmanvaihto toimii vikaantuneista puhaltimista huolimatta.

Mestarintunnelissa tunneliin menee maastopartio tilanteessa, jossa tunneliputken kaikki puhaltimet ovat vikatilassa, tai niitä ei voida ohjata, sekä ilmavirran nopeustietoja ja pitoisuustietoja ei saada. Partion tehtävänä on arvioida, onko sää- ja kelitilanne sellainen, että tunneliin voi syntyä tilanne, missä tunneliputken pitoisuudet voisivat nousta liikaa. Toiminta tilanteessa olisi sulkea tunneliputki, tai säädellä liikenteen pääsyä. Käytännössä partion mahdollisuus havaita pitoisuuksien nousu, tai riittämätön ilmavirta on lähes mahdoton. Tunneli on kohtuullisen lyhyt, 520 m ja perusnopeudella 60 km/h ajoneuvolla menee puoli minuuttia kulkea tunnelin läpi, jolloin huonon ilmanlaadun vaikutukset ajoneuvossa oleville olisivat minimaalinen. Lisäksi tunneliputken sulkeminen ja liikenteen siirto katuverkolla aiheuttaisi suurta häiriötä Kehä I:llä ja katuverkolla. Nämä huomioon ottaen järkevin toimintatapa olisi pitää tunneli auki.

Rantatunneli suljetaan päiväsaikaan, mikäli puhaltimia ei voida ohjata edes tunnelin savunpoistonohjauskeskuksista, eikä ilmanlaatutietoja saada. Mikäli vikatilanne tulee yöaikaan, tunneli pidetään auki, mutta suljetaan aamulla, mikäli vikaa ei saada siihen mennessä korjattua. Mikäli ilmanlaadun mittaus toimii, seuraa tieliikennekeskus ilmanlaatua. Mikäli ilmanlaatu heikkenee, suljetaan tunneliputkessa vasen kaista ja mikäli tämä ei riitä, suljetaan

tunneliputki liikenteeltä. Ottaen huomioon liikennemäärän, sekä varareitin erittäin huono kapasiteetti, on tarkoituksenmukaista pyrkiä pitämään tunnelin auki mahdollisimman pitkään. Savunpoiston toimimattomuutta tulipalotilanteessa kompensoi tunneliputkissa oleva sammutusjärjestelmä, jolla palo saadaan sammumaan nopeasti ja näin vähentämään savunmuodostusta. Vikatilannetarkastelussa on lisäksi käsitelty poistoilmapiippujen puhaltimien vikatilat.

Keilaniemen tunnelissa puhaltimien vikatiloja ei ole käsitelty omana kohtanaan, vaan ne on sisällytetty muihin, kuten sähkönsyötön ja tietoliikenteen vikatilanteisiin. Vikatilanteissa on kerrottu, vaikuttaako kyseinen vika savunpoiston toimintaan. Kirjaustapa vaikuttaa järkevältä ottaen huomioon, että puhaltimien vikatilat johtuvat usein muusta, kuin puhaltimien fyysisestä viasta.

Liipolan tunnelin vikatilannetarkastelussa on käsitelty erikseen yksittäisen puhaltimen, virtausmittarin, pitoisuusmittarin, yhdyskäytävän ylipaineistuspuhaltimen vikatila, sekä savunpoistohjauskeskuksen vikatila. Näiden vikojen osalta ei ole havaittu tarpeelliseksi tehdä erityisiä liikenteenhallinnan toimenpiteitä. Lisäksi puhaltimien toimivuus on tarkasteltu muiden, laaja-alaisempien vikatilanteiden osalta.

Puhaltimien vikatilanteiden ja ilmanlaadun osalta toimintamallit ovat selvästi hajanaiset jopa samankaltaisissa toimintaympäristöissä ja kaipaisivat selkeästi yhdenmukaistamista sekä tarkastelua kompensoivien toimien toimivuuden ja riittävyyden osalta.

Taulukko 14. Toimenpiteet ilmanvaihdon ja savunpoiston vikatilanteissa

	Vuosaaren tunneli	Karnaisten tunneli	Mestarintunneli	Rantatunneli	Keilaniemen tunneli	Liipolan tunneli
Tunneliputken kaikki puhaltimet epäkunnossa / ei voi ohjata käyttöliittymästä	Maastopartio		Harkinnan mukaan maastopartio sekä tunnelin sulku	Harkinnan mukaan tunnelin sulku	x	
Osa puhaltimista ei toimi (esim 4 paria), virtaus- ja pitoisuusustietoja ei saada	Maastopartio	Harkinnan mukaan tunnelin sulku				
Savunpoistopuhaltimen vikatila			x	x		x

Yhdyskäytävän yli- paineistupuhalti- men tai -pellin vikatila					x	x
Tunnelin ympäristö- mittauksen vikatila		Maastopar- tio			x	x
SPOK-keskuksen vi- katila						x
Poistoilmapiipun / - piippujen puhalti- met vikatilassa				x		

## 6.8 Kuivatusjärjestelmät

Kuivatusjärjestelmää on käsitelty Mestarintunnelin ja Rantatunnelin vikatilannetarkaste-  
luissa. Molemmissa tunneleissa vikatilanne saattaa johtaa veden nousemisen ajoradalle, mi-  
käli vika kestää kauan ja kuivatusvesialtaat tulevat täyteen. Mikäli vesi tulvii ajoradalle,  
Rantatunneli suljetaan. Mestarintunnelissa pyritään pitämään tunneli auki liikenteelle sulke-  
malla kaistoja ja varoittamalla tienkäyttäjiä tilanteesta. Toimenpiteet kuulostavat järkeviltä,  
kun verrataan niitä tunneleiden pituuteen, sekä kaistamääriin. Rantatunneli on reilu kaksi-  
kilo metriä pitkä ja kaksikaistainen, kun Mestarintunneli on reilut 500 metriä ja siinä on neljä  
kaistaa molempiin ajosuuntiin.

Vuosaaren tunneli on sukeltava, jolloin vesi saattaisi nousta tunnelin alimmassa kohdassa  
kaistoille vikatilanteissa, ainakin vian pitkittyessä. Tunnelin turvallisuusasiakirjassa on mai-  
ninta kuivatuksen varmistamisesta, muun muassa pumppaamon avulla. Vesialtaan pinnan-  
korkeudesta, sekä pumppaamon jännitekatkosta tulee hälytys käyttöliittymään, mutta  
liikenteenhallinnan toimenpiteille ei ole dokumentaation mukaan tarvetta. Tilanteessa, jossa  
vesi nousee ajoradalle, olisi tunneliputken sulkeminen turvallisoin toimintatapa. Tunneli on  
pitkä, kaksikaistainen ja sillä on kohtuullinen kiertotie.

Muut tarkastellut tunnelit ovat pituusgeometrialtaan suorina ja toiseen suuntaan laskevia, jol-  
loin tunneliin ei jää vettä seisomaan.

Taulukko 15. Toimenpiteet kuivatusjärjestelmien vikatilanteissa

	Vuosaaren tunneli	Karnaisten tunneli	Mestarintunneli	Rantatunneli	Keilaniemen tunneli	Liipolan tunneli
Vettä tulvii ajoradalle				x		
Vettä ajoradalla, pumput epäkunnossa			x			
Kuivatusvesipumppaamon pumppu/pumput vikatilassa				x		

## 7 Tarkastelujen pohjalta tehty vikatilannetaulukkopohja

Opinnäytetyössä tarkastelujen tunneleiden vikatilannetaulukoiden ja tunnelidirektiivin, sekä kansallisten määräysten ja ohjeiden läpikäynnin perusteella luotiin vikatilannetaulukkopohja, sekä ohjeistus taulukon käyttöön. Taulukko ja ohjeistus on esitetty liitteessä 3.

Taulukkopohja koostuu seuraavista osista:

- Vikatilanteet järjestelmäkokonaisuuksittain
- Vikatilanteen vaikutukset
  - Mitä vaikutuksia vikatilanteella on kriittisiin ohjaustoimintoihin
  - Mitä vaikutuksia vikatilanteella on muihin järjestelmiin tai niiden osiin
  - Mikä on vian todennäköisyys ja mitkä tekijät vaikuttavat todennäköisyyteen
- Kompensoivat toimenpiteet
  - Mitkä ovat tieliikennekeskuksen toimenpiteet vikatilanteessa
  - Mitkä ovat hoitourakoitsijan ja HALVAL-toimijan toimenpiteet vikatilanteessa
  - Huomio ja lisätiedot

## 7.1 Järjestelmäkokonaisuudet

Tarkasteltujen tunneleiden vikatilannetaulukoiden läpikäynnissä havaittiin, että sähkönsyöttöön liittyvät viat on yleensä käsitelty taulukon alussa, mutta muiden vikojen osalta oli pyritty joko jonkinlaiseen kriittisyysjärjestykseen, tai selkeää järjestystä ei ollut.

Taulukkopohjassa on lähdetty siitä, että vikatilanteet käydään läpi järjestelmäkokonaisuuksittain. Tämä selkeyttää taulukkoa ja auttaa varmistamaan, että järjestelmien mahdolliset vikatilanteet hahmotetaan ja käydään läpi.

Järjestelmäkokonaisuudet ovat:

- Sähkönsyöttö
- Tietoliikenne
- Valaistus
- Palo- ja turvajärjestelmät
- Savunpoisto ja ilmanvaihto
- Liikenteenseuranta
- Liikenteenhallinta
- Kuivatusjärjestelmät
- Muut järjestelmät

Järjestelmäkokonaisuuksiin on kirjattu valmiiksi erilaisia vikatilanteita, joita on käsitelty tässä työssä tarkasteltujen tunneleiden vikatilannetaulukoissa. Vikatilanteet toimivat esimerkkeinä suunnittelijoille. Vikatilanteet tulee muokata, poistaa tai lisätä vastaamaan tunnelia, jota taulukossa käsitellään. Kuvassa 15 on esimerkkinä taulukon sähkönsyöttöön liittyvät esimerkit vikatilanteista.

Kuva 15. Sähkönsyöttöön liittyvät vikatilanne-esimerkit.

Sähkönsyöttö	1.1	Sähkönsyöttövika, varavoima ei toimi, UPS-varmennus ei toimi
	1.2	Sähkönsyöttövika, varavoima ei toimi, UPS-varmennus toimii
	1.3	Sähkönsyöttövika, varavoima toimii, UPS-varmennus toimii
	1.4	Samanaikainen UPS-laitteen vikatila ja sähkönsyöttövika
	1.5	UPS-laitteen vikatila
	1.6	Varavoimakoneen vikatila
	1.7	

## 7.2 Vikatilanteen vaikutukset järjestelmien toimintaan

Vikatilanteiden vaikutukset kriittisiin ohjaustoimiin, sekä muihin järjestelmiin, tai niiden osiin merkitään omiin sarakkeisiin. Lisäksi taulukossa on oma sarake vikatilanteen todennäköisyydelle.

Taulukossa on esitetty kaikki *Tietunnelien liikenteenhallinnan toimintaperiaatteen laadinta* -ohjeessa kirjatut kriittiset ohjaustoimet ja taulukon täyttäjän on muokattava ne vastaamaan taulukossa käsiteltyä tunnelia (kuva 16). Näin suunnittelun aikana voidaan määritellä kohdekohtaiset, kriittiset ohjaustoimet ja selvittää eri vikatilanteiden vaikutus niihin.

Kuva 16. Kriittiset ohjaustoimet, joihin vikatilanne voi vaikuttaa.

Vika estää kriittisen ohjaustoiminnon käynnistämisen käsin tai automaattisesti							
Hätäsulkusekvenssi	Normaalisulkusekvenssi	Liikenteen pysäytysekvenssi (pääsyn säätely)	Kaistan sulkusekvenssi	Varoitus väärään suuntaan ajavasta	Ruuhkavaroitus	Varareittiohjaus	

Kuvassa 17 on esimerkkinä järjestelmiä, joihin sähkönsyöttöön liittyvät viat voivat vaikuttaa. Vikatilanteen vaikutukset muihin järjestelmiin, tai niiden osiin vaihtelee sen mukaan, minkälaisesta vikatilanteesta on kyse ja sarakkeet tulee muokata järjestelmäkokonaisuuskohtaisesti. Vikatilanteiden vaikutukset eri järjestelmiin merkitään sarakkeittain ja avataan tarkemmin viimeisessä sarakkeessa.

Kuva 17. Vikatilanteen vaikutukset muiden järjestelmien toimintaan sekä vian todennäköisyys.

Vika estää järjestelmän tai sen osan toiminnan											Vikatilanteen todennäköisyys
Normaalivalaistus	Varavalistus	Evakuointivalaistus	HHJ	Liikennekamerat	Liha-logiikka	LVI-logiikka	Tietoliikennejärjestelmä	Paloilmoitinjärjestelmä	Savunpoisto / Ilmanvaihto	Tarkennus vikatilanteen vaikutuksista tunnelin toimintaan tai tienkäyttäjille	Arvio 1-5 sekä varajärjestelmät ja kahdennukset, jotka vaikuttavat vikatilanteen todennäköisyyteen

Vikatilanteiden todennäköisyyttä arvioidaan viisiportaisella asteikolla ja se perustuu eri järjestelmien suunnittelijoiden asiantuntija-arvioon siitä, miten usein kyseinen vikatilanne mahdollisesti voi esiintyä (kuva 17). Arvioinnin tueksi, sekä yhdenmukaistamiseksi taulukon täyttöohjeessa on annettu yksinkertainen luokittelu vian todennäköisyydestä (kuva 18). Vaikka vikatilanne arviotaisiin käytännössä teoreettiseksi, mutta vaikutuksiltaan suureksi, tulee vikatilanne käsitellä taulukossa.

Kuva 18. Arvio vikatilanteen todennäköisyydestä.

Vian todennäköisyys	
<b>Erittäin yleinen</b> Esiintyy ainakin 10 kertaa vuodessa	5
<b>Yleinen</b> Esiintyy ainakin kerran vuodessa	4
<b>Satunnainen</b> Esiintyy ainakin kerran 10 vuodessa tai esiintyy ainakin kerran teknisen järjestelmän elinkaaren aikana	3
<b>Harvinainen</b> Esiintyy ainakin kerran 50 vuodessa tai esiintyy ainakin kerran rakenteiden elinkaaren aikana	2
<b>Erittäin harvinainen</b> Esiintyy harvemmin kuin kerran 50 vuodessa Teoreettinen, ei tiedetä tapahtuneen	1

### 7.3 Kompensoivat toimenpiteet

Kompensoivat toimenpiteet pitävät sisällään tieliikennekeskuksen toimenpiteet, hoitourakoitsijan toimenpiteet, sekä HalVal-toimijan toimenpiteet vikatilanteittain (kuva 19). Sarakkeet ovat käytännössä samat, kuin opinnäytetyössä tarkasteltujen tunneleiden vikatilannetaulukoissa.

Kuva 19. Kompensoivat toimenpiteet vikatilanteessa

KOMPENSOIVAT TOIMENPITEET											
TIELIIKENNEKESKUKSEN TOIMENPITEET 'X' = toimenpide tehdään ko. vikatilanteessa '(X)' = toimenpide tehdään tietyillä ehdoilla / tilanearvion pohjalta						HOITOURAKOITSIJAN TOIMENPITEET 'X' = toimenpide tehdään ko. vikatilanteessa '(X)' = toimenpide tehdään tietyillä ehdoilla / TLK:n ohjeistamana			HALVAL-toimijan toimenpiteet		
TUNNELI SUJETAAN	Maastopartio	Aktiivinen seuranta päivästäjän toimesta	TOIMENPIDEPYYNTÖ hoitourakoitsijalle	PUHELINSOITTO hoitourakoitsijalle	ILMOITUS Pelastuslaitokselle	ILMOITUS HalVal-toimijalle (jos sieltä ei ole tullut ilmoitusta)	Kuvaus ohjaus- ja muista toimenpiteistä	Maastopartio	Viipymättä	Tarkennuksia, kuten korjaustöiden aloittamisen vasteaika viipymättä aloitettavissa korjauksissa ja missä ajassa vika on saatava korjattua, maastopartion koko, niiden sijoittuminen sekä vasteaika kohteeseen TLK:n ilmoitukset.	Kuvaus toimenpiteistä sekä vasteajoista
									24 h kuluessa		
Muu sovittu aika											



Tieliikennekeskuksen osalta taulukkoon merkitään, mitä toimenpiteitä vikatilanteet aiheuttavat päivystäjälle. Tunnelin sulkeminen, maastopartion pyytäminen tunnelille, tai liikennelanteen aktiivinen seuranta päivystäjän toimesta, ovat tieliikennekeskusta aktiivisesti työllistäviä toimenpiteitä. Toimenpidepyyntö tai puhelinsoitto hoitourakoitsijalla, ilmoitus pelastuslaitokselle, tai HalVal-toimijalle käsittävät enemmän viestin välittämistä ja huoltotöiden aloittamisen varmistamista. Toimenpiteet eivät kuitenkaan ole toisiaan poissulkevia, esimerkiksi maastopartio on usein hoitourakoitsijan tuottama palvelu, joka pyydetään paikalle puhelimitse. Toimenpiteet kirjataan auki tarkasti viimeisessä sarakkeessa.

Hoitourakoitsijan toimenpiteistä taulukkoon merkitään maastopartion tarve, sovittu aika, minkä aikana korjaustoimet tulee käynnistää, sekä tarkennukset edellä mainituista asioista. Vikatilannetaulukko on käytössä myös hoitourakoitsijoilla, mutta he usein kirjaavat toimenpiteet omiin järjestelmiin, joista urakoitsijan päivystäjät ja huoltohenkilöstö saavat toimintaohjeet vikatilanteissa. Tästä syystä toistetaan maastopartion tarve taulukossa hoitourakoitsijan kohdalla.

Halval-toimijan tehtävät kuvataan auki omassa sarakkeessa. Toimenpiteet voivat olla muun muassa laitteiden uudelleen käynnistämistä etänä, tai selvittää, mikä tietoliikenneverkossa oleva laite on vikatilassa.

Viimeisenä sarakkeena taulukossa on kohta lisätietoja, huomioitavaa. Tänne voidaan kirjata muihin sarakkeisiin sopimatonta tietoa, jolla on kuitenkin merkitystä vikatilanteen seurauksista, sen hoitamisesta, tai tieto voi auttaa tilannekuvan hahmottamista vikatilanteessa.

## **8 Yhteenveto**

Työn tarkoituksena oli kerätä yhteen eri tunneleiden vikatilannetaulukoissa käsitellyjä vikatilanteita, hahmottaa yhteiset tekijät ja tuottaa taulukkopohja, jolla nykyisten ja uusien tunneleiden vikatilanneanalysointia voidaan yhdenmukaistaa.

Työn edetessä tuli kuitenkin selväksi, ettei ilman tunnelidirektiivin, sekä kansallisten määräysten ja ohjeiden läpikäyntiä ja vertailua toisiinsa että tarkasteltuihin tunneleihin saisi kokonaisuudesta riittävää käsitystä. Direktiivin, määräysten ja ohjeiden läpikäynti antoi kuvan

siitä, miten paljon tietunneleiden turvallisuussuunnittelua ohjaavaa materiaalia on ja kuinka moneen ohjeeseen materiaali on jakautunut vuosien varrella. Tästä huolimatta tässä työssä ei havaittu kuin muutama ohjeiden välinen ristiriita, jotka eivät olleet kovin merkittäviä. Ohjeistus on pääsääntöisesti selkeää. Vaikka määräysten ja ohjeiden läpikäyntiä ei käsitelty tässä työssä kovin syvällisesti, voivat tulokset olla apuna, kun ohjeita tulevaisuudessa päivitetään.

Työn lopputuloksena tuotetun taulukkopohjan tuomia hyötyjä voidaan arvioida kunnolla vasta, kun sitä on hyödynnetty käytännössä tunnelien teknisten järjestelmien vikatilanteiden arviointiin. Taulukon jaottelu järjestelmittäin, valmiiksi esitellyt mahdolliset vikatilanteet ja vian mahdolliset vaikutuksen kohteet, sekä ohjeistus taulukon käyttöön jatkossa tunnelin turvallisuussuunnittelussa ja tekevät siitä systemaattisempaa. Lisäksi pidemmällä tähtäimellä samanmuotoisiksi muuttuvat vikatilannetaulukot auttavat viranomaisia ohjamaan tunnelien turvallisuutta, sekä helpottavat valvontaa ja vertailua teknisten järjestelmien osalta. Vikatilannetaulukot toimivat myös tieliikennekeskusten päivystäjien työkaluna ja yhdenmukaiset toimintatavat helpottavat päivystäjien työtä.

Työssä käsitellään hieman myös toimintatapoja eri tunneleissa eri vikatilanteissa. Vaikka tarkasteltujen tunneleiden toimintatavat ovat pääsääntöisesti linjassa esimerkiksi tunnelin pituuden ja geometrian suhteen, ei toimintatapoja vikatilanteissa, tai niiden periaatteita ole varsinaisesti käsitelty, tai määritelty missään. Peruseriaatteet ovat olemassa, mutta niiden läpikäynti, arviointi ja kirjaaminen ohjeistukseen auttaisi vikatilanteiden analysointia lisää. Tämä on tiedostettu myös viranomaisten puolella.

Olen työssäni ollut tekemässä tunneleihin liittyviä suunnittelutöitä, myös vikatilanneanalyysijä. Mutta näkemys tunnelin suunnittelukokonaisuudesta jää helposti vajaaksi, kun tehtävät ovat yksittäisiä osioita isossa kokonaisuudessa. Tämän opinnäytetyön tekeminen avarsi näkemystäni tunneliympäristön laajuudesta ja haasteellisuudesta, sekä eri järjestelmien riippuvaisuuksista toisiinsa. Tämän opinnäytetyön aikana keräämäni tieto ja kokonaisuuden avautuminen auttavat jatkossa myös itseäni työtehtävissäni.

## Lähteet

Erillisverkot Oy (2020). *Viranomaisverkko Virve*. Haettu 15.12.2020 osoitteesta

<https://www.erillisverkot.fi/virve-palvelut/>

EU (2004). *Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2004/54/EY*. Haettu 20.10.2020

osoitteesta <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004L0054&from=FI>

Liikennevirasto (2015a). *Tietunneleiden liikenteenhallinnan palvelutasot*. Haettu 1.11.2020

osoitteesta [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lto\\_2015-02\\_tietunneleiden\\_liikenteenhallinnan\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lto_2015-02_tietunneleiden_liikenteenhallinnan_web.pdf)

Liikennevirasto (2015b). *Maantie- ja rautatiealueiden valaistuksen suunnittelu*. Haettu

1.11.2020 osoitteesta [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2015-16\\_maantie\\_rautatiealueiden\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2015-16_maantie_rautatiealueiden_web.pdf)

Liikennevirasto (2016a). *Tietunnelien hallinnointia ja turvallisuutta koskevat määräykset ja*

*ohjeet*. Haettu 23.10.2020 osoitteesta [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2016-33\\_tietunnelien\\_hallinnointi\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2016-33_tietunnelien_hallinnointi_web.pdf)

Liikennevirasto (2016b). *Tietunnelien turvalliseen poistumiseen ja poikkeustilanteiden*

*viestintään liittyvien järjestelmien suunnitteluohje*. Haettu 30.10.2020 osoitteesta [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2016-16\\_tietunnelien\\_turvalliseen\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2016-16_tietunnelien_turvalliseen_web.pdf)

Liikennevirasto (2016c). *LAM-kirja 2015*. Haettu 7.11.2020 osoitteesta

<https://vayla.fi/documents/25230764/35410631/Uusimaa+%28pdf%29.pdf/27793d8e-b0dd-4b34-834c-17e5b8762023/Uusimaa+%28pdf%29.pdf?t=1457963437279>

Liikennevirasto (2018). *Tietunnelien liikenteenhallinnan toimintaperiaatteen laadinta*. Haettu

4.11.2020 osoitteesta [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2018-20\\_tietunnelien\\_liikenteenhallinnan\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2018-20_tietunnelien_liikenteenhallinnan_web.pdf)

Pirkanmaan ELY-keskus (2018). *Rantatunneli, käytössä olevan tunnelin turvallisuusasiakirja*.

*Viitattu 7.11.2020*. Ei-julkinen asiakirja.

Traficom (2019) *Tietunnelien hallintoviranomainen Traficom. PDF-esitys*. Haettu 23.10.2020 osoitteesta

[https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/3%20LAURA%20V%C3%84IS%C3%84NEN%20TTA\\_ajankohtaisp%C3%A4iv%C3%A4\\_Tietunnelit.pdf](https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/3%20LAURA%20V%C3%84IS%C3%84NEN%20TTA_ajankohtaisp%C3%A4iv%C3%A4_Tietunnelit.pdf)

Uudenmaan ELY-keskus (2015a). *Vuosaaren tunneli, käyttöön otetun tunnelin turvallisuusasiakirja 5.11.2015*. Viitattu 5.11.2020. Ei-julkinen dokumentti.

Uudenmaan ELY-keskus (2015b). *Mestarintunneli, käyttöön otetun tunnelin turvallisuusasiakirja*. Viitattu 5.11.2020. Ei-julkinen dokumentti.

Uudenmaan ELY-keskus (2019). *Keilaniemen tunneli, käyttöönottovaiheessa olevan tunnelin turvallisuuskirja*. Viitattu 7.11.2020. Ei-julkinen asiakirja.

Väylävirasto (2011). *Liikenteenhallinnan tulevaisuuden rooli ja organisoinnin vaihtoehdot*.

*Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 06/2011*. Haettu 20.10.2020 osoitteesta

[https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lts\\_2011-06\\_liikenteenhallinnan\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lts_2011-06_liikenteenhallinnan_web.pdf)

Väylävirasto (2019). *Tietunneleiden LVI-suunnitteluohje*. Haettu 1.11.2020 osoitteesta

[https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo\\_2019-05\\_tietunneleiden\\_lvi-suunnitteluohje\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2019-05_tietunneleiden_lvi-suunnitteluohje_web.pdf)

Väylävirasto (2020a). *Väyläviraston internetsivut*. Haettu 23.10.2020 osoitteesta

<https://vayla.fi/vaylista/tieverkko/turvallisuus/tunneliturvallisuus>

Väylävirasto (2020b). *Lam-kirja, Uusimaa 2020*. Haettu 5.11.2020 osoitteesta

<https://vayla.fi/documents/25230764/35410634/Uudenmaan+Ely.pdf/a7183a1c-2fc1-4f02-84a7-999ce5aaf3c3/Uudenmaan+Ely.pdf?t=1586348865559>

Väylävirasto (2020c). *Hankeosa 1B - Lahden eteläisen kehätien Lahden pää*. Haettu

7.11.2020 osoitteesta <https://vayla.fi/vt12letke/vt12-hankeosa-1b-kehätien-lahden-paa#.XWkJhy1DySx>

**Liite 1: Yhteenveto direktiivin ja kansallisten määräysten sekä ohjeiden vertailusta**

Tyhjä kohta taulukossa tarkoittaa, että direktiivin määräykseen ei ole otettu kantaa tai se kirjattu vastaavalla tavalla kuin direktiivissä.

	Direktiivi	Tietunnelin hallinnointi ja turvallisuutta koskevat määräykset ja ohjeet	Tietunnelien turvalliseen poistumiseen ja poikkeustilanteiden viestintään liittyvien järjestelmien suunnitteluohje	Tietunneleiden LVI-järjestelmät	Tietunneleiden liikenteenhallinnan palvelut
<b>Ilmanvaihto</b>	Koneellinen ilmanvaihto kaikissa yli 1 000 m tunneleissa, joissa liikennemäärä on yli 2 000 ajoneuvoa kaistaa kohti	Koneellinen ilmanvaihto yli 1 000 m tunneleihin, joissa, joissa liikennemäärä yli 4 000 ajoneuvoa vuorokaudessa / tunneliputki sekä yli 1 000 m tunneleihin, joissa liikenne kaksisuuntaista		Aina yli 800 m tunneleissa. Yli 500 m sekä yli 250 m tunneleissa, joissa liikennemäärä yli 2 000 ajoneuvoa huipputunnissa, mikäli ilmanlaatuun pitoisuuksien osalta ei päästä 1 m/s ilmavirran nopeudella	
<b>Hätäasemat</b>	Suuaukkojen läheisyydessä sekä tunneliputkissa enintään 150 m välein uusissa tunneleissa, vanhoissa vähintään 250 m välein	Suuaukkojen läheisyydessä sekä tunneliputkissa enintään 150 m välein			
<b>Hätäpuhelin</b>	Hätäasemissa	Hätäasemissa	Hätäasemien lisäksi mahdollisiin yhdyskäytäviin		
<b>Palosammutin</b>	Hätäasemissa	Hätäasemissa	Hätäasemien lisäksi teknisiin tiloihin		
<b>Valvontakeskus</b>	Kaikkiin yli 3 000 m tunneleihin, joissa liikennemäärä on yli 2 000 ajoneuvoa kaistaa kohti	Kaikkiin yli 3 000 m tunneleihin riippumatta liikennemäärästä			

	Direktiivi	Tietunnelin hallinnointi ja turvallisuutta koskevat määräykset ja ohjeet	Tietunnelien turvalliseen poistumiseen ja poikkeustilanteiden viestintään liittyvien järjestelmien suunnitteluohje	Tietunneleiden LVI-järjestelmät	Tietunneleiden liikenteen hallinnan palvelutasot
<b>Videoseuranta-järjestelmä</b>	Kaikkiin yli 3 000 m tunneleihin, sekä tunneleihin, joissa on valvontakeskus	Kaikkiin tunneleihin, joissa on valvontakeskus			Kaikkiin tunneleihin toteutettava videoseuranta-järjestelmä, joka kattaa suuaukot ja tunneliputket
<b>Automaattinen häiriön ja/tai tulipalon havainnointijärjestelmä</b>	Vähintään toinen mainituista järjestelmistä tunneleihin, joissa on valvontakeskus	Vähintään toinen mainituista järjestelmistä yli 3 000 m tunneleihin. Lyhyempiin tarpeen mukaan.	<p>Paloilmoitinjärjestelmä toteutettava kaikkiin yli 200 m tunneleihin, lyhyempiin riskitarkastelun perusteella.</p> <p>Lähtökohtaisesti tekniset tilat ja mahdolliset yhdyskäytävät varustetaan pistemäisin savuilmaisimin. Tunneliputkiin paloilmoitinpainikkeet hätäasemiin.</p> <p>Yli 500 m vilkkaasti liikennöity (KVL yli 20 000), yli 1 000 m tai betonitunneli (tietyin ehdoin), tulee asentaa tunneliputkiin paloilmainsinkaapecti tai vastaava</p>		Huomio: Häiriönhavaintojärjestelmä ei ole vaatimus vaan palvelutasoa nostava järjestelmä
<b>Tunnelin sulkulaitteet</b>	Yli 1 000 m tunneleissa liikennevalot suuaukoilla				Liikennevalot ja -puomit suuaukoilla, vaihtuvat tiedotusopasteet, vaihtuvat nopeusrajoitukset, keskialueen ylityskohdan sulkupuomi

	Direktiivi	Tietunnelin hallinnointi ja turvallisuutta koskevat määräykset ja ohjeet	Tietunnelien turvalliseen poistumiseen ja poikkeustilanteiden viestintään liittyvien järjestelmien suunnitteluohje	Tietunnelien LVI-järjestelmät	Tietunnelien liikenteen hallinnan palvelutasot
<b>Radiolähetykselaitteet pelastuspalveluita varten</b>	Kaikkiin yli 1 000 m tunneliin, joissa liikennemäärä on yli 2 000 ajoneuvoa kaistaa kohti	Kaikkiin yli 1 000 m tunneliin riippumatta liikennemäärästä	Virve-verkko kaikkiin yli 1 000 m tunneliin, lyhyemmissä mittauksin todettava verkon toimivuus kaikissa tiloissa		
<b>Radiokanavien lähetysten katkaiseminen hätäviestien antamista varten</b>	Kaikkiin tunneliin, joissa on valvontakeskus				
<b>Kuulutusjärjestelmä</b>	Kovaääniset kaikissa tiloissa, joissa evakuoitavat joutuvat odottamaan ennen ulospääsyä tunnelista	Yli 1 000 m tunneleissa, joissa evakuoitavat joutuvat odottamaan ennen ulospääsyä tunnelista	Pakollinen kaikissa yli 1 000 m tunneleissa, lyhyemmissä arvioidaan kohdekohtaisesti.		
<b>Muita huomioita</b>		Terminologia poikkeaa valaistuksen osalta	Langattoman puhelinverkon toimivuuden varmistaminen. Pelastuslaitoksen kenttäpuhelinjärjestelmän toteuttamisesta on keskusteltava paikallisen pelastus pelastuslaitoksen kanssa. Näistä järjestelmistä ei ole direktiivissä mainintaa.	Liikennemäärästä käytetty yksikkö eroaa direktiivissä käytetystä. Ohjeessa käytetään tunnelin huipputuntiliikennettä, direktiivissä kaistakohtaista KVL-määrää. Tunnelit jaotellaan ohjeessa pienemillä pituuseroilla kuin direktiivissä.	

## Liite 2: Tunneleiden teknisten järjestelmien vertailu direktiiviin sekä määräyksiin ja ohjeisiin

			Vuosaaren tunneli	Mestarintunneli	Keilaniemen tunneli	Rantatunneli	Karnaisten tunneli	Liipolan tunneli	
Valaistus	Direktiivi	<p>Tunneleihin on asennettava tavanomainen valaistus sen varmistamiseksi, että kuljettajilla on yötä päivää asianmukainen näkyvyys tunnelin sisäänmenoalueella ja tunnelin sisällä.</p> <p>Tunneleihin on asennettava turvavalaistus, jotta tunnelin käyttäjät näkisivät poistua tunnelista ajoneuvoissaan energiansyötön katketessa.</p> <p>Tunnelin käyttäjien ohjaamista varten on asennettava evakuointia varten valaistus, esimerkiksi poistumistien osoittavat merkkivalot korkeintaan 1,5 metrin korkeudelle, jotta he voivat poistua tunnelista hätätilanteessa jalan.</p>							
	Tietunnelin hallinnointi ja turvallisuutta koskevan määräykset ja ohjeet	<p>Tunnelin valaistus tulee järjestää niin, että tienkäyttäjillä on riittävä näkyvyys ympäri vuorokauden sekä tunnelin sisääntuloalueella, että tunnelin sisällä.</p> <p>Tunnelissa tulee olla sähkökatkoja varten varavalaistus, joka takaa riittävän näkyvyyden, jotta kuljettajat voivat ajaa ulos tunnelista.</p> <p>Tunneli tulee varustaa hätävalaistuksella, jotta tienkäyttäjät voivat hätätilanteessa poistua tunnelista jalan.</p>	Tunnelin turvallisuusasiakirjassa mainittu valaistus ja varavalaistus.	Tunnelin turvallisuusasiakirjassa mainittu valaistus ja varavalaistus.	Tunnelin valaistusjärjestelmä koostuu normaali-, vara- ja evakuointivalaistuksesta	Tunnelin valaistusjärjestelmä koostuu normaali-, vara- ja evakuointivalaistuksesta	Tunnelin turvallisuusasiakirjassa mainittu valaistus ja varavalaistus.	Tunnelin valaistusjärjestelmä koostuu tunnelin normaalivalaistuksesta sekä turvavalaistuksesta, joka käsittää vara- ja evakuointivalaistuksen	
	Tietunnelien turvalliseen poistumiseen ja poikkeustilanteiden viestintään liittyvien järjestelmien suunnitteluohje	-							
	Tietunneleiden LVI-järjestelmät	-							
	Tietunneleiden liikenteenhallinnan palvelutasot	-							



			Vuosaaren tunneli	Mestarintunneli	Keilaniemen tunneli	Rantatunneli	Karnaisten tunneli	Liipolan tunneli
Ilmanvaihto	Direktiivi	Koneellinen ilmanvaihto kaikissa yli 1 000 m tunneleissa, joissa liikennemäärä on yli 2 000 ajoneuvoa kaistaa kohti	Koneellinen ilmanvaihto ja savunpoisto	Koneellinen ilmanvaihto ja savunpoisto	Koneellinen ilmanvaihto ja savunpoisto	Koneellinen ilmanvaihto ja savunpoisto	Koneellinen ilmanvaihto ja savunpoisto	Koneellinen ilmanvaihto ja savunpoisto
	Tietunnelin hallinnointi ja turvallisuutta koskevat määräykset ja ohjeet	Koneellinen ilmanvaihto yli 1 000 m tunneleihin, joissa, joissa liikennemäärä yli 4 000 ajoneuvoa vuorokaudessa / tunneliputki sekä yli 1 000 m tunneleihin, joissa liikenne kaksisuuntaista						
	Tietunnelien turvalliseen poistumiseen ja poikkeustilanteiden viestintään liittyvien järjestelmien suunnitteluohje	-						
	Tietunneleiden LVI-järjestelmät	Aina yli 800 m tunneleissa. Yli 500 m sekä yli 250 m tunneleissa, joissa liikennemäärä yli 2 000 ajoneuvoa huipputunnissa, mikäli ilmanlaatuun pitoisuuksien osalta ei päästä 1 m/s ilmavirran nopeudella						
	Tietunneleiden liikenteen hallinnan palvelutasot	-						

			Vuosaaren tunneli	Mestarintunneli	Keilaniemen tunneli	Rantatunneli	Karnaisten tunneli	Liipolan tunneli
Hätäasemat	Direktiivi	Suuaukkojen läheisyydessä sekä tunneliputkissa enintään 150 m välein uusissa tunneleissa, vanhoissa vähintään 250 m välein. Varusteina hätäpuhelin ja kaksi käsisammutinta	Suuaukoilla sekä yhdyskäytävien (100 m välein) ja hätälevikkeiden kohdalla (400 m välein).  Varustettu hätäpuhelimella, kahdella käsisammuttimella sekä paloilmoinpainikkeella.  Käsisammuttimista teknisten tilojen osalta ei mainintaa tunnelin turvallisuusasiakirjassa.	Suuaukoilla sekä yhdyskäytävien kohdalla (n. 100 m välein).  Varustettu hätäpuhelimella, kahdella käsisammuttimella sekä paloilmoinpainikkeella.  Käsisammuttimista teknisten tilojen osalta ei mainintaa tunnelin turvallisuusasiakirjassa.	Suuaukoilla sekä 97 m - 125 m välein tunneliputkissa.  Varustettu hätäpuhelimella, kahdella käsisammuttimella sekä paloilmoinpainikkeella.  Yhdyskäytävien kohdalle olevissa hätäasemissa ei ole hätäpuhelinta vaan se on sijoitettu yhdyskäytävään  Käsisammuttimista teknisten tilojen osalta ei mainintaa tunnelin turvallisuusasiakirjassa.	Suuaukoilla sekä 75 m välein tunneliputkissa.  Varustettu hätäpuhelimella, kahdella käsisammuttimella sekä paloilmoinpainikkeella.  Yhdyskäytävien kohdalla hätäasemat on sijoitettu yhdyskäytävään.  Käsisammuttimista teknisten tilojen osalta ei mainintaa tunnelin turvallisuusasiakirjassa.	Suuaukoilla sekä 150 m välein tunneliputkissa.  Varustettu hätäpuhelimella, kahdella käsisammuttimella sekä paloilmoinpainikkeella.  Käsisammuttimista teknisten tilojen osalta ei mainintaa tunnelin turvallisuusasiakirjassa.	Suuaukoilla sekä 50 m - 150 m välein tunneliputkissa.  Varustettu hätäpuhelimella, kahdella käsisammuttimella sekä paloilmoinpainikkeella.  Yhdyskäytävien kohdalle olevissa hätäasemissa ei ole hätäpuhelinta vaan se on sijoitettu yhdyskäytävään.  Käsisammuttimista teknisten tilojen osalta ei mainintaa tunnelin turvallisuusasiakirjassa.
	Tietunnelin hallinnointi ja turvallisuutta koskevat määräykset ja ohjeet	Suuaukkojen läheisyydessä sekä tunneliputkissa enintään 150 m välein						
	Tietunnelien turvalliseen poistumiseen ja poikkeustilanteiden viestintään liittyvien järjestelmien suunnitteluohje	Hätäpuhelimet tulee olla hätäasemien lisäksi mahdollisissa yhdyskäytävissä.  Palosammutimet tulee olla hätäasemien lisäksi teknisissä tiloissa						
	Tietunneleiden LVI-järjestelmät	-						
	Tietunneleiden liikenteen hallinnan palvelutasot	-						

			Vuosaaren tunneli	Mestarintunneli	Keilaniemen tunneli	Rantatunneli	Karnaisten tunneli	Liipolan tunneli
Valvontakeskus	Direktiivi	Kaikkiin yli 3 000 m tunneliin, joissa liikennemäärä on yli 2 000 ajoneuvoa kaistaa kohti	Fintraffic Tie Oy, Helsingin tieliikennekeskus	Fintraffic Tie Oy, Helsingin tieliikennekeskus	Fintraffic Tie Oy, Helsingin tieliikennekeskus	Fintraffic Tie Oy, Tampereen tieliikennekeskus	Fintraffic Tie Oy, Helsingin tieliikennekeskus	Fintraffic Tie Oy, Tampereen tieliikennekeskus
	Tietunnelin hallinnointi ja turvallisuutta koskevat määräykset ja ohjeet	Kaikkiin yli 3 000 m tunneliin riippumatta liikennemäärästä						
	Tietunnelien turvalliseen poistumiseen ja poikkeustilanteiden viestintään liittyvien järjestelmien suunnitteluohje	-						
	Tietunneleiden LVI-järjestelmät	-						
	Tietunneleiden liikenteenhallinnan palvelutasot	-						

			Vuosaaren tunneli	Mestarintunneli	Keilaniemen tunneli	Rantatunneli	Karnaisten tunneli	Liipolan tunneli
Videoseuranta-järjestelmä	Direktiivi	Kaikkiin yli 3 000 m tunneliin, sekä tunneliin, joissa on valvontakeskus	Järjestelmä kattaa molemmat tunneliputket, suuaukot sekä liikenteen pysäytyskohdat	Järjestelmä kattaa molemmat tunneliputket, suuaukot sekä liikenteen pysäytyskohdat	Järjestelmä kattaa molemmat tunneliputket, suuaukot sekä liikenteen pysäytyskohdat	Järjestelmä kattaa molemmat tunneliputket, suuaukot sekä liikenteen pysäytyskohdat	Järjestelmä kattaa molemmat tunneliputket, suuaukot sekä liikenteen pysäytyskohdat	Järjestelmä kattaa molemmat tunneliputket, suuaukot sekä liikenteen pysäytyskohdat
	Tietunnelin hallinnointi ja turvallisuutta koskevat määräykset ja ohjeet	Kaikkiin tunneliin, joissa on valvontakeskus						
	Tietunnelien turvalliseen poistumiseen ja poikkeustilanteiden viestintään liittyvien järjestelmien suunnitteluohje	-						
	Tietunneleiden LVI-järjestelmät	-						
	Tietunneleiden liikenteenhallinnan palvelutasot	Kaikkiin tunneliin toteutettava videoseurantajärjestelmä, joka kattaa suuaukot ja tunneliputket						

			Vuosaaren tunneli	Mestarintunneli	Keilaniemen tunneli	Rantatunneli	Karnaisten tunneli	Liipolan tunneli
Automaattinen häiriön ja /tai tulipalon havainnointijärjestelmä	Direktiivi	Vähintään toinen mainituista järjestelmistä tunneleihin, joissa on valvontakeskus						
	Tietunnelin hallinnointi ja turvallisuutta koskevan määräykset ja ohjeet	Vähintään toinen mainituista järjestelmistä yli 3 000 m tunneleihin. Lyhyempiin tarpeen mukaan.						
	Tietunnelien turvalliseen poistumiseen ja poikkeustilanteiden viestintään liittyvien järjestelmien suunniteluohje	Paloilmoitinjärjestelmä toteutettava kaikkiin yli 200 m tunneleihin, lyhyempiin riskitarkastelun perustella.  Lähtökohtaisesti tekniset tilat ja mahdolliset yhdykät käytävät varustetaan pistemäisin savuilmaisimin. Tunneliputkiin paloilmotinpainikkeet hätäsemiin.  Yli 500 m vilkkaasti liikennöity (KVL yli 20 000), yli 1 000 m tai betonitunneli (tietyin ehdoin), tulee asentaa tunneliputkiin paloilmaisinkaapeli tai vastaava	Automaattinen häiriönhavaintojärjestelmä, joka kattaa molemmat tunneliputket  Automaattinen palonhavaintojärjestelmä, joka kattaa tunneliputket ja tekniset tilat.	Automaattinen häiriönhavaintojärjestelmä, joka kattaa molemmat tunneliputket  Automaattinen palonhavaintojärjestelmä, joka kattaa tunneliputket ja tekniset tilat.	Automaattinen häiriönhavaintojärjestelmä, joka kattaa molemmat tunneliputket  Automaattinen palonhavaintojärjestelmä, joka kattaa tunneliputket ja tekniset tilat.	Automaattinen häiriönhavaintojärjestelmä, joka kattaa molemmat tunneliputket  Automaattinen palonhavaintojärjestelmä, joka kattaa tunneliputket ja tekniset tilat.	Automaattinen häiriönhavaintojärjestelmä, joka kattaa molemmat tunneliputket  Automaattinen palonhavaintojärjestelmä, joka kattaa tunneliputket ja tekniset tilat.	Automaattinen häiriönhavaintojärjestelmä, joka kattaa molemmat tunneliputket  Automaattinen palonhavaintojärjestelmä, joka kattaa tunneliputket ja tekniset tilat.
	Tietunneleiden LVI-järjestelmät	-						
	Tietunneleiden liikenteenhallinnan palvelut	Häiriönhavaintojärjestelmä ei ole vaatimus vaan palvelutasoa nostava järjestelmä						

			Vuosaaren tunneli	Mestarintunneli	Keilaniemen tunneli	Rantatunneli	Karnaisten tunneli	Liipolan tunneli
Tunnelin sulkulaitteet	Direktiivi	Yli 1 000 m tunneleissa liikennevalot suuaukoilla.						
	Tietunnelin hallinnointi ja turvallisuutta koskevan määräykset ja ohjeet	Kaikkien yli 1000 metriä pitkien tunnelien suuaukoille on asennettava liikennevalot, jotta tunneli voidaan sulkea hätätilanteessa. Liikennevaloja tulee voida sekä kaukoohjata että käyttää paikalla, jos tunnelilla on valvontakeskus. Pysäyttämistä voidaan tarvittaessa tehostaa esim. puomein ja vaihtuvin opastein.	Liikennevalot ennen sisäänajoaukkoja sekä kolmessa poikkileikkauksessa molemmissa tunneliputkissa.	Liikennevalot ennen sisäänajoaukkoja.	Liikennevalot ennen sisäänajoaukkoja.	Liikennevalot ennen sisäänajoaukkoja.	Liikennevalot ennen sisäänajoaukkoja.	Liikennevalot ennen sisäänajoaukkoja.
	Tietunnelien turvalliseen poistumiseen ja poikkeustilanteiden viestintään liittyvien järjestelmien suunniteluohje	-	Puomit ennen sisäänajoaukkoja	Puomit ennen sisäänajoaukkoa	Puomit ennen sisäänajoaukkoa	Puomit ennen sisäänajoaukkoa	Puomit on sijoitettu idässä ennen Lehmihaan tunnelia ja lännessä ennen Orosmäen tunnelia.	Puomit ennen sisäänajoaukkoa
	Tietunneleiden LVI-järjestelmät	-						
	Tietunneleiden liikenteen hallinnan palvelut	Liikennevalot ja -puomit suuaukoilla, vaihtuvat tiedotus-opasteet, vaihtuvat nopeusrajoitukset, keskialueen ylityskohdan sulkupuomi						

			Vuosaaren tunneli	Mestarintunneli	Keilaniemen tunneli	Rantatunneli	Karnaisten tunneli	Liipolan tunneli
Radiolähetyslaitteet pelastuspalveluita varten	Direktiivi	Kaikkiin yli 1 000 m tunneleihin, joissa liikennemäärä on yli 2 000 ajoneuvoa kaistaa kohti	Virve-verkko	Virve-verkko	Virve-verkko	Virve-verkko	Virve-verkko	Virve-verkko. Ei kata tiettyjä huoltotiloja, pelastuslaitoksen hyväksymä poikkeama
	Tietunnelin hallinnointi ja turvallisuutta koskevat määräykset ja ohjeet	Kaikkiin yli 1 000 m tunneleihin riippumatta liikennemäärästä						
	Tietunnelien turvalliseen poistumiseen ja poikkeustilanteiden viestintään liittyvien järjestelmien suunnitteluohje	Virve-verkko kaikkiin yli 1 000 m tunneleihin, lyhyemmissä mittauksin todettava verkon toimivuus kaikissa tiloissa						
	Tietunneleiden LVI-järjestelmät							
	Tietunneleiden liikenteen hallinnan palvelutasot							

5

			Vuosaaren tunneli	Mestarintunneli	Keilaniemen tunneli	Rantatunneli	Karnaisten tunneli	Liipolan tunneli
Radiokanavien lähetysten katkaiseminen hätäviestien antamista varten	Direktiivi	Kaikkiin tunneleihin, joissa on valvontakeskus	Radiokuuluvuus varmistettu tunnelissa ja käytetyt kanavat esitetty opasteissa ennen tunnelia	Radiokuuluvuus varmistettu tunnelissa	Radiokuuluvuus varmistettu tunnelissa	Radiokuuluvuus varmistettu tunnelissa	Radiokuuluvuus varmistettu tunnelissa ja käytetyt kanavat esitetty opasteissa ennen tunnelia	Radiokuuluvuus varmistettu tunnelissa
	Tietunnelin hallinnointi ja turvallisuutta koskevat määräykset ja ohjeet							
	Tietunnelien turvalliseen poistumiseen ja poikkeustilanteiden viestintään liittyvien järjestelmien suunnitteluohje							
	Tietunneleiden LVI-järjestelmät							
	Tietunneleiden liikenteen hallinnan palvelutasot							

			Vuosaaren tunneli	Mestarintunneli	Keilaniemen tunneli	Rantatunneli	Karnaisten tunneli	Liipolan tunneli
Kuulutusjärjestelmä	Direktiivi	Kovaääniset kaikissa tiloissa, joissa evakuoitavat joutuvat odottamaan ennen ulospääsyä tunnelista						
	Tietunnelin hallinnointi ja turvallisuutta koskevat määräykset ja ohjeet	Yli 1 000 m tunneleissa, joissa evakuoitavat joutuvat odottamaan ennen ulospääsyä tunnelista						
	Tietunnelien turvalliseen poistumiseen ja poikkeustilanteiden viestintään liittyvien järjestelmien suunnitteluohje	Pakollinen kaikissa yli 1 000 m tunneleissa, lyhyemmissä arvioidaan kohdekohtaisesti.	Kovaääniset tunneli-putkissa ja yhdyskäytävissä	Kovaääniset tunneli-putkissa ja yhdyskäytävissä	Kovaääniset tunneli-putkissa ja yhdyskäytävissä	Kovaääniset tunneli-putkissa ja yhdyskäytävissä	Kovaääniset tunneli-putkissa, yhdyskäytävistä ei ole mainintaa tunnelin turvallisuusasiakirjassa	Kovaääniset tunneli-putkissa ja yhdyskäytävissä
	Tietunneleiden LVI-järjestelmät							
	Tietunneleiden liikenteen hallinnan palvelutasot							

			Vuosaaren tunneli	Mestarintunneli	Keilaniemen tunneli	Rantatunneli	Karnaisten tunneli	Liipolan tunneli
<b>Varaenergiasyöttö</b>	Direktiivi	Kaikissa tunneleissa on oltava varavoimanlähde, jolla voidaan varmistaa tunnelin evakuoinnin kannalta välttämättömien turvallisuuslaitteiden toiminta siihen saakka, että kaikki tunnelin käyttäjät ovat poistuneet tunnelista						
	Tietunnelin hallinnointi ja turvallisuutta koskevat määräykset ja ohjeet	Tunneleissa on oltava varavoimalähde, jolla voidaan varmistaa tunnelin evakuoinnin kannalta välttämättömien turvallisuuslaitteiden toiminta siihen saakka, että kaikki tunnelin käyttäjät ovat poistuneet tunnelista.						
	Tietunnelien turvalliseen poistumiseen ja poikkeustilanteiden viestintään liittyvien järjestelmien suunnitteluohje	Tunnelin sulkemisen ja evakuoinnin kannalta välttämättömien turvallisuuslaitteiden toiminta on varmistettava siihen saakka, että kaikki tunnelin käyttäjät ovat poistuneet tunnelista. Varavoimalähde voi olla joko varavoimakone tai riittävän suuret akustot (UPS).	Varavoimakone sekä UPS-varmennus	Varavoimakone sekä UPS-varmennus	Varavoimakone sekä UPS-varmennus	Varavoimakone sekä UPS-varmennus	Varavoimakone sekä UPS-varmennus	Varavoimakone sekä UPS-varmennus
	Tietunneleiden LVI-järjestelmät	Tietunneli, joka varustetaan koneellisella savunpoistojärjestelmällä, varustetaan myös varavoimalähteellä (varavoimakone tai toinen sähköliittymä eri muuntopiiristä). Riskianalysissä selvitetään, onko toinen sähköliittymä eri muuntopiiristä hyväksyttävissä varavoimalähteeksi.						
	Tietunneleiden liikenteenhallinnan palvelutasot							

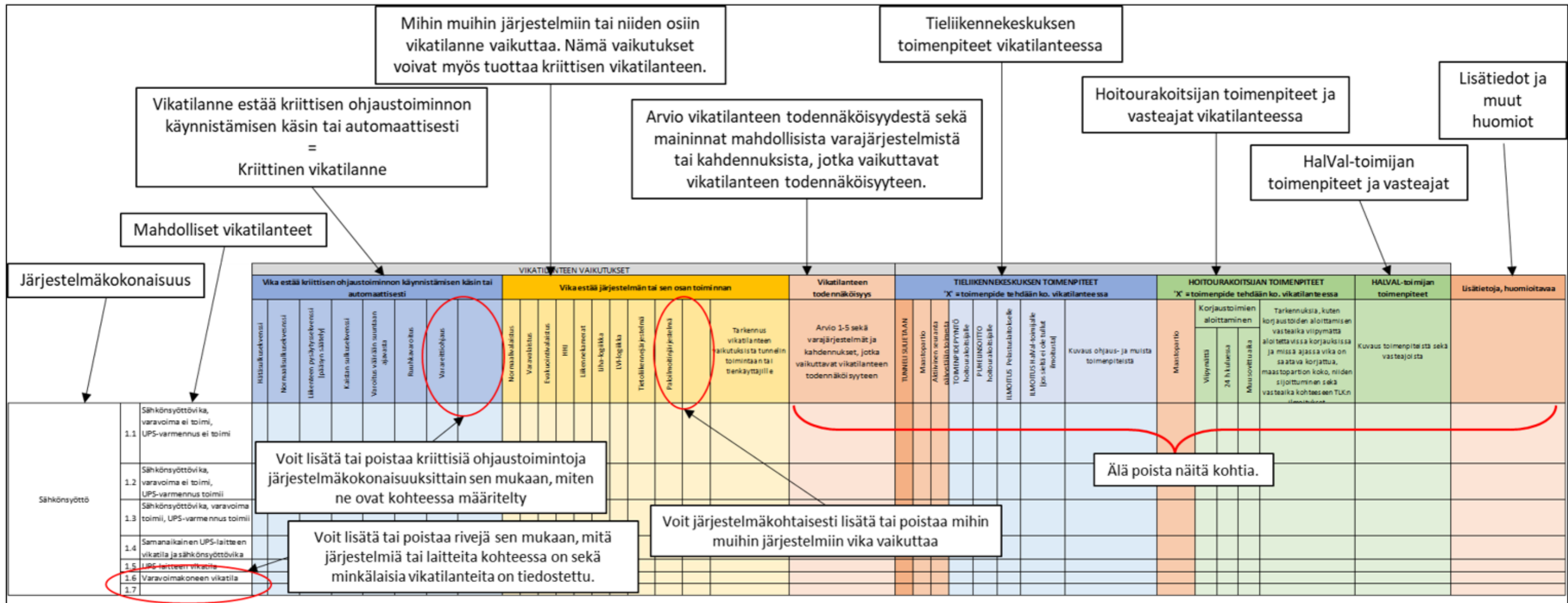


Liite 3: Työn tuloksena laadittu vikatilannetaulukkopohja

Taulukon käyttöohje

Tietunnelin turvallisuusasiakirjan liite 6.4A  
Tietunnelin teknisten vikatilanteiden tarkastelu

Tietunnelin turvallisuusasiakirjojen laadinta (LO 09/2018) -ohjeen mukaisesti tulee tietunnelin suunnitteluvaiheessa toteuttaa vikatilannetarkastelu, jonka pohjana tämä taulukko toimii.



**Järjestelmäkokonaisuudet:**

- Sähkönsyöttö
- Tietoliikenne
- Valaistus
- Palo- ja turvajärjestelmät
- Savunpoisto / Ilmanvaihto
- Liikenteenseuranta
- Liikenteenhallinta
- Kuivatusjärjestelmät
- Muut järjestelmät

Voit lisätä ja poistaa vikatilanteita järjestelmäkokonaisuuksittain sen mukaan, mitä järjestelmiä kohteessa on ja mitä vikatilanteita on tiedostettu.

**Vikatilanteiden vaikutukset:**

- Vika estää kriittisen ohjaustoiminnon käynnistämisen käsin tai automaattisesti

Kriittiset ohjaustoimenpiteet tulee määritellä tunnelikohtaisesti. Voit lisätä ja poistaa toimenpiteitä. Mikäli vika vaikuttaa johonkin kriittiseen ohjaustoimenpiteeseen, merkitse sen kohdalle 'X' tai tarvittaessa kirjaa vaikutukset ruutuun. Mikäli vikatilanne estää jonkun toisen järjestelmän toiminnan kokonaan tai osittain, kirjaa vaikutukset järjestelmittäin. Voit lisätä tai poistaa järjestelmiä, joihin vikatilanne vaikuttaa. Kirjaa muut huomiot viimeiseen ruutuun. Vikatilanteen todennäköisyys voidaan arvioida alla olevan taulukon perusteella. Kirjaa lisäksi mahdolliset kahdennukset tai varajärjestelmät, jotka vaikuttavat vikatilanteen todennäköisyyteen.

Vian todennäköisyys	
<b>Erittäin yleinen</b> Esiintyy ainakin 10 kertaa vuodessa	5
<b>Yleinen</b> Esiintyy ainakin kerran vuodessa	4
<b>Satunnainen</b> Esiintyy ainakin kerran 10 vuodessa tai esiintyy ainakin kerran teknisen järjestelmän elinkaaren aikana	3
<b>Harvinainen</b> Esiintyy ainakin kerran 50 vuodessa tai esiintyy ainakin kerran rakenteiden elinkaaren aikana	2
<b>Erittäin harvinainen</b> Esiintyy harvemmin kuin kerran 50 vuodessa Teoreettinen, ei tiedetä tapahtuneen	1

**Kompensoivat toimenpiteet:**

- Tieliikennekeskuksen toimenpiteet
- Hoitourakoitsijan toimenpiteet

Tieliikennekeskuksen toimenpiteiden osalta merkitään 'X' vikatilanteessa tehtävien toimenpiteiden kohdalle sekä kirjataan mahdolliset tarkentavat kuvaukset. Hoitourakoitsijan osalta merkitään 'X', jos maastopartio lähetetään kohteeseen sekä miten nopeasti korjaustyöt tulee aloittaa. Lisäksi kirjataan tarkentavia tietoja. HalVal-toimijan osalta kuvataan toimenpiteet sekä vasteajat vikatilanteessa.









