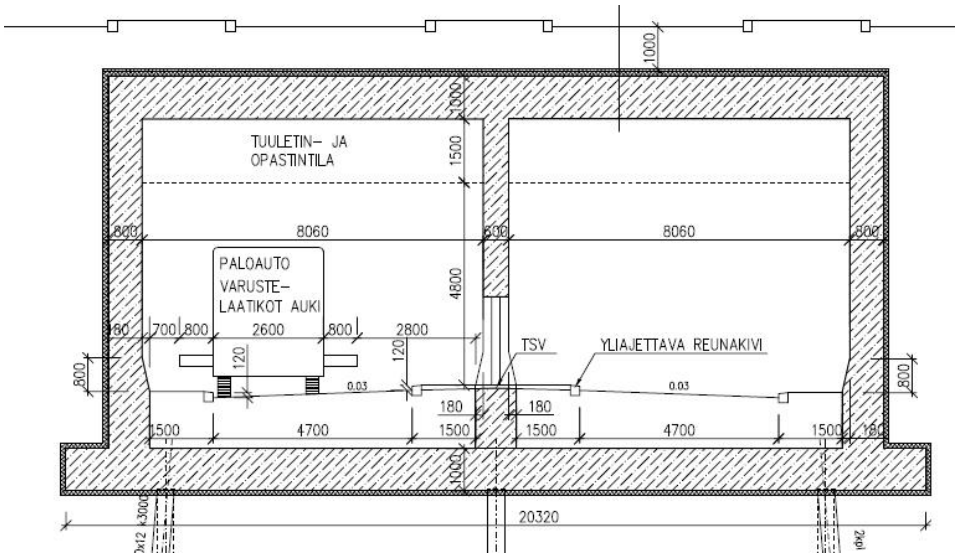
Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto / teknistaloudellinen toimisto

VETURITIEN TUNNELI
HANKESUUNNITELMA

30.11.2012



FUNDATEC OY
TRAFIX OY
L2 PALOTURVALLISUUS OY
INSTAKON OY

SISÄLLYSLUETTELO

SISÄLLYSLUETTELO 2
1 YLEISTÄ 4
2 LÄHTÖAINEISTO 4
3 LIIKENNETEKNINEN TARKASTELU 5
3.1 PERUSTIEDOT 5
3.2 TUNNELIEN SUUAUKKOJEN ALUEET 6
3.3 LIIKENTEELLISET RAJOITTEET 6
4 TUNNELIN KUVAUS 6
4.1 PituusGEOMETRIA 6
4.2 POIKKILEIKKAUS 6
5 TUNNELIN RISKIARVIOINTI 7
5.1 RISKEIHIN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT 7
5.2 Tunnelin poikkileikkauKSEN VAIKUTUS 7
5.3 Tunnelin vaaka- ja pystygeometriaN VAIKUTUS 8
5.4 Lähellä tunnelin suuaukkoa sijaitsevat liittymät 9
5.5 Liikennemäärä ja ruuhkautumisen riski 9
5.6 NopeusrajoituKsEN VAIKUTUS 9
5.7 Vaarallisten aineiden kuljetukset 10
5.8 Asutuksen läheisyys 10
5.9 Tyypilliset vaaratilanteet 10
5.10 Yhteenveto ja johtopäätökset 11
6 POHJAOLOSUHTEET 11
7 POHJARAKENTAMINEN 12
8 RAKENNETEKNINEN TARKASTELU 13
8.1 YLEISTÄ 13
9 PALOTURVALLISUUSTARKASTELUT 14
9.1 YLEISTÄ 14
9.2 ONNETTOMUUKSIEN EHKÄISY 14
9.3 RAKENTEELLINEN PALOTURVALLISUUS 15
9.4 SAVUNPOISTO 15
9.5 POISTUMISJÄRJESTELYT 15
9.6 PELASTUSTOIMINTAA HELPOTTAVAT TOIMENPITEET 15
10 TEKNISET JÄRJESTELMÄT 16
10.1 Ilmanvaihto 16
10.1.1 Lähtökohdat ja mitoitusperusteet 16
10.1.2 Päästöt ja niiden laskenta 17
10.1.3 Ilmanvaihdon mitoitus 18
10.1.4 Savunpoisto 19
10.1.5 Tunnelipuhaltimille asetettavat laatuvaatimukset 20
10.2 Tele- ja turvalaitteet 20
10.2.1 Valintaperusteet ja varustelutaso 20
10.3 Palonsammutus 21
10.4 Kuivatus 21
10.5 Sähköjärjestelmät 22
10.5.1 Sähkönjakelu – yleistä, määräykset 22
10.5.2 20 kV:n jakelu 22
10.5.3 400 V:n jakelu 23

10.5.4 Varavoiman jakelu ... 23
10.5.5 Johdot ja johtojen asennus ... 23
10.5.6 Tunnelin tekniset ja valvomotilat sekä savunpoiston ohjauskaapit ... 23
10.6 Tunnelivalaistus ... 24
10.6.1 Valaistuksen toteutus ... 25
10.6.2 Valaistuksen ohjaus ... 25
10.7 Valvontajärjestelmä ... 25
10.8 Tilavaraukset ... 25
11 PUTKIJOHTOJEN SIIRTOTARVE ... 26
12 VAIHEITTAINRAKENTAMINEN JA TYÖNAIKAISET LIIKENNEJÄRJESTELYT 26
13 TUNNELIN RAKENTAMISAIKA ... 27
14 KUSTANNUSARVIOT ... 28
15 YHTEENVETO ... 29
16 JATKOTOIMENPITEET ... 30
17 LIITTEET ... 31

1 YLEISTÄ

Helsingissä Keski-Pasilan rakentamisen yhteydessä on tarkoitus siirtää Veturitie nykyisen pääradan viereen kulkemaan tornialueen läpi ja yhtyen eteläpäässä nykyisen Veturitien linjaukseen Pasilankadun risteyksen kohdalla.

Aikaisemmissa vaiheissa on tutkittu 4 eri vaihtoehtoista ratkaisua Veturitien rakentamiseksi tunneliin Nordenskiöldinkadun pl 0 ja Keski-Pasilan aloituskorttelin pohjoispuolella olevan paalulukeman pl 925 välisellä alueella.

Tässä tutkittu vaihtoehtoa, jossa tunneliosuus Pasilankadun ja Teollisuuskadun kiertoliittymien välillä ja päättyy keskustakorttelin patoseinään.

Työtä ovat ohjanneet:
Eija Kivilaakso, puheejohtaja, KSV:n teknistaloudellinen toimisto
Peik Salonen KSV:n teknistaloudellinen toimisto
Ville Purma Pasila-Projekti
Harri Verkamo, KSV/liikennesuunnitteluosasto
Jouni Maidell, HKR:n katu- ja puisto-osaston edustaja.

Aku Varsamäki ja Jukka Pöllä Fundatec Oy:stä on toiminut projektipäällikkönä ja vastannut suunnitteluryhmän johtamisesta sekä kohteen kallio-, rakenne- ja geosuunnittelusta.
Rakennesuunnittelun vastuuhenkilö Pasi Loukonen Fundatec Oy:stä.
Projektirymän muut vastuuhenkilöt ovat olleet:
Liikennesuunnittelu, Juho Kero, Trafix Oy
LVIS-suunnittelu, Asko Laune Instakon Oy
Palotekninen konsultointi, Juha-Pekka Laaksonen, L2 Paloturvallisuus Oy

2 LÄHTÖAINEISTO

Tässä työssä on käytetty lähtötietoina edellisen vaiheen raporttia:
Veturitien tunneli, rakennustekninen yleissuunnitelma 19.09.2011, Fundatec Oy, jonka lähtötiedoista on käytetty:

- Kantakarttakooste
- Veturitie plv 0-950 asemapiirros, Sito 29812/1, 14.12.2010
- Veturitie plv 950-1600 asemapiirros, Sito 29812/2, 14.12.2010
- Veturitie plv 0-800 pituusleikkaus, Sito 29812/3, 14.12.2010
- Veturitie plv 800-1600 pituusleikkaus, Sito 29812/4, 14.12.2010
- J-tie plv 0-220 pituusleikkaus, Sito 29812/5, 14.12.2010
- Veturitie plv 0-950 vesihuollon yleisasemapiiros, Sito 29812/6, 14.12.2010
- Veturitie plv 950-1600 vesihuollon yleisasemapiiros, Sito 29812/7, 14.12.2010
- Teollisuuskatu plv 300-950 asemapiirros, Sito 29813/1, 14.12.2010

- Teollisuuskatu plv 274-1000 pituusleikkaus, Sito 29813/2, 14.12.2010
- Teollisuuskatu vesihuollon yleisasemapiiros, Sito 29813/3, 14.12.2010
- Veturitien silta kielekkeen yli, Sito 29812/403...409
- Veturitien kaukalo Ve3, KSV, 22.2.2011
- Veturitien kaukalo Ve3 pituusleikkaus, KSV
- Veturitien kaukalo Ve3 poikkileikkaukset, KSV

Linjaus, tasaus ja liikennemäärät perustuvat KSV/Liikennesuunnitteluosaston toimittamiin lähtöarvoihin:
Veturitien linjaus ja tasaus. piirustus Veturitie_pit_121025.dwg (sähköposti 26.10.2012, Harri Verkamo)
Liikennemäärät, sähköpostit 26.10.2012, uudet määrät 30.11.2012, Harri Verkamo

Vesihuollon tarkastelu perustuu piirustukseen:
Pasilan tornialue, vesihuolto, sähköposti 27.11.2012, Peik Salonen

Työn aikana on ollut käynnissä Teollisuuskadun suunnittelu sekä Keskustakorttelin kilpailu Pasila One, jonka suunnitteluratkaisuista ei työn aikana ole ollut käytettävissä tietoja.

Lisäksi on käytetty:
Tiehallinto, Tietunnelin suunnitteluohje, luonnosversio 0.92./12.1.2005

Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 66/2008: Tietunnelien hoito- ja ylläpitokustannukset (kesäkuu 2008)

3 LIIKENNETEKNINEN TARKASTELU

3.1 PERUSTIEDOT

Väylän tunneliosuudet muodostuvat kahdesta yksikaistaisesta tunnelista, jossa vastakkaiset ajosuunnat on erotettu toisistaan betoniseinällä. Tunnelissa ei ole liittymiä. Nopeusrajoitus tunnelissa on 50 km/h. Liikennemäärät tunnelissa ovat v. 2030 ennusteen mukaan tunnelin vuorokausiliikennemäärä pohjoiseen 12 000 ajoneuvoa. ja etelään 13 900 ajoneuvoa. Ruuhkahuipun määrä on 1300 ajoneuvoa/tunti/suunta.

1-ajokaista välittää kyseisen liikennemäärän hyvällä tai tyydyttävällä tasolla eli tunnelien läpi ajava liikenne ei liikennemäärän vuoksi pääse ruuhkaantumaan.

Tässä selvityksessä ei ole tarkasteltu tunnelien ulkopuolisen liikenneverkon ja liittymien (Pasilankadun, Nordenskiöldinkadun ja Rautatieläisenkadun liittymät) liikenteen välityskykyä ja tunnelien ulkopuolisen verkon mahdollisesta ruuhkaantumisesta aiheutuvia jonoutumis- ym. haittoja tunneleihin.

3.2 TUNNELIEN SUUAUKKOJEN ALUEET

Tunnelin suuaukot sijoittuvat tunnelin päiden yläpuolella olevan kadun kaistojen väliin. Tunnelista väylä jatkuu kaukalossa, jonka pituuskaltevuus on eteläpäässä 5 % ja pohjoispäässä 6 %.

Tunnelin suuaukoille tulee liikennevalot ja puomijärjestelmät, joiden avulla tunneli suljetaan tarvittaessa ja liikenne ohjataan kiertoliittymiin johtaville rampeille. Tunneliin tulee liikenteen ohjausjärjestelmä. Tunnelin lähestymisalueille tulee infotaulut, joiden avulla autoilijoille tiedotetaan mahdollisista liikennerajoituksista tunnelissa.

3.3 LIIKENTEELLISET RAJOITTEET

Tunnelia ei saa käyttää:

- nestekaasubussit
- vaarallisten aineiden kuljetukset
- ylikorkeat yms. erikoiskuljetukset
- kevyt liikenne

Kaikki edellä mainittu liikenne johdetaan muita reittejä pitkin.

4 TUNNELIN KUVAUS

4.1 PITUUSGEOMETRIA

Kaukaloiden ja tunnelin yhteispituus on 461 m, tunnelin kaltevuus 2 ‰ ja tunnelin ulkopuolisten luiskien (kaukalorakenne) kaltevuus eteläpäässä 5 %. ja pohjoispäässä 6 %. Tunnelin tasausviivan alin kohta on n. +8,57

Eteläpäässä on n. 117 m pitkä kaukalorakenne ja tunneli alkaa Pasilankadun kiertoliittymän eteläreunasta. Pohjoispäässä tunneli liittyy keskustakorttelin kaivantoon. Tunnelin suuaukko sijoittuu Teollisuuskadun kiertoliittymän eteläreunan sisäkaarteeseen ja jatkuu 80 m pitkänä kaukalorakenteena kiertoliittymän alitse keskustakorttelin reunaan, joista se jatkuu korttelin alitse ja nousee sen jälkeen maanpintaan kaukalorakenteena. Koska keskustakorttelin suunnittelusta on käynnissä kilpailu, on tässä suunnitelmassa tutkittu tunnelia vain keskustakorttelin patoseinään asti.

4.2 POIKKILEIKKAUS

Tunnelin poikkileikkausmitat ovat: ajorata 4,7 m (reunakivien välinen alue, yksi ajokaista / tunnelipuolisko), pientareet molemmin puolin 1, 5 m ja seinämän viistetyn osuuden mitta 0,18 m. Tunnelipuoliskon kokonaisleveys on 8,060 m. Vapaa korkeus on 4,8 m ja tunnelin katon ja em. va-

paan korkeuden välissä on 1,5 m tilaa puhaltimille, liikenteen ohjauslaitteille yms.

Poikkileikkausta on mitoitettu palo- ja pelastusviranomaisten tarpeiden mukaiseksi siten, että paloauto voi pysähtyä tunnelissa ja silti tunnelin ajoneuvoliikenne voi yhdellä kaistalla ohittaa paloauton. Mitoituksessa on huomioitu paloauton sivulta avautuvien varustelaatikoiden mitat. Tunnelin eteläpäässä on betonitunnelin alussa on n. etelään suuntautuvassa tunnelissa n. 30 m m pitkä osuus ja pohjoiseen suuntautuvassa tunnelissa n. 50 m pitkä osuus, jossa tunneli on kapeampi. Tämä kohta on käyty lävitse pelastuslaitoksen kanssa.

5 TUNNELIN RISKIARVIOINTI

5.1 RISKEIHIN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Tunnelin riskiarvioinnin tavoitteena on tunnistaa turvallisuuden kannalta kriittiset tunnelijärjestelmän osat ja ominaisuudet.

Tunnelin turvallisuuteen vaikuttavat mm. seuraavat kriittiset tekijät:

- tunnelin poikkileikkaus
- tunnelin vaaka- ja pystygeometria
- lähellä tunnelin suuaukkoa sijaitsevat liittymät
- liikennemäärä ja ruuhkautumisen riski
- nopeus
- liikennemäärä ja liikenteen koostumus
- vaarallisen aineiden kuljetukset
- asutuksen läheisyys

Veturitien tunnelin riskiarviointia varten seuraavaan on koottu keskeiset kriittiset ominaisuudet. Tunnelin ominaisuuksia ja liikenteellisiä tekijöitä on arvioitu sanallisesti.

5.2 TUNNELIN POIKKILEIKKAUKSEN VAIKUTUS

Veturitien tunneli muodostuu kahdesta yksikaistaisesta tunneliputkesta, jossa vastakkaiset ajosuunnat on erotettu toisistaan betoniseinällä. Kaukalo-osuuksilla vastakkain kulkevat ajosuunnat on erotettu toisistaan korotetulla erotuskaistalla ja betonikaiteella. Tämä tarkoittaa, että kohtaamisonnettomuuksia ei vastakkaisen ajosuunnan kanssa pääse tapahtumaan. Samoin yhden ajosuunnan ruuhkautuminen tai mahdolliset häiriöt eivät vaikuta samalla tavalla toiseen puoleen kuin tunnelissa, jos vastakkaiset ajosuunnat kulkevat samassa tunneliputkessa.

Tunneliputket ovat 8060 mm leveitä. Ajoradat on mitoitettu 4700 mm leveiksi. Tunneliin on suunniteltu yliajettavat reunakiveykset (1500 mm kummallakin puolella ajorataa), jotka mahdollistavat pysähtyneen ajoneuvon ohittamisen (myös paloautojen tilanvaraus on huomioitu tunnelin mitoituksessa). Yliajettavan reunakiven avulla voidaan osaltaan ehkäistä onnettomuuksia, koska se ohjaa liikennettä kulkemaan oikealla ajoradal-

la paremmin kuin pelkät ajoratamerkinnät. Samalla saadaan paremmin osoitettua, että poikkileikkauksen liikennetila on tarkoitettu vain yhdelle ajoneuvolle kerrallaan.

Kaukaloiden ja tunnelien ajettavuutta ja sitä kautta myös turvallisuutta voidaan parantaa informatiivisella opastuksella sekä valaistuksella. Näiden toiminnan edellytyksenä on kuitenkin myös tunnelien jatkuva seuranta kameravalvontajärjestelmien avulla. Valvontajärjestelmää tarvitaan myös onnettomuustilanteiden havaitsemiseen ja hallintaan.

Tunnelin teknisten tilojen ja pumppaamon edusta on varustettu erillisillä huoltotaskuilla, jotka on mitoitettu 12 metriselle kuorma-autolle. Taskujen mitoituksessa (syvyys 4,5 m) on huomioitu, että ajoneuvot mahtuvat reilusti huoltotaskuun aiheuttamatta häiriötä ohiajavalle muulle liikenteelle. Lisäksi huoltotaskun pituus sallii kiihdyttämisen eli muuhun liikenteeseen ei tarvitse liittyä paikaltaan.

5.3 TUNNELIN VAAKA- JA PYSTYGEOMETRIAN VAIKUTUS

Tunneliosuudelle sattuvien kaarteiden (2 kpl) kaarresäde (R) on 150 m. Ajoradoille on mahdollista tehdä yksipuolinen sivukaltevuus (4 %), jolloin päästään hyvään toimivuuteen 50 km/h mitoitusnopeudella.

Tunnelin kaltevuus on 0,2 %. Suurimmat pituuskaltevuudet (5 % tunnelin eteläpuolella = hyvää tasoa linjaosuudella ja 6 % tunnelin pohjoispuolella = tyydyttävää tasoa linjaosuudella) sattuvat varsinaisen tunneliosuuden ulkopuolelle betonikaukalo-osuuksille.

Tunnelidirektiivin mukaan yli 5 %:n pituuskaltevuutta ei sallita uusissa tunneleissa. Sen sijaan pituuskaltevuuden ollessa yli 3 % turvallisuuden varmistamiseksi tarvitaan mahdollisesti lisätoimenpiteitä, koska suuriin pituuskaltevuuksiin on arvioitu liittyvän selviä riskejä. Mm. pysähtyneiden ajoneuvojen ja onnettomuuksien määrän on todettu olevan suurempi tunneleissa, joissa on suuria pituuskaltevuuksia. Etenkin ylämäissä tapahtuu ajoneuvojen rikkoutumisia ja ajoneuvorikkojen on puolestaan arvioitu johtavan suurempaan määrään ajoneuvopaloja. Onnettomuuksien osalta riskit liittyvät erityisesti nopeuksiin, sillä etenkin raskailla ajoneuvoilla nopeudet kasvavat herkästi alamäissä ja hidastuvat puolestaan ylämäissä.

Katuosuuden suurimmat pituuskaltevuudet sijoittuvat kuitenkin tunnelin ulkopuolelle, jolloin voidaan olettaa, että pituuskaltevuuteen liittyvät ongelmat etenkin raskaan liikenteen osalta sijoittuvat tunnelin molemmin puolin eikä itse tunneliin. Kaukalo-osuuksilla tapahtuvat raskaan liikenteen häiriöt voivat kuitenkin näkyä häiriönä myös itse tunnelissa.

5.4 LÄHELLÄ TUNNELIN SUUAUKKOA SIJAITSEVAT LIITTYMÄT

Veturitien tunneli sijaitsee Pasilassa Teollisuuskadun kiertoliittymän ja Pasilankadun kiertoliittymän välissä. Tunnelin eteläpuolella lähin katuliittymä tasossa on Nordenskiöldinkadun liikennevaloliittymä noin 200 metrin päässä betonikaukaloiden alkukohdasta. Pohjoisessa lähin liittymä tasossa on noin 200 metrin päässä sijaitseva Maistraatinportin jatkeen valoliittymä. Ennen tunnelin suuaukkoja on eritasoliittymät Teollisuuskadun ja Pasilankadun kiertoliittymiin.

5.5 LIIKENNEMÄÄRÄ JA RUUHKAUTUMISEN RISKI

Liikennemäärät tunneliosuudella ovat v. 2030 ennusteen mukaan 12 000 ajoneuvoa vuorokaudessa pohjoiseen ja 13 900 ajoneuvoa etelään. Tämä tarkoittaa yhden suunnan / kaistan liikennemääränä noin 1300 ajoneuvoa/h. Kaupunkikeskustoissa raskaan liikenteen osuus on tyypillisesti 5–7 %, joten tunnelivaihtoehdon raskaan liikenteen osuuden on oletettu olevan siten myös 5–7 %. 1-ajokaista välittää kyseisen liikennemäärän tyydyttävällä tai välttävällä tasolla eli tunnelin läpiajavaliikenne ei tunneliosuuden liikennemäärän vuoksi pääse ilman häiriötä ruuhkautumaan.

Nordenskiöldinkadun ja Rautatieläisenkadun valoliittymät ruuhkautuvat ajoittain ja häiriö saattaa näkyä myös Veturitiellä. Tunneliosuuksilla ei sallita seisovaa ruuhkaa, joten Veturitien tunneliosuus tulee varustaa ruuhkan- /häiriönhallintajärjestelmällä, jolloin Veturitielle saapuvien ja sieltä poistuvien autojen määrää voidaan hallita liittymien liikennevalo-ohjauksella. Valo-ohjauksella voidaan estää jonoja kasvamasta tunneliin saakka. Tämä tarkoittaa, että tunnelin suunnasta tulevia suuntia on suosittava molempien liittymien valo-ohjauksessa, jolloin liittymien muiden suuntien odotusajat pitenevät. Vastaavasti tunneliosuudelle johtavia ajosuuntia voidaan rajoittaa.

Muun häiriön kuten onnettomuuden sattuessa tunnelissa, voidaan valoliittymissä estää ohjaus kokonaan tunneliosuudelle. Eli valoliittymät toimivat tärkeänä osana tunnelin ruuhkan- ja häiriönhallintajärjestelmää.

5.6 NOPEUSRAJOITUKSEN VAIKUTUS

Nopeusrajoitus Veturitien tunnelissa on 50 km/h eli sama kuin ympäröivällä katuverkolla. Tunnelin mitoitusnopeutena on käytetty 50 km/h. Tunnelin nopeusrajoitus on varsin alhainen, minkä voidaan arvioida alentavan onnettomuusriskiä tunnelissa. Ajonopeudet vaikuttavat merkittävästi onnettomuuksien määrään ja seurausten vakavuuteen.

Osana ruuhkan- ja häiriönhallintahallintajärjestelmää Nordenskiöldinkadun ja Maistraatinportin jatkeen välinen osuus voidaan varustaa myös muuttuvilla nopeusrajoitusmerkeillä ja tiedotusopasteilla, joilla paitsi hallitaan ruuhkaa myös vähennetään onnettomuusriskiä.

5.7 VAARALLISTEN AINEIDEN KULJETUKSET

Tunnelissa ei sallita vaarallisten aineiden kuljetuksia, vaan ne on ohjattava kiertämään Veturitien tunneliosuus muualta.

5.8 ASUTUKSEN LÄHEISYYS

Tunneli sijaitsee asutuksen keskellä. Keskustakorttelin kohdalla tunneli sijoittuu korttelin sisälle ja korttelin rakenteissa on otettava huomioon niiden palosuojaus.

5.9 TYYPILLISET VAARATILANTEET

Tunneleiden tyypillisiä vaaratilanteita ovat onnettomuudet, tulipalot ja pysähtyneet ajoneuvot. Lisäksi Veturitien tunnelissa vaaratilanteita voi aiheuttaa liikenteen ruuhkautuminen, asiaton oleskelu, jalankulkija tai pyöräilijä tunnelissa.

On arvioitu, että onnettomuuksien määrä tunnelin keskellä on samaa luokkaa kuin vastaavalla tieosuudella. Sen sijaan tunnelin suuaukoilla onnettomuusriski on muuttuvien olosuhteiden (valaistus jne.) takia kohonnut. Tunnelin keskellä tapahtuvien onnettomuuksien seuraukset ovat useimmiten kuitenkin vakavimmat. Lyhyissä tunneleissa suuaukkojen vaikutus korostuu. Tarkasteltavan tunnelivaihtoehdon osalta onnettomuusasteen voidaan arvioida olevan samaa luokkaa kuin ympäröivällä katuverkolla.

Tunneleissa syttyvät tulipalot ovat merkittävä riski. Tulipalosta syntyvä savu vaarantaa tunnelin käyttäjien turvallisuuden ja terveyden. Kuumuus puolestaan vahingoittaa rakenteita ja laitteita. Tulipalon seurauksena tunneli saatetaan joutua sulkemaan pitkäksikin aikaa. Eurooppalaiset tilastot osoittavat, että tunneleissa ajoneuvopaloja tapahtuu noin 0,05 kpl miljoonaa ajoneuvokilometriä kohden. Tämän mukaan Veturitien tunnelissa tapahtuisi noin 0,14 ajoneuvopaloa vuodessa (vuoden 2030 ennusteliikennemäärällä).

Pysähtyneiden ajoneuvojen määrän tunneleissa on yleisesti arvioitu olevan 5–12 kpl miljoonaa ajoneuvokilometriä kohden. Tosin jotkin seurantatiedot osoittavat arvion olevan jonkin verran yläkanttiin. Edellä esitettyä arviota käyttäen vuoden 2030 ennusteliikennemäärällä Veturitien tunneliin pysähtyisi 14 - 34 kpl ajoneuvoa vuodessa. Tunneliin pysähtyvien ajoneuvojen määrään vaikuttaa mm. tunnelin profiili (suuret pituuskaltevuudet). Ajoneuvojen pysähtymisten yleisimmät syyt ovat moottorin sammuminen ja polttoaineen loppuminen.

Yksikaistaisessa tunnelissa ongelmia saattaa aiheuttaa esimerkiksi kaistalle pysähtynyt ajoneuvo. Vaikka tunnelin reunakorokkeet on suunniteltu yliajettavaksi, tilanne vaatii aina liikenteen ohjausta ja häiriöstä tiedot-

tamista. Lisäksi tunneliosuudelle tulisi määrittää kiertotie, jolle liikenne ohjataan, mikäli tunneli joudutaan sulkemaan onnettomuuden, tulipalon, pysähtyneen ajoneuvon takia tai vaikka huoltotyön ajaksi.

5.10 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Veturitien tunnelivaihtoehdon merkittävimmät riskit liittyvät asutuksen läheisyyteen, liikennemäärään, liikenteen häiriöherkkyyteen (ruuhkan hallinta, kiertotiet), läheisten valo-ohjattujen liittymien jonoutumiseen sekä tunnelin suuaukkojen betonikaukaloiden suurehkoon pituuskaltevuuteen. Toisaalta useat tunnelin ominaisuudet kuten tunnelin lyhyt pituus, sijainti lähes suoralla osuudella, alhainen nopeusrajoitus ja raskaan liikenteen alhainen osuus lisäävät turvallisuutta ja pienentävät siten riskiä. Lisäksi tunnelissa ei ole vaarallisten aineiden kuljetuksia, mikä poistaa seurauksiltaan erittäin vakavat tapahtumat. Lisäksi juuri häiriöherkkyyteen liittyvien riskien todennäköisyyteen voidaan vaikuttaa liikennevalo-ohjauksen toiminnoilla, ruuhkan- ja häiriönhallintajärjestelmillä sekä tunnelitelematiikalla (mm. tiedotusopasteet). Tunneliin johtava liikenne on myös tunnelissa sattuvan häiriö- tai onnettomuustilanteen sattuessa mahdollista estää ja ohjata liikennevalo ja puomilaittein ennen tunneli suuaukkoa kiertoliittymien rampeille ja muualle katuverkolle.

6 POHJAOLOSUHTEET

Veturitien tunnelin kohdalla on tehty eri vuosina runsaasti pohjatutkimuksia. Pohjatutkimukset ovat käsittäneet paino-, heijari-, porakone ja siipikairauksia. Osassa porakonekairauksia on kallion pinta varmistettu kallioporauksella.

Tarkempaa suunnittelua varten pohjatutkimuksia on täydennettävä Pasilan sillan eteläpuolisella alueella.

Tehtyjen tutkimuksien mukaan maanpinta suunnittelualueella on vanhan ratapihan alueella noin +15,0. Maanpinta nousee tasolle +16,4 tultaessa ratapihan alueelta Pasilankadun risteykseen ja laskee Nordenskiöldinkadulle päin ollen Nordenskiöldinkadun risteyksessä tasolla noin +10,0.

Vanhan ratapihan alueella ylimpänä on 2...6 m paksu ratarakenne- ja täyttökerros. Täyttökerros sisältää paikoin louhetta. Täyttökerroksen alapuolella on enimmillään 13 m paksuinen savikerros, jonka pintaosassa on paikoin turvetta. Savikerroksen alapuolella on löyhästä keskitiiviiseen vaihteleva kiviä sisältävä kerros silttiä, hiekkaa ja moreenia. Näiden alapuolella on kallion päällä tiivis moreenikerros. Kallion pinta on syvimmillään tasolla -12,5.

Vanhan ratapihan ja Nordenskiöldinkadun välisellä alueella kallion pinta on osittain näkyvissä nykyisen ajoradan vieressä.

Pohjavesi alueella on mittausten mukaan vaihdellut pääosin tasojen n. +13,1...+14,6 välillä. Korkeimmat havainnot ovat tasolla +14,9. Pohjaveden virtaussuunta alueella on pohjoisesta etelään. Orsivesi alueella on vaihdellut pääosin tasojen +13,0...+14,5 välillä. Rakentamisella ei saa muuttaa olemassa olevia pohjavesiolosuhteita työnaikaisesti, eikä pysyvästi.

Pohjaveden virtaustila tulee säilyttää sellaisena, että pohja- ja orsivesi pääsevät vapaasti kulkeutumaan Veturitien puolelta toiselle. Keskustakorttelin alueen lävitse virtaavan pohjaveden määrä on n. 11 litraa/s, mikäli kaikki pohjavesi Keski-Pasilan alueella imeytyisi pohjavedeksi. Keskustakorttelin ja tunnelin välisellä alueella muodostuvan pohjaveden määrä on n. 1 litra/s. Tällöin tunnelin kohdalla virtauksen tulee olla n. 12 litraa/s.

7 POHJARAKENTAMINEN

Veturitien tunneli joudutaan rakentamaan tukiseinien avulla tuettuun kaivantoon. Tukiseinien pitää olla niin tiiviitä, että pohjavesi alueella ei laske työn aikana. Tukiseinät on suunniteltu tehtäväksi ulospäin ankkuroituna teräsponttiseinänä, teräsponttien alapään ja kallion välinen osuus tiivistetään suihkupaalutekniikalla. Eteläpään kaukalon alueen tukiseinät mitoitetaan siten, että ne kestävät vieressä kulkevan liikenteen mahdollisesti aiheuttamat törmäyskuormat.

Kaivannossa oleva vesi pumpataan saostusaltaiden kautta alueelta etelään johtaviin sekavesiviemäreihin. Toinen viemäreistä on rahapihan itäreunalla ja siihen johdetaan kaivannon itäosan vedet. Kaivannon länsiosan vedet johdetaan nykyiseen Veturitien ja Toranlinnan välissä kulkevaan sekavesiviemäriin. Työmaa-alueiden varauksissa on otettava huomioon saostusaltaiden vaatimat tilat.

Painetasoa kaivannossa olevan savikerroksen alapuolelta on imukärjillä pienennettävä niin, että ei ole kaivannon pohjan nousun vaaraa.

Valmiin tunnelin ulkopuolelle rakennetaan järjestelmä, joka varmistaa pohjaveden virtaamisen tunnelin puolelta toiselle.

Mikäli vedenpintojen ero tunnelin eri puolilla on 2 cm, niin kyseisen vesimäärän siirtämiseen tunnelin toiselle puolelle tarvitaan n. 350 mm putki. Koska pohjaveden muodostumisnopeus vaihtelee vuodenaikojen mukaisesti, on virtausmäärä keväällä ja syksyllä suurimmillaan. Järjestelmä voidaan tehdä esim. tunnelin molemmin puolin rakennettavin salaojiin, jotka johdetaan n. 20 … 30 m välein oleviin kaivoihin, jolloin pohjavedenpinta saadaan pysymään tunnelin pohjoispuolella tasaisena ja eteläpuolelle tasainen imeytyminen tunnelin reunassa. Tunnelin eripuolilla sijaitsevat vastakkaiset kaivot yhdistetään toisiinsa tunnelin alapuo-

lella kulkevilla d = 200 mm yhdysputkilla. Periaatekuva pohjaveden johtamisesta tunnelin toiselle on piirustuksessa FT315.54.

8 RAKENNETEKNINEN TARKASTELU

8.1 YLEISTÄ

Tunnelit tehdään paikallavalurakenteina ja jaetaan liikuntasaumoilla osiin. Tunnelit ovat osittain paalutettuja ja nostetta vastaan ankkuroituja ja osittain maanvaraisia.

Paaluina käytetään Porapaaluja d406,4 mm. Ankkurointi tehdään porapaalujen läpi. Paalupituus on enimmillään 20 m.

Tunnelirakenteissa käytettävän betonin luokka on C35/45 LK1.
Betonin rasitusluokat:
- Seinät XD3, XC3, XC4, XF4, P30 vesitiivis
- Katto XD1, XC3, XC4, XF2, P30 vesitiivis
- Pohjalaatta XC2, XD1, XF4 vesitiivis

Rakenteiden palosuojaus tehdään palonkestoajalle R120 ja palokuormana käytetään liikennetunnelissa Runehammarin palokokeiden määräävää palokäyrää HCM tietunneliohjeen mukaan. Liikennetunnelin rakenteellisessa palosuojauksessa voidaan käyttää esim. 50 mm paksua teräsbetonista elementtikuorta. Kuoren betoniin sekoitetaan halkeilun rajoittamiseksi polypropyleenikuituja 4 kg/m3. 50 mm paksu betonikuori, joka on kiinteästi yhteydessä kantavan rakenteen betonirakenteeseen, rajoittaa betonin ja betoniterästen lämpötilan alle +500 ^{o}C asteeseen (tietunnelin suunnitteluohje sivu 52), jolloin suojabetonipaksuudet voivat olla RakMk B4:n paloteknisen taulukkomitoituksen mukaiset. Poikkileikkauksissa esitetyt rakennevahvuudet sisältävät palosuojauskerrokset.

Rakenteiden mitoituskäyttöikä on 100 v. Rakenteet on mitoitettu liikennekuormille Lk1/Ek1.

Pohjalaatan päälle on varattu tilaa n. 1,2...1,7 m kadun rakennekerroksille ja kadun alla kulkevalle tekniikalle ja kannen päälle 1 m.

Kiertoliittymien päälletulevien maisemakartioiden rakenne on: Kantava esikorotettu palkisto HE1000A k2500, kartioiden sisärunkoristikko HE160A pystyyn k1000 ja vaakaan HE160A k1000, verhoiluna hitsattu teräslevy paksuus 5 mm. Teräs S355 J2G3. Kaikki osat kuumasinkitty ja maalattu. Palkistot ja ristikot palosuojataan ja rakenteeseen tehdään valumavesien poisjohtamista varten kourut tms. rakenteet.

Tunnelin alimpaan kohtaan rakennetaan pumppaamo ja keräysallas.

Kiertoliittymien kohdalla seinärakenteet seuraavat kiertoliittymien muotoja. Näissä kohdissa on kaiteella tai muulla tavalla estettävä ajoneuvon törmääminen betoniseinään.

Tunnelin pohjoispään kaukalorakenne sijoittuu keskustakorttelin alle ja siltä osin kaukalon rakennetekniset ratkaisut riippuvat keskustakorttelin tila- ja rakenneratkaisuista. Näissä ratkaisussa palosuojaus määräytyy keskustakorttelin rakenneratkaisujen perusteella.

Pasilan sillan kohdalla tunneli on sijoitettu siten, että sillä ei vaikutusta nykyisiin sillan perustuksiin. Sillan levityksen perustuksia sijoitettaessa on tunneli otettava huomioon ja perustukset sijoitettava siten, että ne eivät tukeudu tunneliin.

9 PALOTURVALLISUUSTARKASTELUT

9.1 YLEISTÄ

Veturitie on kaupungin keskeinen kulkureitti, joten tavanomaiset paloturvallisuusriskit liittyvät lähinnä liikenneonnettomuuksiin ja/tai ajoneuvojen vikaantumisiin.

Tunneliosuudet luovat pelastustoiminnan kannalta tavanomaista katuosuutta haastavamman toimintaympäristön. Pääsy onnettomuuspaikalle on rajallista ja olosuhteet voivat näissä lähes suljetuissa tiloissa kehittyä niin vaarallisiksi, että pelastustoiminnan suorittaminen vaikeutuu tai jopa estyy.

9.2 ONNETTOMUUKSIEN EHKÄISY

Tunnelin liikenneriskejä on käsitelty kohdassa 5.

Pelastustoiminnan ja onnettomuusriskien hallinnan kannalta on tärkeää, että tunneleihin ei pääse muodostumaan ruuhkaa tai jonoa. Liikenteenohjausjärjestelyiden tulee estää niiden muodostuminen, esimerkiksi tunnelia edeltävien ja tunnelin jälkeisten risteyksien valo-ohjauksien avulla.

Lisävahinkojen estäminen onnettomuustilanteessa on tärkeää. Tieliikenneonnettomuuksissa vahingot saattavat jo vakiintuneessa onnettomuustilanteessa kasvaa, jos takaa ajavat kolaroivat onnettomuusajoneuvoihin tai muun liikenteen kanssa. Tunnelit tulee olla mahdollista sulkea tarvittaessa liikenteeltä. Puomi on tehokkain toimenpide liikenteen estämiseksi ja siten suositeltavin ratkaisu.

Pelastuslaki 2011 uudistumisen yhteydessä yli 100 metriä pitkiin yleisessä käytössä oleviin tunneleihin tulee myös laatia pelastussuunnitelma. Pelastussuunnitelman tarkoitus on ennalta ehkäistä onnettomuuksia sekä selventää kuinka erilaisissa onnettomuustilanteissa tulisi toimia.

Siinä tulisi käsitellä tavanomaisimmat onnettomuustilanteet, toimenpiteet niiden ehkäisemiseksi sekä toiminta-ohjeet varsinaisia onnettomuustilanteita varten.

9.3 RAKENTEELLINEN PALOTURVALLISUUS

Tieliikenteessä tapahtuvista onnettomuuksista ja ajoneuvojen vikaantumisista voi seurata ajoneuvojen tulipaloja. Tunneleiden kantavat rakenteet ovat yleensä luokkaa R 120 (ISO834, standardiaikalämpötilakäyrä). Keskustakorttelin kohdalla oleva kaukalo-osuus kts. kohta 8.1.

Tunnelit on erotettava toisistaan eri palo-osastoiksi, jotta pelastustoiminta on mahdollista viereisestä tunnelista ja poistuminen voidaan järjestää savusta sekä palokaasuista vapaan tunnelin kautta. Palo-osastointi on tehtävä kahden tunnin palonkestoajalle.

9.4 SAVUNPOISTO

Kaikista tunneliosuuksista tulee järjestää savunpoisto. Savunpoisto voidaan toteuttaa impulssipuhaltimin, eli turbiinimoottorin kaltaisten puhaltimien avulla. Puhaltimien tulee toimia molempiin suuntiin. Pelastustoiminnan ja turvallisen poistumisen varmistamiseksi on tunneleiden savunpoisto mitoitettava toimimaan kahteen suuntaan (myös luontaista ilmavirtaa vastaan). Savunpoisto on pelastustoiminnan ja poistumisen kannalta oltava käynnistettävistä myös valvontakeskuksesta.

9.5 POISTUMISJÄRJESTELYT

Tunneliosuuksilta tulee olla mahdollisuus poistua viereiseen savusta ja palosta vapaaseen tunneliin 100 metrin välein sijoitetuin poistumisovien kautta. Tunneleiden välisten poistumisovien eteen tulee asentaa kevytrakenteinen kaide tms. vastaava ihmisten kulkua ohjaava rakenne. Toimenpiteellä voidaan osittain estää ihmisten kulku suoraan toisen tunnelin ajoväylälle, mutta samalla tulee varmistaa että rakenne on riittävän kevyt mahdollisiin liikenneonnettomuuksiin jotta se ei lisää niiden seurauksien suuruutta.

Tunnelit tulee varustaa poistumisreittiopastein ja tarvittavin turvavaloin.

Hätäkuulutusjärjestelmän kuuluvuus ajoneuvojen sisään on rajallinen, tunneleihin tulee lisäksi asentaa riittävät lisäopasteet evakuointia varten. Näitä voivat olla esimerkiksi ohjelmoitavat infotaulut, tehostettu vilkkuva poistumisopastus ja hätäkuulutuslaitteisto/kanava.

9.6 PELASTUSTOIMINTAA HELPOTTAVAT TOIMENPITEET

Tavanomaisten liikenneonnettomuuksien haasteiden lisäksi, tunnelien onnettomuuksissa palokunnan toimintamahdollisuuksia rajoittaa merkit-

tävästi vaarallisten olosuhteiden muodostus. Palokunta toimii pelastustehtävissä savulta ja palolta vapaan tunnelin kautta, eikä aja ajoneuvojaan onnettomuustunnelin sisälle. Eri suuntiin kulkevien tunneleiden palo-osastointi ja savunpoisto ovat tehokkaita ratkaisuja joiden avulla palokunnan onnettomuuspaikan saavutettavuutta ja toimintamahdollisuuksia parannetaan. Lisäksi tunneleiden valvontajärjestelmien kautta saatava tilannetieto on äärimmäisen tärkeää pelastustoiminnan johtajalle. Tunnelit tulee liittää liikennevalvontaan, jotta onnettomuudet havaitaan nopeasti ja onnettomuuspaikka voidaan selvittää tarkemmin.

Tulipalotilanteita varten tunneleissa tulee olla myös riittävät mahdollisuudet sammutusveden saantia varten. Palokunta ei voi tunneleissa tai kaukaloissa järjestää tehokasta vesihuoltoa omien ajoneuvojensa avulla ja maanpinnalla sijaitsevia sammutusveden ottopaikkoja ei voida tunnelien tai kaukaloiden tulipalotilanteissa hyödyntää riittävän hyvin. Tunnelit ja kaukalot varustetaan sammutusvesiputkistolla.

10 TEKNISET JÄRJESTELMÄT

10.1 ILMANVAIHTO

10.1.1 Lähtökohdat ja mitoitusperusteet

Tunnelin osalta ovat tärkeimmät lähtötiedot seuraavat:

- Huipputunnin liikennemäärä on 1300 ajoneuvoa tunnissa pohjoiseen ja 1300 ajoneuvoa etelään. Raskaan liikenteen osuutena on käytetty 8 %.
- Pituus noin 264 m
- Yksikaistaisen tunnelin poikkipinta-ala on 51 m^2 ja sisäpiiri 28,4 m.
- Suurin pituuskaltevuus on 6 % sekä ylös- ja alaspäin.
- Ilmanvaihdon mitoituksessa käytetään ajonopeutta 60 km/h (tunnelin suurin sallittu ajonopeus 50 km/h).
- Kevyttä liikennettä (jalankulku, pyöräily) ei sallita.

Koska tunneli on ns. kaksoistunneli (kummassakin tunneliosuudessa yksisuuntainen liikenne), niin siihen soveltuu käytettäväksi impulssipuhaltimilla aikaansaatava pitkittäisilmanvaihto, joka palvelee myös tehokkaasti savunpoistoa onnettomuustilanteissa.

Tunnelin pohjoisen suuaukon yläpuolella sijaitseva silta jalankulkuväylineen on otettava huomioon poistoilman ulospuhalluksessa. Eräs ratkaisumalli on esitetty RAK-piirustuksissa, joissa tunnelin loppupäähän sijoitettu poistoilmareiät, alustavasti 6 x 1m2 sekä noin 2 metriä korkeat poistoilmapiiput ja huippuimurit 6 x 15m^3/s. Eteläisen suuaukon kohdalla on varaus 5 m^2 (vapaa aukko) poistoilmahormia varten.

Tunnelin pohjoisen ja eteläisen suuaukon vaikutukset ympäristöön tutkitaan Pasilan ilmanlaatuselvityksen yhteydessä.

Puhaltimet mitoitetaan toimimaan ilmoitetulla teholla molempiin puhallus-suuntiin (savunpoistotilanne). Puhaltimia käytetään tunnelin ilmanpitoisuuksien hallintaan ja savunpoistoon. Puhaltimet varusteineen mitoitetaan päästöjen hallinnan ja palotilanteen savunpoistovaatimusten mukaan.

Tunneleiden välissä ei ole yhdystunneleita jolloin hätäpoistuminen tapahtuu suoraan toiseen tunneliin. Poistumisturvallisuus varmistetaan ylipaineistamalla ”puhdas tunneli”. Näin estetään savun virtaus tunnelista toiseen.

10.1.2 Päästöt ja niiden laskenta

Ajoneuvojen päästöt
Ajoneuvojen päästöt on laskettu VTT tiedotteen 2177, Suomen tieliikenteenpakokaasupäästöt mukaisesti käyttäen pääkatujen arvoja. Laskelmissa on huomioitu polttomoottoritekniikan kehittyminen ja sen mukainen ajosuoriteperusteinen päästöjen väheneminen.

Ympäristössä sallitut pitoisuudet
Ympäristössä sallittu $N0_2$-pitoisuuden arvo on Valtioneuvoston päätöksen mukaisesti maksimituntiarvo 150 µg/m³.

Päästölaskennassa saaduille NO_X-määrille on ilmanvaihdon mitoitusta varten arvioitava NO_X:n muuttumisprosentti NO_2:ksi. Jäljempänä laskelmissa käytetään tunneleissa arvoa 8 %.

Tunnelissa sallitut pitoisuudet
Tunneliolosuhteissa vähäinen määrä liikennepäästöjen typen oksideista (NO_x) muuttuu $N0_2$:ksi. Muuttumisprosenttina käytetään tässä Ruotsin ohjeiden (Tunnel 2004) mukaisesti arvoa 8 %.

NO-pitoisuus ei saa nousta muutamaa ppm:ää suuremmaksi, jotta sallittu $N0_2$-pitoisuus ei ylittyisi.

Tunnelissa sallittuna $N0_2$-pitoisuuden arvona käytetään 400 µg/m³. Arvo 400 µg/m³ on ppm-arvona 0,2.

Muina epäpuhtauspitoisuuksina tunnelissa on tarpeen seurata häkäpitoisuutta (CO), typpioksidipitoisuutta (NO) ja hiukkaspitoisuutta.

Häkäpäästöt ovat nykyisin polttomoottoritekniikan kehittymisen ja katalysaattoreiden käytön vuoksi niin pienet, että sallittua arvoa 50 ppm (57 mg/m^3) ei käytännössä ylitetä.

Hiukkaspäästöjen vaikutus tulee laskettavaksi, jos raskaiden ajoneuvojen osuus on suuri (>15 %). Tunnelissa raskaiden ajoneuvojen osuudeksi on arvioitu 8 %, joten hiukkaspäästöjä ei ole perusteltua laskea.

10.1.3 Ilmanvaihdon mitoitus

Ilmanvaihdon mitoituslaskelmat on esitetty erillisessä laskelmassa, jonka perusteella Ilmanvaihdon mitoittavana epäpuhtautena on typpidioksidi ($N0_2$).

Annetuilla lähtötiedoilla lasketut typen oksidien ($N0_x$). päästöt ovat mitoitustilanteessa noin 98 g/h riippuen voimakkaasti mm. laskennallisesta keskimääräisestä tunnelin pituuskaltevuudesta, ajoneuvomäärästä ja ajonopeudesta. Mitoitusperusteena on käytetty 60 km/h ajonopeutta, suunniteltua tunnelin geometriaa ja ajosuoritetta 1300 ajoneuvoa/h (pohjoiseen) ja 1300 ajoneuvoa/h (etelään)

Mitoituslaskelmat perustuvat läpituuletukseen.

Päästöjen hallinta hyväksyttävälle tasolle edellyttää 1-3 m/s ilmavirran nopeuksia käytettäessä ”läpituuletusta”. Tähän vaikuttaa huomattavasti päästöjen sekoittuminen tunnelin suuaukolla ja erityisesti sallittu pitoisuus suuaukolla. Tunnelissa sallittu pitoisuus 400 µg/m³ ja ympäristössä 150 µg/m³. Ilmanvaihdon toteuttaminen läpituuletuksena siten, että suuaukoilla maksipitoisuus on 275 µg/m³ vaatii noin 90 m³/s ilmamäärän. Tämä ei takaa hyvää sekoittumista suuaukoille kaikissa olosuhteissa, varauksena esitetään poistohormeja molempiin tunnelin päihin siten että läpituuletusperiaate säilyy.

<u>Tunnelipuhaltimien mitoitus</u>
Ilmanvaihdon ja savunpoiston mitoituslaskelmat on esitetty erillisessä laskelmassa, jonka perusteella savunpoisto muodostuu merkitseväksi jo ilmanopeusvaatimuksella 3 m/s. Helsingin pelastuslaitoksen vaatimus on vastaavissa kohteissa ollut 2,5 – 3 m/s ja tieliikelaitoksen vaade tietunneleille on 5 m/s. Mitoitusperusteena käytetään 3 m/s

Impulssipuhaltimia tarvitaan alustavasti yhteensä 4 kpl/tunneli ja ne asennetaan yksittäin n. 60 m:n välein.

<u>Tunnelipuhaltimien ohjaus</u>
Normaalitilanteessa Ilmanvaihtoa ohjataan tapauksesta riippuen joko

- aikaohjelmalla (automaattisesti),
- pitoisuusohjauksella (automaattisesti),
- tuuliohjauksella (automaattisesti).

Aikaohjauksessa puhaltimet ohjelmoidaan käymään haluttuina kellonaikoina, esimerkiksi ruuhka-aikoina.

Pitoisuusohjauksessa ilmanvaihtoa ohjataan porrastetusti esimerkiksi NO_2-pitoisuuden mukaan. NO_2-pitoisuuden tunnelissa noustessa, tunneli-puhaltimet käynnistyvät portaittain. Pitoisuusmittauslaitteet valitaan siten, että samanaikaisesti voidaan mitata myös CO- ja NO_X-pitoisuutta.

Käytännössä pitoisuusmittaukset toteutetaan käyttämällä ns. seka- ja referenssiantureita. Seka-anturit mittaavat typenoksideja, häkää sekä muita tunnelikaasuja. Referenssiantureina olisivat NO- ja CO-anturit. Näiden antamia mittaustuloksia verrataan seka-antureiden toimintaan.

Seka-antureita sijoitetaan n. 100 m:n välein alkaen tunnelin suuaukosta. Referenssiantureita asennetaan tunnelin keskelle 1 kpl/tyyppi. Tunneleiden pesutilanteita varten anturit tulee olla roiskevesisuojattuja.

Tuuliohjauksessa (pitkittäisilmanvaihdossa) puhaltimet pysähtyvät automaattisesti, jos tuuli aiheuttaa tunneliin asetusarvon ylittävän ilman virtausnopeuden. Puhaltimien pyörimissuunta vaihtuu, jos tuulen suunta vaihtuu puhaltimien puhallussuunnalle vastakkaiseksi. Ohjauksessa tarvitaan tuulensuunta ja tuulennopeusantureita. Perusoletuksena on, että ilmaa puhalletaan liikenteen suuntaisesti.

10.1.4 Savunpoisto

Savunpoistolla varmistetaan mm. henkilöturvallisuus, mahdollistetaan pelastustoimet ja suojataan rakenteita. Tulipalossa syntyvät palamistuotteet sisältävät myrkyllisiä aineita. Vaarallisimpia ovat tukahduttavat kaasut hiilimonoksidi ja syaanivety.

Pitkittäisilmanvaihdossa savunpoisto tunnelista tapahtuu impulssipuhaltimien avulla tunneleiden suuaukoista.

Tulipalon sattuessa ilmanvaihdon ohjaus siirtyy automaattisesti erilliseen palotilanteen ohjaukseen heti kun palo havaitaan. Ohjaus perustuu erilliseen savunpoistosuunnitelmaan.

Savunpoistoa ohjataan tunnelin valvomosta sekä erillisistä ohjauskaapeista tunnelin molempien suuaukkojen ulkopuolelta.

Palotapauksessa, tunnelin evakuointivaiheessa riittää normaalisti mitoitus-tilannetta pienempi puhallinmäärä pitämään virtausolosuhteet tunnelissa sellaisina, että savu pysyy tunnelin yläosassa ja poistuminen on turvallista. Täysi puhallinteho on kuitenkin tarpeen, koska ilma tunnelissa saattaa virrata ruuhkatilanteessa tuulen vaikutuksesta liikennesuuntaa vastaan. Tällöin palon sattuessa lähellä suuaukkoa tunneli voi täyttyä nopeasti savulla, ellei ilman virtaussuuntaa voida nopeasti muuttaa. Palon sammutusta ja palomiesten turvallisuutta ajatellen on lisäksi eduksi mitä tehokkaammin savu saadaan siirretyksi siten, että palokohdetta päästään sammuttamaan. Pelastusreitin savuttomuutta vähentää puhaltimien käynnistäminen portaittain pelastusreitin vastaisesta päästä.

Tunnelipuhaltimien virransyöttö on varmistettava – virransyötöt kahdesta eri muuntamopiiristä.

10.1.5 Tunnelipuhaltimille asetettavat laatuvaatimukset

Puhaltimina tulevat kyseeseen tunneli-ilmanvaihtoon soveltuvat, korroosion kestävät, suuren työntövoiman omaavat impulssipuhaltimet.

Puhaltimet ovat puhallussuunnaltaan käännettävissä ja niiden työntövoiman myös toiseen suuntaan tulee olla yhtä suuri.

Puhaltimien äänenvaimentimet valitaan siten, että puhaltimien aiheuttama äänenpainetaso tunnelin sisällä 1,5 metrin korkeudella tien pinnasta ei ylitä 85 dBA.

Impulssipuhaltimet tulee kaikilta osiltaan kannatusrakenteet mukaan luettuna kestää palon aiheuttaman lämpötilan nousun (puhallinvalmistajien takaamat arvot). Puhaltimien palonkestovaatimus on 400ºC/2 h.

10.2 TELE- JA TURVALAITTEET

10.2.1 Valintaperusteet ja varustelutaso

Sovellettavana turvallisuustasona pidetään Suomen tietunneleiden suunnitteluohjeluonnoksessa esitettyä sekä viimeaikaisissa yleissuunnitelmissa käytettyä varustusta.

Helsingin pelastuslaitoksen edustajan kanssa pidetyn neuvottelun perusteella on päädytty siihen, että:

- Liikennetunneli varustetaan kameravalvonnalla. Kamerayhteydet sijoitetaan kaupungin osoittamaan valvontakeskukseen.
- Tunneli varustetaan hätäkuulutusjärjestelmällä.
- Hätäpoistumisovet tunnelien välille tehdään n. 100 m:n välein.
- Hätäasemat varustettuna hätäpuhelimella ja kahdella palosammuttimella ja palohälytyspainikkeella kaikkien suuaukkojen läheisyyteen ja tunnelien sisälle 100 metrin välein.
- Sammutusveden saanti turvataan märällä sammutusvesijohdolla, jonka ulosotot asennetaan enintään 150 metrin välein ja suojataan jäätymiseltä.
- Puhelimien ja radion kuuluvuus tunnelissa varmistetaan. Tunneliin asennetaan antennilaitteet, jotka mahdollistavat viranomaisten puhelin-/dataverkon ja GSM-puhelimien toiminnan.
- Turvallista poistumista ohjaamaan tarkoitetut merkkivalaisimet asennetaan n. 1,5 m korkeudelle ja n. 40 m välein tai asennetaan tarkoitukseen valmistettavaa yhtenäistä valoputkea koko poistumiskäytävän matkalle.
- Energian syöttö varmennetaan – virransyötöt kahdesta eri muuntamopiiristä.
- Kaikki ovet liitetään rikosilmoitusjärjestelmään.
- Tekniset tilat varustetaan palovaroitinjärjestelmällä.
- Liikenteen ohjausjärjestelmä, jolla varmistetaan, että liikenne ei pysähdy tunnelissa normaalitilanteessa; järjestelmään kuuluu liikenteenseurantakaistaohjaus- ja liikenneinformaatiojärjestelmä, muuttuvien

nopeusrajoitusten ja jonovaroitusten sekä poikkeustilanteiden liikenneohjausjärjestelmät.
- Ohjattavissa oleva valaistus ja varavalaistus.

10.3 PALONSAMMUTUS

Tunneliin asennetaan vesijohtoverkkoon liitetty palovesijohto, jossa on ulosotot tunnelin suuaukoilla ja keskivaiheella. Vesijohto routaeristetään ja sähkösaatetaan.

Käsisammuttimet asennetaan tunnelin suuaukoille sekä noin 100 m välein sijaitseville hätäasemille. Käsisammuttimet ovat jauhesammuttimia (AB III E 2*6 kg). Niiden irrottaminen telineistään tulee aiheuttaa hälytys valvomoihin.

10.4 KUIVATUS

Kaikki tunneliin joutuvat vuoto-, sade- ja pesuvedet sekä onnettomuustapauksissa kadulle valuneet kemikaalit johdetaan viemäriverkostoa pitkin tunnelin alimpaan kohtaan sijoitetun öljynerotuskaivon kautta keräysaltaaseen, jonka tilavuus on 200 m^3. Keräysaltaan tilavuus määräytyy pesu- ja sammutusvesimäärän perusteella. Keräysaltaassa on selkeytysosa ja pumpaamo-osa. Selkeytynyt vesi pumpataan altaasta esim. Veturitallien liittymässä olevaan jätevesiviemäriin. Keräysallas varustetaan kemikaaliantureilla, jotka pysäyttävät pumppauksen siinä tapauksessa, että altaaseen pääsee kemikaaleja. Altaan pohjalle jäänyt liete, pintaan kohonnut öljy ja hiekanerottimista saatava hiekka poistetaan imuautolla ja viedään käsittelylaitokselle.

Viemäriverkoston kaivot on varustettu vesilukolla ja lietepesällä ja kannet ovat joko ritilä - tai kitakansia. Onnettomuustapausten varalta on tunnelin pesuvesiputkiston materiaalin ja tiivisteiden oltava öljyä ja muita kemikaaleja kestäviä.

<u>Sade- ja vuotovesien määrä</u>
Väylän avo-osuuksien kuivatusjärjestelmillä minimoidaan tunneliin virtaavien vesien määrä sijoittamalla sadevesiviemäriverkosto siten, että paino-voimainen kuivatus onnistuu mahdollisimman pitkälle tunnelin suuaukoilla tunnelista pois päin. Tunnelin suuaukoilla sadevesi kerääntyy tunneliin maksimissaan noin 200 m^2 alueelta, jolloin tunneliin ohjautuu 50 vuoden rankkasateella (1h) 0,5 mm/min (30 mm/h) noin 6 m^3 vettä tunnissa. Pitkäaikaisten tilastojen mukaan suurin vuorokautinen sadevesimäärä Suomessa on noin 200 mm/vrk (Espoo, Lahnus 21.7.1944), joka tarkoittaa noin 40 m^3 vesimäärää altaaseen vuorokaudessa. Sadevedet eivät ole mitoittava tekijä altaan mitoituksessa.

Keski-Pasilan tulvareittien suunnittelu on tehtävä niin, että tunneliin ei pääse alueen tulvavesiä.

Tunnelin pesu- ja sammutusvesien määrä
Pesuvesien määrä on vähintään 100 m^3/pesukerta/tunneli. Sammutusvesiä varten suositellaan vähintään 100 m^3 allastilavuutta tunnelia kohden. Tällä perusteella altaan tilavuus on 200 m^3. Mikäli pesuveden määrä on yli 100 m^3/kerta/tunneli, on vesien annettava selkeytyä ennen toisen tunnelin pesua.

Tunnelin pesuvesien käsittely
Pesuvesien käsittelyprosessi muodostuu hiekanerotuksesta, joka tapahtuu sakkapesällisissä ja vesilukollisissa kaivoissa sekä selkeytyksestä.

Pesuvesien selkeytysaltaassa jäljellä oleva kiintoaines laskeutuu altaan pohjalle. Selkeytysaika on vähintään 2,5 vuorokautta ja sen pituus määritellään tarkemmin käytännön kokemusten perusteella. Selkeytynyt vesi poistetaan selkeytysaltaasta imualtaan kautta pumppaamalla kaupungin verkkoon. Verkkoon pumppaus tapahtuu yöaikaan kulutuksen ollessa vähäisintä. Selkeytysaltaan mitoitus perustuu käytettäviin pesuvesimääriin ja tunnelissa mahdollisesti tapahtuviin onnettomuuksiin.

Pesuvesien selkeytysaltaan käyttö onnettomuustilanteissa
Mahdollisissa onnettomuustilanteissa tunneliin valuneet nesteet kuten polttoaineet, öljyt ja liuottimet sekä sammutusvedet kerääntyvät pesuvesiviemäriä pitkin keruualtaaseen, josta ne poistetaan imuautolla.

10.5 SÄHKÖJÄRJESTELMÄT

10.5.1 Sähkönjakelu – yleistä, määräykset

Tunnelin sähköjakelun järjestelmät toteutetaan voimassa olevien sähköjärjestelmiä ja niiden asennuksia koskevien lakien, asetusten, määräysten, normien ja ohjeiden mukaisesti.

10.5.2 20 kV:n jakelu

Tunneli liitetään energialaitoksen 20 kV:n keskijännitteen sähkönjakeluverkostoon.

Liitynnät toteutetaan energialaitoksen kahteen eri 20 kV:n keskijännitteen rengassyöttöverkkoon (kahteen eri muuntopiiriin) kahdella eri 20 kV:n liittymällä tunnelin kahteen erilliseen muuntamoon.

Keskijännitteen liityntäkaapelit (20 kV muuntamoille, 2 kpl) asennetaan tunnelissa palonsuojatusti pientareen alle sijoitettuihin kaapeliputkiin.

Tunnelin sähkönsyötön liitännät sijaitsevat tunnelin keskellä, tunnelin sisäpuolelle rakennettavissa sähköteknisissä tiloissa, joihin sijoitetaan erilliset 20 kV:n muuntamotilat ja näiden viereen 400 V:n pienjännitteen sähköpääkeskustilat.

10.5.3 400 V:n jakelu

Tunnelin 400 V:n pienjännitteen sähkön jakelu toteutetaan tunnelin sähköpääkeskustiloissa sijaitsevilta 400 V:n sähköpääkeskuksilta (2 kpl) asennettavilla nousujohdoilla tunnelin sähkönsyöttöä palveleville ryhmäkeskuksille ja muille sähkölaitteille – pienjännitteen pääjakelujärjestelmän mukaisesti.

10.5.4 Varavoiman jakelu

Sähköpääkeskustilojen yhteyteen rakennetaan tilat automaattisesti käynnistyvälle diesel-varavoimageneraattorille (250 kVA). Varavoiman jakelua varten rakennetaan erillinen jakeluverkko. Varavoimaan liitetään seuraavat järjestelmät:

- turva-, ohjaus- ja valvontajärjestelmät
- telelaitteet
- vara-, merkki- ja hätävalaistusjärjestelmä
- paloilmoitinjärjestelmä
- kuulutusjärjestelmä (varaus)
- tunnelin savunpoistoa palvelevat puhaltimet (1 tunneli kerrallaan)
- pumppaamolaitteet
- pelastustoiminnan käyttämät huoltopistorasiakeskukset

10.5.5 Johdot ja johtojen asennus

Ryhmäkeskusten nousujohdot ja laitteiden voimaryhmäjohdot ovat pääosin alumiinikaapeleita.

Vahvavirtakaapelit tunnelin puhaltimille, valaistukselle ym. tunnelin sähkö-laitteille asennetaan tunneliosuudella omille kaapelihyllyille tietunnelin kattoon.

Ohjaus-, automatiikka- ja telejärjestelmien kaapelit asennetaan tunneliosuudella omille kaapelihyllyille tietunnelin kattoon.

Johtoteinä käytetään ympäristöolosuhteet kestäviä kaapelihyllyjä.

Kaapeleiden asennusta varten reitit varustetaan tarvittavilla kaapelivetokaivoilla ja riittävin varaputkin vetonaruin kaapelivetokaivojen välille.

10.5.6 Tunnelin tekniset ja valvomotilat sekä savunpoiston ohjauskaapit

<u>Muuntamo-, sähköpääkeskus- ja varavoimatilat:</u>
Tunnelin sähköjärjestelmiä varten rakennetaan sisälle tunneleihin, molempien tunnelien (ajosuuntien) puolelle tekniset tilat sähkö- ja telejärjestelmiä varten. Tilojen tilantarve on n. 100 m^2 per tunneli/ajosuunta, eli yht. n. 200 m^2. Huonekorkeuden tulee olla muuntamotilassa n. 3,5 m ja muissa tiloissa n. 3,0 m. Tiloihin tulee korotetut lattiat kaapeleiden asennuksia varten. Tiloihin rakennetaan kuivat tilat sähkölaitoksen jakelumuuntamolle, varavoimajärjestelmille (varavoimageneraattori ja UPS-

laitteisto), pääkeskustilat tunnelin sähkönjakelua varten ja tekniset tilat liikenteenohjauksen kenttälaitteille ja tukiasematilat teleoperaattoreille.

Valvomotilat:
Tunnelin sisäpuolelle rakennetaan teknisten tilojen yhteyteen (vain toiseen tunneliin) n. 25 m^2 lämmintä ja kuivaa huonetilaa paikallisvalvomoa varten.

Paikallisvalvomo on miehittämätön, mutta poikkeus- ja onnettomuustilanteissa valvomo toimii pelastuslaitoksen operatiivisena komentokeskuksena.

Paikallisvalvomoon sijoitetaan tilat ja tarvittavat laitteet teknisten järjestelmien (sekä ilmastoinnin että valaistuksen) ohjausta ja valvontaa varten. Paikallisvalvomosta voidaan lisäksi seurata ja ohjata rinnakkaisohjauksena tunnelien toimintaa liikenteenseuranta- ja ohjausjärjestelmillä poikkeus- ja onnettomuustilanteissa.

Liikenteen valvonta hoidetaan normaalitilanteessa kaupungin valvomosta eli Pasilan liikennevalvomosta. Tarvittaessa voidaan tunnelin teknisten järjestelmien ohjaustoimenpiteitä tehdä myös Pasilan liikennevalvomosta.

Savunpoiston ohjauskaapit:
Tunnelin molempien suuaukkojen ulkopuolelle sijoitetaan ja asennetaan savunpoiston ohjauskaapit. Ohjauskaapit sisältävät tarvittavat savunpoiston ohjauslaitteistot suljettavissa, lukittavissa, hälytyksellä varustetuissa erilliskaapeissa.

Pumppaamotilat:
Tunnelin alimpaan kohtaan sijoittuvaan pumppaamotilaan varataan tilat pumppaamoiden laitekeskuksia varten.

Muut tilat:
Muut tunnelin sähkötilatarpeet ovat vähäisiä, lähinnä kallioverhoukseen upotettavia ja seinälle asennettavia alakeskuksia ja huolto-/pistorasiakeskuksia.

10.6 TUNNELIVALAISTUS

Tekniset tilat valaistaan loistelamppuvalaisimilla. Valaistusvoimakkuus teknisissä tiloissa 200 lx.

Tunnelin valaistusta ohjataan viidessä portaassa avoimella kadulla vallitsevien valaistusolosuhteiden mukaan mittaamalla molempien suuaukkojen lähestymisluminanssit. Valaistusportaat, kynnysalueiden luminanssivaatimukset ja näitä vastaavat lähestymisluminanssin L_{20}-arvot ovat porras 6 L_{20} >1500 cd/m^2, porras 5 L_{20} 680-1560 cd/m^2, porras 4 L_{20} 220-700 cd/m^2, porras 3 L_{20} 80-230 cd/m^2, porras 2 L_{20} <90 cd/m^2.

Tunnelivalaisimet kiinnitetään tunnelin katossa oleviin kaapelihyllyihin.

10.6.1 Valaistuksen toteutus

Kynnys- ja siirtymäalueen valaistus toteutetaan vastavaloperiaatetta käyttäen induktio- tai LED-lampuilla varustettuja valaisimia. Tunnelin valaistus toteutetaan induktio- tai LED-lampuilla varustetuilla valaisimilla.

Turvavalaisimet varmennetaan 60 minuutin akustolla.

10.6.2 Valaistuksen ohjaus

Tunnelivalaistusta ohjataan ulkoilman valaistustilanteen mukaisesti viidessä portaassa.

Valaistusohjaus tapahtuu automaattisen ohjausyksikön kautta, jota ohjaavat luminanssianturit.

10.7 VALVONTAJÄRJESTELMÄ

Valvontajärjestelmä käsittää ohjelmistopohjaisen laitteiston, jolla voidaan ohjata ja valvoa tunnelin LVIS-teknisten järjestelmien toimintaa. Se sijoitetaan kaupungin osoittamaan valvomoon.

10.8 TILAVARAUKSET

Tunnelin poikkileikkauksessa on tiloja varattu seuraaville laitteille:
- puhaltimet
- valaisimet
- kaapelit
- viemärilaitteet
- opastinlaitteet

Tunnelin tekniikkaa varten tarvitaan seuraavat tilavaraukset:
- Sähkötilat tunnelin keskivaiheille maan alle, tunnelin sisäpuolelle, noin 2x100 m²
- valvomotila 25 m^2 tunnelin sisäpuolelle
- ilmanvaihtokuilu 5 m² eteläisen suuaukon läheisyyteen – tarve selvitetään Pasilan ilmanlaatuselvityksen yhteydessä
- ilmanvaihtokuilut 6 x 1 m² noin pohjoisen suuaukon läheisyyteen – tarve selvitetään Pasilan ilmanlaatuselvityksen yhteydessä
- tunnelin sisälle sähkökeskustilat teknisiin tiloihin
- pumppaamotilat tunnelin alimpaan kohtaan
- Maanpinnalla tarvittavat tilanvaraukset ovat esitetty tekstinä liitepiirustuksessa.

  Tilanvarausten tarkkoja sijainteja ei ole esitetty ja niiden paikat tarkentuvat maankäytön ja tunnelin jatkosuunnittelussa.

11 PUTKIJOHTOJEN SIIRTOTARVE

Olemassa olevia putkijohtoja on merkittävässä määrin eteläpäässä paaluvälillä PL200...PL330, jossa sijaitsee vanhoja jätevesi- ja sekavesiviemäreitä. Ne poistetaan käytöstä sen jälkeen kun uudet vesihuoltolinjat on rakennettu Veturitien länsireunaan.

Paalulla n. 520 tunnelin poikki kulkeva sekavesiviemäri ja paaluvälillä 380 – 420 tunnelin poikki kulkevat seka- ja jätevesiviemärit siirretään tunnelin pohjoispuolelle kulkevaan uuteen linjastoon. Mikäli ko. siirtoja ei voida tehdä ennen tunnelin rakennustöiden aloittamista, on järjestettävä väliaikainen pumppaus tunnelin ylitse.

Pohjoisesta tuleva, Pasilankadun kiertoliittymän kiertävä ja takaisin tunnelin eteläpuolta linjattu jätevesiviemäri on uusi jätevesiviemäri on linjattava uudelleen niin, että se ei mene tunnelin poikki. Mikäli linjaus etelään ei ole mahdollista, on tunnelin kohdalle rakennettava pumppaamo.

Alueen vesihuoltosuunnitelmissa on otettava huomioon tunnelin vaikutus linjauksiin. Vesihuollon järjestelyjen periaate on esitetty liitteessä Veturitien tunneli, vesihuollon järjestely

12 VAIHEITTAINRAKENTAMINEN JA TYÖNAIKAISET LIIKENNEJÄRJESTELYT

Tunneli voidaan rakentaa vaiheittain seuraavasti:
Valmistelevat työt nykyisen Veturitien kohdalla:

- Nykyisen Veturitien kohdalla eteläpäässä siirretään raitiovaunulinja uudelle paikalle
- siirretään ja rakennetaan kunnallistekniikka kaukalon vaikutusalueelta Veturitien länsireunaan, liikenne hoidetaan kaistajärjestelyin ja työsiltojen avulla rakennustyömaan kohdalla
- käännetään Veturitie Pasilankadulle tulevan kiertoliittymän pohjoisreunassa

Valmistelevat työt keskustakorttelin reunassa:

- keskustakorttelin patoseinä olisi tehtävä ennen Veturitien tunnelin tukiseinien rakentamista

Tunnelin rakentaminen, vaihe 1

- lyödään tukiseinä ja tiivistetään alapäät välillä Pasilankadun kiertoliittymä-keskustakortteli, kiertoliittymän eteläreunaan lyödään tilapäinen tukiseinä
- tunnelin kaivu ja rakennustyöt aloitetaan tunnelin keskivaiheilta ja edetään siitä pohjoiseen ja etelään
- Veturitiellä ovat nykyiset kaistat toiminnassa, kiertoliittymän alue ohitetaan kiertotiellä
- Pasilankadun kiertoliittymä tehdään liikennöitävään kuntoon

Tunnelin rakentaminen, vaihe 2

- Veturitien pohjoiseen suuntautuva liikenne siirretään itäreunaan 1-kaistaisena ja ohjataan kiertoliittymään
- Pasilankadulta ja pohjoisesta Veturitietä pitkin tuleva liikenne siirretään raitiotiekiskojen viereen nykyisen Veturitien länsireunaan
- lyödään kaistojen väliin eteläpään kaukalon tukiseinät ja tiivistetään alapäät kaukalon alueella
- rakennetaan kaukalo tunnelin suunnasta käsin valmiiksi
- liitetään pohjoispään kaukalo keskustakortteliin, liittymisen ajoitus riippuu keskustakorttelin aikataulusta

Veturitien liikennettä ei tarvitse katkaista rakennustöiden aikana, mutta sekä raitiovaunukiskojen, kunnallistekniikan siirtojen ja rakentamisen sekä kaukalo- ja kiertoliittymän rakentamisen takia kaistajärjestelyä joudutaan tekemään usein.

Veturitien rakentaminen valmiiksi ja liikenteen siirtäminen uudelle Veturitielle ennen keskustakorttelin rakennustöiden valmistumista Veturitien kohdalla, aiheuttaa suuria hankaluuksia keskustakorttelin rakentamiselle. Mikäli joudutaan rakentamaan ajoneuvoliikenteen yläpuolella, tarvitaan Veturitien päälle tukevia suojauksia ja liikenteen pysäyttämistä aina nostotöiden ajaksi.

Veturitien rakentaminen kannattaakin ajoittaa samanaikaiseksi keskustakorttelin kyseisellä kohdalla olevien rakennustöiden kanssa.

Veturitien kaivannon tukiseinien ankkurit ulottuvat viereen rakennettavien rakennusten kohdalle. Veturitie on hyvä rakentaa valmiiksi ennen viereisten rakennusten paalutustöitä niin, että tukiseinien työnaikaiset ankkurit eivät rajoita paalujen sijoittelua, eikä niiden vaurioituminen vaaranna kaivannon tukiseiniä.

Kaikki putkijohtosiirrot ja uusien linjojen rakentaminen tulisi tehdä ennen tunnelin rakentamista lukuun ottamatta Pasilankadun kiertoliittymän kiertävää jätevesiviemärin osuutta tunnelin kohdalla, joka kannattaa tehdä tunnelin rakentamisen yhteydessä

Pasilan sillan levennyksen rakentaminen voidaan tehdä ennen Veturitien rakentamista tai sen rakentamisen jälkeen. Samanaikaista rakentamista on vältettävä, koska tämä vaikeuttaa sillan muottien tuentaa. Samanaikainen sillan rakentaminen tunnelityömaan yläpuolella aiheuttaa myös tunnelityömaalla ylimääräisiä suojauksia.

13 TUNNELIN RAKENTAMISAIKA

Tunnelin suunnitteluun varattava aika riippuu siitä, miten toteutus jaetaan urakoihin. Kokonaisaikataulun vuoksi tulisi rakentaminen toteuttaa vähintään kahtena urakkana. Ensimmäiseen urakkaan sisältyisi tukiseinä-, paalutus- ja betonirakennetyöt, toinen urakka käsittäisi tekniikka- ja

katurakenteet sekä pintatyöt. Tällöin maanrakennusurakan urakkakyselysuunnitteluun ja urakan valmisteluun tulisi varata vähintään 9 kk. Tämä edellyttää kuitenkin, että tarvittavat lisäpohjatutkimukset on tehty ennen varsinaisen suunnittelun aloittamista. Toteutussuunnittelu käynnistyisi välittömästi urakkakyselyasiakirjojen valmistumisen jälkeen. Tekniikkasuunnittelu ja urakkakyselyt voidaan tehdä maa- ja betonirakenne urakan aikana ja urakat käynnistää välittömästi edellisen urakan päättyessä.

Tunnelin rakentamisaika on 30 kk. Aikatauluja ei ole sovitettu yhteen keskustakorttelin rakentamisen, Pasilan sillan levennyksen rakentamisen, eikä Pasilan muun rakentamisen kanssa. Aikatauluissa näkyy vain, paljonko rakentaminen vaatii aikaa, jos työ päästään tekemään ilman katkoksia ja häiriöitä.

Suunnittelun käynnistämisestä tunnelin valmistumiseen olisi varattava aikaa 39 kk.

14 KUSTANNUSARVIOT

Tunnelin ja kaukaloiden rakennuskustannusarvio on seuraava (11/2012, MAKU indeksi 136.5 (2005=100).

	M€
Maanrakennustyöt	11,78
Johtosiirrot	0,17
Työnaikaiset liikennejärjestelyt	0,11
Rakennetekniset työt	16,56
Talotekniikka	1,95
Katurakenteet	0,82
Maisemarakenteet	1,20
Yhteensä	32,59
Varaukset 20 %	6,52
Yleiskustannukset 10 %	3,91
Rakennuttajan kustannukset 12 %	5,16
Yhteensä	48,18
Arvaamaton kustannuslisä 10 %	4,82
Yhteensä	53,00
Alv. 23 %	12,19
Yhteensä	65,19 M€

Arvonlisävero on 1.1.2013 alkaen 24 %, jolloin verollinen kustannus on 65,72 €.

Kustannusarviot eivät pidä sisällään tunnelin ulkopuolelle tulevien putkijohtojen rakentamista muuten kuin niiltä osin, kun olemassa olevia johtolinjoja joudutaan siirtämään. Kustannuksissa on otettu huomioon tasauksen muutoksesta aiheutuva lisäkaivu ja -täyttö.

Veturitien kaltaisista tunneleista ei ole käytettävissä kokemusperäistä tietoa käyttökustannuksista. joten ne on arvioitu Vuosaaren tunnelista saatavien tietojen mukaan. Tietunnelien hoito- ja ylläpitokustannukset (Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 66/2008)- julkaisun mukaan (kesäkuu 2008) jakautuvat Vuosaaren tunnelissa seuraavasti:

Käyttö- ja hoitokustannukset (energia, hoitourakka yms.)		131.76 €/tunneliputkimetri/v
Henkilökulut	(valvonta, koulutus yms.)	103.56 €/tunneliputkimetri/v
Ylläpito (uusimisinvestoinnit)		513.34 €/tunneliputkimetri/v
Yhteensä		748.66 €/tunneliputkimetri/v

Rakennuskustannusindeksi (2000=100) oli kesäkuussa 2008 128.2 ja lokakuussa 2012 135.6, jolloin indeksikorotuksella tulee kustannukseksi 792 €/tunneliputkimetri/v.

Veturitien tunnelissa tunneliosuutta on 264 m eli 528 tunneliputkimetriä. Tällöin vuotuiset käyttökustannukset ovat arviolta n. 420 000 € / vuosi.

15 YHTEENVETO

Veturitien tunnelissa on kumpaakin suuntaan oma yksikaistainen tunneliputki, jotka välittävät liikenteen hyvällä tai tyydyttävällä tasolla eli tunnelien läpi ajava liikenne ei liikennemäärän vuoksi pääse ruuhkaantumaan Tunneli on liikenteellisesti turvallinen, koska siinä vastakkaiset ajosuunnat on erotettu toisistaan eikä tunnelissa ole risteävää liikennettä.

Suuaukoille tulee liikennevalot ja puomijärjestelmät, joiden avulla tunneli suljetaan tarvittaessa ja liikenne ohjataan kiertoliittymiin johtaville rampeille. Tunneliin tulee liikenteen ohjausjärjestelmä ja lähestymisalueille tulee infotaulut, joiden avulla autoilijoille tiedotetaan mahdollisista liikennerajoituksista tunnelissa.

Nestekaasubussit, vaarallisten aineiden kuljetukset, ylikorkeat yms. erikoiskuljetukset eikä kevyt liikenne saa käyttää tunnelia. Tunnelin rakenteet on kuitenkin suunniteltu siten, että tunnelin kautta voisi kulkea myös vaarallisten aineiden kuljetukset.

Tunnelin poikkileikkausmitat ovat: ajorata 4,7 m (reunakivien välinen alue, yksi ajokaista / tunnelipuolisko), pientareet molemmin puolin 1, 5 m ja seinämän viistetyn osuuden mitta 0,18 m. Tunnelipuoliskon kokonaisleveys on 8,06 m. Vapaa korkeus on 4,8 m ja tunnelin katon ja em. vapaan korkeuden välissä on 1,5 m tilaa puhaltimille, liikenteen ohjauslaitteille yms.

Tunnelit varustetaan tarvittavilla teknisillä järjestelmillä. Poistumisyhteys tunnelista toiseen on 100 m:n välein. Tuuletusta ja savunpoistoa varten tunneliin asennetaan impulssipuhaltimet.

Veturitien tunnelin päissä olevien luiskien kaltevuus on 5 - 6%. Luiskien liukkaudentorjunta on kiinnitettävä huomiota.

Rakentaminen pitää sovittaa yhteen keskustakorttelin rakentamisen kanssa, eikä uudelle Veturitielle pidä päästää liikennettä ennen kuin keskustakorttelin rakennustyöt Veturitien kohdalla ovat niin valmiit, että Veturitien yläpuolella ei tarvitse enää tehdä nostotöitä.

Veturitien yli rakennetaan myös Pasilan sillan levitys. Sillanrakennus ja Veturitien rakennus on sovitettava yhteen niin, että rakennustyöt mahdollisimman vähän häiritsevät toisiaan.

Suunnittelun aloittamisesta tunnelin käyttöönottoon tulisi varata aikaa 39 kk.

16 JATKOTOIMENPITEET

Tunnelin linjauksen kohdalta on käynnistettävä pohjatutkimukset mahdollisimman pian ja niiden tulokset tulisi olla käytettävissä rakennussuunnittelua aloitettaessa. Tutkimuksiin ja niiden tulosten käsittelyyn tarvitaan n. 3 kk.

Tunnelin tasaus on tarkistettava siten, että Veturitallien liittymän kohdalla liittymän tasaus on +16. Tasaus on muutettavissa jatkamalla tunnelin päissä olevia 5 %:n ja 6 %:n osuuksia ja lyhentämällä 2 %:n osuutta keskiosalla.

Tunnelin pohjoispään savunpoisto ja ilmanvaihtoratkaisut on sovitettava yhteen Teollisuuskadun, keskustakorttelin alitse kulkevan osuuden ja Keskipasilan alle menevien pysäköinti- ja huoltoreittien kanssa. Veturitien tunneli on alimmaisena ja kaikkien ylempänä ylevien olevien tunneleiden tuuletus on synkronoitava Veturitien tuuletukseen siten, että esim. savunpoistotilanteessa savua ei pääse muihin tunneleihin.

Tunnelin rakentamisajankohta keskustakorttelin kohdalla on sovitettava yhteen keskustakorttelin rakentamisen kanssa. Mikäli liikenne ohjataan liian aikaisin uudelle Veturitielle, tulee liikenne vaikeuttamaan suuresti Veturitien päälle rakentamista Keskustakorttelin kohdalla, mm. rakennusmateriaalien nostotyöt tulevat aiheuttamaan rajoituksia ja katkoja liikenteeseen.

Tunnelin rakentaminen on sovitettava yhteen keskustakorttelin ja Pasilan sillan levennyksen rakentamisen kanssa, sekä viereen rakennettavien tornien rakentamisen kanssa.

Keski-Pasilan vesihuoltosuunnitelmissa ja alueen tulvareiteissä on otettava huomioon tunneli ja ko. suunnitelmat on tarkistettava, niin että tunneli on otettu niissä huomioon.

17 LIITTEET

Pelastuslaitosneuvottelun muistio 6.11.2012
Kustannusarvio
Aikataulu
Ilmanvaihtolaskelmat
Veturitien tunneli, tilanvaraukset
Piirustusluettelo ja sen mukaiset piirustukset

L2 Paloturvallisuus Oy Muistio 6.11.2012
JPL

Kokous Helsingin pelastuslaitoksella 6.11.2012.

Läsnä:	Esko Rantanen	Pel
	Pekka Ronkainen	Pel
	Juha-Pekka Laaksonen	L2
	Peik Salonen	KSV
	Jukka Pöllä	Vahanen/Fundatec

Veturitien tunneli paloteknisten asioiden läpikäynti

Käytiin läpi Veturitien tunnelintilojen alustavat suunnitelmat:

- Edellisen kerran suunnitelmia oli käsitelty syyskuussa 2011. Sen jälkeen suunnitelmat ovat tarkentuneet, ja suunnittelua jatketaan vaihtoehdon 3 pohjalta.

  - Eteläinen kiertoliittymä voidaan kattaa. Liittymän alueella sallitaan lyhyehköjä alueita, joilla pelastusautoa ei mahduta ohittamaan. Myös kiertoliittymän itäpuolelle lisätään pysähdyspaikka, jolloin pelastusauto voidaan sijoittaa siihen, että ohitus onnistuu.
  - Pohjoisen kiertoliittymän tulisi olla avoin, koska keskustakorttelin ratkaisusta ei ole varmuutta. Sulkemalla kiertoliittymä saatetaan joutua tilanteeseen, jossa tunnelin savunpoistoa ei voida teknisesti ratkaista.
  - Keskusteltiin ylemmän tason tunnelien (Teollisuuskadun tunneli ja keskustakorttelin huoltoyhteyden tunneli) ilmanvaihto- ja savunpoistoratkaisuista. Kokonaisuuden suunnittelussa tulee huomioida savun leviämisen rajoittaminen tunneleiden välillä.
  - Jatkosuunnittelussa tulee joka tapauksessa ottaa huomioon savunhallinta siten, ettei savu aiheuta kohtuutonta riskiä ympäristölle.
  - Poistuminen tunnelista toiseen edellyttää järjestelyä, jossa estetään suora kulku viereisen tunnelin ajoradalle. Keskusteltiin muun muassa kiinteästä muovikaiteesta, joka estää poistujan ryntäämisen ajoradalle, mutta joka ei aiheuta vaaraa jos ajoneuvo törmää siihen. Toisena vaihtoehtona keskusteltiin oven mukana liikkuvasta kaiteesta.
  - Keskusteltiin mahdollisuudesta poistumistieportaiden sijoittamisesta pohjoiseen kiertoliittymään. Todettiin, että ne eivät ratkaisevasti lyhennä matkaa verrattuna rampin päästä poistumiseen.

Muistion laati

Juha-Pekka Laaksonen
L2 Paloturvallisuus Oy
0400 – 729 329

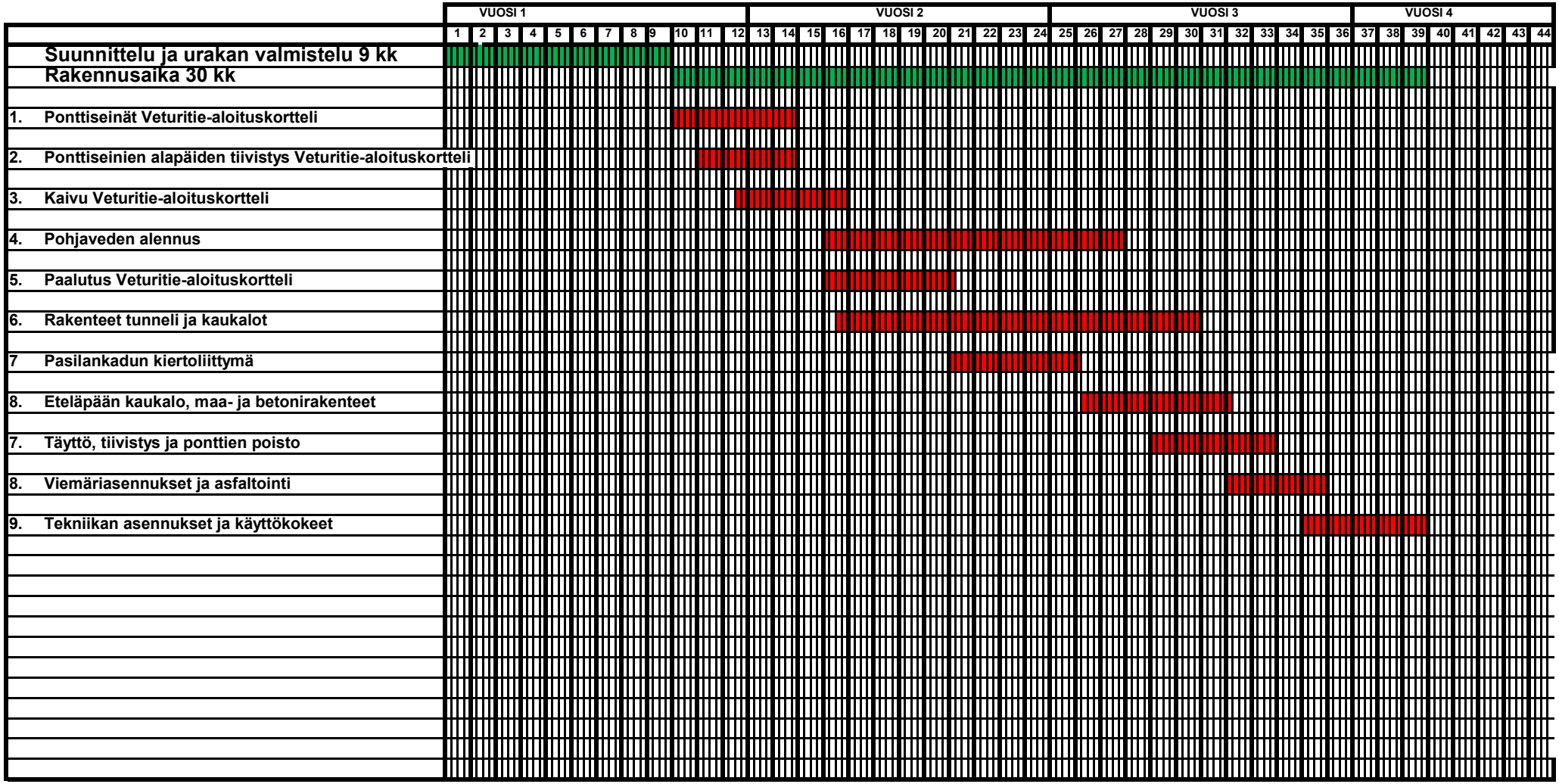
KUSTANNUSARVIO

Nimike	Määrä	Yksikkö	€/yksikkö	Yhteensä	
Maarakennustyöt					
Tukiseinät	14 360	m2	250	3 590 000	
Tukiseinien alaosan tiivistys	4 600	m2	434	1 996 400	
Maankaivu	88 100	m3	13	1 145 300	
Kuljetus 50 km	88 100	m3	50	4 405 000	
Alustäyttö	5 000	m3	20	100 000	
Täyttö pohjalaatan päällä	8 300	m3	20	166 000	
Täyttö tunnelin päällä ja ympärystäyttö	15 800	m3	20	316 000	
Työnaikainen pohjaveden alennus	9	kk	6 300	56 700	11 775 400
Johtosiirrot					
Olemassaolevien johtojen siirrot	1	erä	55 000	55 000	
Suunniteltujen johtojen siirrot	1	erä	110 000	110 000	165 000
Työnaikaiset liikennejärjestelyt					
ajosillat ja kiertotiet	1	erä	110 000	110 000	110 000
Rakenteet eteläinen avokaukalo					
Paalutus	1 240	jm	450	558 000	
Paalujen ankkurit	95	kpl	1 500	142 500	
Pohjalaatta	1 638	m3	420	687 960	
Seinät	1 408	m3	525	739 200	
Eristykset	3 515	m2	42	147 630	2 275 290
Rakenteet tunneliosuus					
Paalutus	7 641	jm	450	3 438 450	
Paalujen ankkurit	551	kpl	1 500	826 500	
Pohjalaatta	6 200	m3	420	2 604 000	
Seinät ja katto	10 541	m3	525	5 534 025	
Suojabetoni	5 126	m2	30	153 780	
Eristykset	17 040	m2	42	715 680	13 272 435
Rakenteet pohjoinen kaukalo					
Paalutus	900	jm	450	405 000	
Paalujen ankkurit	45	kpl	1 500	67 500	
Pohjalaatta	777	m3	420	326 340	
Seinät	320	m3	525	168 000	
Eristykset	992	m2	42	41 664	1 008 504
Tunnelin tekniikka					
LVI	1	erä		750 000	
Sähkö	1	erä		1 200 000	1 950 000
Tierakenteet ja viemäröinti	8 300	m2	100	830 000	
Masu-kartiot teräsrakenteineen	1	erä		1 200 000	
Välisumma				**32 586 629**	
varaukset	20	%		6 517 326	
urakoitsijan yleiskulut	10	%		3 910 395	
rakennuttajan kustannukset	12	%		5 161 722	
YHTEENSÄ alv 0%				**48 176 072**	
arvaaton kustannuslisä	10	%		4 817 607	
YHTEENSÄ alv 0%				**52 993 680**	
alv 23%	23	%		12 188 546	
YHTEENSÄ alv 23%				**65 182 226**	

FUNDATEC

Veturitien tunnelointi

Aikataulu 30.11.2012



ILMANVAIHDON JA SAVUNPOISTON MITOITUS

Laskelmat perustuvat:

1.	VTT 2177, Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöt - Käytetty "pääkatujen" arvoja ajoneuvotyypeittäin vuonna 2020,						
2.	Tunnelipituuteen	Etelä	320	Itä	320	m	
3.	Huipputunnin liikennemäärä	Pohjoisee	800	Etelään	800	ajon./h	
4.	Ajoneuvotyyppien jakauma, arvio 2021 (VTT 2177), tasrkennettuna raskas liikenne						8 %
5.	Tiesuunnitelman mukainen geometria						
6.	Epäpuhtaudet, Tiehallinto: tietunnelin suunnitteluohjeet 0.92, 12.1.2005						
6.1	Taustapitoisuus		CO	4,00	mg/m3		
6.2	Taustapitoisuus		NO2	0,05	mg/m3		
6.3	Sallittuun Hiilimonodsidi arvo tunnelissa		CO	**57,00**	mg/m3		
6.4	Sallittuun Typpidioksidi arvo tunnelissa		NO2	0,40	mg/m3	Taajama-alueella	
6.5	Sallittuun Typpidioksidi arvo ympäristössä		NO2	0,15	mg/m3		
6.6	Nox muuntuminen NO2:ksi			8 %			
6.7	Sallittuun Typen oksidi arvo		NOx	**5,00**	mg/m3		
6.8	Savunpoiston mitoitus: virtausnopeus			3,00	m/s		
7.	Pysähtyneen liikenteen ajoneuvovali			6	m		
8.	Tunnelin max poikkipinta-ala			51	m2		

Tulosten yhteenveto

TUNNELI Huipputunti		Liikenne (kpl) Yht	NO -päästöt (g/h)				**MitoitusIlmamäärä m3/s**			Tunneli puhaltimien Mitoitus ilmavirta (m3/s)
			Pää-katu	Kokoo-ja katu	Ajono-peus 0 km/h	IV - Mitoitusperuste	Max NO2 0,4 mg/m3	Max NO2 0,275 mg/m3	Savun-poiston vaade (m3/s)	
Laskentaversio "V1"										
Läpituuletus		Huippu-tunti								
Pohjoiseen		1300	7	8	4	8	78	**121**	153	**153**
Etelään		1300	7	8	4	8	78	**121**	153	**153**

Liitteet:
LIITE 1, Päästöt ja yleiset ajoneuvosuoritteet 2020
LIITE 2, Absoluuttiset päästöt/Veturitien tunneli
LIITE 3, Ilmanvaihtolaskenta

Lähde: VTT 2177, Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöt: Kaupunki/taajama g/km

Päästöt (autot 1993)							
Hiilimonoksidi (CO)	HA, ei kat	HA, kat	HA diesel	PA	LA	KAIP	KAP
Pääkatu	10,5	1,2	0,65	1,12	3,78	2,88	2,88
Kokoojakatu	11,8	1,41	0,7	1,18	4,18	3,16	3,16
Tyhjäkäynti (g/min)	4,17	0,3	0,23	0,18	0,9	0,9	1
Typenoksidit (Nox)							
Pääkatu	1,9	0,32	0,52	1,1	13	12	17
Kokoojakatu	1,9	0,33	0,55	1,1	14	13	18
Tyhjäkäynti (g/min)	0,18	0,07	0,16	0,28	1,33	1,33	1,4
Päästöt (2011->) (kerroin vrt 1993)	HA, ei kat	HA, kat	HA diesel	PA	LA	KAIP	KAP
Hiilimonoksidi (CO)	*1*	*0,47*	*0,28*	*0,32*	*0,51*	*0,51*	*0,51*
Pääkatu	10,5	0,564	0,182	0,3584	1,9278	1,4688	1,4688
Kokoojakatu	11,8	0,6627	0,196	0,3776	2,1318	1,6116	1,6116
Tyhjäkäynti (g/min)	4,17	0,141	0,0644	0,0576	0,459	0,459	0,51
Typenoksidit (Nox)	1	0,1	0,15	0,16	0,2	0,2	0,2
Pääkatu	1,9	0,032	0,078	0,176	2,600	2,400	3,400
Kokoojakatu	1,9	0,033	0,083	0,176	2,800	2,600	3,600
Tyhjäkäynti (g/min)	0,18	0,007	0,024	0,045	0,266	0,266	0,280
Ajosuoriteosuudet 2020, Helsinki/Espoo							
	HA, ei kat	HA, kat	HA diesel	PA	LA	KAIP	KAP
%	92,00 %			8,00 %			
	1,04 %	37,24 %	43,72 %	11,00 %	3,00 %	3,00 %	1,00 %
Päästöt (g/km) / ajoneuvo	Painotettu keskiarvo						
Hiilimonoksidi (CO) Pääkatu	0,555						
Hiilimonoksidi (CO) Kokoojakatu	0,625						
Hiilimonoksidi (CO, g/min) (0km/h)	0,163						
Typenoksidit (Nox) pääkatu	0,269						
Typenoksidit (Nox) kokoojakatu	0,285						
Typenoksidit (Nox, g/min) (0km/h)	0,039						

HA = Henkilöauto
PA= Pakettiauto
LA= Linja-auto
KAIP = Kuorma-auto ilman peräkärryä
KAP = Kuorma-auto peräkärryllä

Pääkatu		Liikennemäärät			Päästöt				
Pohjoiseen					vrk		Huipputunti		
Välillä		Ajon./vrk	Ajon./h	Matka (m)	CO(g)	NOx(g)	CO(g)	NOx(g)	NO2(g)
Sisäänajo	Ulosajo	12000	1300	264	1758	853	190	92	7,4
Etelään					vrk		Huipputunti		
Välillä		Ajon./vrk	Ajon./h	Matka (m)	CO(g)	NOx(g)	CO(g)	NOx(g)	
Sisäänajo	Ulosajo	13900	1300	264	2036	988	190	92	7,4

Kokoojakatu		Liikennemäärät			Päästöt				
Pohjoiseen					vrk		**Huipputunti**		
Välillä		Ajon./vrk	Ajon./h	Matka (m)	CO(g)	NOx(g)	CO(g)	NOx(g)	**NO2(g)**
Sisäänajo	Ulosajo	12000	1300	264	1981	904	215	98	**7,8**
Etelään					vrk		**Huipputunti**		
Välillä		Ajon./vrk	Ajon./h	Matka (m)	CO(g)	NOx(g)	CO(g)	NOx(g)	**NO2(g)**
Sisäänajo	Ulosajo	12000	1300	264	1981	904	215	98	**7,8**

0km/h		Liikennemäärät			Päästöt				
Pohjoiseen		Kaista-			vrk		Tunti		
Välillä		määrä	Ajon./m	Matka (m)	CO(g)	NOx(g)	CO(g)	NOx(g)	NO2(g)
Sisäänajo	Ulosajo	1	12,00	264	5164	1225	215	51	4,1
Etelään					vrk		Huipputunti		
Välillä		Ajon./vrk	Ajon./h	Matka (m)	CO(g)	NOx(g)	CO(g)	NOx(g)	NO2(g)
Sisäänajo	Ulosajo	1	12,00	264	5164	1225	215	51	4,1

instakon oy

Asko Laune

LIITE 3, Ilmanvaihtolaskenta

Veturitien Tunneli

Läpivirtaus

Ilmanvaihto kokonaan tunneli läpi

Ilmamäärät (m3/s) max NO2 -pitoisuudella 400 mikrog/m3

Pohjoiseen	Välillä	% Ilma- määrästä	g NOx	ilmamäärä m3/s	mikrog/m3 NO2	g/h NO2
Sisäänajo	Ulosajo	100 %	98	78	400	8

Etelään	Välillä	% Ilma- määrästä	g NOx	ilmamäärä m3/s	mikrog/m3 NO2	g/h NO2
Sisäänajo	Ulosajo	100 %	98	78	400	8

Ilmamäärät (m3/s) max NO2 -pitoisuudella 150 mikrog/m3

Pohjoiseen	Välillä	% Ilma- määrästä	g NOx	ilmamäärä m3/s	mikrog/m3 NO2	g/h NO2
Sisäänajo	Ulosajo	100 %	98	272	150	8

Etelään	Välillä	% Ilma- määrästä	g NOx	ilmamäärä m3/s	mikrog/m3 NO2	g/h NO2
Sisäänajo	Ulosajo	100 %	98	272	150	8

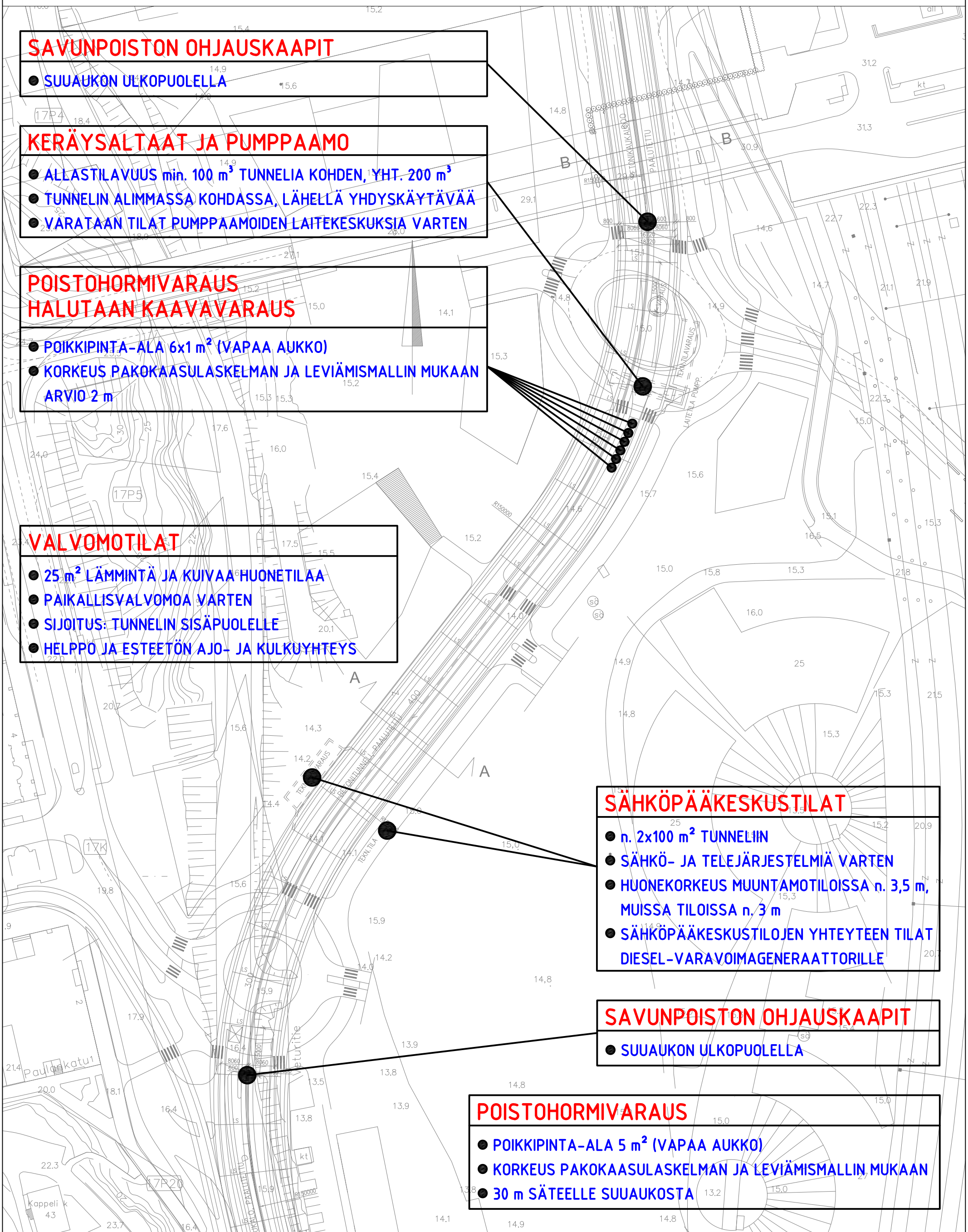
Ilmamäärät (m3/s) max NO2 -pitoisuudella 275 mikrog/m3

Pohjoiseen	Välillä	% Ilma- määrästä	g NOx	ilmamäärä m3/s	mikrog/m3 NO2	g/h NO2
Sisäänajo	Ulosajo	100 %	98	121	275	8

Etelään	Välillä	% Ilma- määrästä	g NOx	ilmamäärä m3/s	mikrog/m3 NO2	g/h NO2
Välillä	0	100 %	98	121	275	8

PASILAN VETURITIEN TUNNELI - TILAVARAUKSET

KAIKKI SIJOITUKSET ALUSTAVIA



SAVUNPOISTON OHJAUSKAAPIT

- SUUAUKON ULKOPUOLELLA

KERÄYSALTAAT JA PUMPPAAMO

- ALLASTILAVUUS min. 100 m^3 TUNNELIA KOHDEN, YHT. 200 m^3
- TUNNELIN ALIMMASSA KOHDASSA, LÄHELLÄ YHDYSKÄYTÄVÄÄ
- VARATAAN TILAT PUMPPAAMOIDEN LAITEKESKUKSIA VARTEN

POISTOHORMIVARAUS HALUTAAN KAAVAVARAUS

- POIKKIPINTA-ALA 6x1 m^2 (VAPAA AUKKO)
- KORKEUS PAKOKAASULASKELMAN JA LEVIÄMISMALLIN MUKAAN ARVIO 2 m

VALVOMOTILAT

- 25 m^2 LÄMMINTÄ JA KUIVAA HUONETILAA
- PAIKALLISVALVOMOA VARTEN
- SIJOITUS: TUNNELIN SISÄPUOLELLE
- HELPPO JA ESTEETÖN AJO- JA KULKUYHTEYS

SÄHKÖPÄÄKESKUSTILAT

- n. 2x100 m^2 TUNNELIIN
- SÄHKÖ- JA TELEJÄRJESTELMIÄ VARTEN
- HUONEKORKEUS MUUNTAMOTILOISSA n. 3,5 m, MUISSA TILOISSA n. 3 m
- SÄHKÖPÄÄKESKUSTILOJEN YHTEYTEEN TILAT DIESEL-VARAVOIMAGENERAATTORILLE

SAVUNPOISTON OHJAUSKAAPIT

- SUUAUKON ULKOPUOLELLA

POISTOHORMIVARAUS

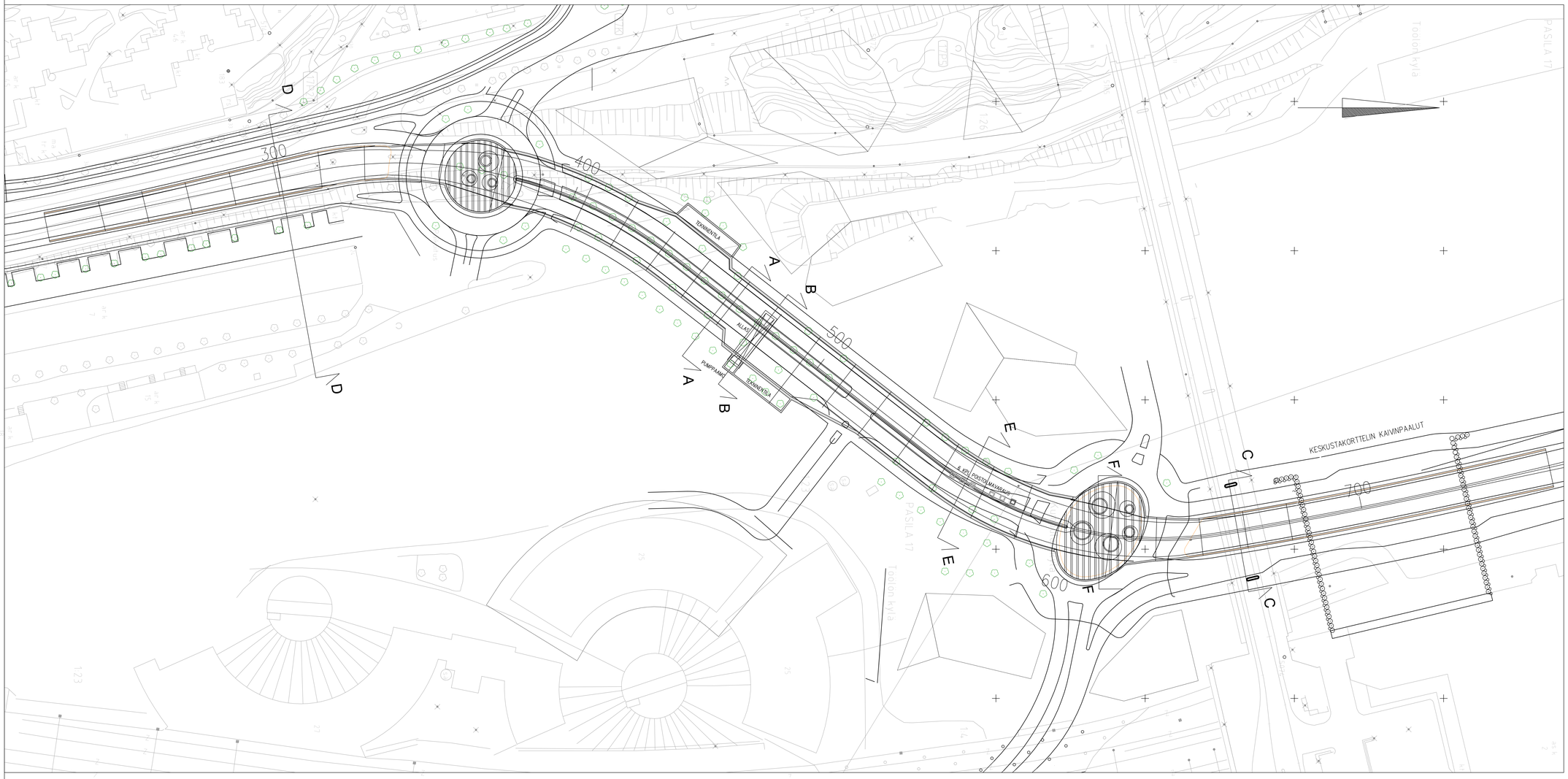
- POIKKIPINTA-ALA 5 m^2 (VAPAA AUKKO)
- KORKEUS PAKOKAASULASKELMAN JA LEVIÄMISMALLIN MUKAAN
- 30 m SÄTEELLE SUUAUKOSTA

Instakon oy

09.11.2012

Kohde	VETURITIEN TUNNELOINTI PASILA HELSINKI	GEO, RAK Työ nro FT315 30.11.2012	FUNDATEC	FUNDATEC OY Linnoitustie 5 02600 Espoo p.020 769 8648 f.020 769 8699

Asiakirjaluettelo		Sisältö **HANKESUUNNITELMA**	Mittakaava	Laatija	Laadittu pvm	Muutos pvm	HUOM!
		TUTKIMUSPIIRUSTUKSET					
GEO	**T01**	**KESKI-PASILA, TUTKIMUSKARTTA**	1:500	EMA/JPÖ	**30.11.2012**		
	T02	**KESKI-PASILA, LEIKKAUS A-A**	1:200	EMA/JPÖ	**30.11.2012**		
	T21	**VETURITIEN ETELÄPÄÄ, TUTKIMUSKARTTA**	1:500	EMA/JPÖ	**30.11.2012**		
	T22	**VETURITIEN ETELÄPÄÄ, LEIKKAUKSET B-B, C-C**	1:200	EMA/JPÖ	**30.11.2012**		
	T23	**VETURITIEN ETELÄPÄÄ, LEIKKAUS MITTALINJALTA**	1:200	EMA/JPÖ	**30.11.2012**		
		POHJARAKENNUSPIIRUSTUKSET					
	50	**TYÖNAIKAINEN LIIKENNEJÄRJESTELY, VAIHE 1**	1:500	EMA/JPÖ	**30.11.2012**		
	51	**TYÖNAIKAINEN LIIKENNEJÄRJESTELY, VAIHE 2**	1:500	EMA/JPÖ	**30.11.2012**		
	52	**VETURITIEN TUNNELI, VAIHEISTUS**	1:500	EMA/JPÖ	**30.11.2012**		
	53	**KAIVANTO, TASOPIIRUSTUS, LEIKKAUS A- A**	1:500, 1:200	EMA/JPÖ	**30.11.2012**		
	54	**KAIVANTO, PITUUSLEIKKAUS**	1:200	EMA/JPÖ	**30.11.2012**		
	55	**ORSIVEDEN IMEYTYSPUTKISTO**	1:200	JRA/JPÖ	**30.11.2012**		
	56	**VESIHUOLLON JÄRJESTELYT**	1:500	EMA/JPÖ	**30.11.2012**		
		RAKENNEPIIRUSTUKSET					
RAK	**001**	**BETONITUNNELI, TASOPIIRUSTUS**	1:500	LKÄ/PLO	**30.11.2012**		
	002	**BETONITUNNELI, PITUUSLEIKKAUS**	1:200	LKÄ/PLO	**30.11.2012**		
	003	**BETONITUNNELI, POIKKILEIKKAUKSET**	1:200	LKÄ/PLO	**30.11.2012**		
	004	**BETONITUNNELI, KIERTOLIITTYMÄT, TASOPIIRUSTUS**	1:200	LKÄ/PLO	**30.11.2012**		



BETONI: C35/45 LK1, MAX KIVIAINES 32mm
BETONITERÄS: A500HW
KÄYTTÖIKÄ 100 VUOTTA
BETONIN RASITUSLUOKAT:

SEINÄT: XD3, XC3, XC4, XF4, P30 VESITIIVIS
KATTO: XD1, XC3, XC4, XF2, P30 VESITIIVIS
POHJALAATTA: XC2, XD1, XF4 VESITIIVIS

SUOJAAVA BETONIPEITE NIMELLISVAHVUUS: 45mm (TOLERANSSI 10mm)

LASKENNALLINEN HALKEAMALEVEYS Wmax ≤ 0.15mm
PALOLUOKKA KANTAVAT RAKENTEET R120
PORAPAALU LIITTOPILAREINA: ø406.4+6TW25+HAAT TW8 K250 C30/37 LK2

KALLIOANKKURIT: st 950/1050 ø32 Poo(=Pkoe): 675kN, Poo=1.5xPo, Po(=Pjättö): 450kN

VIERUSTÄYTÖT TEHTÄVÄ SAMANAIKAISESTI MAX. SALLITTU TASOERO
ERI PUOLIEN VÄLILLÄ TÄYTÖN JA TIIVISTYKSEN AIKANA ON 1 m.

RAKENTEET MITOITETTU LIIKENNEKUORMILLE Lk1/Ek1.

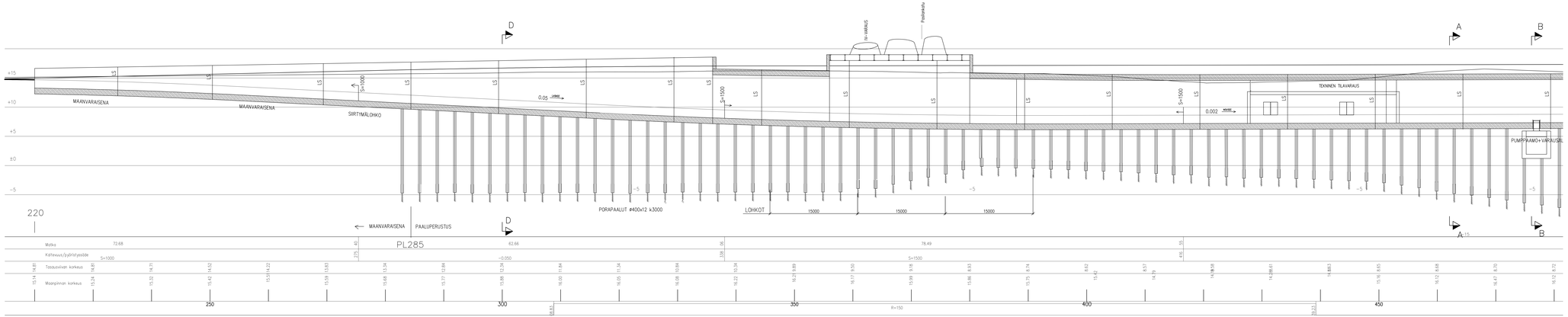
Tasokoordinaatisto / Plankoordinatsystem:
Helsingin kaupungin erilliskoordinaatisto /
Helsingfors stads lokala koordinatsystem
Korkeusjärjestelmä / Höjdsystem: NN (=N43)

REV	PVM	TEKIJÄ	ERITTELY

K.OSA/KYLÄ 17. KORTT. TILA TONTTI/RN:O	VRANOMAISEN MERKINTÖJÄ
RAKENNUSTOIMENPIDE	PIIRUSTUSLAJI RAKENNEPIIRUSTUS — JUOKSEVA N:O
RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE: VETURITIEN TUNNELOINTI PASILA — HELSINKI	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ: BETONITUNNELI — TASOPIIRUSTUS 1:500

FUNDATEC
LINNOITUSTIE 5 puh. 0207 698648
02600 ESPOO fax. 0207 698699
ettunimi.sukunimi@vahanen.com

PVM. 30.11.2012	SUUN. ALA	TYÖ N:O	PIIR. N:O	REV
PIRT. LKÄ	RAK	FT315	001	
SUUN. DI PASI LOUKONEN				
HYV. RI AKU VARSAMÄKI	TIEDOSTO :			Z:\PROJEKTIT\FT315...



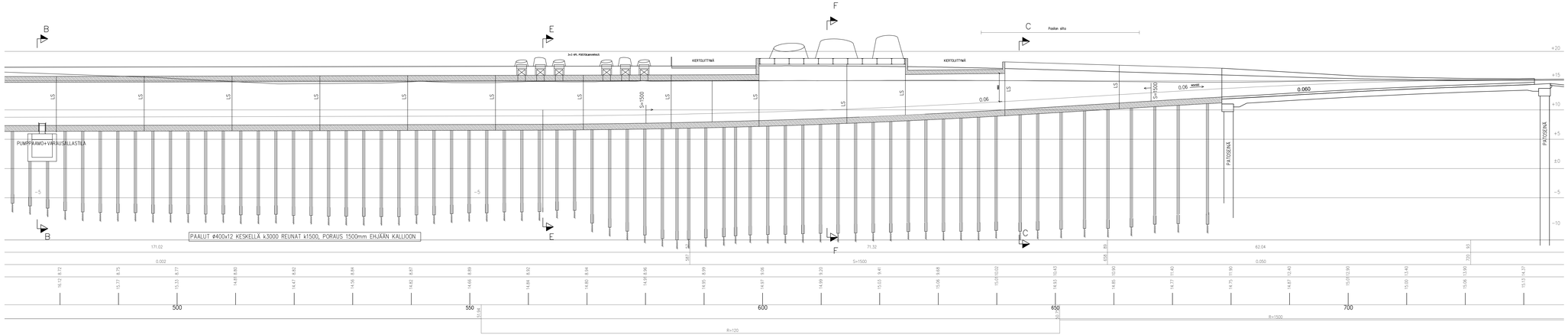
BETONI: C35/45 LK1, MAX KIVAINES 32mm
BETONITERÄS: A500HW
KÄYTTÖIKÄ 100 VUOTTA
BETONIN RASITUSLUOKAT:

SEINÄT: XD3, XC3, XC4, XF4, P30 VESITIIVIS
KATTO: XD1, XC3, XC4, XF2, P30 VESITIIVIS
POHJALAATTA: XC2, XD1, XF4 VESITIIVIS
SUOJAAVA BETONIPEITE NIMELLISVAHVUUS: 45mm (TOLERANSSI 10mm)
LASKENNALLINEN HALKEAMÄLEVEYS: $w_{max} < 0.15$mm
PALOLUOKKA KANTAVAT RAKENTEET R120
PORAPAALU LIITTOPILARENA: #406.4+6TW25+HAAT TWB K250 C30/37 LK2

KALLIOANKKURIT: st 950/1050 ø32 P_{00}(=P_{Kloe}): 675kN, P_{00}=1.5P_0, P_0(=$P_{jätti}$): 450kN

VIERUSTÄYTÖT TEHTÄVÄ SAMANAIKAISESTI MAX. SALLITTU TASOERO ERI PUOLEN VÄLILLÄ TÄYTÖN JA TIIVISTYKSEN AIKANA ON 1 m.

RAKENTEET MITOITETTU LIIKENNEKUORMILLE LK1/EK1.



Tasokoordinaatisto / Plankoordinatsystem:
Helsingin kaupungin erillikoordinaatisto /
Helsingfors stads lokala koordinatsystem
Korkeusjärjestelmä / Höjdsystem: NN (=N43)

REV	PVM	TEKIJÄ	ERITELY

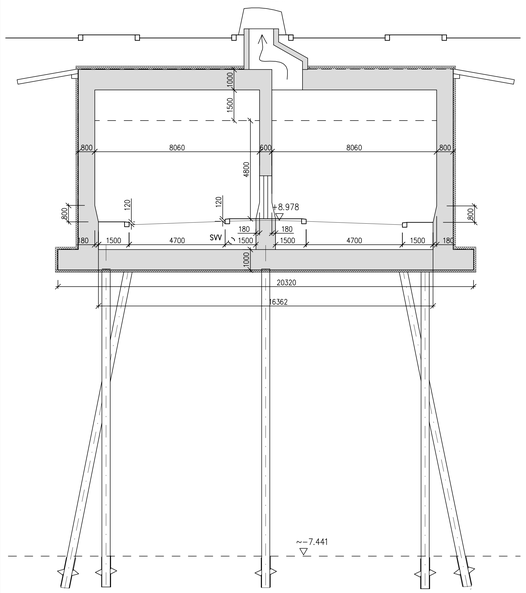
KJOKA/KJLS 17 / KORTT. TILA / TOHTI/NN.O	VIRANOMAISEN MERKINTÄJÄ
RAKENNUSTOIMENPIDE	PIIRUSSUM RAKENNEPIIRUSTUS / JÄSEEN N.O
RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE VETURITIEN TUNNELOINTI PASILA HELSINKI	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ BETONITUNNELI 1:200 PITUUSLEIKKAUS

FUNDATEC
LINNOITUSTIE 5 puh. 0207 698600
02600 ESPOO fax. 0207 698699
etunimi.sukunimi@fundatec.com

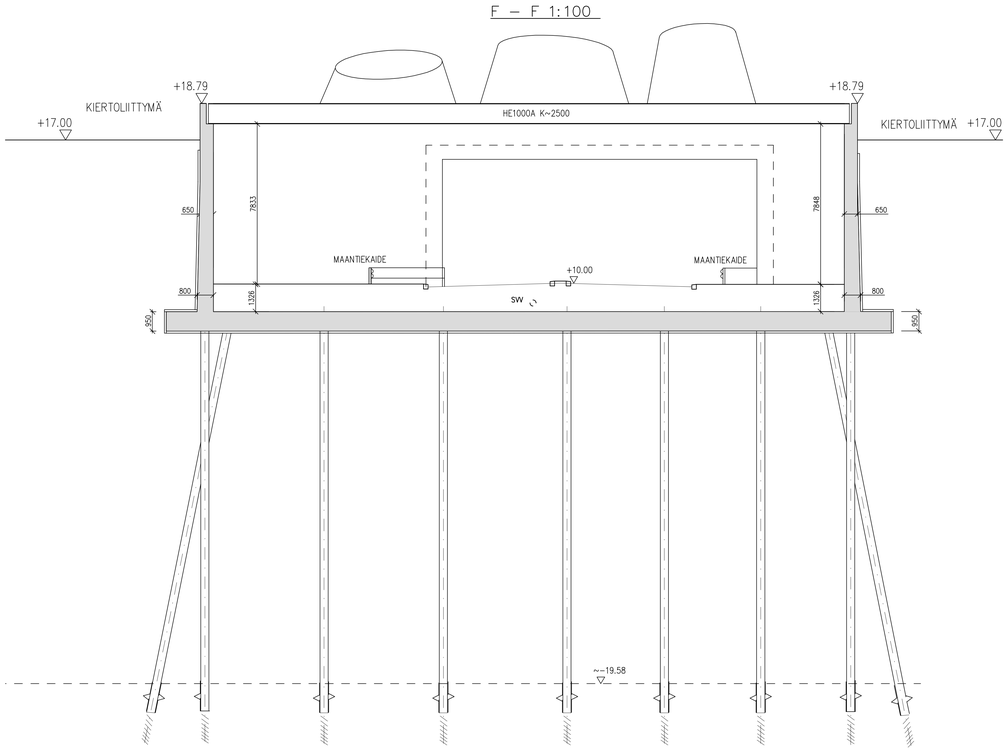
PVM: 30.11.2022 PIRT. LKÄ SIJA LA PAS LOUKONEN RI AKU VARSAMÄKI	SUN. ALA RAK	TYÖ N.O FT315	PIIR. N.O 002
	TIEDOSTO:		ZVUREUEXTFVT315

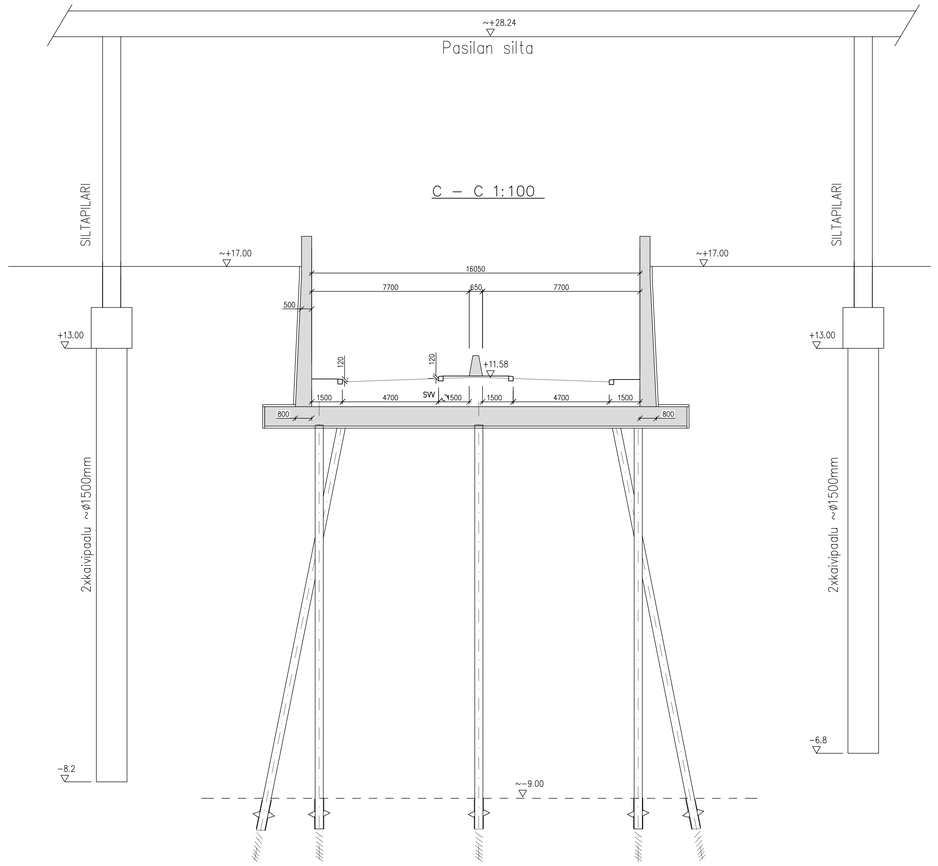
E – E 1:100

3+3 KPL POISTOILMAVARAUS
1.2m x 1.2m



F – F 1:100





C – C 1:100

BETONI: C35/45 LK1, MAX KIVIAINES 32mm
BETONITERÄS: A500HW
KÄYTTÖIKÄ 100 VUOTTA
BETONIN RASITUSLUOKAT:

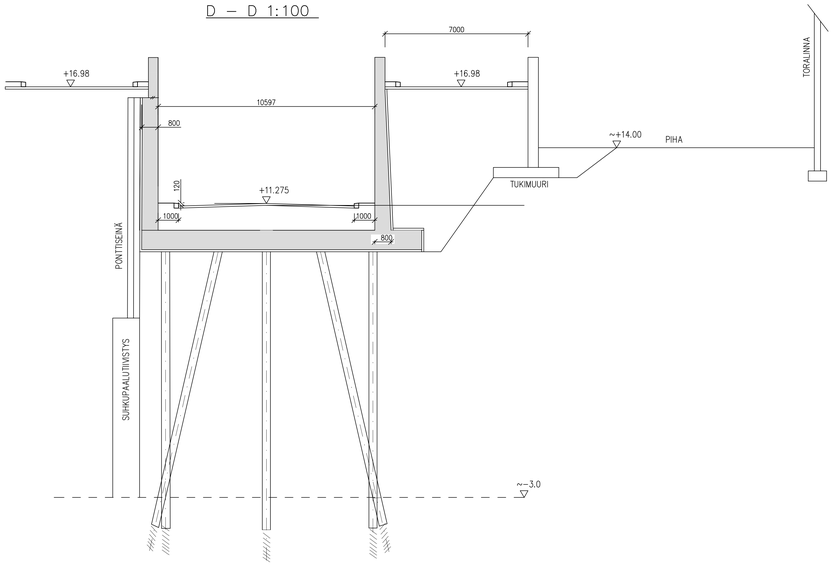
SEINÄT: XD3, XC3, XC4, XF4, P30 VESITIIVIS
KATTO: XD1, XC3, XC4, XF2, P30 VESITIIVIS
POHJALAATTA: XC2, XD1, XF4 VESITIIVIS
SUOJAAVA BETONIPEITE NIMELLISVAHVUUS: 45mm (TOLERANSSI 10mm)
LASKENNALLINEN HALKEAMALEVEYS Wmax ≤ 0.15mm
PALOLUOKKA KANTAVAT RAKENTEET R120
PORAPAALU LIITTOPILAREINA: ø406.4+6TW25+HAAT TW8 K250 C30/37 LK2

KALLIOANKKURIT: st 950/1050 ø32 Poo(=Pkoe): 675kN, Poo=1.5xPo, Po(=Pjättö): 450kN

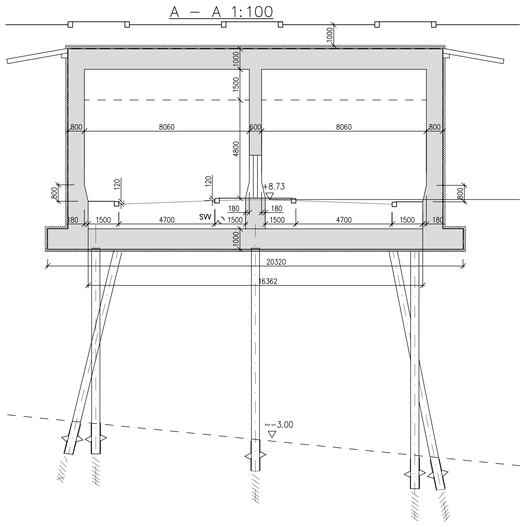
VIERUSTÄYTÖT TEHTÄVÄ SAMANAIKAISESTI MAX. SALLITTU TASOERO
ERI PUOLIEN VÄLILLÄ TÄYTÖN JA TIIVISTYKSEN AIKANA ON 1 m.

RAKENTEET MITOITETTU LIIKENNEKUORMILLE Lk1/Ek1.

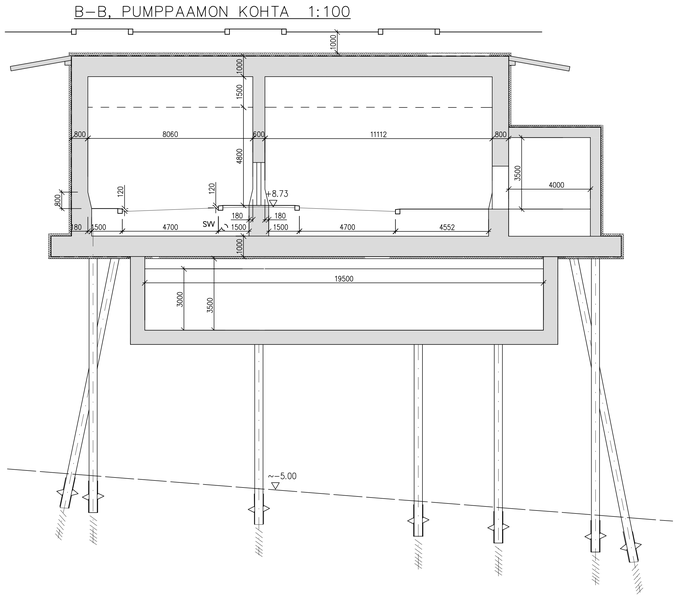
D – D 1:100



A – A 1:100



B–B, PUMPPAAMON KOHTA 1:100



Tasokoordinaatisto / Plankoordinatsystem:
Helsingin kaupungin erilliskoordinaatisto /
Helsingfors stads lokala koordinatsystem
Korkeusjärjestelmä / Höjdsystem: NN (=N43)

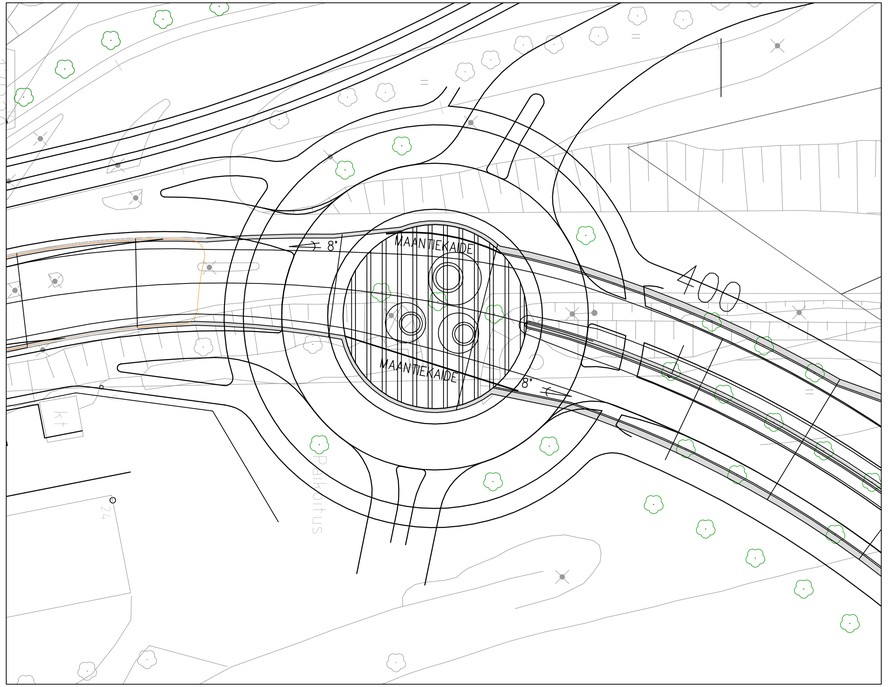
REV	PVM	TEKIJÄ	ERITTELY

K.OSA/KYLÄ 17. KORTT. TILA TONTTI/RN:O	VIRANOMAISEN MERKINTÖJÄ
RAKENNUSTOIMENPIDE	PIIRUSTUSLAJI RAKENNEPIIRUSTUS / JUOKSEVA N:O
RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE: VETURITIEN TUNNELOINTI PASILA HELSINKI	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ: BETONITUNNELI 1:100 POIKKILEIKKAUKSET

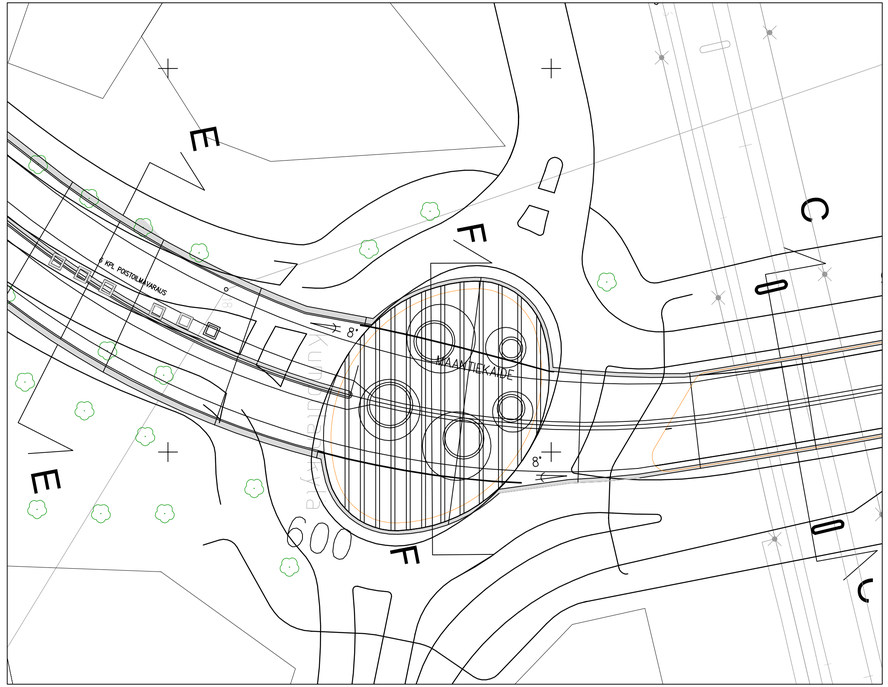
FUNDATEC
LINNOITUSTIE 5 puh. 0207 698648
02600 ESPOO fax. 0207 698699
etunimi.sukunimi@vahanen.com

PVM. 30.11.2012	SUUN. ALA	TYÖ N:O	PIIR. N:O / REV
PIIRT. LKÄ	RAK	FT315	003
SUUN. DI PASI LOUKONEN			
HYK. RI AKU VARSAMÄKI	TIEDOSTO :		Z:_PROJEKTIT\FT315_

ETELÄINEN KIERTOLIITTYMÄ 1:400



POHJOINEN KIERTOLIITTYMÄ 1:400



Tasokoordinaatisto / Plankoordinatsystem:
Helsingin kaupungin erilliskoordinaatisto /
Helsingfors stads lokala koordinatsystem
Korkeusjärjestelmä / Höjdsystem: NN (=N43)

REV	PVM	TEKIJÄ	ERITTELY

K.OSA/KYTLÄ 17. KORTT. TILA TONTTI/RN:O	VIRANOMAISEN MERKINTÖJÄ
RAKENNUSTOIMENPIDE	PIIRUSTUSLAJI: RAKENNEPIIRUSTUS; JUOKSEVA N:O
RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE: VETURITIEN TUNNELOINTI, PASILA, HELSINKI	PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ: BETONITUNNELI, KIERTOLIITTYMÄT, TASOPIIRUSTUS 1:400

FUNDATEC
LINNOITUSTIE 5 puh. 0207 698648
02600 ESPOO fax. 0207 698699
etunimi.sukunimi@vahanen.com

PVM. 30.11.2012	SUUN. ALA	TYÖ N:O	PIIR. N:O	REV
PIIRT. LKÄ	RAK	FT315	004	
SUUN. DI PASI LOUKONEN				
HYV. RI AKU VARSAMÄKI	TIEDOSTO : Z:\\PROJEKTIT\FT315...			