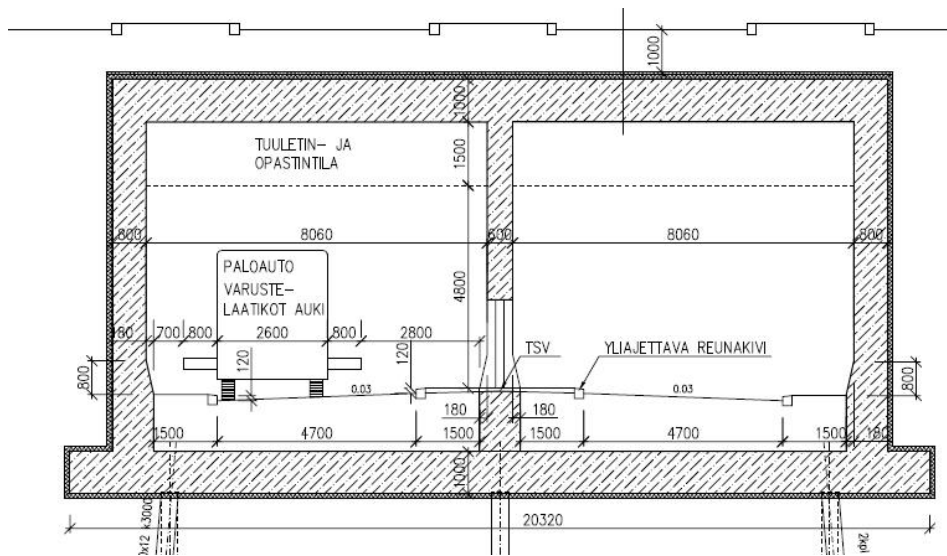


VETURITIEN TUNNELI RAKENNUSTEKNINEN YLEISSUUNNITELMA

19.09.2011



FUNDATEC OY
TRAFIX OY
L2 PALOTURVALLISUUS OY
INSTAKON OY

SISÄLLYSLUETTELO

SISÄLLYSLUETTELO.....	2
1 YLEISTÄ.....	4
2 LÄHTÖAINEISTO.....	4
3 SUUNNITTELUALUE.....	5
4 LIIKENNETEKNINEN TARKASTELU.....	5
4.1 PERUSTIEDOT.....	5
4.2 LINJAUSVAIHTOEHDOT.....	6
4.3 TUNNELIEN SUUAUKKOJEN ALUEET.....	6
4.4 LIIKENTEELLISET RAJOITTEET.....	6
5 TUNNELIEN KUVAUS.....	7
5.1 POIKKILEIKKAUS.....	7
5.2 LINJAUSVAIHTOEHDOT.....	7
5.2.1 VE1C.....	7
5.2.2 VE3.....	8
5.2.3 VE4.....	8
5.2.4 VE5.....	9
6 POHJAOLOSUHTEET.....	9
7 POHJARAKENTAMINEN.....	10
8 VAIHTOEHTOJEN RAKENNETEKNINEN TARKASTELU.....	10
8.1 YLEISTÄ.....	10
8.2 VE 1C.....	11
8.3 VE 3.....	11
8.4 VE 4.....	11
8.5 VE 5.....	13
9 PALOTURVALLISUUSTARKASTELUT.....	13
9.1 YLEISTÄ.....	13
9.2 ONNETTOMUUKSIEN EHKÄISY.....	13
9.3 RAKENTEELLINEN PALOTURVALLISUUS.....	14
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 mitoituserusteet.....	16
10.1.2 Päästöt ja niiden laskenta.....	16
10.1.3 Ilmanvaihdon mitoitus.....	17
10.1.4 Tunnelipuhaltimien mitoitus.....	17
10.1.5 Tunnelipuhaltimien ohjaus.....	17
10.1.6 Savunpoisto.....	18
10.1.7 Tunnelipuhaltimille asetettavat laatuvaatimukset.....	19
10.1.8 Ajoneuvopäästöjen leviäminen.....	19
10.2 TELE- JA TURVALAITTEET.....	19
10.2.1 Valintaperusteet ja varustelutaso.....	19
10.2.2 Palonsammutus.....	20
10.2.3 Kuivatus.....	20

10.3	SÄHKÖJÄRJESTELMÄT	21
10.3.1	Sähkönjakelu.....	21
10.4	TUNNELIVALAISTUS.....	22
10.4.1	Valaistuksen toteutus	22
10.4.2	Valaistuksen ohjaus	22
10.5	VALVONTAJÄRJESTELMÄ.....	22
10.6	TILAVARAUKSET	23
11	PUTKIJOHTOJEN SIIRTOTARVE.....	23
11.1	PUTKIJOHTOJEN SIIRTOTARVE VE 1C.....	23
11.2	PUTKIJOHTOJEN SIIRTOTARVE VE3	24
11.3	PUTKIJOHTOJEN SIIRTOTARVE VE4	24
11.4	PUTKIJOHTOJEN SIIRTOTARVE VE5	24
12	VAIHEITTAINRAKENTAMINEN JA TYÖNAIKAISET LIIKENNEJÄRJESTELYT	25
13	TUNNELIVAIHTOEHTOJEN RAKENTAMISAIKA.....	26
14	KUSTANNUSARVIOT	26
15	YHTEENVETO	26
16	JATKOTOIMENPITEET	28
17	LIITTEET	29

1 YLEISTÄ

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

Sito Oy:n tekemän yleissuunnitelman mukaan Veturitie kulkee kaukaloissa Keski-Pasilan aloituskorttelin ja Teollisuuskadun jatkeen kohdalla siten, että Teollisuuskadun jatke on sillalla Veturitien päällä.

Tässä työssä tutkittiin 4 eri vaihtoehtoista ratkaisua Veturitien rakentamiseksi tunneliin Nordenskiöldinkadun pl 0 ja Keski-Pasilan aloituskorttelin pohjoispuolella olevan paalulukeman pl 925 välisellä alueella. Lyhyimmän vaihtoehdon tunneliosuuden pituus on n.140m ja pisimmän n. 650m.

Vaihtoehtoista tarkasteltiin:

- Tukiseinät ja tunnelin rakentamisen vaatimat geotekniset ratkaisut huomioiden pohja- ja orsiveden virtaukset.
- Tunnelin rakenneratkaisut
- Tunnelin palo- ja pelastustekniset ratkaisut
- Liikennetekninen mitoitus
- Olemassa olevien putkijohtojen ja kaapeleiden siirtotarpeet
- Vaiheittain rakentaminen
- Eri vaihtoehtojen rakentamiseen tarvittava rakentamisaika

Työtä ovat ohjanneet KSV:n teknistaloudellisesta toimistosta Peik Salonen ja Eija Kivilaakso, Pasila-Projektista Timo Lepistö ja Ville Purma, liikennesuunnitteluosastolta Harri Verkamo sekä HKR:n katu- ja puistoosastolta Jarkko Karttunen.

Aku Varsamäki Fundatec Oy:stä on toiminut projektipäällikkönä ja vastannut suunnitteluryhmän johtamisesta sekä kohteen kallio-, rakenne- ja geosuunnittelusta.

Rakennesuunnitteluun ovat osallistuneet myös Pasi Loukonen Fundatec Oy:stä ja Matti Haaramo Vahanen Oy:stä.

Projektiryhmän muut vastuuhenkilöt ovat olleet:

Liikennesuunnittelu, Jouni Ikäheimo Trafix Oy

LVIS-suunnittelu, Asko Laune Instakon Oy

Palotekninen konsultointi, Juha-Pekka Laaksonen ja Otto Pohjola, L2 Paloturvallisuus Oy

2 LÄHTÖAINEISTO

Lähtötietoina tilaaja on toimittanut konsultille:

- 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 Ve1c, KSV, 22.2.2011
- Veturitien kaukalo Ve1c pituusleikkaus, KSV
- Veturitien kaukalo Ve1c poikkileikkaukset, KSV
- Veturitien kaukalo Ve3, KSV, 22.2.2011
- Veturitien kaukalo Ve3 pituusleikkaus, KSV
- Veturitien kaukalo Ve3 poikkileikkaukset, KSV
- Veturitien kaukalo Ve4, KSV, 22.2.2011
- Veturitien kaukalo Ve4 pituusleikkaus, KSV
- Veturitien kaukalo Ve4 poikkileikkaukset, KSV
- Veturitien kaukalo Ve5, KSV, 6.5.2011
- Veturitien kaukalo Ve5 pituusleikkaus KSV
- Keski-Pasilan keskustakortteliin liittyvien liittymien liikennevirrat iltahuipputunnille vuonna 2030, KSV 21.6.2011
- Scenario 6002: vuosi 2030 Veturitien perusennuste 11.6.2008
- olemassa oleva pohjatutkimusaineisto Soili-palvelusta

3 SUUNNITTELUALUE

Suunnittelualue sijaitsee Helsingissä Keski-Pasilan alueella Maistraatinportin jatkeen ja Nordenskiöldinkadun välisellä alueella.

4 LIIKENNETEKNINEN TARKASTELU

4.1 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 noin 1200 – 1600 ajoneuvoa tunnissa ja noin 16000 – 19000 ajon vuorokaudessa riippuen tunnelivaihtoehdosta. Tämä tarkoittaa yhden kaistan liikennemääränä noin 600 – 800 ajon/h. 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 Rautatie-läisenkadun liittymät) liikenteen välityskykyä ja tunnelien ulkopuolisen verkon mahdollisesta ruuhkaantumisesta aiheutuvia jonoutumis ym. haittoja tunneleihin.

4.2 LINJAUSVAIHTOEHDOT

Vaihtoehtojen liikennejärjestelyperiaatteet ja liikenteellinen mitoitus on laadittu Kaupunkisuunnitteluviraston liikennesuunnitteluosaston toimesta ja kyseisiä suunnitelmia on käytetty tämän rakennusteknisen selvityksen pohjana. Tunneleiden vaakageometriaa ei ole tässä selvityksessä muutettu lähtökohtana olleista suunnitelmista, mutta korkeus-asemia on tarkennettu.

Veturitien tunneloinnista tutkittiin neljä eri vaihtoehtoa. Vaihtoehdot on nimetty lähtötietopiirustusten mukaisesti.

Vaihtoehto	Pituus m	Alin tsv	Tunneliosuuden kaltevuus ‰	Kaukalo-osuuden kaltevuus %
VE 1C	140	+9.7	5	6
VE 3	300	+8.6	2	6
VE 4	480	+8.6	2	6
VE 5	650	+8.2	2	6

Tunnelien eri vaihtoehtojen linjaukset on esitetty liitteenä olevissa piirustuksissa.

4.3 TUNNELIEN SUUAUKKOJEN ALUEET

Tunnelin suuaukot sijoittuvat kaikissa vaihtoehdoissa tunnelin päiden yläpuolella olevan kadun kaistojen väliin. Tunnelista väylä jatkuu kaukalossa, jonka pituuskaltevuus 6 % on.

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.

4.4 LIIKENTEELLISET RAJOITTEET

Tunnelia ei saa käyttää:

- nestekaasubussit
- vaarallisten aineiden kuljetukset

- ylikorkeat yms. erikoiskuljetukset
- kevyt liikenne

Kaikki edellä mainittu liikenne johdetaan muita reittejä pitkin.

5 TUNNELIEN KUVAUS

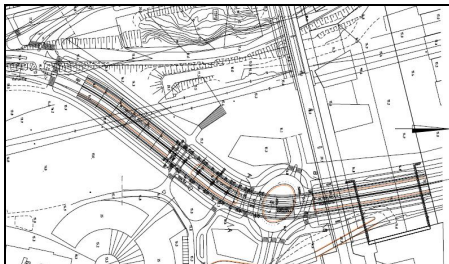
5.1 POIKKILEIKKAUS

Kaikissa tunnelivaihtoehdoissa on käytetty samaa peruspoikkileikkausta. Tunnelivaihtoehtojen poikkileikkausta on tarkennettu mm. palo- ja pelastusviranomaisien 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 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. vapaan korkeuden välissä on 1,5 m tilaa puhaltimille, liikenteen ohjauslaitteille yms.

5.2 LINJAUSVAIHTOEHDOT

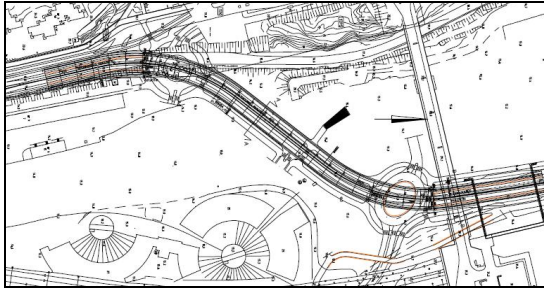
5.2.1 VE1C



Tunneliosuus Teollisuuskadun kiertoliittymän ja tornialueelta veturitalleille johtavan Veturitien ylittävän kevyen liikenteen väylän välillä. Tunnelin pituus on noin 140 m, tunnelin kaltevuus 5 ‰ ja tunnelin ulkopuolisten luiskien (kaukalorakenne) 6 ‰. Tunnelin tasausviivan alin kohta on n.+9,7.

Molemmissa päissä on n. 100 m pitkät kaukalorakenteet. Pohjoispäässä kaukalo rakenne ylittää siltamaisena aloituskorttelin kaivannon. Ylityksestä on olemassa Sito Oy:n tekemät suunnitelmat ja tässä työssä tutkittiin tunnelivaihtoehtoa vain aloituskorttelin patoseinän linjaan, jossa liitytään ylityksestä tehtyihin suunnitelmiin.

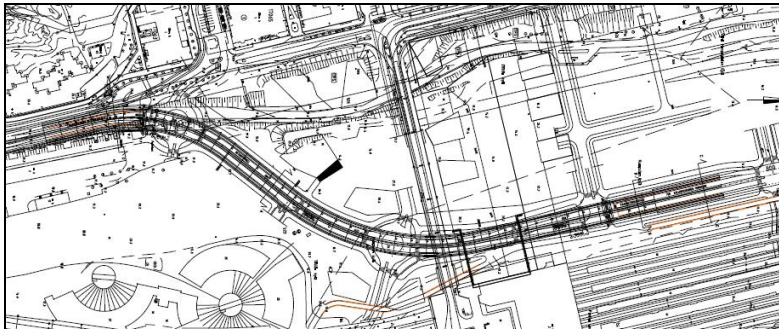
5.2.2 VE3



Tunneliosuus Teollisuuskadun kiertoliittymän ja Pasilankadun välillä. Tunnelin pituus on noin 300 m, tunnelin kaltevuus 2 ‰ ja tunnelin ulkopuolisten luiskien (kaukalarakenne) 6 ‰. Tunnelin tasausviivan alin kohta on n.+8,6.

Molemmissa päissä on n. 100 m pitkät kaukalarakenteet. Pohjoispäässä kaukalarakenne ylittää siltamaisena aloituskorttelin kaivannon. Ylityksestä on olemassa Sito Oy:n tekemät suunnitelmat ja tässä työssä tutkittiin tunnelivaihtoehtoa vain aloituskorttelin patoseinän linjaan, jossa liitytään ylityksestä tehtyihin suunnitelmiin.

5.2.3 VE4

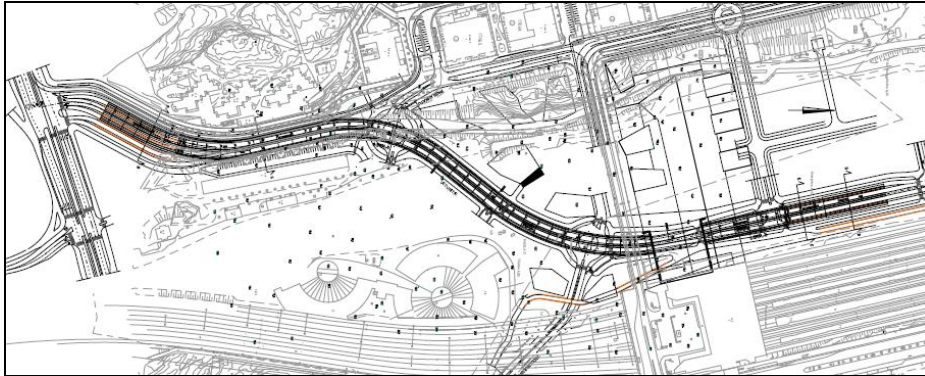


Tunneliosuus Maistraatinportin ja Pasilankadun välillä. Tunnelin pituus on noin 480 m, tunnelin kaltevuus 2 ‰ ja tunnelin ulkopuolisten luiskien (kaukalarakenne) 6 ‰. Tunnelin tasausviivan alin kohta on n.+8,6.

Molemmissa päissä on n. 100 m pitkät kaukalarakenteet.

Aloituskorttelin kohdalla tunneli kulkee siltamaisena rakenteena aloituskorttelin kaivannon yli.

5.2.4 VE5



Tunneliosuus Maistraatinportin ja Nordenskiöldinkadun välillä.

Tunnelin pituus on noin 650 m, tunnelin kaltevuus 2 ‰ ja tunnelin ulkopuolisten luiskien (kaukalorakenne) 6 %. Tunnelin tasausviivan alin kohta on n. +8,2.

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...6m 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 keskitiiviseen 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.

Ratkaisujen pitää olla sellaisia, että pohja- ja orsivesi pääsevät vapaasti kulkeutumaan Veturitien puolelta toiselle.

7 POHJARAKENTAMINEN

Veturitien tunneli joudutaan suurimmalta osalta rakentamaan tukiseinien avulla tuettuun kaivantoon. Tukiseinien pitää olla niin tiiviitä, että pohjavesi alueella ei laske työn aikana. Tukiseinät on suunniteltu tehtäväksi ulospäin ankkuroituna teräsponsittiseinäinä, teräsponsittien alapään ja kalliion välinen osuus tiivistetään suihkupaalutekniikalla.

Vanhan ratapihan reunasta Pasilantien risteyksen kautta Nordenskiöldinkadun suuntaan voidaan kaivanto osittain tehdä luiskaamalla. Samalla alueella kaivantoa joudutaan myös louhimaan. Louhintaa tulee myös pitkissä vaihtoehtoissa tunnelin pohjoispäässä olevan kaukalon kohdalla.

Kaivannossa oleva vesi pumpataan saostusaltaiden kautta viemäriin. Painetasoa kaivannossa olevan savikerroksen alapuolelta on imukärjillä pienennettävä niin, että ei ole kaivannon pohjan nousun vaaraa.

Valmiin tunnelin ulkopuolelle on rakennettava sellaiset pohjavesijärjestelmät, että pohjavesi voi vapaasti kulkea tunnelin puolelta toiselle. Järjestelmä voidaan tehdä esim. tunnelin molemmin puolin rakennettavien salaojiin, jotka johdetaan n. 20...30 m välein oleviin kaivoihin. Tunnelin eripuolilla sijaitsevat vastakkaiset kaivot yhdistetään toisiinsa tunnelin alapuolella kulkevilla yhdysputkilla ks. liitepiirustus nro FT244/005.

8 VAIHTOEHTOJEN RAKENNETEKNINEN TARKASTELU

8.1 YLEISTÄ

Tunnelit tehdään paikallavalurakenteina ja jaetaan liikuntasaumoilla osiin. Tunnelit ovat osittain paalutettuja ja nostetta vastaan ankkuroituja, osin maanvaraisia ja osin kallionvaraisia. Paaluina käytetään Porapaaluja d406,4. Ankkurointi tehdään porapaalujen läpi. Paalupituus on vaihtoehdossa VE1c enimmillään 20,5m ja muissa vaihtoehtoissa enimmillään 20m.

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

Paloluokka kantavissa rakenteissa on R120

Rakenteiden mitoitusikä on 100v. 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 1m. Aloituskorttelin tunnelin kohdalla vaihtoehtoisissa VE4A ja VE5 pohjalaatan päälle varattu tila on 1m.

Kaikissa vaihtoehtoisissa rakennetaan alimpaan kohtaan pumppaamot / varastosäiliö sade- ja vuotovesille sekä pesu- ja onnettomuusvesille. Varastosäiliön tilavuus on n.100...150 m³ valittavasta tunneliratkaisusta riippuen.

8.2 VE 1C

Tunneli on kaksiosainen betonitunneli, jonka molemmissa päissä on kaukatorakenteet. Tunnelin tasausviiva on alimmillaan tasolla +9,682. Tunneli ja kaukalot ovat paalutettuja ja nostetta vastaan ankkuroituja rakenteita.

Pohjoispäässä kaukalo liittyy Sito Oy:n suunnittelemaan aloituskorttelin ylittävään kaukaloon.

8.3 VE 3

Kuten VE1C. Tunnelin tasausviiva on alimmillaan tasolla +8,458.

8.4 VE 4

Tunneli on kaksiosainen betonitunneli kuten vaihtoehtoisissa VE1C. Eteläpäässä kaukalo-osuus on perustettu maanvaraisesti. Nosteen vuoksi pohjalaattaan on tehty ulokelevitykset.

Pohjoispäässä kaukalo-osuus on osin paalutettu ja ankkuroitu, osin maanvarainen ja ankkuroitu ja osin kallionvarainen.

Tunnelin tasausviiva on aloituskorttelin eteläpuolella alimmillaan tasolla +8,835.

Aloituskorttelin kohdalla Veturitie sijaitsee myös tunnelissa. Tunnelin korkeusasema on valittu siten, että metron lippuhallitason (+6.0) yläpuolelle jää 3 m vapaata korkeutta. Tunnelin tasausviivan korko on näin tunnelissa tasolla +11,0 ja tunnelin yläpuolella olevalla kadulla n.+19,5.

Seuraavassa tarkastellaan Veturitien tunnelia tarkemmin aloituskorttelin (patoseinien väli) kohdalla:

Tunnelin seiniin ei kohdistu vedenpainetta eikä pohjaan nostetta. Metroasema vaikuttaa tukirakenteiden sijoitukseen. Tukirakenteiden väli vaih-

teele 9 metristä 18 metriin tunnelin suunnassa. Tunnelia vastaan koh-tisuorassa suunnassa em. väli on n. 8,6 metriä tukirakenteiden sijaitessa noin tunnelin seinien kohdalla. Mahdollinen yläpuolinen rakentaminen tuo tunnelin kohdalla lisäkuormia tunnelin tukirakenteille. Yläpuolisen ra-kentamisen tukirakenteita voidaan sijoittaa tunnelin suuntaisten seinien päälle. Seinien suunnassa näiden tukirakenteiden sijainti voi tarvittaessa poiketa tunnelin tukirakenteiden sijainnista, mikäli ko. seinät on vahvis-tettu tätä silmällä pitäen.

Tunnelin katto mitoitetaan raskaalle liikennekuormille. Järjestelyissä voi tapahtua tulevaisuudessa muutoksia liikenteen suhteen. Ajokaista voi si-jaita missä tahansa tunnelin katolla. Tunnelin pohjaa kuormittaa normaali-sti kaksi ajokaistaa. Paloauto tai muu raskas ajoneuvo voi seistä tunne-lissa, missä kohdassa tahansa. Tällaisen paikan ohittaminen johtaa ra-kenteiden kannalta neljän kaistan kuormitukseen.

Tunnelin rakenteellisen betonin paksuus voi olla 600 mm. Pohjalaatta vaatii pilarien kohdalle paksunnoksia. Tarkastelussa on varattu pohjalaa-tan ja katon paksuudeksi 1000 mm ja ulkoseinien paksuudeksi 800 mm. Nämä mitat pitävät sisällään tarvittavat eristykset ja suojaukset.

Mahdollinen yläpuolinen rakentaminen aiheuttaa tarvetta rakenteiden kasvattamiseen sekä palonkestoajan pitenemisen että suurien paikallis-ten kuormien takia. Väliseinään voidaan tehdä poistumisaukkoja vierei-seen tunneliin. Tunnelin seinät kantavat tunnelin suuntaisina palkkeina helposti myös metroasema kohdalla olevan 18 metrin tukivälin yli.

Tunneli perustetaan teräsbetonitäytteisille porapaaluille. Paalut vahviste-taan pilareiksi alapuolisen kaivun ja metroaseman rakentamisen yhtey-dessä. Näitä pilareita tulee sijoitsemaan sekä laiturialueella että pysä-köintilaitoksessa aiheuttaen haittaa metron toiminnoille. Tavoitteena on pilareiden määrän minimointi. Paalujen maksimikantavuus on pienempi uudessa tilanteessa. Ne muuttuvat alttiiksi nurjahdukselle ja tulipalolle. Palon vaikutus voidaan eliminoida paloeristämällä esiin kaivetut paalut. Nurjahduksen vaikutus paalujen kantavuuteen on otettava huomioon olettamalla ne pilareiksi. Liikennetunneli voidaan kannattaa d813/16 yk-sittäisillä pilareilla. Korroosion vaikutukseksi teräsvaipan seinämän pak-suuteen oletetaan 2 mm/100v. Yksi d813 paalu vastaa karkeasti kahta d610 paalua, kun nurjahdus pilaritilanteessa otetaan huomioon. Huolto-tunnelin kohdalla tarvittavaan paalukokoon ja määrään voidaan vaikut-taa keventämällä sen päälle tulevaan 3 – 4 metrin paksuista maatyttö-kerrosta.

Mahdollisella yläpuolisella rakentamisella on suuri vaikutus paalutarpee-seen. Käyttämällä neljän paalun ryhmiä ja pienehköjä paaluja on mah-dollista saavuttaa suuria kantavuuksia. Esimerkiksi 4 kpl d 406 paalua keskiö-etäisyydellä 2 metriä kantaa n. 1,5-kertaisen kuorman verrattuna d813 paaluun ja vastaavasti n. 3-kertaisen kuorman verrattuna d610 paaluun. Suuri kantavuus saadaan aikaan muodostamalla em. paalu-ryhmästä ristikkopilari metroaseman kaivun yhteydessä ja paloeristämäl-

lä se. Paikallisen ristikkopilarin aiheuttama haitta lienee metron toiminnalle pienempi kuin useampien erillisten pilareiden.

8.5 VE 5

Vaihtoehto VE5 on kuten vaihtoehto VE4. Vaihtoehdossa eteläpää ulottuu kuitenkin lähelle Nordenskiöldinkadun risteystä. Eteläpään tunneli ja avokaukalo-osuus tehdään maanvaraisina. Nosteen vuoksi pohjalaatetaan on tehty ulokelevitykset.

Tunnelin tasausviiva on aloituskorttelin eteläpuolella alimmillaan tasolla +7,556.

9 PALOTURVALLISUUSTARKASTELUT

9.1 YLEISTÄ

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

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

9.2 ONNETTOMUUKSIEN EHKÄISY

Liikenneonnettomuuksien vakavuuteen vaikuttaa merkittävästi risteävän liikenteen sekä vastaantulevan liikenteen määrä. Missään versiossa ei risteävää liikennettä ole suunniteltu kaukaloon tai tunneliin, joten sen osalta voidaan katuosuuden kaukaloitten tai tunneleiden olevan turvallisempia kuin tavanomaiset katuosuudet risteyksineen. Vastakkain kulkevat ajosuunnat on eroteltu toisistaan kaukaloissa korotetulla erotuskais-talla ja tunneliosuudet on suunniteltu kaksoistunneleiksi joissa ajetaan tunnelin sisällä vain yhteen suuntaan. Vähentämällä tai estämällä vastakkaisiin suuntiin kulkevan liikenteen törmäystilanteet pystytään lisäämään katuosuuden jatkuvaa käytettävyyttä.

Tunneleihin on suunniteltu yliajettava reunakivetys, joka mahdollistaa tunneliin pysähtyneen ajoneuvon ohittamisen (myös paloautot on huomioitu tunnelin mitoituksessa). Yliajettava reunakiven avulla voidaan osaltaan myös ehkäistä onnettomuuksia, koska se ohjaa liikennettä kulkemaan oikealla ajoradalla paremmin kuin pelkät kaistamaalaukset. Tunneli on kohtalaisen leveä, joten ilman yliajettavia reunakiviä olisi mahdollista että yhdelle ajoneuvolle suunnitellulla kaistalla ajaisi useam-

pi ajoneuvo vierekkäin mikä osaltaan johtaisi lisääntyneeseen onnettomuusvaaraan.

Kaukaloiden ja tunnelien ajettavuutta, sekä siten myös turvallisuustasoa, voidaan parantaa informatiivisin opastustauluin sekä valaistuksen avulla. Näiden edellytyksenä on kuitenkin myös tunnelien jatkuva seuranta kameratekniikan avulla. Valvontajärjestelmä tarvitaan lisäksi onnettomuuksien havaitsemisen ja savunpoiston mahdollisimman käynnistämisen mahdollistamiseksi.

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 selvittää 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). Tunneliosuudet joiden päälle on suunniteltu tehtävän rakennuksia, on tehtävä luokkaan HCM 240 (hiilivetykäyrän mukaisen palonkehityksen perusteella), koska tunnelin sortuminen ei saa johtaa maanpäällisten rakennusten sortumiseen.

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 ilmapvirtaa 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 kevyt-rakenteinen 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 seurausten suuruutta.

Tunnelit tulee varustaa poistumisreittiopastein ja tarvittavin turvavaloin.

Hätäkuulutusjärjestelmän kuuluvuus ajoneuvojen sisään on rajallinen, tunneleihin tulee lisäksi asentaa riittävät lisäopasteet evakuoointia 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 merkittävästi 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 voidaan varustaa sammutusvesiputkistolla tai liittää ne katualueiden sammutusvesiverkostoon.

10 TEKNISET JÄRJESTELMÄT

10.1 ILMANVAIHTO

10.1.1 Lähtökohdat ja mitoitusperusteet

Tunnelin osalta ovat tärkeimmät lähtötiedot seuraavat:

- Huipputunnin liikennemäärä on iltatunnille tehdyn ennusteen mukaan enimmillään 783 ajoneuvoa tunnissa vuonna 2030. Raskaan liikenteen osuus on 8 %.
- Yksikaistaisen tunnelin poikkipinta-ala on 50,4 m² ja sisäpiiri 28,6 m.
- Suurin pituuskaltevuus on 5‰ sekä ylös- että alaspäin
- Ilmanvaihdon mitoituksessa käytetään ajonopeutta 30 km/h
- Kevyttä liikennettä (jalankulku, pyöräily) ei sallita.

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

Puhaltimet mitoitetaan toimimaan ilmoitetulla teholla molempiin puhallussuuntiin. Puhaltimia käytetään tunnelin ilman pitoisuuksien hallintaan ja savunpoistoon. Puhaltimet varusteineen mitoitetaan päästöjen hallinnan ja palotilanteen savunpoistovaatimusten mukaan.

10.1.2 Päästöt ja niiden laskenta

10.1.2.1 Ympäristössä sallitut pitoisuudet

Ilmanlaadun ohjearvot typpidioksidille ovat 150 µg/m³ (tuntikeskiarvo) ja 70 µg/m³ (vuorokausikeskiarvo). Raja-arvot ovat 400 µg/m³ (tuntikeskiarvo) ja 200 µg/m³ (vuorokausikeskiarvo).

Päästölaskennassa saaduille NO_x- määrille on ilmanvaihdon mitoitusta varten arvioitava NO_x:n muuttumisprosentti NO₂:ksi. Laskelmissa käytetään tunneleissa arvoa 8 %.

10.1.2.2 Tunnelissa sallitut pitoisuudet

Tunneliolosuhteissa vähäinen määrä liikennepäästöjen typen oksideista (NO_x) muuttuu NO₂:ksi. Muuttumisprosenttina käytetään tässä Ruotsin ohjeiden (Tunnel 2004) mukaisesti arvoa 8 %.

NO_x -pitoisuus ei saa nousta muutamaa ppm:ää suuremmaksi, jotta sallittu NO₂-pitoisuus ei ylittyisi.

Tunnelissa sallittuna NO₂-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/m³) 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

Tunnelin ilmanvaihtoa suunniteltaessa ilmanvaihdonmitoittavana epäpuhtautena on tämän tyyppisissä tunneleissa yleensä typpioksidi (NO₂). Ilmanvaihdon mitoituslaskelmat on tehty vaihtoehdolle VE5 ja esitetty liitteessä. Muiden vaihtoehtojen ilman epäpuhtaudet ilmapäästöt jäävät pienemmiksi koska tunneli on lyhyempi.

Läpituuletus ilman pystykuiluja

Päästöjen hallinta hyväksyttävälle tasolle edellyttää 0,5-1,5 m/s ilmavirran nopeuksia käytettäessä "läpituulesta". Tähän vaikuttaa huomattavasti päästöjen sekoittuminen tunnelin suuaukolla ja erityisesti sallittu pitoisuus suuaukolla. Tunnelissa sallittu pitoisuus 400 µg/m³ ja suuaukoilla 150 µg/m. Koska savunpoisto vaatii ilmanopeuden 3 m/s, määrittää savunpoisto tarvittavan kokonaisilmamäärän.

10.1.4 Tunnelipuhaltimien mitoitus

Tunnelipuhaltimien koon ja lukumäärän mitoittaa savunpoistonopeus 3 m/s. Mitoituksessa on huomioitava puhaltimien toimivuus myös silloin, kun ilmasto-olosuhteet aiheuttavat tuulen savunpoistosuuntaa vastaan

Yksittäisiä Impulssipuhaltimia tarvitaan n.60m välein, tai kaksi rinnan 120 m:n välein.

10.1.5 Tunnelipuhaltimien ohjaus

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 NO₂-pitoisuuden mukaan. NO₂-pitoisuuden tunnelissa noustessa tunnelipuhaltimet käynnistyvät portaittain. Pitoisuusmittauslaitteet valitaan siten, että samanaikaisesti voidaan mitata myös CO- ja NO_x-pitoisuutta.

Käytännössä pitoisuusmittaukset voisi toteuttaa 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 tulisi sijoittaa n. 100 m:n välein alkaen tunnelin suuaukosta. Referenssiantureita tulisi tunnelin keskelle 1 kpl/tyyppi. Tunnelien pesutilanteita varten anturit tulee olla roiskevevessuojattuja.

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.

10.1.6 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.

Palotapauksessa, tunnelin evakuointivaiheessa riittää normaalisti mitoitustilannetta pienempi puhallinmäärä pitämään virtausolosuhteet tunnelissa sellaisina, että savu pysyy tunnelin yläosassa ja poistuminen on turvallista. Täysi puhallin teho on kuitenkin tarpeen, koska ilma tunnelissa saattaa virrata ruuhkatilanteessa tuulen vaikutuksesta liikennesuuntaa vastaan. Tällöin palon sattuessa lähellä suuaukkoa tunneli voisi täytyä 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 pelastusreitinvastaisesta päästä.

Tunnelipuhaltimien virransyöttö on varmistettava.

10.1.7 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 400 °C/2h.

10.1.8 Ajoneuvopäästöjen leviäminen

Tässä työssä ei ole tutkittu ajoneuvopäästöjen leviämistä tunnelin ulkopuolelle.

10.2 TELE- JA TURVALAITTEET

10.2.1 Valintaperusteet ja varustelutaso

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

Erityisesti on kiinnitettävä huomiota tiedonsiirtoyhteyksien luotettavuuteen.

Tunnelin varustelussa huomioidaan, että:

- Liikennetunneli varustetaan kameravalvonnalla. Kamerayhteydet sijoitetaan kaupungin osoittamaan valvontakeskukseen.
- Tunneli varustetaan hätäkuulutusjärjestelmällä.
- Henkilöyhdysovet tunnelista toiseen tehdään n. 100 m:n välein.
- Poistumistieyhteyttä maan päälle ei tarvita
- Hätäasemat varustettuna hätäpuhelimella ja kahdella palosammuttimella ja palohälytyspainikkeella kaikkien suuaukkojen läheisyyteen ja tunnelien sisälle n. 100 metrin välein

- Sammutusveden saanti turvataan määrällä sammutusvesijohdolla, jonka ulosotot asennetaan enintään n.100 metrin välein ja suojataan jäätymiseltä.
- Puhelimien ja radion kuuluvuus tunnelissa varmistetaan. Tunneliin asennetaan antennilaitteet, jotka mahdollistavat viranomaisten puhelin-/dataverkon, pelastuslaitoksen kenttäpuhelimien ja GSM -puhelimien toiminnan.
- Turvallista poistumista ohjaamaan tarkoitettuja merkkivalaisimet asennetaan n. 1 m korkeudelle ja n. 40 m välein tai asennetaan tarkoitukseen valmistettavaa yhtenäistä valoputkea koko poistumiskäytävän matkalle.
- Energian syöttö varmennetaan esim. syöttö kahden erillisen muuntopiiriin kautta
- Kaikki ovet liitetään rikosilmoitusjärjestelmään.
- Tekniset tilat varustetaan paloilmoitinjärjestelmällä
- Liikenteen ohjausjärjestelmä, jolla varmistetaan, että liikenne ei pysähdy tunnelissa normaalitilanteessa; järjestelmään kuuluu liikenteenseuranta- kaistaohjaus- ja liikenneinformaatiojärjestelmä, muuttuvien nopeusrajoitusten ja jonovaroitusten sekä poikkeustilanteiden liikenneohjausjärjestelmät
- Ohjattavissa oleva valaistus ja varavalaistus

10.2.2 Palonsammutus

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

10.2.3 Kuivatus

10.2.3.1. Sade- ja vuotovedet

Väylän avo-osuuksien kuivatusjärjestelmillä minimoidaan tunneliin virtaavien vesien määrä sijoittamalla avo-ojat ja sadevesiviemäriverkoston siten, että painovoimainen kuivatus onnistuu mahdollisimman pitkälle tunnelin suuaukoilla tunnelista pois päin.

Kuivatusvesijärjestelmän putkisto johtaa tunnelin suuaukoilta tunneliin päin valuvat sadevedet ja tunnelin salaojajärjestelmästä valuvat vuotovedet öljynerotuskaivon kautta tunnelin alimmassa kohdassa olevaan keräysaltaalla varustettuun kuivatuspumppaamoon, josta ne pumpataan alueen sadevesiviemäriverkoston.

Viemärit ja salaojat lämpöeristetään ja kaivot varustetaan sakkapesillä ja sähkölämmityksellä.

10.2.3.2. Tunnelin pesuvedet

Pesuvedet ja muut tunneliin joutuvat nesteet (öljy, bensiini, jne.) johdetaan kuivatusjärjestelmän putkistoja pitkin pumppaamosäiliöön. Vahingon sattuessa ja pesun ajaksi tunnelin turva-automaatiikan on pysäytettävä pumpput, jolloin vedet kerääntyvät keräysaltaaseen. Ennen pumpujen uudelleen käynnistämistä keräysallas tyhjennetään imuautolla.

Onnettomuustapausten varalta on tunnelin kuivatusjärjestelmän putkiston materiaalin ja tiivisteiden oltava öljyä ja muita kemikaaleja kestäviä.

Keräysaltaan koon on oltava vähintään 100...150 m³.

10.3 SÄHKÖJÄRJESTELMÄT

10.3.1 Sähkönjakelu

Sähkölaitteiden rakennetaan voimassa olevien määräyksien mukaisesti.

Sähkönsyöttö järjestetään tunnelin ulkopuolelle suuaukon läheisyyteen rakennettavaan tekniseen tilaan, johon sijoitetaan muuntamo ja sähköpääkeskus. Paikallisvalvomoon sijoitetaan tilat teknisten järjestelmien ohjausta ja valvontaa varten. Paikallisvalvomosta voidaan seurata ja ohjata toimintaa poikkeus- ja onnettomuustilanteissa..

Liityntäkaapelit asennetaan tunnelissa palonsuojatusti pientareen alle sijoitettuihin kaapeliputkiin.

Voima- ja ohjauskaapelit asennetaan tunneliosuudella kaapelihyllyille tietunnelin kattoon. Ryhmäkeskus- ja voimakaapelit ovat pääosin alumiinikaapeleita. Johtoteinä käytetään ympäristöolosuhteet kestäviä kaapelihyllyjä.

Kaapeleiden asennusta varten reitit varustetaan tarvittavilla kaapelive-tokaivoilla.

Sähköpääkeskustilat:

Tunnelin sähköjärjestelmiä varten rakennetaan tunnelin päähän teknisen tilat sähkö- ja telejärjestelmiä varten. Tilantarve on n. 6 mx15 m. Huonekorkeuden tulee olla muuntamotilassa n. 3,5m ja muissa tiloissa n. 2,5m. Tiloihin tulee korotetut lattiat kaapeleiden asennuksia varten. Tiloihin rakennetaan kuivat tilat sähkölaitoksen jakelumuuntamolle, varavoimajärjestelmille (UPS), pääkeskustilat tunnelin sähkönjakelua varten ja tekniset tilat liikenteenohjauksen kenttälaitteille ja tukiasematilat teleoperaattoreille.

Valvomotilat:

Tässä työssä ei ole suunniteltu erillistä paikallisvalvomoa, vaan on ajateltu, että valvonta hoidetaan yhteisvalvomosta, josta valvotaan myös muita liikennetunneleita

Tunnelin tekniset tilat:

Tunneliin rakennetaan sähkökeskustilat n. 3x7m valaistuksen ja ilmastoinnin sähkönjakelutarpeita varten.

Tunnelin alimpaan kohtaan sijoittuvaan kuivatuspumppaamotilaan varataan tilat pumppaamoiden laitekeskuksia varten.

10.4 TUNNELIVALAISTUS

Tekniset tilat valaistaan loistelamppuvalaisimilla. Valaistusvoimakkuus teknisissä tiloissa 200 lx.

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

Tunnelivalaisimet kiinnitetään tunnelin katossa oleviin kaapelihyllyihin.

10.4.1 Valaistuksen toteutus

Kynnys- ja siirtymäalueen valaistus toteutetaan vastavaloperiaatetta käyttäen suurpainenatriumlampuilla varustettuja valaisimia. Tunnelin valaistus toteutetaan suurpainenatriumlampuilla varustettuja valaisimilla.

Turvavalaisimet varmennetaan 60 minuutin akustolla .

10.4.2 Valaistuksen ohjaus

Tunnelivalaistusta ohjataan ulkoilman valaistustilanteen mukaisesti viidessä portaassa.

Valaistusohjaus tapahtuu automaattisen ohjausyksikön kautta, jota ohjaavat luminanssianturit.

10.5 VALVONTAJÄRJESTELMÄ

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

10.6 TILAVARAUKSET

Tunnelin poikkileikkauksessa on tiloja varattu seuraaville laitteille:

- puhaltimet
- valaisimet
- kaapelit
- viemärlaitteet
- opastinlaitteet
- sammutusvesi

Tunnelin tekniikkaa varten tarvitaan seuraavat tilat:

- Tunnelin päähän muuntamo ja pääkeskustilat
- Ulkopuolinen valvomotila
- tunnelin sisälle sähkökeskustilat teknisiin tiloihin
- pumppaamotilat tunnelin alimpaan kohtaan

11 PUTKIJOHTOJEN SIIRTOTARVE

Veturitien tunnelivaihtoehdot tulevat suurimmalta osalta sijaitsemaan vanhan ratapihan alueella., jossa ei ole vanhojen putkijohtojen siirtotarvetta.

Vaihtoehdoissa VE4a ja VE5 tunnelien eteläpäät ja avokaukalo-osuudet ulottuvat Pasilankadun risteyksen ohi. Tällä alueella joudutaan siirtämään olemassa olevia jätevesi- ja hulevesiviemäreitä.

Veturitien vesihuollon yleisasemapiirustuksessa (29812/6 Sito Oy) on esitetty alueen suunnitellut jätevesi- ja hulevesiviemärit. Näihin suunnitelmiin on tehtävä vaihtoehdosta riippuen eri määrä muutoksia.

Seuraavassa on vaihtoehdoittain tarkempi kuvaus putkijohtojen siirtotarpeista. Siirtotarpeita verrataan olemassa oleviin putkijohtoihin ja Sito Oy:n tekemään vesihuollon yleisasemapiirustukseen. Paalulukemat viittaavat Sito Oy:n tekemään vesihuollon yleisasemapiirustukseen. Paalulukemat eivät ole samoja kuin mitä on KSV:lta lähtötiedoiksi saaduissa vaihtoehtoisissa suunnitelmapiirustuksissa.

11.1 PUTKIJOHTOJEN SIIRTOTARVE VE 1C

Paalulla PL500 veturitien poikki suunnitellut vesijohto Vj200, jätevesiviemäri Jv400 sekä sadevesiviemäri Sv300 on siirrettävä n. paalun PL450 kohdalle. Kadun sadevesiviemäröintiä on myös muutettava paaluvälillä PL400...PL500.

11.2 PUTKIJOHTOJEN SIIRTOTARVE VE3

Eteläpäässä paaluvälillä PL250...PL450 sijaitsee vanhoja jätevesi ja se-kavesiviemäreitä. Ne on siirrettävä tulevan Veturitien viereen molemmin puolin.

Paalun PL500 kohdalle suunnitellulle vesijohdolle Vj200 on suunniteltava uusi sijainti. Vesijohdon voisi suunnitella kulkemaan tunnelin alapuolelta. Mikäli tämä ei ole mahdollista, pitää vesijohtoreitit suunnitella uudelleen.

Sadevesiviemäröinti pitää suunnitella uudelleen paaluvälillä PL250...PL500. Veturitien itäpuolella sijaitsevat sadevesiviemärit pitää ohjata yleisasemapiirustuksessa esitettyyn vaihtoehtoiseen Sv1400 linjaukseen, joka pitää myös rakentaa. Myös vesihuollon yleisasemapiirustuksessa esitetty läntisempi sijainti sadevesiviemärielle Sv1400 pitää rakentaa, mutta sen sijainti on siirrettävä Veturitien länsipuolelle. Veturitien länsipuolen vedet ohjataan tähän viemäriin. Sadevesiviemärien Sv1400 koot on tarkistettava tulevien vesimäärien mukaan.

Paalulle PL500 suunniteltua jätevesiviemäriä Jv400 ei voida rakentaa kulkemaan Veturitien poikki. Jätevesiviemäriin siirto lähialueelle ei ole mahdollista ilman pumppaamoratkaisua. Jätevesiviemäröinnille onkin syytä suunnitella kokonaan uusi ratkaisu.

11.3 PUTKIJOHTOJEN SIIRTOTARVE VE4

Siirtotarpeet kuten vaihtoehdossa VE3A. Lisäksi Veturitien pohjoispäässä täytyy suunnitella katujen viemäröinti uudelleen paaluvälillä PL650...PL1000.

11.4 PUTKIJOHTOJEN SIIRTOTARVE VE5

Eteläpäässä paaluvälillä PL100...PL450 sijaitsee vanhoja jätevesi ja se-kavesiviemäreitä. Ne on siirrettävä tulevan Veturitien viereen molemmin puolin.

Paalun PL500 kohdalle suunnitellulle vesijohdolle Vj200 on suunniteltava uusi sijainti. Vesijohdon voisi suunnitella kulkemaan tunnelin alapuolelta. Mikäli tämä ei ole mahdollista, pitää vesijohtoreitit suunnitella uudelleen.

Sadevesiviemäröinti pitää suunnitella uudelleen paaluvälillä PL100...PL500. Veturitien itäpuolella sijaitsevat sadevesiviemärit pitää ohjata yleisasemapiirustuksessa esitettyyn vaihtoehtoiseen Sv1400 linjaukseen, joka pitää myös rakentaa. Myös vesihuollon yleisasemapiirustuksessa esitetty läntisempi sijainti sadevesiviemärielle Sv1400 pitää ra-

kentaa, mutta sen sijainti on siirrettävä Veturitien länsipuolelle. Liitos Nordenskiöldin kadulla sijaitsevaan viemäriin on tehtävä Veturitien ja Nordenskiöldinkadun risteyksessä. Veturitien länsipuolen vedet ohjataan tähän viemäriin. Sadevesiviemärien Sv1400 koot on tarkistettava tulevien vesimäärien mukaan.

Paalulle PL500 suunniteltua jätevesiviemäriä Jv400 ei voida rakentaa kulkemaan Veturitien poikki. Jätevesiviemärin siirto lähialueelle ei ole mahdollista ilman pumppaamoratkaisua. Jätevesiviemäröinnille onkin syytä suunnitella kokonaan uusi ratkaisu.

Lisäksi Veturitien pohjoispäässä täytyy suunnitella katujen Sv-viemäröinti uudelleen paaluvälillä PL650...PL1000.

12 VAIHEITTAINRAKENTAMINEN JA TYÖNAIKAISET LIIKENNEJÄRJESTELYT

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

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

Mikäli Veturitie rakennetaan tunneliin aloituskorttelin kohdalla, voidaan päälle rakentaa tunnelin valmistuttua ilman suojauksia.

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.

Veturitien viereen tuleva paalulaatan varaan rakennettava viemäri linja rakennetaan vasta tunnelin rakentamisen jälkeen.

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.

Eteläpäässä vaihtoehtojen VE4A ja VE5 rakentaminen aiheuttaa häiriötä nykyisen Veturitien ja Pasilankadun liikenteeseen. Lisäksi alueella kulkee raitiovaunun linja. Samanaikaisesti rakennetaan alueella myös uusia viemäri linjoja. Pasilankadun ja Nordenskiöldinkadun välisellä alueella liikenteelle on rakennettava väistöreitit ja työnaikaisia ajosiltoja.

13 TUNNELIVAIHTOEHTOJEN RAKENTAMISAIKA

Oheisissa liitteissä on laskettu eri tunnelivaihtoehtojen rakentamiseen tarvittava aika. Aikatauluja ei ole sovitettu yhteen aloituskorttelin rakentamisen, Pasilan sillan levennyksen rakentamisen, eikä Pasilan muun rakentamisen kanssa. Aikatauluissa näkyy vain, paljonko eri vaihtoehtojen rakentaminen vaatii aikaa, jos työ päästään tekemään ilman katkoksia ja häiriöitä.

Tunnelivaihtoehto	Kokonaisrakentamisaika
1C	24 kk
3	30 kk
4	40 kk
5	41 kk

14 KUSTANNUSARVIOT

Kesän 2011 kustannustason mukaan lasketut kustannusarviot eri vaihtoehtoille ovat:

VE1c	20 milj€ (alv 0%)
VE3	33 milj€ (alv 0%)
VE4	45 milj€ (alv 0%)
VE5	62 milj€ (alv 0%)

Kustannusarviot eivät pidä sisällään tunnelin ulkopuolelle tulevien putki-johtojen rakentamista muuten kuin niiltä osin, kun olemassa olevia johtolinjoja joudutaan siirtämään tai Sito Oy:n tekemään vesihuollon yleissuunnitelman mukaisesti linjauksiin tarvittavista muutoksista.

15 YHTEENVETO

Tunnelit ovat 1-ajokaisia ja ne välittävät liikenteen hyvällä tai tyydyttävällä tasolla eli tunnelien läpi ajava liikenne ei liikennemäärän vuoksi pääse ruuhkaantumaan. Eri tunnelivaihtoehdot ovat liikenteellisesti turvallisia, koska niissä vastakkaiset ajosuunnat on erotettu toisistaan eikä tunnelissa ole risteävää liikennettä.

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 liikenne rajoituksista tunnelissa.

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

Kaikissa vaihtoehtoissa tunnelin poikkileikkausmitat ovat: ajorata 4,7 m (reunakivien välinen alue, yksi ajokaista / tunnelipuolisko), pientareet molemmin puolin 1,5 m ja seinämän viistetyt 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.

Rakennusteknisesti kaikki tutkitut vaihtoehdot ovat rakentamiskelpoisia.

Vaihtoehdossa VE1C ja osittain myös vaihtoehdossa VE3 Veturitien kaukalo jakaa Keski-Pasilan kahteen erilliseen alueeseen. Nämä kaksi vaihtoehtoa ovat kuitenkin helpommin toteutettavissa kuin vaihtoehdot VE4 ja VE5.

Vaihtoehtoissa VE4A ja VE5 Veturitie kulkee kannen alla tunnelissa ja näin Keski-Pasilan molemmat puolet ovat paremmin yhtä aluetta ja maanpinnan tasolla helpommin saavutettavissa. Aloituskorttelin kohdalla maanpinta nousee suunnitellusta ja tulevan metron lippuhallitasolle jää vapaata korkeutta vain n. 3m. Jatkossa on syytä tutkia kuinka paljon Veturitietä voidaan aloituskorttelin kohdalla laskea niin, että Veturitien pohjoispää ja metron lippuhalli ovat vielä toteutettavissa.

Vaihtoehdot aiheuttavat muutoksia suunniteltuihin vesi- ja viemäriinjoiniin ja vaihtoehdot VE4 ja VE5 myös olemassa oleviin putkijohtolinjoiniin ja vesihuoltolinjat onkin syytä suunnitella uudelleen valittavan vaihtoehdon pohjalta.

Vaihtoehtojen VE4A ja VE5 rakentaminen tunnelien eteläpäässä vaikeuttaa rakentamisen aikana Veturitien ja Pasilankadun liikennettä ja myös alueella kulkevaa raitiovaunuliikennettä. Näiden vaihtoehtojen kohdalla on tutkittava myös liikenteen johtamista muita reittejä rakentamisen aikana.

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 6%. Jatkossa on syytä tutkia luiskien sulanapitoa esim. lämmityksellä.

Kaikkien vaihtoehtojen rakentaminen pitää sovittaa yhteen aloituskorttelin rakentamisen kanssa, eikä uudelle Veturitielle pidä päästää liikennettä ennen kuin aloituskorttelin 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.

16 JATKOTOIMENPITEET

Ennen toteutettavan vaihtoehdon valintaa on selvitettävä mikä on Keski-Pasilan maanpäällisten yhteyksien ja yleisilmeen kannalta tunnelin hyväksyttävä minimipituus. On tutkittava myös miten valittu vaihtoehto vaikuttaa pintaliikenteeseen ja maankäyttöön.

Tutkituista vaihtoehdoista lyhyin vaihtoehto VE1c on nopein ja edullisin rakentaa. Tämä aiheuttaa myös vähiten häiriöitä tunnelin Nordenskiöldinkadun puoleisessa päässä.

Rakennusaikana suurimmat liikenteelliset häiriöt ja työnaikaiset ajojärjestelyt ovat vaihtoehdoissa Ve4 ja Ve5.

Veturitien sijoittaminen tunneliin aloituskorttelin kohdalla helpottaa aloituskorttelin rakentamista sekä kaventaa liikenteen tarvitsemaa aluetta. Tunneli mahdollistaa myös jalankulun Veturitien yli aloituskorttelin kohdalla.

Tunnelin suuaukon sijoittuminen Maistraatinportin jatkeen pohjoispuolelle mahdollistaa kääntymisen Maistraatinportin jatkeelle Veturitietä etelästä ajettaessa sekä Kääntymisen Maistraatinportin jatkeelta Veturitielle pohjoisen suuntaan. Jatkossa kannattaa tutkia myös vaihtoehto, jossa eteläinen suuaukko on VE1c mukainen ja pohjoinen suuaukko VE4 mukainen.

Aloituskorttelin kohdalla on myös jatkossa tutkittava mihin tasoon metron lippuhalli voidaan sijoittaa ja kuinka paljon Veturitien tunnelia aloituskorttelin kohdalla voidaan laskea.

Tunnelin rakentamisajankohta aloituskorttelin kohdalla on sovitettava yhteen aloituskorttelin rakentamisen kanssa. Mikäli liikenne ohjataan liian aikaisin uudelle Veturitielle, tulee liikenne vaikeuttamaan suuresti Veturitien päälle rakentamista varsinkin niissä vaihtoehdoissa, joissa Veturitie ei ole aloituskorttelin kohdalla tunnelissa. Mm. rakennusmateriaalien nostotyöt tulevat aiheuttamaan rajoituksia ja katkoja liikenteeseen.

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

Eri tunnelivaihtoehdot aiheuttavat eri suuruisia muutoksia olemassa oleviin ja suunniteltuihin putkilinjoihin. Valitun vaihtoehdon pohjalta on teettävä tarkistus Keski-Pasilan vesihuoltosuunnitelmiin.

Tässä työssä on lähdetty siitä, että tunnelin liikenteestä on rajattu pois nestekaasubussit, vaarallisten aineiden kuljetukset, ylikorkeat yms. erikoiskuljetukset sekä kevyt liikenne. Jatkossa pitää miettiä, onko tunneliin tarvetta päästää kaasubussiliikennettä ja vaarallisten aineiden kuljetuksia. Vaarallisten aineiden kuljetusta kulkee joka tapauksessa maanpäällä niiltä osin kun kuljetukset kääntyvät Teollisuuskadulle tai tulevat Teollisuuskadun suunnasta.

Mikäli tunnelivaihtoehdoissa päädytään vaihtoehtoihin VE4 tai VE5, on suunniteltava huolellisesti eteläpään työnaikaiset liikennejärjestelyt ja niiden sovittaminen tunnelin ja vesihuoltolinjojen rakennustöihin.

17 LIITTEET

Yleiset piirustukset:

- Tunnelivaihtoehtojen sijaintipiirustus, FT244/100, 14.9.2011
- Vesihuollon yleisasemapiirustus Veturitie plv 0-950 piir.29812/6
- Keski-Pasilan rakennettavuusselvitys, Kartta Kantavapohja 11538 liite 5
- Keski-Pasilan rakennettavuusselvitys, Kartta Kallionpinta 11538 liite 6
- Keski-Pasilan rakennettavuusselvitys, Kartta Saven alapinta 11538 liite 7
- Keski-Pasilan rakennettavuusselvitys, Kartta Täytteen alapinta 11538 liite 8

Pohjatutkimuspiirustukset:

- Pohjatutkimuskartta Keski-Pasila, FT244/T31, 14.9.2011
- Pohjatutkimuskartta veturitien eteläpää, FT244/T51, 14.9.2011
- Pohjatutkimusleikkaukset G-G ja H-H, FT244/T52, 14.9.2011
- Pohjatutkimusleikkaukset J-J ja K-K, FT244/T53, 14.9.2011
- Pohjatutkimusleikkaukset L-L ja M-M, FT244/T54, 14.9.2011

Kaivantopiirustukset:

- VE 1C Kaivantopiirustus, FT244/001, 25.8.2011
- VE 3 Kaivantopiirustus, FT244/002, 25.8.2011
- VE 4 Kaivantopiirustus, FT244/003, 25.8.2011
- VE 5 Kaivantopiirustus, FT244/004, 25.8.2011
- Orsiveden imeytysputkisto FT244/005, 25.8.2011

Rakennepiirustukset:

- Tyypipoikkileikkaus, FT244/101, 14.9.2011
- VE 1C Tasopiirustus, FT244/102, 14.9.2011
- VE 1C Pituusleikkaus, poikkileikkaukset, FT244/103, 14.9.2011
- VE 3 Tasopiirustus. FT244/104, 14.9.2011
- VE 3 Pituusleikkaus, poikkileikkaukset, FT244/105, 14.9.2011
- VE 4 Tasopiirustus, FT244/106, 14.9.2011
- VE 4 Pituusleikkaus, poikkileikkaukset, FT244/107, 14.9.2011

- VE 5 Tasopiirustus, FT244/108, 14.9.2011
- VE 5 Pituusleikkaus, poikkileikkaukset, FT244/109, 14.9.2011
- Tunnelirakenne keskustakorttelin kohdalla VE4 ja VE5, FT244/110, 14.9.2011

Palo- ja peklustusliitteet

- Paloturvallisuusperiaatteet 30.8.2011
- Pelastuslaitosneuvottelun muistio 6.9.2011

LVIS-liitteet

- IV-mitoitus

Kustannusarviot:

- Kustannusarvio VE1c
- Kustannusarvio VE3
- Kustannusarvio VE4
- Kustannusarvio VE5

Aikataulut:

- Rakentamisaikataulu VE1c
- Rakentamisaikataulu VE3
- Rakentamisaikataulu VE4
- Rakentamisaikataulu VE5