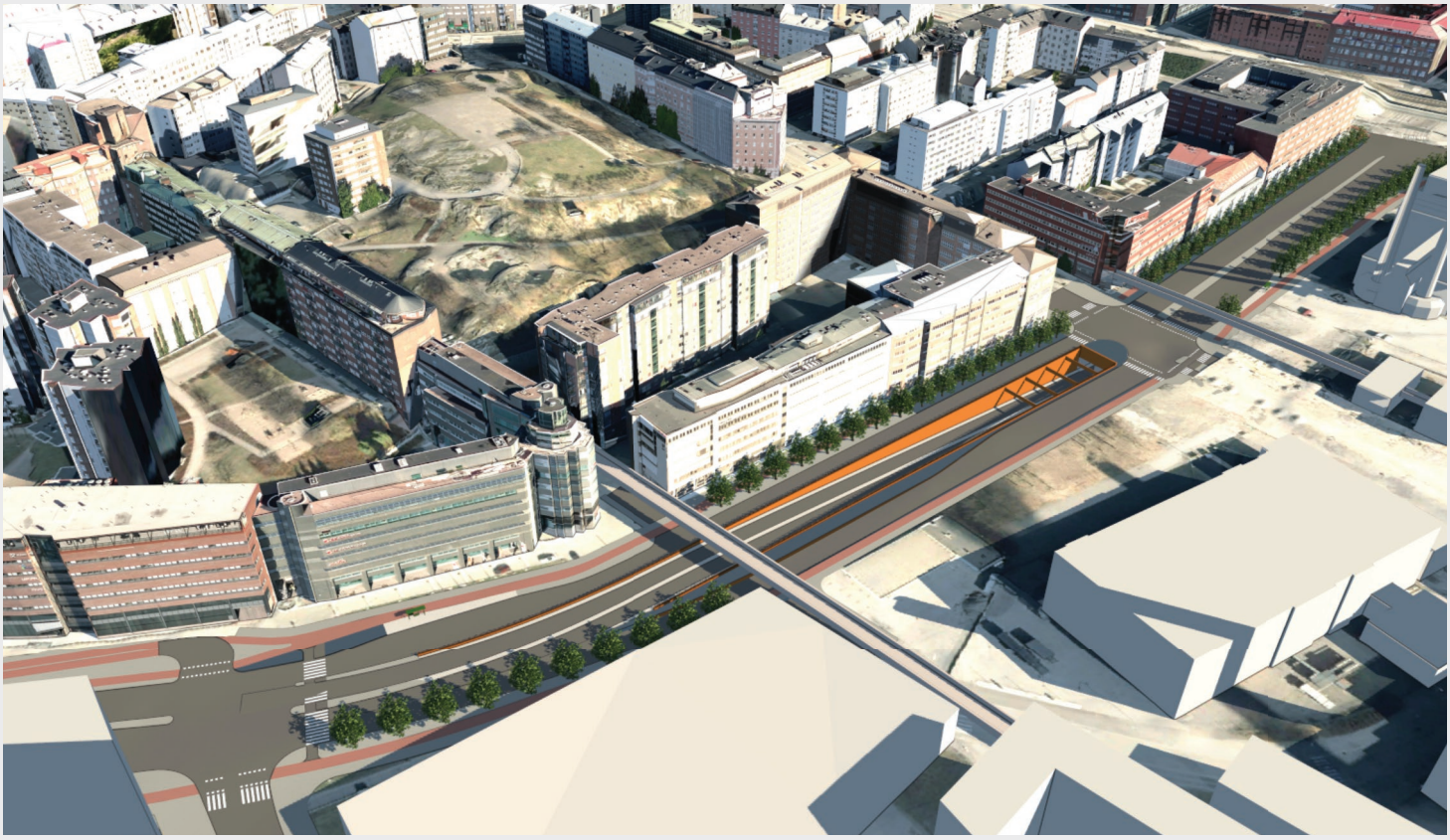
Helsinki

Sörnäistentunneli

Yleissuunnitelma



28.8.2020

Sisältö

1	**Esipuhe, yleistä**	**5**
2	**Hankkeen kuvaus, tavoitteet ja rajaukset**	**6**
3	**Suunnitelman lähtökohdat ja lähtötiedot**	**7**
3.1	Aiemmat tunnelisuunnitteluvaiheet	7
3.2	Maanalaiset tilat suunnittelualueella ja lähialueella	7
3.3	Asemakaavat suunnittelualueella	8
3.4	Sörnäisten rantatie ja Hakaniemen liikennesuunnitelmat	8
3.5	Hermannin rantatien yleissuunnitelma	8
3.6	Kalasataman raitioteiden yleissuunnitelma	9
3.7	Junatien kilpailu ja sen jatkosuunnittelu	9
3.8	Olennaisimmat muutokset tässä suunnitelmassa 2012 yleissuunnitelmaan nähden	9
4	**Liikennesuunnittelun lähtökohdat ja yhteydet katuverkostoon**	**10**
4.1	Tunnelin liikennemäärä ja ennusteet ja ajoneuvojakauma	10
4.2	Tunnelin liikenneteknisen mitoituksen lähtökohdat (geometria, poikkileikkaus)	12
4.3	Tunnelin katuliittymien sijainti kaupunkirakenteessa ja katuverkossa	13
4.4.1	Liikenteelliset rajoitukset	14
4.4.2	Vaarallisten aineiden kuljetusreitit	14
4.4.3	Erikoiskuljetusten reitit alueella	14
4.4.4	Tunnelin sulkemisen aiheuttamat varareittijärjestelyt	15
5	**Päivitetyn suunnitteluratkaisun ominaisuudet**	**16**
5.1	Suunnitteluratkaisun perustiedot	16
5.2	Tunnelin kaupunkirakenteellinen ja -kuvallinen merkitys	16
5.3	Suuaukkorakenteiden arkkitehtuuri ja kaupunkikuvalliset ominaisuudet	16
5.4	Vaikutukset maankäytölle maanpinnalla ja purettavat / muutettavat rakennukset / rakenteet (tunnelin aiheuttamat rajoitteet)	16
5.5	Liikenteellinen riskianalyysi ja turvallisuuskonsepti	18
5.5.1	Kalliotunnelin suojavyöhykkeet ja vaikutukset tulevalle kallioperän rakentamiselle	22
5.5.2	Kuilujen sijainti kaupunkirakenteessa	22
6	**Maa- ja kallioperä sekä pohjavesiolosuhteet**	**23**
6.1	Maaperäolosuhteet ja tunnelin perustamisolosuhteet	23
6.2	Pohjavesiolosuhteet ja pohjaveden hallinta	23
6.3	Kallioperä ja kallio-olosuhteet	25
6.4	Pilaantuneet maat alueella ja sen vaikutus suunnitelmiin	26
6.5	Tulvakorkeuksien vaikutukset suunnitelmiin	26
6.6	Kallioteknisset ominaisuudet	26
6.6.1	Kalliotunneliosuus	26

7	**Rakennetekniset ratkaisut**	**28**
8	**Tekniset järjestelmät**	**30**
8.1.1	Ilmanvaihto	30
8.1.2	Savunpoisto	32
8.1.3	Viemäröinnit ja sammutusvesi	33
8.1.4	Sähköjärjestelmät	35
8.1.5	Palo- ja pelastusteknisen suunnitelman sisältö	37
8.1.6	Varusteet ja laitteet tunnelissa koostetaulukko	37
8.1.7	Teknisten tilojen tarve ja sijainnit	37
9	**Tunnelin rakentamisen aikaiset liikennejärjestelyt**	**40**
9.1	Tunnelin rakentamiseen varautuminen Kalasataman raitiotien yhteydessä	40
9.1.1	Vaihtoehto VE0	40
9.1.2	Vaihtoehto VE0.1	41
9.1.3	Vaihtoehto VE1	42
9.1.4.	Vaihtoehto VE2	43
9.2	Työnaikaiset liikennejärjestelyt (Sörnäisten rantatie ja Hermannin rantatie)	44
10	**Rakentamisen alustavat kustannusarviot**	**45**
10.1	Yleissuunnitelman 2020 mukainen kustannusarvio	45
10.2	Vaihtoehto VE0 ja VE2	46
10.3	Vaihtoehto VE0.1	46
10.4	Vaihtoehto VE1	47
10.5	Vaihtoehtojen VE0, VE0.1, VE1 ja VE2 rakentamisen kustannusarviot ja vertaileva arvio kokonaiskustannuksista	47
11	**Arvioitu alustava aikataulu**	**49**
12	**Johtopäätelmät**	**50**
13	**Jatkotoimenpiteet ja -tutkimistarpeet**	**51**
14	**Riskejä**	**53**
15	**Liitteet**	**54**

1 Esipuhe, yleistä

Vuonna 2012 laaditun Sörnäistentunnelin yleissuunnitelman päivittäminen on tullut ajankohtaiseksi ensisijaisesti tulevan Kalasataman raitiotien rakentamisen takia. Tämän tehtävän keskeisin tavoite oli varmistaa katutunnelin toteuttamiskelpoisuus Kalasataman raitiotien rakentamisen jälkeen.

Sörnäisten ja Hermannin rantatiet yhdistävä katutunneli liittää merkittävät pääkatuyhteydet toisiinsa. Uusi tunneli lisäisi vilkkaan liikenteen sujuvuutta keskustan ja Lahdenväylän välillä parantaen siten keskustan saavutettavuutta. Katutunnelin rakentaminen tulisi parantamaan merkittävästi katuliikenteen sujuvuutta ja vähentäisi merkittävästi läpiajoliikennettä tulevilla asuinrakentamisen alueilla.

Jatkossa tunneliratkaisu loisi paremmat edellytykset myös alueen katusuunnittelulle. Myös Junatien väyläympäristö voisi olla katumainen, osa uutta kaupunkimaisempaa ympäristöä.

Projektin ohjausryhmätyöhön osallistuneet Helsingin kaupungilta seuraavat henkilöt:

Riikka Österlund, Liikenne- ja katusuunnittelu, projektipäällikkö

Sauli Hakkarainen, Liikenne- ja katusuunnittelu

Anna Nervola, Liikenne- ja katusuunnittelu

Kaarina Laakso, Teknistaloudellinen suunnitteluyksikkö

Matti Kaijansinkko, asemakaavoitus, eteläinen alueyksikkö

Riikka Elo, asemakaavoitus, eteläinen alueyksikkö

Janni Backberg, asemakaavoitus, eteläinen alueyksikkö

Hannu Asikainen, Kaupunginkanslia, Kalasataman aluerakentamisen projekti

Ilkka Satola, Maa- ja kallioperäyksikkö

Miia Paatsema, Maa- ja kallioperäyksikkö

Kati Valkama, rakentamiskelpoisuus

Risto Niinimäki, Maa- ja kallioperäyksikkö

Jukka Myyryläinen, maankäyttö ja kaupunkirakenne rakentaminen

Pekka Ronkainen, Helsingin pelastuslaitos

Joonatan Suosalo, Helsingin pelastuslaitos

Tämä työ on laadittu Sitowisessä Oy muilta osin paitsi liikenteenhallinnan suunnittelusta on vastannut WSP Oy.

2 Hankkeen kuvaus, tavoitteet ja rajaukset

Tunnelin suunnitelmien päivittäminen tuli ajankohtaiseksi ensisijaisesti tulevan Kalasataman raitiotien rakentamisen takia. Tämän tehtävän keskeisin tavoite oli varmistaa tunnelin toteuttamiskelpoisuus Kalasataman raitiotien rakentamisen jälkeen. Työssä määriteltiin neljä erilaista ratkaisua, Kalasataman raitiotiehankkeessa on mahdollista toteuttaa jokin näistä varautumiset.

Tämä tunnelin rakennustekninen yleissuunnitelma on tehty päätöksenteon tueksi. Näiden suunnitelmien avulla voidaan tehdä päätös siitä, miten eri tavoilla voidaan varautua Sörnäistentunnelin toteuttamiseen Kalasataman raitiotien rakentamisen yhteydessä sekä varautumisen kustannuksista, jos Sörnäistentunneli toteutetaan myöhemmin.

Työn tavoitteena oli myös varmistaa tunneliin aiemmin tehdyt suunnitteluratkaisut vuodelta 2012. Työn alkuvaiheessa selvitettiin ne muutostarpeet, joita olivat tuottaneet mm. tunnelin rakenteellinen suojaaminen tulvimista vastaan, tunnelin muuttuminen kaksoistunneliksi Hermannin rantatien päässä sekä uuden raitiotien linjauksien muutosten vaikutus tunnelin aiemmin laaditun yleissuunnitelman linjaukseen ja tasaukseen. Aikaisemmassa suunnitteluvaiheessa 2012 ei otettu kantaa tunnelin suuaukkojen kaupunkikuvalliseen ilmeeseen. Tässä työssä on etsitty tulevaan kaupunkikuvaan sopivia arkkitehtonisia ratkaisuja tunnelin liittymisestä katuympäristöön.

Tästä työstä on rajattu pois katusuunnittelu ja katuliittymien toiminnalliset tarkastelut.

3 Suunnitelman lähtökohdat ja lähtötiedot

3.1 Aiemmat tunnelisuunnitteluvaiheet

Aiemmin Sörnäisten ja Hermannin rantateiden yhdistämistä tunnelilla on tutkittu vuosina 2005, 2008 ja 2010.

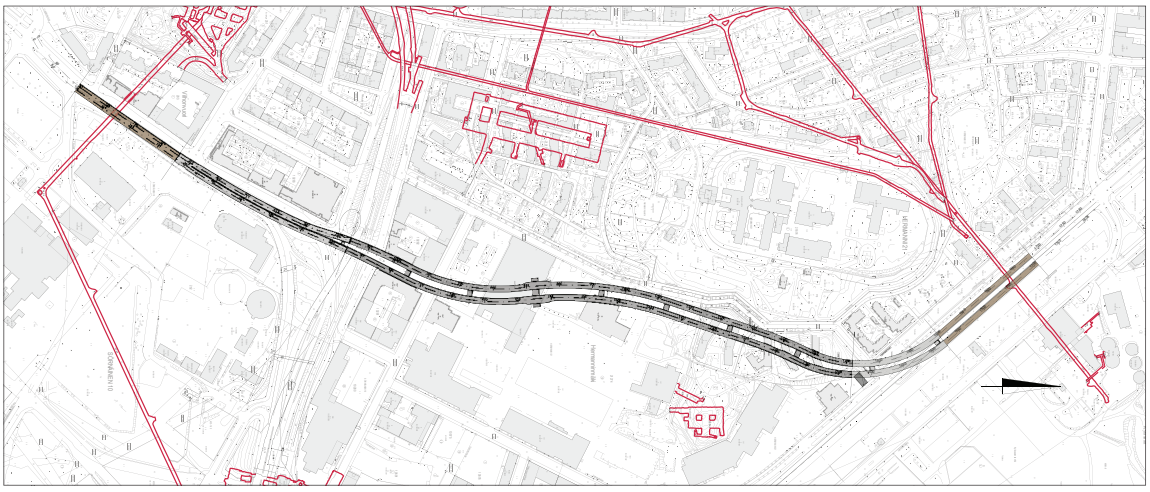
Sörnäistentunnelin yleissuunnitelman edellinen versio valmistui vuonna 2012. Tämä työ pohjautuu kyseiseen suunnitteluratkaisuun.

https://dev.hel.fi/paatokset/asia/hel-2011-000497/khs-2012-20/

Edellisen suunnitteluvaiheen jälkeen on laadittu mm. Hermannin rantatien asemakaava ja liikennesuunnitelma, Kalasataman raitiotien yleissuunnitelma sekä Junatien suunnittelukilpailu. Nämä suunnitelmat osaltaan asettavat tunnelisuunnitelmalle uusia reunaehtoja.

3.2 Maanalaiset tilat suunnittelualueella ja lähialueella

Tunnelin suunnittelualueen lähellä on useita maanalaisia kellarikerroksia ja kalliorakennuskohteita, mutta mikään näistä ei vaikuta tunnelin rakennettavuuteen.



Kuva 3.1 Maanalaiset tilat suunnittelualueella ja lähialueella

3.3 Asemakaavat suunnittelualueella

Suunnittelualueella on voimassa useita asemakaavoja (vuosilta 1950-2020). Sörnäistentunnelin maanalaisessa asemakaavassa (nro 12162, 24.10.2018) on osoitettu tilavaraus Sörnäisten rantatien ja Hermannin rantatien väliselle liikennetunnelille. Kaavassa osoitetaan lisäksi maan päälle johtaville kuiluille sekä tekniikan rakennukselle paikat ja kaupunkikuvalliset vaatimukset.

Hermannin rantatien asemakaava (nro 12578, 27.4.2020) mahdollistaa raitiotieyhteyden rakentamisen Kalasataman ja Pasilan välillä. Hermannin rantatien kaavassa ja sen liikennesuunnitelmassa on tarkennettu tunnelin pohjoisosan linjausta. Hermannin rantatien varrelle sijoittuvien teollisuus- ja toimitilarakennusten osalta on voimassa Tukkutorinalueen asemakaava (nro 11744, 27.2.2009).

Sörnäisten rantatien ja rantapuiston asemakaavassa (nro 10960, 3.8.2007) rantatie on linjattu kaarevaksi kiinni olemassa olevaan rakennusrintamaan. Valmisteilla olevassa Sörnäistenrannan asemakaavassa on tavoitteena mahdollistaa asuinrakentaminen kadun ja Suvilahden rannan väliin.

Kalasataman asemakaavat Sörnäistenniemi, Sompasaari, Kalasataman keskus, Nihti ja Verkkosaari vuosilta 2008-2020 mahdollistavat entisen satama-alueen muuttumisen kiinteäksi osaksi kantakaupunkia.

Hermanninrantaan on valmisteilla asemakaava alueen muuttamiseksi asuinalueeksi. Kyläsaari tullaan seuraavina vuosina kaavoittamaan osayleiskaavan mukaisesti asuntovaltaiseksi osaksi Kalasataman pohjoisosia.

Suvilahti kulttuuritoimintojen alueena sekä Hanasaaren voimalaitos- ja hiilivarastoalue tulevat seuraavan vuosikymmenen aikana rakentumaan osaksi täydentyvää kantakaupungin itärantaa.

3.4 Sörnäisten rantatie ja Hakaniemen liikennesuunnitelmat

Sörnäisten rantatiestä on tehty liikennesuunnitelma “Sörnäistentunnelin alustava liikennesuunnitelma 2013 (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto)”. Liikennesuunnitelmassa on esitetty periaatteet Sörnäisten rantatien liikennejärjestelyistä ja Sörnäistentunnelin liittymisestä katuverkkoon.

Hanasaarenkadun eteläpuoliselta alueelta on laadittu Hakaniemen liikennesuunnitelma 2019. Liikennesuunnitelmassa on esitetty Sörnäisten rantatien ajoradan siirto Käenkujan ja Haapaniemenkadun välillä. Tämä tulee huomioida tulevassa maankäytön suunnittelussa.

Sörnäistentunnelin suunnittelussa lähtökohtana on ollut vuoden 2013 liikennesuunnitelmassa esitetyt katujärjestelyt ja tunnelin liittyminen katuverkkoon. Hakaniemen liikennesuunnitelman linjausmuutos on huomioitu suunnitelmassa ja Sörnäisten rantatien linjaus suunniteltu Hakaniemen liikennesuunnitelman mukaisesti.

3.5 Hermannin rantatien yleissuunnitelma

Hermannin rantatien alueesta on tehty yleissuunnitelma “Hermannin rantatien alueen tekninen yleissuunnitelma” 28.4.2017 (Ramboll Finland Oy). Yleissuunnitelmassa on tarkasteltu alueen tasausta, kunnallistekniikkaa ja tulvasuojelua.

Sörnäistentunnelin suunnittelussa Hermannin rantatiellä on käytetty lähtökohtana Hermannin ran-

tatien alueen yleissuunnitelmassa esitettyjä ratkaisuja. Yleissuunnitelmassa on tutkittu ratkaisua ilman Sörnäistentunnelia (katu 2+2-kaistainen) sekä tunnelin kanssa (katu 1+1-kaistainen). Yleissuunnitelman suurimpana erona verrattuna Sörnäisten tunnelin vanhaan suunnitelmaan on raitiotien sijainti uudessa suunnitelmassa Hermannin rantatien keskellä. Vanhassa suunnitelmassa raitiotie oli Hermannin rantatien länsipuolella Sörnäistenkadun risteyksestä pohjoiseen. Hermannin rantatien tasaus on pidetty pääpiirteittäin samana. Yleissuunnitelmassa esitetyt tulvasuojelun ja kunnallistekniikan ratkaisut ovat edelleen päteviä. Suurimmat muutokset lähialueilla tulevat uudesta maankäytön suunnittelusta Kyläsaaren alueella. Näiden muutosten vaikutukset tulee tarkastella alueen kaavoituksen yhteydessä.

3.6 Kalasataman raitioteiden yleissuunnitelma

Kalasataman raitiotien yleissuunnitelma on valmistunut 2018. Tämän uuden joukkoliikenneyhteyden rakentaminen Kalasatamasta Pasilaan alkaa keväällä 2021.

https://www.hel.fi/static/liitteet/kaupunkiymparisto/julkaisut/julkaisut/julkaisu-01-18.pdf

3.7 Junatien kilpailu ja sen jatkosuunnittelu

Junatien osalta järjestettiin keväällä 2019 suunnittelukilpailu. Kilpailualue käsitti Junatien lähiympäristön koko pituudeltaan, ja lisäksi siihen sisältyi Sörnäisten rantatien ja Vilhonvuorenkadun liittymä, Sörnäistenkadun, Työpajankadun ja Hermannin rantatien rajaama korttelialue sekä Vääksyntie ja Mäkelänkadun Hämeentiehen liittyvä pää.

Suunnittelun lähtökohtana on luoda hyvää kaupunkimaista katutilaa kuitenkin niin, ettei katuverkon välityskyky heikkene. Samalla tutkitaan Junatien ympäristön täydennysrakentamisen mahdollisuutta. Kilpailun jatkotyö on aloitettu 2020 vuoden alussa. Junatien suunnittelu ei ole vielä valmistunut, joten sen vaikutusta tähän suunnitelmaan ei voida tässä vaiheessa ottaa huomioon täysimääräisesti.

3.8 Olennaisimmat muutokset tässä suunnitelmassa 2012 yleissuunnitelmaan nähden

Aikaisempaan suunnitteluvaiheeseen nähden olennaisimmat muutokset ovat:

Tunnelin tasauksen ja kaarresäteen muutokset Hermannin rantatien päässä.

Hermannin rantatien puoleinen kaukalo on muuttunut kahdeksi erilliseksi kaukaloksi eli molemmille ajosuunnille on omat kaukalonsa.

Aiemmassa vaiheessa Hermannin rantatien päässä kalliotunneli muuttui yhdeksi tunneliputkeksi ja jatkui yhtenä betonitunnelina kaukaloon asti. Nyt kalliotunnelit ja betonitunnelit ovat erilliset koko Hermannin rantatien pään osalta.

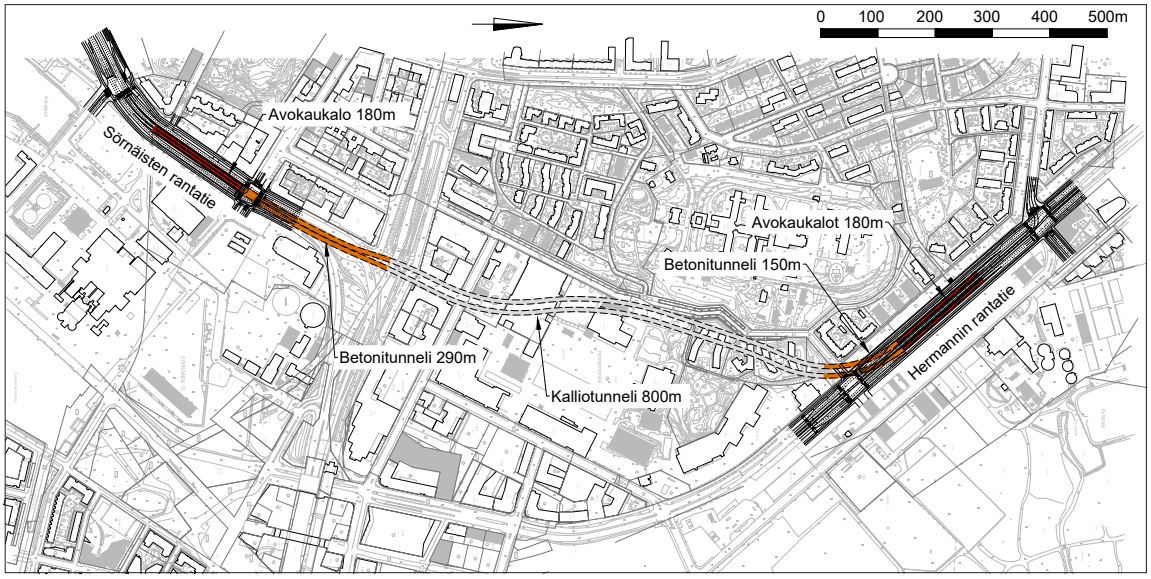
Hermannin rantatiellä on Kalasataman raitiotien linjaus kaukaloiden välissä. Raitiotien pysäkki on sijoitettu tunnelilinjauksen alkupäähän. Aikaisemmin raiteet kulkivat tunnelin toiselle sivulla.

Sörnäisten rantatien pään osalta tasausta on muutettu niin, että tasauksella saavutetaan vaadittava tulvakorkeus ja erillisiä siirrettäviä tulvasuojausrakenteita ei tarvita.

Tunnelin tasaus on muuttunut Hermannin rantatien päässä niin, että pystytään alittamaan katu- ja raitiotierakenteet betonitunnelilla. Nämä muutokset ovat vaikuttaneet betonitunnelien mitoitukseen. Tulvakorkeusasiat on käsitelty kappaleessa 6.5.

4 Liikennesuunnittelun lähtökohdat ja yhteydet katuverkostoon

Sörnäisten rantatien ja Hermannin rantatien välisen uuden tunneliyhteyden kokonaispituus on noin 1 600 metriä, josta avokaukalorakennetta tunnelin molemmissa päissä noin 180 metriä. Betonitunnelin pituus on Sörnäisten rantatien päässä 290 metriä ja Hermannin rantatien päässä 150 metriä. Kalliotunnelin pituus on noin 800 metriä. Tunneli toteutetaan kahtena erillisenä yksisuuntaisena tunnelina ja yksikaistaisena ajoneuvoliikennetunnelina. Tunneleiden välillä on noin 100 metrin välein yhdyskäytävät, jotka toimivat onnettomuustilanteissa poistumisteinä tunnelista toiseen.



Kuva 4.1 Tunnelin sijainti Sörnäisissä

4.1 Tunnelin liikennemäärä ja ennusteet ja ajoneuvojakauma

Tarkastelualueelle ja Sörnäistentunneliin on laadittu liikenne-ennuste vuodelle 2030. Henkilöautoliikenteen ennusteet on laadittu HSL:n ylläpitämällä Helmet 3.1 -ennustejärjestelmällä. Ennen vuoden 2030 ennusteen laatimista ennustemallin nykytilan kuvausta kalibroitiin vastaamaan paremmin tarkastelualueen liikennelaskentoja.

Liikenne-ennusteet sisältävät katuverkon merkittävät muutokset lähialueilla, kuten Hämeentien katkaisun henkilöautoliikenteen läpiajolta sekä Junatien ja Sörnäisten rantatien liittymäalueen suunnitellut uudet liikennejärjestelyt. Liikenneverkon lisäksi ennusteessa on tarkennettu lähialueen maankäyttöä vastaamaan tuoreimpia lähitulevaisuuden suunnitelmia.

Vuoden 2030 ennustettu arkivuorokauden liikennemäärä tunnelissa on noin 16 000 ajon/vrk. Ruuhka-aikoina ruuhkasuuntaan ajaa tunnelissa noin 900 - 1 000 ajon/h ja ruuhkaa vastaan 550 – 750 ajon/h.

Raskaan liikenteen määrä tunnelissa on arvioitu kaupungin liikennelaskennoista (2016-2017). Hermannin rantatien pohjoispäässä raskaan liikenteen osuus arkivuorokausiliikenteestä on noin 8-11 %. Sörnäisten rantatiellä tunnelin eteläpuolella raskaan liikenteen osuus on 4-5 %. Tunnelin raskaan liikenteen osuus on todennäköisesti lähempänä Hermannin rantatien laskentoja, koska Sörnäisten rantatiellä liikenteeseen sekoittuu suhteessa suurempi osuus henkilöautoja Itäväylän suunnasta. Toisaalta Hämeentien katkaisu siirtää myös vt 4:n suunnan henkilöautoliikennettä Hermannin rantatielle verrattuna liikennelaskentatilanteisiin. Tunnelin raskaan liikenteen osuus arkiliikenteessä on arviolta 8 %.

Liikenteen toimivuutta tarkasteltiin aamu- ja iltaruuhkatuntien 2030 liikenne-ennustemäärin tunnelin etelä- ja pohjoispään katuverkolla. Eteläpäässä tarkastelussa oli mukana Sörnäisten rantatie välillä Junatie – Hanasaarenkatu. Pohjoispäässä tarkasteltiin Hermannin rantatietä tunnelin suuaukolta Kustaa Vaasan tien ja Hämeentien risteykseen saakka.

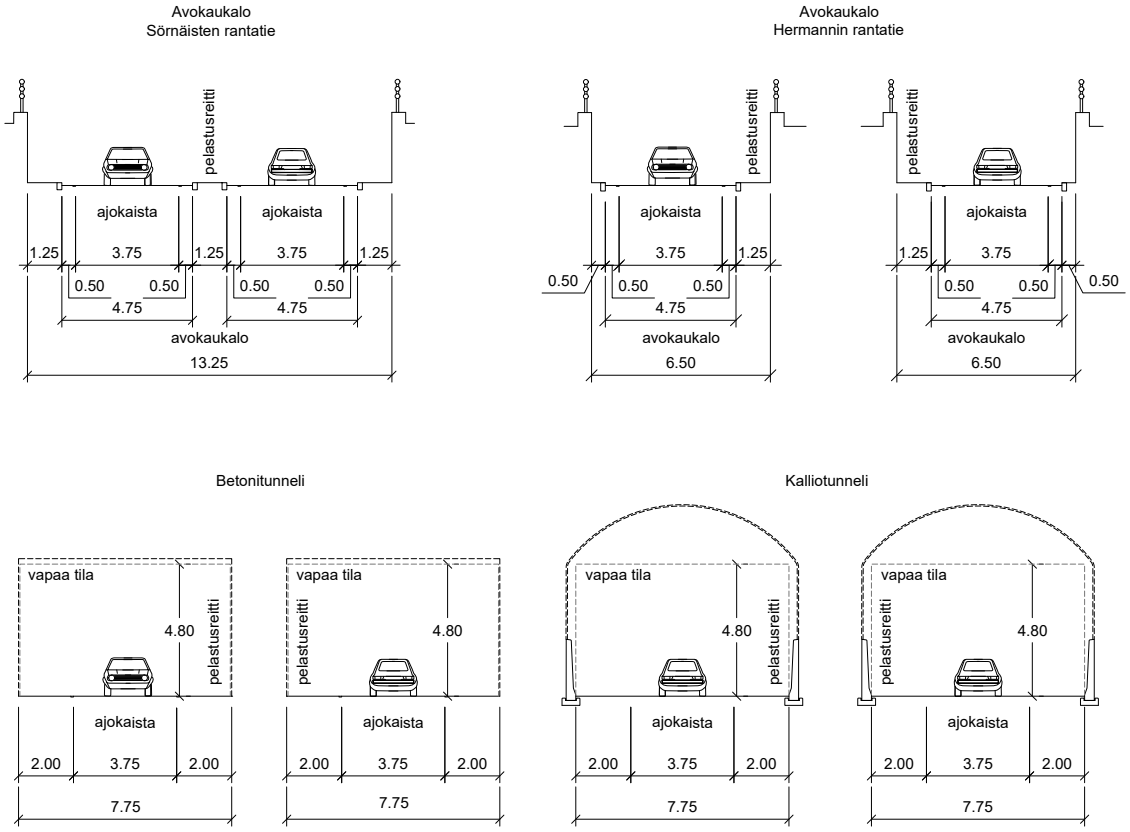
Tunnelin eteläpäässä liikenne nousee katutasolle Hanasaarenkadun ja Sörnäisten rantatien risteyksen valo-ohjattuun risteykseen. Tunnelin eteläpään liikenteen toimivuuden osalta mitoittava liikennetilanne on aamuruuhka. Aamuruuhkassa Hanasaarenkadun risteyksen välityskyky on riittävä ja toimivuus on pääosin vähintään tyydyttävä. Tunnelin tulosuunta ehtii punaisen aikana jonoutua melko pitkästi, mutta jonot mahtuvat yksittäisiä poikkeuksia lukuun ottamatta kaukalorakenteen alueelle. Jonot purkautuvat yhden vihreän aikana eikä merkittävää riskiä tunneliin yltävistä jonoista ole.

Tunnelin pohjoispäässä tunnelista pohjoiseen purkautuvaa liikennettä rajoittaa ensimmäisenä Hermannin rantatien ja Haukilahdenkadun valo-ohjattu risteys. Pohjoispäässä mitoittava tilanne on iltaruuhka. Haukilahdenkadun risteys on kuormittunut ja toimivuus jää ajoittain melko heikoksi, mutta välityskyky on riittävä. Jonot kasvavat pitkiksi tunnelin tulosunnalla punaisen valon aikana, eivätkä ne aina purkaudu ensimmäisellä vihreällä valolla kokonaan. Pääosin jonot mahtuvat kaukalorakenteen alueelle, mutta jonon häntä yltää muutaman kerran ruuhkatunnissa tunnelin sisälle. Pisimmät tunneliin sisälle yltävät jonot ovat kuitenkin lyhytkestoisia (1-4 min) eivätkä kasva pidemmälle tunneliin.

Iltaruuhkan 2030 ennustetilanteessa tunnelin pohjoispäässä merkittävin riskitekijä tunnelille (ja katuverkolle yleensä) on kuitenkin Kustaa Vaasan tien ja Hämeentien risteys, jonka välityskyky ylittyy iltaruuhkan 2030 ennusteliikennemäärin. Tunnelin pohjoiseen menevän suunnan jonoutumisriski on riippuvainen siitä, kuinka hyvin Hermannin rantatien liikenne Kustaa Vaasan tielle ja edelleen vt 4:lle saadaan Kustaa Vaasan tien ja Hämeentien risteyksestä läpi. Toimivuustarkasteluissa Hermannin rantatien välityskyky saatiin riittämään, mutta se edellyttää Hermannin rantatien merkittävää suosimista Hämeentien keskustan tulosuunnan kustannuksella. Tämä on käytännössä vaikeaa varsinkin Hämeentien suuntaisen joukkoliikenteen sujuvuuden näkökulmasta. Hämeentien ja Kustaa Vaasan tien risteyksen välityskyvyn parantaminen edellyttäisi laajempaa kaistojen rakentamista tai verkollisia muutoksia.

4.2 Tunnelin liikenneteknisen mitoituksen lähtökohdat (geometria, poikkileikkaus)

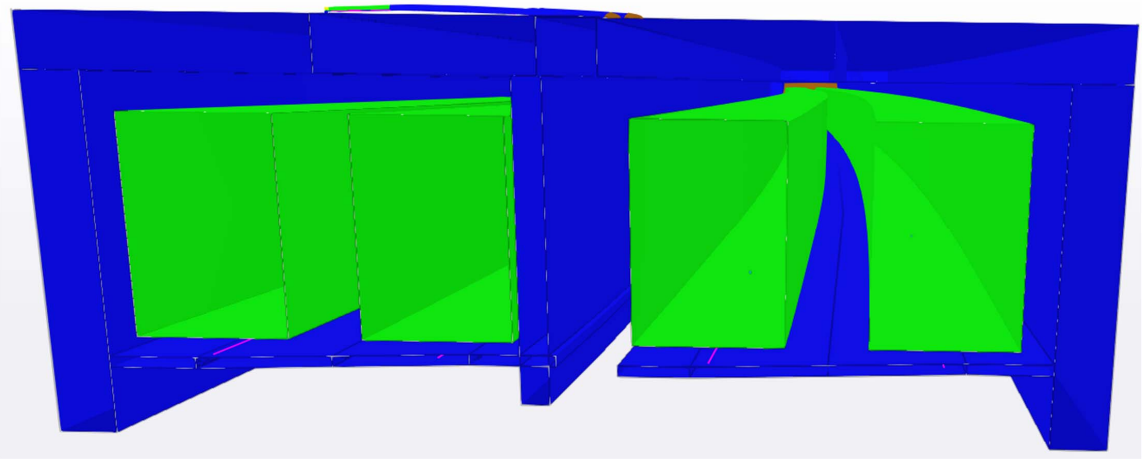
Sörnäistentunneli muodostuu kahdesta yksisuuntaisesta tunnelista. Sörnäisten rantatien avokaukalo-osuus on tästä poiketen yksiosainen ja kaksisuuntainen. Molemmissa tunneleissa on yksi ajokaista. Tunnelin liikenneteknisen mitoituksen lähtökohtina ovat 50 km/h nopeusrajoitus sekä suurin tieliikenteessä sallittu ajoneuvo. Hermannin rantatiellä on pelastusliikenteelle ylityspaikka (mahdollistaa pelastusliikenteen kulkemisen raitiotien ylitse vastakkaisen ajosuunnan tunneliin) avokaukalon länsipuolella ennen raitiotiepysäkkiä. Sörnäisten rantatien rampissa on yliajettava keskisaareke, mikä mahdollista pelastusliikenteen ajosuunnan vaihtamisen.



Kuva 4.2 Liikennetekninen mitoitus

Ajoneuvon suurin sallittu korkeus tunnelissa on 4,50 m. Vapaa korkeus tunnelissa on 4,80 m. Tunnelin vaakageometriassa käytetty pienin kaarresäde on 180 m. Pituuskaltevuuden tavoite on maksimissaan 5,0 %. Hermannin rantatien päässä tunnelin pituuskaltevuus on suurimmillaan 5,5 %, johtuen kadun tasauksen nostotarpeesta (tulvakorkeus) sekä kallionpinnan korkeusasemasta. Tällainen 5,5 % pituuskaltevuus on vielä hyväksyttävissä rajoissa, eikä aiheuta 5,0 % tavoitteeseen nähden merkittävää haittaa liikenteen sujuvuudelle tai turvallisuudelle ottaen huomioon tunnelin laajan turvallisuusvarustuksen. Ajoradat erotetaan tunnelin seinistä suuaukoilla reunakivivyöhykkeillä ja tunnelin matkalla ajokaistamaalauksilla, joita vahvistetaan tärinäraidoilla.

Suunnittelun aikana tunnelin mitoituksen toimivuus on varmistettu 25,25 metrin täysperävaunuyhdistelmällä. Tunnelin mitoituksessa on huomioitu myös ajoneuvon ohitusmahdollisuus tilanteessa, jossa suurikokoinen ajoneuvo on pysähtynyt tunnelin reunaan. Ohitusmahdollisuuden varmistamiseksi avokaukalo-osuuksien ja betonitunnelin väliselle liitosalueelle tehdään tunnelin poikkileikkaukseen tarvittaessa paikallisia levennyksiä.



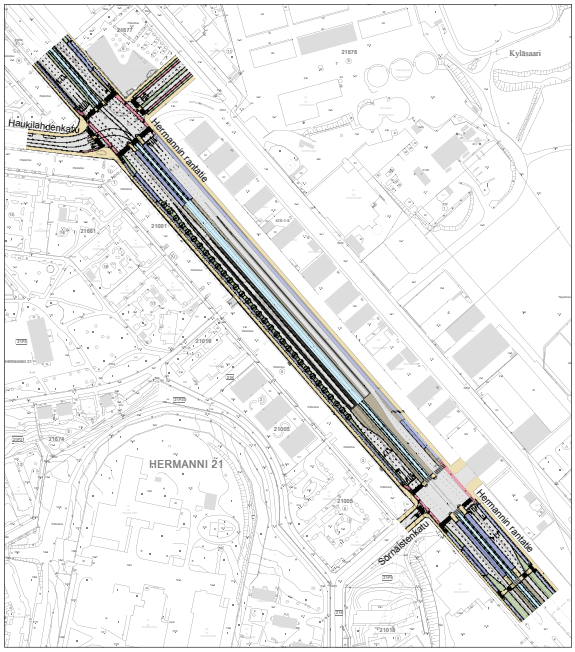
Kuva 4.3 3D ajouratarkastelu paalulta 420, jossa esitetty raskaan ajoneuvon ohituksen tilavaraukset tunnelissa.

4.3 Tunnelin katuliittymien sijainti kaupunkirakenteessa ja katuverkossa

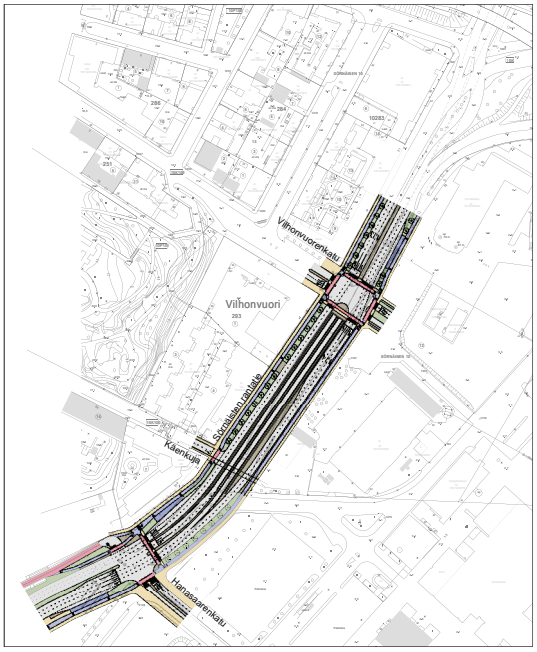
Tunnelin eteläpään avokaukalo-osuus alkaa Lintulahdenkadun ja Kaikukadun välisellä osuudella. Eteläpään avokaukalo-osuus jatkuu Vilhonvuorenkadun liittymään asti, jonka jälkeen tunneli ei enää näy katualueen poikkileikkauksessa. Vilhonvuorenkadun kadun jatke on rakenteilla, josta on ajoyhteys Koksikadun kautta Kalasataman alueelle.

Tunnelin eteläpään liikennejärjestelyt on sovitettu Hakaniemen liikennesuunnitelmaan. Tunnelin eteläpuolella läheisimmiksi liittymiksi jäävät Käenkuja, Lintulahdenkuja ja Hanasaarenkatu. Käenkuja jää suuntaisliittymäksi. Parrukadun mahdollisen liittymisen sijainti tarkentuu tulevan maankäytön suunnittelun yhteydessä. Parrukatua ei ole esitetty tässä suunnitelmassa. Lintulahdenkadun ja Hanasaarenkadun liittymiin ei toistaiseksi ole suunniteltu muutoksia. Tunnelin linjauksen takia Sörnäisten rantatien katualueen tarve levittyy Hanasaaren ja Suvilahden suuntaan. Tämä tulee ottaa huomioon valmistelleilla olevissa asemakaavoissa.

Tunneli poistaa jalankulun ja pyöräliikenteen ylityspaikan Käenkujan kohdalta. Maankäytön suunnittelun yhteydessä on luonnosteltu uutta kävely- ja pyöräilyliikenteen siltayhteyttä Käenkujan kohdalle. Silta ylittää Sörnäisten rantatien tunnelin avokaukalon kohdalla. Sillan sijainti on hahmoteltu liikennesuunnitelmissa ja havainnekuvissa. Vilhonvuorenkadun kohdalta on purettava nykyinen jalankulkusilta. Silta korvataan mahdollisesti uudella sillalla.



Kuva 4.4 Hermannin rantatien liikennesuunnitelma



Kuva 4.5 Sörnäisten rantatien liikennesuunnitelma

Tunnelin pohjoispään avokaukaloosuus on Hermannin rantatiellä Sörnäistenkadun ja Haukilahdenkadun välisellä alueella. Avorampin osuudella oleva Saarenkadun liittymä Hermannin rantatielle poistuu raitiotien rakentamisen jälkeen. Sörnäistenkadun liittymän järjestelyt tarkentuvat Hermanninrannan ja Kyläsaaren kaavoituksen myötä.

Uusi Kalasataman raitiotie kulkee Kalasataman keskuksesta Vallilanlaakson kautta Pasilaan, ja sen tilavaraus on Hermannin rantatien keskellä. Raitiotie kulkee Sörnäistentunnelin avokaukaloiden välistä. Raitiotie risteää useiden olemassa olevien ja suunnitteilla olevien katuosuuksien kanssa. Jalankulkua Hermannin rantatien pohjoispuolelta Haukilahdenkadun liittymässä sijaitsevalle raitiotiepysäkille tulee ohjata liittymän ja suojatien kautta. Kadun ylitys avokaukalon edestä on esitetty estettäväksi jalkakäytävän reunaan tehtävällä kaiteella. Suunnitelmat löytyvät liiteaineistosta.

4.4 Liikenteenhallintasuunnitelmien lähtökohdat tunnelissa ja suuaukkojen läheisyydessä

4.4.1 Liikenteelliset rajoitukset

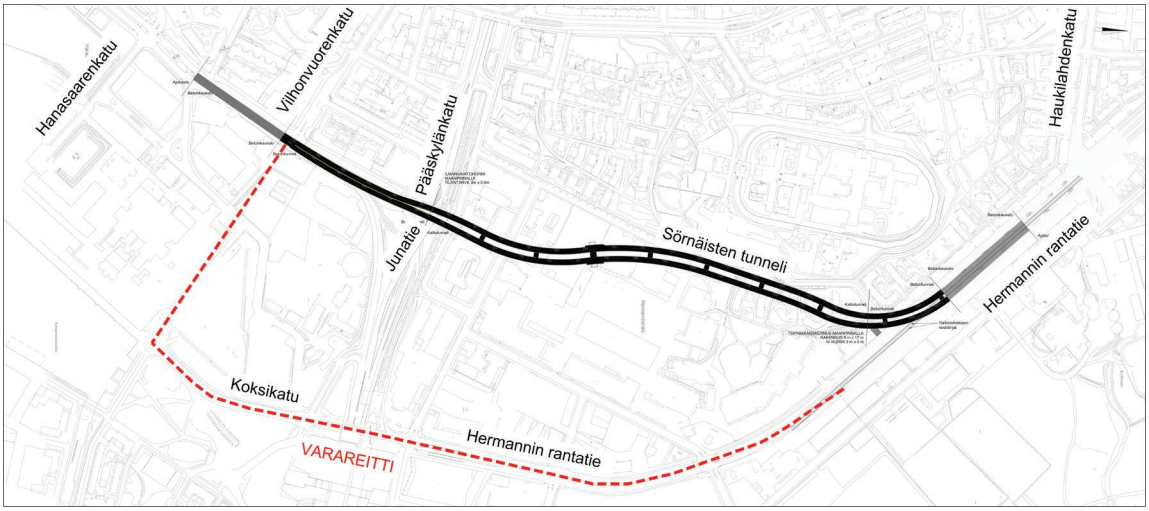
Tunnelin nopeusrajoitus on 50 km/h. Jalankulku ja pyöräily on kielletty tunnelissa. Tunnelin vapaakorkeus on 4,80 m. 4,50 m korkeampien ajoneuvojen ajo tunneliin estetään korkeusrajoittimella.

4.4.2 Vaarallisten aineiden kuljetusreitit

Vaarallisten aineiden kuljetus (VAK) Sörnäistentunnelissa on kielletty. Nyt suunnittelualueella on merkittävästi liikennettä Katajanokan satamaan ja Eteläsatamaan. Tunnelin rakentamisen myötä VAK-reittinä toimii Sörnäisten rantatien ja Hermannin rantatien välinen varareitti.

4.4.3 Erikoiskuljetusten reitit alueella

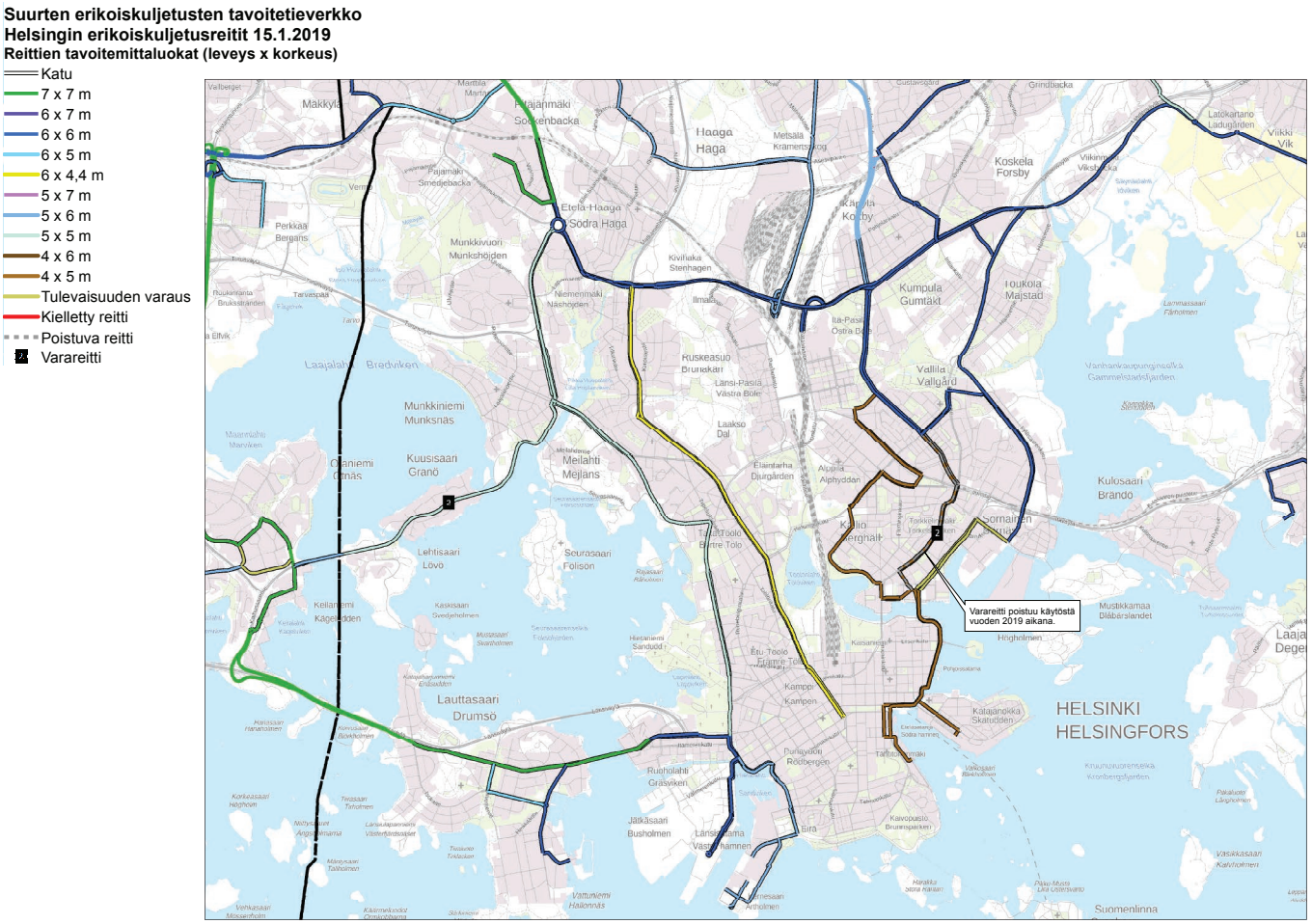
Erikoiskuljetusreittinä Sörnäisten rantatien ja Hermannin rantatien välillä toimii tunnelin varareitti.



Kuva 4.6 Tunnelin varareitti ja vaarallisten aineiden kuljetusreitti tunnelin rakentamisen jälkeen

4.4.4 Tunnelin sulkemisen aiheuttamat varareittijärjestelyt

Tunnelin varareittinä toimii Sörnäisten rantatie - Vilhonvuorenkatu - Koksikatu - Hermannin rantatie. Varareitin kapasiteetti ei riitä tunnelin sulkutilanteessa varsinkaan ruuhka-aikoina. Liikenteellisen riskianalyysin mukaan tunnelin pitkäaikaiset sulut ovat harvinaisia. Kooste liikenteellisestä riskianalyysistä on kohdassa 5.5.



Kuva 4.7 Erikoiskuljetusreitit Helsingin keskustan alueella

5 Päivitetyn suunnittelu-ratkaisun ominaisuudet

5.1 Suunnitteluratkaisun perustiedot

Sörnäisten ja Hermannin rantatiet yhdistävä Sörnäistentunneli on merkittävä raskaan liikenteen reitti. Suunnittelun mitoitusajoneuvoina on käytetty:

- Täysperävaunuyhdistelmä (pituus 25,25 m)
- Paloauto Bronto-tikasautoa (pituus 12,25 m, leveys 2,55 m ja korkeus 4,20 m)
- HCT-yhdistelmää (pituus 30,60 m, leveys 2,60 m ja korkeus 4,40 m)

5.2 Tunnelin kaupunkirakenteellinen ja -kuvallinen merkitys

Hanasaaren, Kalasataman ja Hermanninrannan täydennysrakentamisen lähtökohtana on uuden rakenteen tiivis liittäminen seudun kaupunkirakenteeseen ja kantakaupunkiin. Uuden rakentamisen myötä kantakaupunkia on jatkettu merenrantaan. Tunneli suuntaa merkittävän osan etelä-pohjoissuuntaisesta liikenteestä maan alle vähentäen rantateiden eriyttävää vaikutusta olemassa olevan kaupunkirakenteen ja uusien asuinrakennuskorttelien välillä. Lisäksi tunneli vapauttaa kapasiteettia Sörnäisten rantatien ja Junatien liittymäalueella, mikä mahdollistaa kyseisen alueen kehittämisen. Uusien, merenrannan tuntumaan tulevien, kortteleiden saavutettavuus paranee kävely- ja pyöräily-yhteyksien parantuessa ja läpiajoliikenteen estevaikutuksen vähentyessä.

5.3 Suuaukkorakenteiden arkkitehtuuri ja kaupunkikuvalliset ominaisuudet

Tunnelin suuaukoissa on tavoiteltu Sörnäisten alueen teolliseen historiaan sitoutuvaa arkkitehtuuria. Vaikka suuaukot ovat kumpikin eriluonteisessa kaupunkitilassa – toinen teollisuus- ja toimitilojen kontekstissa, toinen olemassa olevan ja tulevan asuinalueen ympäristössä – on ne suunniteltu pariksi toisilleen osoittamaan tunnistettavaa kokonaisuutta. Suuaukkojen yhtenäinen muotokieli koostuu betonisesta avokaukalosta ja siihen liittyvästä teräskaiteesta, joka mahdollistaa pitkän rakenteen läpinäkyvyyden. Betonikaideosuus nousee 40 cm katutasosta ja toimii siten törmäyssuojana sekä estää aurauslumien päätymisen avokaukaloon.

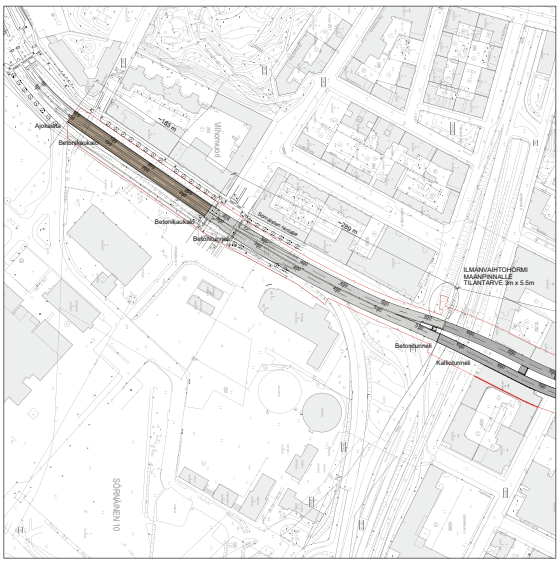
Värimaailma on haettu Sörnäisten tiiliarkkitehtuurista; punatiilen sävyyn pigmentoitu väribetoni sekä teräskaide toimivat linkkinä historian ja nykyarkkitehtuurin välillä. Tunnelin yhteyteen rakennettavat häikäisysuojat tehdään samasta materiaalista kuin muuri. Jatkosuunnittelussa häikäisysuojien rakenteiden akustisia ominaisuuksia tutkitaan ja niiden soveltuvuutta melun ehkäisyyn suuaukkojen läheisyydessä. Havainnekuvat löytyvät myös liiteaineistosta.

5.4 Vaikutukset maankäytölle maanpinnalla ja purettavat / muutettavat rakennukset / rakenteet (tunnelin aiheuttamat rajoitteet)

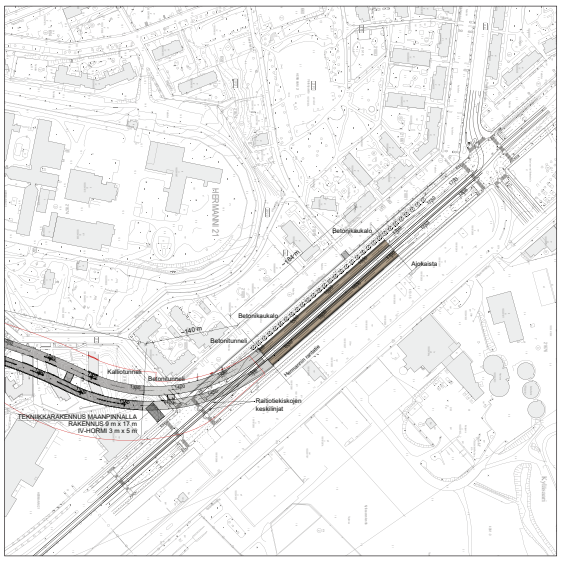
Sörnäisten rantatiellä tunnelin rakentamisen alueella on jalankulkijoiden ylikulkusilta Vilhonvuorenkadulta Suvilahteen. Silta joudutaan purkamaan tunnelin rakentamisen yhteydessä. Uusi ylikulkuyhteys/yhteydet suunnitellaan alueen uuden asemakaavan yhteydessä.

Kuva 5.1 Havainnekuva Hermannin rantatien suuaukosta

Kuva 5.2 Havainnekuva Sörnäisten rantatien suuaukosta



Kuva 5.3 Tunnelin suuaukko, Hermannin rantatie



Kuva 5.4 Tunnelin suuaukko, Sörnäisten rantatie

Junatien ja Sörnäisten rantatien risteysalueelle sijoitetaan ilmanvaihdon kuilu. Kuilun koko on noin 16,5 m^2. Junatien suunnittelun yhteydessä tulee kuilun paikka tarkentumaan ja todennäköisesti muuttumaan aiemmin määritellystä, asemankaavan mukaisesta sijainnistaan. Kuilu tulee huomioida alueen maankäytössä ja varata sille riittävä tila sekä huomioida että sen toteuttaminen on teknisesti mahdollista.

Sörnäistenkadun läheisyydessä Hermannin rantatie 24:n kiinteistö sijaitsee tulevan teknisen rakennuksen ja kuilun vieressä. Rakentaminen on mahdollista toteuttaa niin, että kiinteistöllä sijaitseva rakennus voidaan säilyttää.

Tunnelin linjauksen muutos Sörnäisten rantatien osuudella Hanasaaren ja Suvilahden kohdalla tulee ottaa huomioon valmisteilla olevissa asemakaavoissa.

5.5 Liikenteellinen riskianalyysi ja turvallisuuskonsepti

Tunneli on katuliikennetunneli. Katutunneleille ei ole omaa ohjeistusta turvallisuudesta. Tunnelin palo- ja pelastusturvallisuuden suunnittelussa on suunnitteluperusteina sovellettu Väyläviraston (ent. Liikennevirasto) ohjeita tietunneleiden turvallisuuteen liittyvien suunnitelmien ja dokumenttien laadinnasta, pelastusviranomaisen kanssa käydyissä keskusteluissa saatuja ohjeita ja soveltuvin osin Ympäristöministeriön asetusta rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017.

Liikenteellinen riskianalyysi on laadittu asiantuntija-arviona. Liikenteellinen riskianalyysi on kokonaisuudessaan tämän raportin liitteenä.

Tunnelikohteiden riskitarkastelujen näkökulmasta keskeiset alueen katuverkon liikennetekniset ominaispiirteet ovat seuraavat:

- Alueella voimassa kantakaupungin VAK-rajoitukset
- Katuympäristössä on lukuisia liikennevaloliittymiä ja pysähtelevä tai huipputunteina ruuhkautuva liikenne on tavanomaista.

Tunnelin liikennetekniset ominaispiirteet on kuvattu kohdassa 4.2.

Pelastautumisen kannalta keskeisiä ominaispiirteitä on:

- Yhdyskäytävät betoni- ja kalliotunneliosuudella 7 kpl (n. 100 m välein), jotka yhdistävät tunnelit
- Tekniset varusteet:
    - pitkittäinen ilmanvaihto ja savunpoisto impulssipuhaltimilla
    - valaistus
    - varavalaistus
    - evakuointivalaistus
    - paloilmoitinjärjestelmä
        - palopainikkeet hätäasemissa ja teknisissä tiloissa
        - paloilmaisimet teknisissä tiloissa
        - paloilmaisinkaapeli tunneliputkissa
    - hätäasemat yhdysovilla ja yhdyskäytävien ovilla sekä suuaukoilla
        - hätäpuhelin
        - palopainike
        - käsisammuttimet 2 kpl
    - kuulutusjärjestelmä
    - häiriönhavaintojärjestelmä
    - liikenteen pysäytys
        - liikennevalot ja puomit ennen kaukalorakenteen alkua
        - liikennevalot tunneliputkien sisällä ennen levikettä
    - pelastuslaitoksen pääsy tunneliputkiin tunnelin sulkutilanteissa
        - Sörnäisten rantatien päässä liikenteen pysäytyskohdan jälkeen keskialueen ylityskohta kaukalorakenteen alkupäässä tunnelin kaistojen välissä
        - Hermannin rantatien päässä pääsy molempiin tunneliputkiin raitiotiekaistaa pitkin.
    - vaihtuvat tekstilliset opasteet
        - tunneliputkien pysäytyskohdilla
        - kauempana katuverkolla
    - liikenteenseurantakamerat, jotka kattavat molemmat tunneliputket, lähialueet sekä varareitin
    - liikenteen mittauspisteet, ruuhkan ja väärään suuntaan ajavien tunnistus.
- Tunneli ja sen järjestelmät ovat 24/7 valvonnan piirissä.

Rakenteellisesti erotellut ajosuunnat mahdollistavat sen, että tunnelin savunpoisto tapahtuu liikenteen alavirran suuntaan, jolloin pelastautuminen tapahtuu vastakkaiseen suuntaan. Onnettomuustilanteessa pelastautuminen tapahtuu onnettomuustunnelista yhdysovien ja -käytävien kautta toiseen tunneliputkeen ja sieltä suuaukoille. Suuaukkojen läheisyydessä on porrasyhteydet katuverkolle. Tunnelikohteesta on kartoitettu sen keskeiset ominaispiirteet, joilla on vaikutusta tunnelin liikenteellisiin riskeihin. Ominaispiirteiden tarkastelujen avulla on arvioitu, kuinka mahdollisia erilaiset epätoivotut vaaratilanteet tunnelissa ovat. Vaaratilanteiden osalta on arvioitu niiden todennäköiset vaikutukset henkilöihin ja tunnelirakenteisiin.

Epätoivotut tapahtumat

Poikkeuksellista ruuhkaa ei liikenteellisten toimivuustarkastelujen pohjalta arvioida esiintyvän normaalioloissa. Alla esitettyjen tapahtumien aikana ruuhkautuminen on todennäköistä, mutta tunneli ja sen vaikutusalue sijaitsevat liikenneverkolla, jossa hyvinkin voimakas ruuhkautuminen ei tule keskivertoliikkujalle yllätyksenä ja nopeustaso on aina alhainen.

Yleisin tapahtuma tunnelissa on pysähtynyt ajoneuvo. Arvion mukaan vuonna 2030 tunneliin pysähtyy vuosittain 39-96 ajoneuvoa eli 1-2 kertaa viikossa.

Lieviä onnettomuuksia tunnelissa ja sen välittömässä läheisyydessä arvioidaan tapahtuvan 1-3 vuoden välein. Lieväkin onnettomuus voi aiheuttaa merkittävän, mutta lyhytaikaisen häiriön tunneliin.

Vakavia henkilövahinko-onnettomuuksia arvioidaan tapahtuvan Sörnäistentunnelissa ja sen läheisyydessä 10-50 vuoden välein. Vakava onnettomuus saattaa aiheuttaa jopa muutamien tuntien häiriön, jolloin ainakin toinen ajosuunta on suljettu.

Tulipaloja arvioidaan tapahtuvan kerran 10 vuodessa. Tulipalojen yleisimpänä seurauksena oletetaan olevan lieviä henkilövahinkoja. Vakavaan henkilövahinkoon johtavia tulipaloja arvioidaan olevan kerran 150-200 vuodessa.

Suuronnettomuuden arvioidaan olevan erittäin epätodennäköinen tapahtuma Sörnäistentunnelissa, kerran yli 200 vuodessa. Suuronnettomuuden voi lähtökohtaisesti aiheuttaa vain raskaan liikenteen räjähdysmäinen tulipalo tai räjähdys, joka tunnelin puolisuljetusta tilasta johtuen altistaa tunnelissa olevat äärimmäisen vakavalle vaaralle. Räjähdysmäiset tulipalot tai räjähdykset voivat olla lähtökohtaisesti vain vakavien liikenneonnettomuuksien seurauksia (teknisistä vioista johtuvat ajoneuvopalot lähtökohtaisesti pienempiä).

VAK-kuljetukset on kielletty Sörnäistentunnelissa. Tästä ja matalasta nopeustasosta johtuen vaarallisten aineiden onnettomuuden arvioidaan olevan erittäin epätodennäköinen.

Tunnelin turvallisuuskonsepti

Tunnelin turvallisuuskonsepti on osa tunnelin turvallisuusasiakirjoja. Turvallisuuskonsepti on asiakirja, jossa esitetään tunnelin turvallisuusvaatimukset ja perustellaan tunnelin varustelutarpeet jatkosuunnittelun lähtökohdiksi.

Tähän on koottu tunnelin turvallisuuden kannalta oleellisimmat liikenteelliset periaatteet ja turvallisuusjärjestelmät.

Sörnäistentunnelin liikenneturvallisuustavoitteena on, että liikenneturvallisuus on vähintään yhtä hyvä kuin ympäröivän katuverkon. Turvallisuustasoa parantaa yksisuuntainen liikenne tunneliputkissa, 50 km/h nopeusrajoitus sekä tunnelissa kielletty jalankulku, pyöräily ja VAK-kuljetukset. Toisaalta jyrkkä pituuskaltevuus ja leveä poikkileikkaus kasvattavat keskinopeuksia. Mahdollisten kasvavien nopeuksien hillintää varten tunneliin suunnitellaan varaukset keskinopeusvalvonnan toteuttamiseen.

Lähtökohtana on, että tunnelissa ei sallita seisovaa jonoa. Tunneli varustetaan pääsynsäätelyjärjestelmällä, joka havaitsee jonoutumisen ulosajoaukkojen jälkeisen avokaukalorakenteen kohdalla. Jonon yltäminen tunneliin ehkäistään sulkemalla sisäänajoaukko liikennevaloin, kunnes jono tunnelin jälkeen on purkautunut.

Tunnelin sisälle pysähtyvät ajoneuvot sekä esteet havaitaan häiriönhavaintojärjestelmällä. Kun järjestelmä havaitsee pysähtyneen ajoneuvon tai esteen, annetaan ääni- ja kuvahälytys liikenteenhallinnan käyttöliittymässä, jolloin liikennepäivystäjä tarkistaa tilanteen liikenteenseurantakameroilla. Häiriöhavaintojärjestelmä pystyy tarvittaessa tekemään myös automaattisia toimintoja kuten sulkemaan tunneliputken, mikäli pysähtynyt ajoneuvo on keskellä tunneliputkea.

Tunneli varustetaan kuulutusjärjestelmällä. Erilaisten automaattikuulutusten lisäksi liikennepäivystäjä pystyy tekemään kuulutuksia esim. kehottamaan tunnelissa olevaa jalankulkijaa tai pyöräilijää poistumaan.

Onnettomuustilanteissa tunneliputken leveä poikkileikkaus mahdollistaa ohittamisen, jolloin lievistä onnettomuuksista ei aiheudu jonoa tunneliin. Tilanteissa, joissa ohittaminen ei ole mahdollista, liikennepäivystäjä sulkee tunneliputken liikenteeltä. Tunneliputken sulkemisesta tiedotetaan katuverkolla vaihtuva tekstillisillä opasteilla. Opasteissa käytetään suomen- ja ruotsinkieltä.

Tulipalotilanteessa liikenteen alavirran katuverkon liikennevaloille ohjataan erikoisohjelma, jonka avulla tyhjennetään tunneliputki ja sen jälkeiset liittymät liikenteestä. Näin varmistetaan, ettei tunneliin jää jonoja palotilanteessa savun alle sekä turvataan pelastuslaitokselle esteetön pääsy molempiin tunneliputkiin.

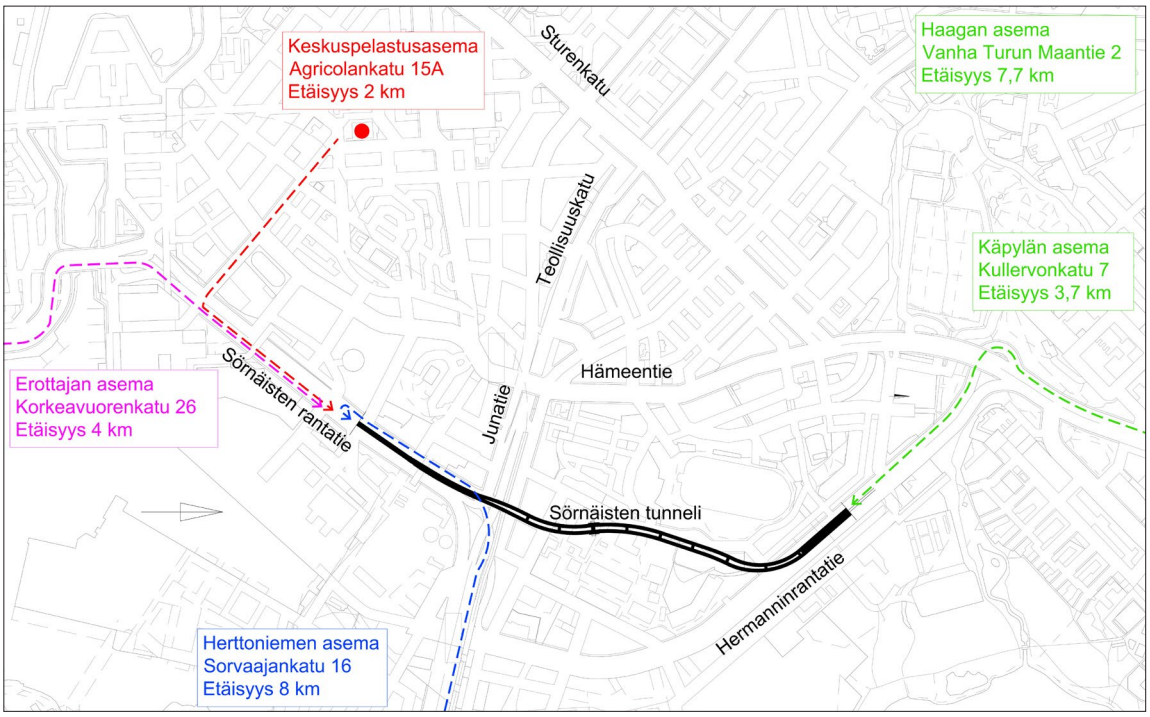
Pelastuslaitoksen ajoneuvot pääsevät ajamaan tunnelin molemmista päistä kumpaankin tunneliputkeen.

Pelastuslaitoksen pääsy tunneliputkiin tunnelin sulkutilanteissa:

- Sörnäisten rantatien päässä on keskialueen ylityskohta kaukalorakenteen alkupäässä, liikenteen pysäytyskohdan jälkeen
- Hermannin rantatien päässä on pääsy molempiin tunneliputkiin raitiotiekaistaa pitkin.

Tunnelin varareittinä toimii Sörnäisten rantatie - Vilhonvuorenkatu - Koksikatu - Hermannin rantatie. Varareitti palvelee normaalitilanteessa VAK- ja erikoiskuljetusreittinä. Tunnelin sulkutilanteessa varareitin kapasiteetti ei riitä tunnelista siirtyvälle liikennemäärälle, mutta liikenteellisen riskianalyysin perusteella arvioidaan, että ennakoimattomia pitkäaikaisia sulkutilanteita on todella harvoin. (kuva 4.6)

Hätätilanteissa tunnelista pelastautuminen tapahtuu itse-evakuoitumisena. Tunneliputket ovat yhdistetty toisiinsa noin 100 m välein yhdyskäytävillä ja viereiset betonitunnelit yhdysovilla, joiden kautta voi siirtyä tunneliputkesta toiseen. Ovet merkitään helposti huomattavilla, suurikokoisilla tunneliputkitunnus kirjaimella ja yhdyskäytävän numerolla, niin että oviympäristö on tunnistettavissa myös kameravalvonnalla.



Kuva 5.5 Pelastuslaitoksen ajoreitit kohteeseen

Tunnelissa on evakuointivalaistus. Valaistus koostuu tunneliputken seinissä vähintään 25 m välein jatkuvasti päällä olevista poistumisopasteista, joissa on palotilanteessa aktivoituvat poistumisreittiä valaisevat valot sekä metrimäärä lähimmille yhdysoville tai yhdyskäytävän oville. Yhdysovien ja yhdyskäytävien ovien yläpuolella on itsevalaisevat poistumistaulut eli lippuopasteet. Ovien ympärillä toteutetaan yhtenäinen vihreä valonauha, joka alkaa palotilanteessa vilkkua.

Tunnelin aukipidon perusteena on kriittisten järjestelmien ja laitteiden toiminta. Kriittisissä vikatilanteissa tunnelin toinen tai molemmat putket suljetaan liikenteeltä. Tekniset järjestelmät ovat vikavalvottuja. Tunnelin varustelua ja vikatilanteiden hallintaa on kuvattu Turvallisuuskonseptissa, joka on liitteenä.

5.5.1 Kalliotunnelin suojavyöhykkeet ja vaikutukset tulevalle kallioperän rakentamiselle

Kalliotunnelin ympärille tulee jättää riittävä kalliotekninen suojavyöhyke. Tunnelin yläpuolelle tehtävissä rakentamisessa, jossa louhitaan tai kuormitetaan yläpuolista kalliota tulee huomioida alapuoliset kalliotilat ja pyrittävä ratkaisuihin, jotka eivät lisää vesivuotoja tai aiheuta muita haittoja alapuolisille tiloille. Alueelle toteutettavien syvien kellarien suunnittelussa ja toteutuksessa on kiinnitettävä erityistä huomioitava kalliotilojen sijaintiin ja jätettävä niiden ympärille riittävä suojavyöhyke. Suojavyöhyke jätetään myös tunnelin sivuille ja alapuolelle.

Tunneli tulee huomioida myös mahdollisten energiakaivojen suunnittelussa. Esimerkiksi energiakaivoja rakennettaessa on noudatettava Helsingin kaupungin rakennusvalvonnan ohjeistusta.

5.5.2 Kuilujen sijainti kaupunkirakenteessa

Kuilut sijaitsevat Sörnäisten rantatien ja Junatien sekä Hermannin rantatien ja Sörnäistenkadun risteysalueilla. Sörnäisten rantatien päässä kuilun paikka määritellään Junatien suunnittelussa, tarkka sijainti ei ole vielä tiedossa. Paikka määritellään kaupunkikuvallisesti sopivaksi, mutta myös tekniset vaatimukset tulee ottaa huomioon paikkaa määritettäessä. Hermannin rantatien päässä kuilu sijoitetaan Sörnäistenkadun eteläpuolelle lähelle Hermannin rantatietä, sen länsipuolelle.

6 Maa- ja kallioperä sekä pohjavesiolosuhteet

6.1 Maaperäolosuhteet ja tunnelin perustamisolosuhteet

Maaperäarvio perustuu olemassa oleviin kairaustietoihin, jotka on tehty pääosin tulevan kaivanto-alueen sivuilta. Kaivannon kohdalle on suunniteltu uusia tutkimuksia, joiden perusteella tilannetta myöhemmin tarkennetaan.

Eteläisen avokaivannon alueella Sörnäisten rantatiellä maaperän paksuus on pääosin 11…14 metriä paaluvälillä 130...370, jonka jälkeen maakerrospaksuus pienenee paalulle 400 tultaessa. Paaluvälillä 400…530 maakerrospaksuus on 4…6 metriä, josta se muuttuu noin kolmeen metriin paalulle 575 tultaessa. Koko avokaivannon alueen maaperä on pääosin pintatäyttö, savinen siltti, savi, hiekka, hiekkainen sora ja kallio. Paaluväleillä 250…325, 425…455 ja 530…575 savikerrosta ei vaikuttaisi olevan.

Kalliotunnelialueen päällä paaluvälillä 575…1370 maakerroksen paksuus vaihtelee 0…14 m ja on pääosin pintatäyttöä, hiekkaa ja soraa. Maakerrospaksuudet ovat suurimpia paalujen 650 ja 860 kohdilla. Yksittäisissä paikoissa alueella on löytynyt myös savea ja ohutta moreenikerrosta kallion päällä.

Pohjoisen avokaivannon alueella maakerroksen paksuus on 0…28 m, joka kasvaa pohjoiseen mentäessä paalulle 1650, josta se taas lähtee mataloitumaan ollen paalulla 1720 noin 20 m. Maaperä paaluvälillä 1370…1500 on pääosin täyttökerrosta, hiekkaa ja soraa. Paikoin on savea ja moreenia kallion pinnalla. Paalulta 1500 alkaa savikerros joka paksuimmillaan on noin 14 m. Savikerroksen päällä on täyttökerrokset ja alapuolella on pääosin silttiä, hiekka ja soraa. Paikoitellen kallion päällä voi olla moreenia.

6.2 Pohjavesiolosuhteet ja pohjaveden hallinta

Pohjaveden pinnan taso alueella vaihtelee. Avokaivantojen ja betonitunnelien alueilla pohjaveden pinta vaihtelee nollan molemmin puolin. Suunnittelualueen keskellä, kalliotunnelin kohdalla maa- ja kallioperän noustessa myös pohjaveden pinta nousee ylemmäs.

Alueen pohjavedessä on havaittu erilaisia haitta-aineita, joiden pääsy kaivantoihin ja tunneleihin tulee rajoittaa vesitiiviillä rakenteilla. Jatkosuunnittelussa tulee kartoittaa tarkemmin pohjaveden laatu sekä maaperässä että kallioperässä ja arvioida sen vaikutusta avokaivantojen ja betonitunneleiden rakenteisiin sekä kalliotunnelin injektointiin ja lujitusrakenteisiin.

Helsingin kaupungin karttapalvelun perustamistapa-aineiston mukaan tunnelin lähialueella sijaitsee puupaaluperusteisia rakennuksia, joiden kohdalla pohjaveden pinnan korkeus ei saisi haitallisesti laskea tunnelin rakentamisen takia.

Kuva 6.1 Puupaaluperusteiset rakennukset tunnelin lähialueella (punaisella). Lähde: kartta.hel.fi, aineisto: puupaaluperusteiset rakennukset (viitattu 12.6.2020). (https://kartta.hel.fi/link/8NJfY9,)

Pohjaveden hallinta työn aikana on erittäin tärkeää. Sillä taataan niin kaivantojen rakentamisen tehokkuus ja turvallisuus kuin estetään saastuneen pohjaveden liikkeet. Jos saastunut pohjavesi pääsee liikkumaan alueella, voi se saastuttaa uudelleen jo kertaalleen puhdistetut alueet. Samalla minimoidaan vaikutukset muuhun ympäristöön ja estetään kaivannon ulkopuolella olevien rakenteiden ja rakennusten painumat.

Kaikki kalliotilat mukaan luettuna pysty-yhteydet pyritään tiivistämään injektoimalla niitä ympäröivää kalliomassaa. Injektoinnilla huolehditaan sekä lopullisesta että myös työnaikaisesta tiiveydestä. Injektointi toteutetaan kalliotilasta tehtävillä esi- ja jälki-injektoinneilla.

Työn yhteydessä ei ole tehty pohjavesimallinnusta. Kaivantojen tukiseinät ja lopullinen tunneli voivat vaikuttaa pohjaveden liikkeisiin ja siksi mallintaminen tulisi suorittaa seuraavassa suunnitteluvaiheessa.

6.3 Kallioperä ja kallio-olosuhteet

Pohjatutkimuksien perusteella arvioitu kallionpinnan korkeusasema on esitetty piirustuksessa KAT45292-121. Kallionpinnan korkoasema vaihtelee tunnelin pituudella n. tasosta -30 tasoon +17. Yleisesti ottaen kallionpinta laskee alueella merta kohti. Sörnäisten rantatien kohdalla kalliopinta on tasossa -13...-2. Kalliotunnelin otsan kohdalla kalliopinta on hieman ympäristöään ylempänä. Kalliotunnelin alueella on kalliossa painanne ainakin noin paalulla 650. Kalliopinnasta on paalu-välillä 700 – 1000 huonosti tietoa, mutta oletettavasti tälläkin alueella on jonkinlainen painanne tai painanteita. Kalliopinta nousee Hermanninmäkeä kohti ja lähtee taas laskemaan noin paalulla 1150. Hermannin rantatien päässä kallionpinta laskee jyrkästi kalliotunnelin suuaukolta n. tasosta +5 tasoon -30. Alueen kalliopainanteiden kohdalla olemassa olevan tiedon perusteella kalliokatto on arviolta 7-8 metriä. Tiedot kalliopinnasta ovat paikoin harvassa ja alueella voi olla myös ohuempia kalliokattopaksuuksia. Kalliopintakartta on esitetty liitteessä 7.

Suunnittelualueelle on laadittu alustavat pohjatutkimusohjelmat määrittämään maaperän laatua ja kalliopinnan korkeusasemaa. Kalliopintakarttaa voidaan tarkentaa kun alueella on suoritettu lisää pohjatutkimuksia. Tutkimusohjelmat löytyvät liitteistä 3-6.

Tunnelilinjalla tai sen välittömässä läheisyydessä ei ole tehty kallioperätutkimuksia, joista olisi saatu tietoa kallioperän laadusta. Helsingin kaupungin kallioperäkartan GEO10K mukaan tunnelin länsiosan kallioperä on graniittista ja itäosa grano- ja kvartsidioriittia. Kallioperäkartan mukaan tunnelin linjauksen kohdalla ei ole merkittäviä alueellisia kallioperän heikkousvyöhykkeitä. GTK:n Hakkupalvelussa on Lautatarhankadun pohjoispuolelle, noin Sörnäistentunnelin paalulle 600 - 650, merkitty ongelmallinen heikkousvyöhyke, jota kuvataan: Kivilaatu vähän tai runsaasti rapautunut (Rp1-2). Raot avonaisia tai savitäytteisiä. Haarniskapintoja. Kohtalaiset rakoavaumat (2-5 mm). Kalliolaatu RiIV. Kohtalainen - pieni lohkarekoko, (30-10 dm^3). Rakosysteemi todettavissa heikosti. Vyöhykkeen leveys 2-5 m. Rakoilun vedenjohtavuus kohtalaista (https://hakku.gtk.fi). Heikkousvyöhyke on havaittu jätevesitunnelissa melko kaukana Sörnäistentunnelista ja se on merkitty loppuvaksi Sörnäisten rantatien risteykseen. Alueelle on ohjelmoitu pohjatutkimuksia, joiden perusteella voidaan varmistaa kalliopinnan korkeusasema. Seuraavissa suunnitteluvaiheissa tulee myös kallioperän laatua selvittää.

Tunnelilinjan poikki kulkee jätevesitunneli n. paalulla 1640 ja yhteiskäyttötunneli n. paalulla 165. Kumpikin tunneli sijaitsee niin syvällä, ettei niillä ole vaikutusta Sörnäistentunnelin rakentamiseen. Sörnäistentunnelin rakentamisella ei ole vaikutusta jätevesi- tai yhteiskäyttötunneleihin. Lisäksi ne risteävät tunnelin kanssa avokaukalo-osuuksilla, joilla ei ole arvioitu olevan tarvetta louhinnalle. Tunnelin lähialueella on myös muutamia kallioon sijoittuvia kellareita. Välittömästi tunnelin yläpuolella ei kuitenkaan arvioida olevan syviä tai muutoin merkittäviä avolouhintoja rakennuksia varten. Jatkosuunnittelussa tulee varmistaa tarkemmin tunnelin lähialueella sijaitsevat maanalaiset tilat ja niiden korkotaso.

Kallion *in situ* -jännitystilasta ei ole tarkkaa tietoa tunnelin alueella. Lähimmät kallion jännitystilamittaukset on tehty Kalasataman kallioparkin läheisyydessä, mutta mittausten laatu on luokiteltu heikoksi. Jännitystilan merkityksen voidaan kuitenkin olettaa olevan toteutuksen kannalta vähäinen. Tunneliin liittyen ei ole tehty kalliomekaanista simulointia.

6.4 Pilaantuneet maat alueella ja sen vaikutus suunnitelmiin

Suunnittelualueella on tunnistettu pilaantuneita maa-aineksia sekä erilaisia haitta-aineita pohjavedessä useassa kohteessa. Alueella tai sen välittömässä läheisyydessä on havaittu maaperässä tai pohjavedessä muun muassa kloorattuja hiilivetyjä, bentseeniä ja PAH-yhdisteitä sekä bensiiniä ja öljyä. Haitta-aineiden vaikutukset on huomioitava sekä avo-osuuksilla että betoni- ja kalliotunneleiden alueilla. Jatkosuunnittelussa tulee määrittää tarkemmin tunnelin alueella esiintyvät pilaantuneet maa-ainekset ja pohjavedet sekä niiden vaikutukset tunnelin rakentamiseen ja käyttöön.

6.5 Tulvakorkeuksien vaikutukset suunnitelmiin

Tunnelin suunnittelussa on käytetty tulvarajana tasoa +3,3 (N2000). Tulvakorkeudessa on huomioitu alueen aaltoiluvara. Vesitiiviit rakenteet ulotetaan tulvarajan yläpuolelle.

6.6 Kallioteknisetominaisuudet

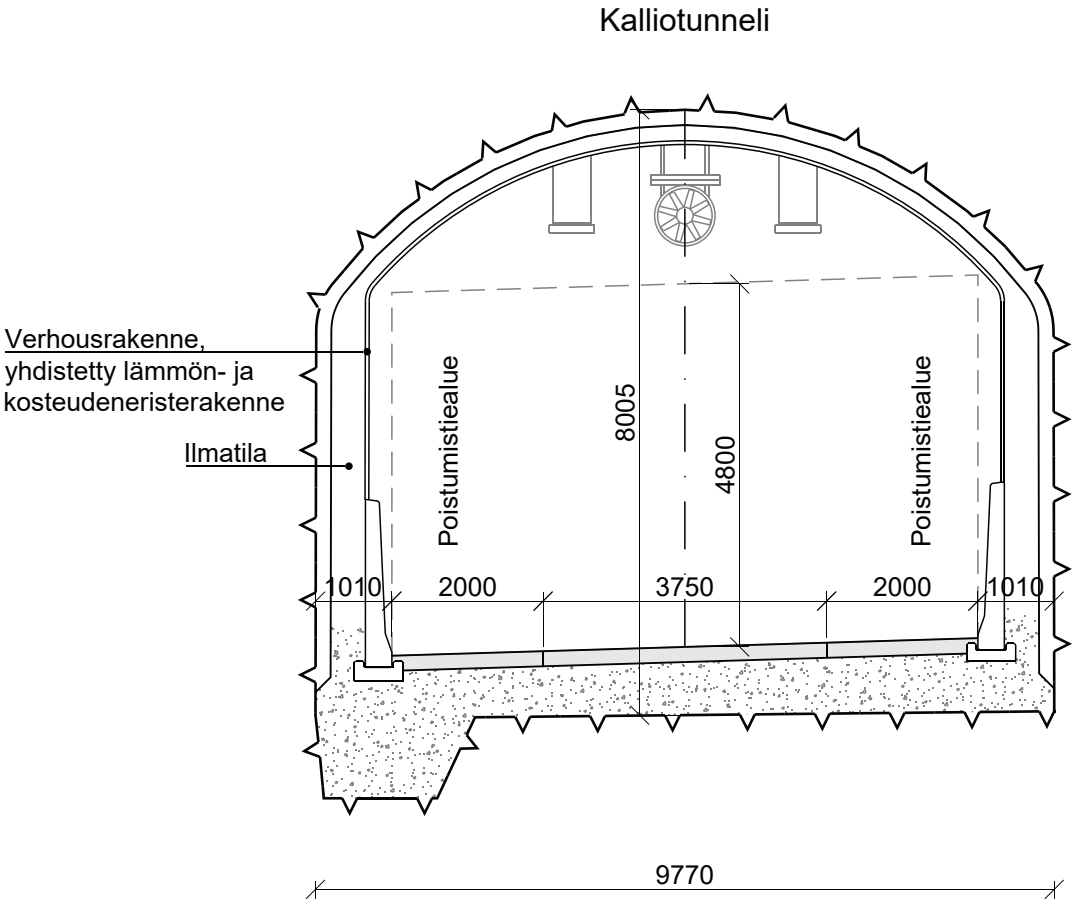
6.6.1 Kalliotunneliosuus

Kalliotunnelin lujituksena käytetään lähtökohtaisesti kalliopultteja ja kuituvahvisteista ruiskubetonia. Kalliolujitus määritetään kalliotutkimuksista saatavan tiedon perusteella ja täsmennetään työnaikaisten havaintojen mukaan. Kustannuslaskentaa varten on oletettu, että 80 % kalliosta on laadultaan kohtalaista (kalliolaatua kuvaava Q-luku n. 4) ja 20 % heikkoa (Q-luku n. 0.1). Kohtalaiselle kalliolaadulle on kustannuslaskennassa käytetty tyyppilujituksena holvissa 60 mm kuidullista ruiskubetonia ja kalliopultitusta k/k 2100 mm (L=4000 mm) ja seinissä 50 mm kuidullista ruiskubetonia ja kalliopultitusta k/k 2300 mm (L=3000 mm). Heikolle kalliolaadulle on käytetty tyyppilujituksena holvissa 120 mm kuidullista ruiskubetonia ja kalliopultitusta k/k 1500 mm (L=4000 mm) ja seinissä 100 mm kuidullista ruiskubetonia ja kalliopultitusta k/k 1700 mm (L=3000 mm). Yhdyskäytävien suuaukoilla käytetään tihennettyä pulttiväliä ja paksumpaa ruiskubetonikerrosta. Erityisen heikossa kalliolaadussa käytetään tarvittaessa pultituksen ja ruiskubetonoinnin lisäksi tiheämpää teräspultitusta tai muuta lisälujitusta. Kalliotunnelien suuaukoilla louhinta ja lujitus tehdään vaiheittain ja lisäksi kallio-otsa lujitetaan ennakkoon.

Nykyisen kallionpinnan korkeusasemasta saatavilla olevan tiedon mukaan kalliotunnelin kalliokaton paksuus on arviolta 7 m koko tunnelin matkalta kalliotunnelien suuaukkoja lukuun ottamatta. Tiedot kallionpinnasta ovat kuitenkin paikoin harvassa, ja niitä on tarkennettava jatkosuunnittelussa kalliokaton paksuuden varmistamiseksi. Matalan kalliokaton riski on erityisesti n. paaluilla 660 ja 860. Tarvittaessa tulisi tarkastella, olisiko kalliotunnelin tasausta mahdollista laskea kyseisillä kohdilla.

Tunneleiden väliin jäävän kalliopilarin paksuus on kapeimmillaan n. 5 m eteläisen ja n. 6 m pohjoisen kalliotunnelin suuaukon kohdalla, muualla n. 9 m.

Kalliotunnelien tiiviseystavoite on 2,5 l/min/100 m tunnelia. Tunnelit pyritään tiivistämään esi- ja jälki-injektoimalla niitä ympäröivää kalliomassaa.



Kuva 6.2 Kalliotunnelin periaateleikkaus

6.6.2 Louhinnat betonitunneliosuuksilla

Tunnelin eteläpäässä eli Sörnäisten rantatien päässä joudutaan nykyisellä kalliotunnelin suuaukon sijainnilla tekemään melko korkea avolouhintakaukalo betonitunnelille. Seinämäkorkeus tulisi olemaan korkeimmillaan noin 24 m. Korkean kallioseinämän stabiliteetin kannalta on jatkosuunnittelussa tarkasteltava läheisten liikenne- ja muiden kuormituksien vaikutus, myös Junatien sillan rakenteiden kallioseinämää joudutaan vahvistamaan. Korkeiden kallioseinämien kohtien osalta on myös syytä varautua kallion lujittamiseen työturvallisuuden vuoksi.

Tunnelin pohjoispäässä avolouhintamäärät ovat melko vähäisiä, sillä kallionpinta laskee nopeasti kalliotunnelin suuaukolta.

7 Rakennetekniset ratkaisut

Sörnäistenkadun puoli: Tunnelin aloittaa betonirakenteinen avokaukalorakenne. Sörnäisten rantatien pään avokaukalossa ajokaistoja erottaa yliajettava keskikorokealue. Betonitunneliosuus muodostuu pääasiassa kahdesta, betonisen väliseinän erottamasta yksisuuntaisesta tunnelista. Rakenteet mitoitetaan liikenne ja maanpainekuormille. Pohjaveden tasoina on alustavissa tarkasteluissa käytetty +1 normaalitilanne ja +3 onnettomuustilanne (tulva). Pohjaveden mahdollinen saastuneisuus ja betoniagressiivisuus otetaan suunnittelussa huomioon. Palomitoitus otetaan suunnittelussa huomioon. Seinärakenteet valetaan tilansäästösyistä yksipuoleisena muottina tasoitettua porapaaluseinää vasten. Kaksipuoleisen muotin käyttö on myös mahdollista. Se kasvattaa kaivannon leveyttä n. 1-2 metriä. Avokaukalot ja osa betonitunneliosuudesta on perustettu porapaalujen varaan. Paaluissa varaudutaan nosteen ja/tai sivuvaakakuormien aiheuttamiin kuormitustilanteisiin pysyvien jälkijännitettyjen kallioankkureiden avulla. Kallionvastainen osuus perustetaan anturoilla kallioon ja kalliopohja tiivistetään injektoimalla. Paalutetun ja kallionvaraisen osuuden erottaa kallioon ankkuroitu ja vesitiiviisti eristetty sulkupalkki noin paalulukemilla itä 370 ja länsi 366. Betonitunneliosuudet varustetaan siirtymälaatoilla n. 2 metrin syvyyteen. Betonitunneli liitetään kalliotunneliin vesitiiviisti ns. otsapalkin välityksellä. Palkki jännitettään pysyvien kallioankkureiden avulla ehjään ja puhtaaseen kalliopintaan. Liitospintaan asennetaan injektoitavia ja turpoavia eristeletkuja ja nauhoja. Ankkuroinnin tarkoituksena on myös lujittaa avokaukalon ja kallion otsarakennetta tunnelin louhintatyön aikana. Kaikki betonirakenteet ovat vesitiiviitä. Tunnelit ja avokaukalot rakennetaan vesitiiviillä liikuntasaumoilla varustetuissa liikuntasaumalohkoissa.

Hermannin rantatien puoli: Hermannin rantatien avokaukalot ovat erilliset molemmille ajosuunnille. Kaukalorakenteen keskellä kulkee raitiotieraiteet ja seisakerakenteet. Avokaukalot ja osa betonitunnelisuudesta on perustettu porapaalujen varaan. Rakenteet mitoitetaan liikenne ja maanpainekuormille. Pohjaveden tasoina on alustavissa tarkasteluissa käytetty +1 normaalitilanne ja +3 onnettomuustilanne (tulva). Pohjaveden mahdollinen saastuneisuus ja betoniagressiivisuus otetaan suunnittelussa huomioon. Palomitoitus otetaan suunnittelussa huomioon. Seinärakenteet valetaan tilansäästösyistä yksipuoleisena muottina tasoitettua porapaaluseinää vasten. Kaksipuoleisen muotin käyttö on myös mahdollista. Se kasvattaa kaivannon leveyttä n. 1-2 metriä. Paaluissa varaudutaan nosteen ja/tai sivuvaakakuormien aiheuttamiin kuormitustilanteisiin pysyvien jälkijännitettyjen kallioankkureiden avulla. Kallionvastainen osuus perustetaan anturoilla kallioon ja kalliopohja tiivistetään injektoimalla. Paalutetun ja kallionvaraisen osuuden erottaa kallioon ankkuroitu ja vesitiiviisti eristetty sulkupalkki noin paalulukemilla itä 1436 ja länsi 1425. Betonitunneliosuudet varustetaan siirtymälaatoilla n. 2 metrin syvyyteen. Betonitunneli liitetään kalliotunneliin vesitiiviisti ns. otsapalkin välityksellä. Palkki jännitetään pysyvien kallioankkureiden avulla ehjään ja puhtaaseen kalliopintaan. Liitospintaan asennetaan injektoitavia ja turpoavia eristeletkuja ja nauhoja. Ankkuroinnin tarkoituksena on myös lujittaa kallion otsarakennetta tunnelin louhintatyön aikana. Kaikki betonirakenteet ovat vesitiiviitä. Tunnelit ja avorampit rakennetaan vesitiiviillä liikuntasaumoilla varustetuissa liikuntasaumalohkoissa.

Tunnelin alimmalle kohdalle sijoitetaan yhdyskäytävän yhteyteen jäte- ja vuotovesialtaat sekä tarvittaessa sammutusvesiallas. Alimmalle kohdalle sijoitetaan myös tarvittavat pumppaamo- ja tekniset tilat. Lisäksi alimpaan kohtaan sijoitetaan pysähtymistaskut molempien ajosuuntien tunneleihin.

Tunnelista johtaa maan pinnalle kaksi kuiluyhteyttä: Sörnäisten rantatien ja Pääskylänkadun sekä Hermannin rantatien ja Sörnäistenkadun risteysalueilla. Kuiluihin tulee teknisten järjestelmien yhteyksiä ja varaukset ilmanvaihtokuiluille. Sörnäisten rantatien päässä kuilun tarkka sijainti ei ole vielä tiedossa. Kalliopinta tarkastelualueella vaihtelee voimakkaasti. Korkeimmillaan kalliopinta

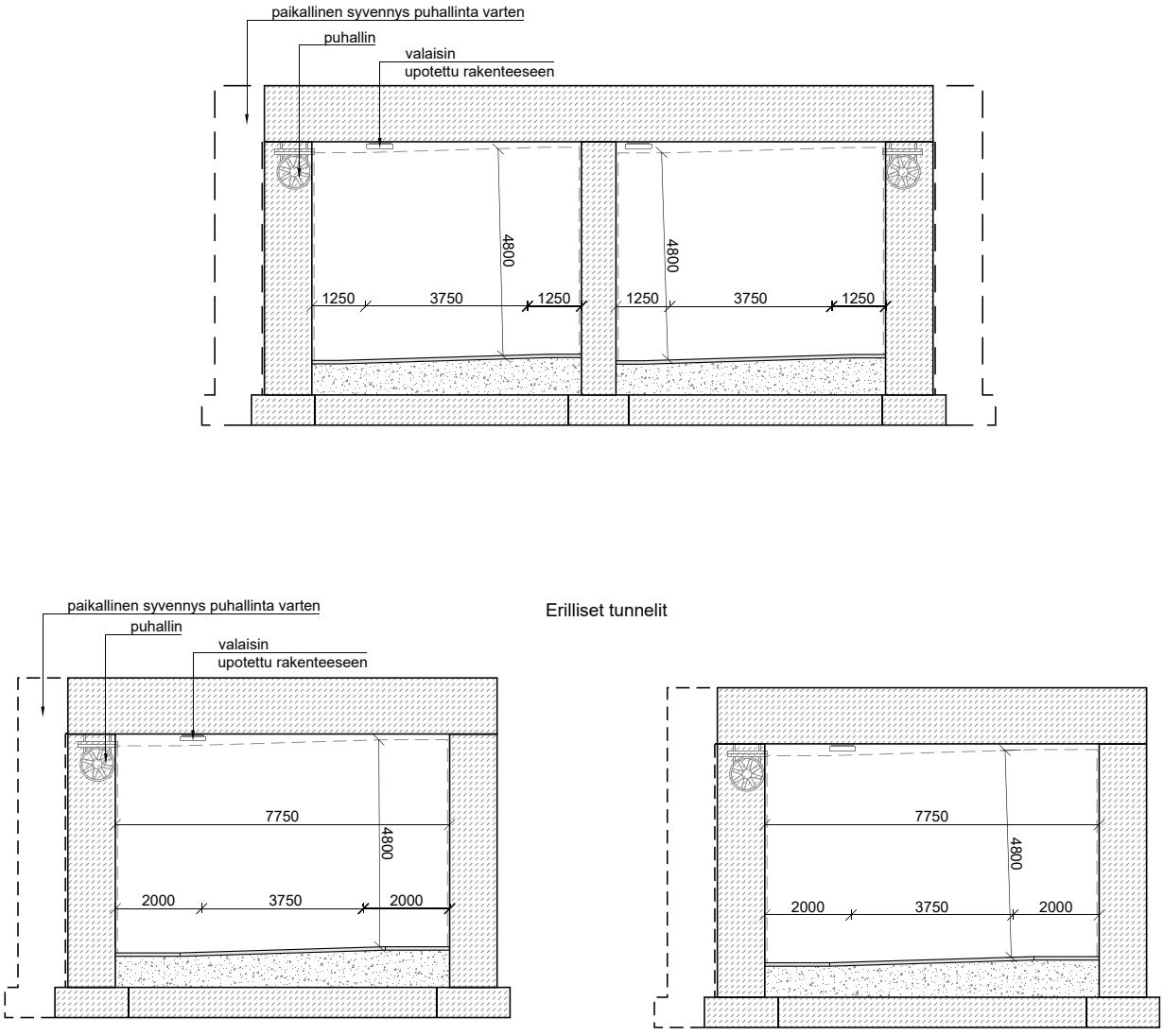
on alueella noin tasolla +2 ja syvimmillään noin tasolla -10. Maakerrospaksuus vaihtelee noin välillä 1…20 metriä. Paksuimmillaan maakerrokset ovat Junatien maapenkereen kohdalla. Kuilun betonirakenteet tehdään kallionvaraisina, maanpaineen kestävinä ja kauttaaltaan vesitiiviinä rakenteina.

Hermanninrantatie kuilun yhteydessä on myös tunnelin maanpäällinen tekninen rakennus. Tähän rakennukseen sijoitetaan tunnelin teknisiä tiloja, varavoimakone, laitteet, valvomotiloja sekä tarvittavat muuntamot.

- Betonitunneliosuudet

  Betonitunnelin osuudella olevien puhaltimien kohdalla tehdään paikallinen levitys niin, että kaksi mitoitusajoneuvoa mahtuu ohittamaan toisensa tunnelissa vaurioittamatta asennuksia. Tämä otetaan huomioon seuraavassa suunnitteluvaiheessa

- Kalliotunnelin ja betonitunnelin liitokset. Liitos toteutetaan aiemmin tekstissä mainitulla otsapalkki-menetelmällä
- Kalliotunneliosuuden rakennetekniikka



Kuva 7.1 Betonitunnelin periaatepoikkileikkaukset

8 Tekniset järjestelmät

Katutunneleille ei ole voimassa olevaan suunnitteluohjetta. Tässä työssä on sovellettu Väyläviraston tietunneleiden ohjeita soveltuvilta osin.

8.1.1 Ilmanvaihto

Tunneliputket

Väyläviraston Tietunnelin LVI-suunnitteluohjeen (Väylävirasto 5/2019) mukaan tunneliin edellytetään koneellista ilmanvaihtoa, jos tunneli on > 800 m pitkä. Koska Sörnäistentunneli on huomattavasti yli edellä mainitun raja-arvopituuden (n. 1 400 m), niin tällöin ei erikseen tarvitse liikenteen päästösimuloinnein osoittaa koneellisen ilmanvaihdon tarvetta. Sen sijaan simulointien avulla voidaan mitoittaa ilmanvaihtopuhaltimet sekä tutkia päästöpitoisuuksia tunneleiden suuaukoilla. Simulointi löytyy liiteaineistosta.

Koska savunpoiston hallinta tunneliputkissa edellyttää siirrettävälle ilmamassalle maksiminopeuden 3 m/s, niin tästä muodostuu perusta puhaltimien mitoitukseen ja valintaan (kts. kohta 8.1.2 Savunpoisto).

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

Tunneliosuuden päästöpitoisuuksia simuloitiin ohjelmistolla, joka on tunnettu alan sovellus (IDA Road Tunnel Ventilation). Erityisesti simuloinneilla haluttiin tutkia pelkän pitkittäisilmanvaihdon riittävyyttä ajatellen ympäristön päästöpitoisuuksia tunnelin suuaukkojen läheisyydessä.

Edellisessä suunnitteluvaiheessa pitkittäisilmanvaihtoa täydennettiin välipoistoilla (kuilurakenteet puhaltimineen tunnelin päälle) Ilmatieteenlaitoksen suosituksesta.

Lähtötietoina simuloinneissa tunnelin geometrian lisäksi olivat:

- Simuloitu huipputunti ilmoitetulla IHT liikennemäärällä, 1000 ajoneuvoa
- Raskaan liikenteen määränä käytetty 6%
- Ajoneuvojen päästöinä käytetty PIARC EURO 6 2018 päästöluokat
- Ilmannopeus tunnelissa n. 3 m/s
- Tunnelin pituus 1200m, hydraulinen halkaisija 5,95m, poikkileikkauspinta-ala 55m^2
- 1-kaistaa kumpaankin suuntaan eri putkissa, simulointi ajettu yhdestä putkesta
- Tunnelin seinämateriaali betonitunnelin ja kalliotunnelin verhousrakenne
- 15% typpimonoksidista muuttuu typpidioksidiksi
- Liikenteen nopeus 50km/h

Tuloksista voi päätellä, että huipputunnin aikana tunnelissa sallitut raja-arvot alitetaan selvästi, CO-pitoisuuksissa jäädään n. 10 %:iin sallitusta ja vastaavasti NO2 pitoisuuksissa n. 13 %:iin sallitusta.

Ulkoilman typpidioksidipitoisuutta [NO2] koskevat raja-arvot (Vna 79/2017):
- aika 1 h 0,1 ppm (0,2 mg/m³), sallittu 18 ylitystä vuodessa
- aika 1 vuosi 0,02 ppm (0,04 mg/m³)

Tunnelin suuaukon maksimityppidioksidipitoisuus jää myös ympäristölle sallitun tuntiraja-arvon alle (0,2 mg/m³). NO2-pitoisuudet vaihtelevat tunnelin alkupään arvosta 0,1 mg/m³ tunnelin loppupään pitoisuuteen 0,154 mg/m³. Edellä olevasta voi päätellä, että tunnelin välipoistolla on parhaimmillaankin hyvin marginaalinen merkitys suuaukkojen ympäristön päästöpitoisuuksiin. Lisäksi on huomioitava, että impulssipuhaltimet ovat mitoitettu savunpoiston tarpeisiin, jolloin ilmanvaihtokäytössä puhaltimiin jää reserviä, jolla voidaan tarvittaessa laimentaa päästöpitoisuuksia tunnelissa ja suuaukoilla edelleen.

Edellisen suunnitteluvaiheen välipoistojen kuilurakenteet on kuitenkin esitetty tässä suunnitteluvaiheessa varauksina, koska simulointien tulokset johtopäätöksineen on hyvä käydä läpi seuraavassa suunnitteluvaiheessa ilmanlaadun asiantuntijoiden kanssa.

Ilmanvaihtoa ohjataan pitoisuusmittausten perusteella seuraavasti:

Pitoisuus on käynnistysrajan alapuolella => ilmanvaihto on seis

Pitoisuus nousee käynnistysrajan yli => ilmanvaihto käynnistyy asetetulle min. teholle (esim. 40 %)

Pitoisuus laskee eroalueen verran käynnistysrajan alle => ilmanvaihto pysähtyy

Pitoisuus on avausrajan arvossa => ilmanvaihto käy 100 % teholla

Pitoisuus ylittää huonon ilman raja-arvon => liikenteenhallintajärjestelmä ehdottaa liikenteen rajoittamista

Pitoisuus ylittää kriittisen huonon arvon => liikenteenhallintajärjestelmä ehdottaa tunnelin sulkemista

Pitoisuus laskee alle asetellun avausrajan => liikenteenhallintajärjestelmä ehdottaa tunnelin avaamista liikenteelle.

Tunnelin siirtyessä savunpoiston ohjaukseen ilmanvaihtoon liittyvät ohjaukset eivät toteudu. Kuitattaessa palotilanne päättyneeksi tunneli siirtyy automaattisesti takaisin ilmanvaihdon ohjaukseen.

Tunnelien yhdyskäytävät

Koska tunneliputkien väliset yhdyskäytävät toimivat onnettomuustilanteessa pelastautumisreitteinä puhtaan tunnelin puolelle, ne varustetaan puhaltimin, joilla yhdyskäytävät ylipaineistetaan (50 Pa) puhtaan tunnelin puolelta. Mainitun ylipaineistuksen lisäksi puhaltimella tulee aikaansaada aukinaisessa oviaukossa ilmavirran nopeus 0,75 m/s. Ylipainepuhaltimelta ja kanavistolta ei vaadita savunpoistolaitteen ominaisuuksia.

Ilman sisäänottoaukkoihin tulee yhdyskäytävän molempiin päihin palopellit. Ylipaineen noustessa yli 50 Pa:iin ilma johdetaan takaisin puhtaaseen tunneliin purkauskanavan kautta, jonka päässä on palopelti. Yhdyskäytävien ylipaineistus liitetään varmennettuun sähköjärjestelmään.

Tekniset tilat

Teknisten tilojen ilmastoinnilla hallitaan tilojen vaatimusten mukaisuus lämpötilojen ja tilan ylipaineisuuden osalta.

8.1.2 Savunpoisto

Tietunnelin LVI-suunnitteluohjeen (Väylävirasto 5/2019) mukaan tietunneli varustetaan aina koneellisella savunpoistojärjestelmällä, jos tietunneli on yli 800 m pitkä.

Yksisuuntaisen tunnelin savunpoisto on henkilöturvallisuuden kannalta yleensä perusteltua toteuttaa liikenteen suuntaan. Sörnäistentunnelissakin savunpoistojärjestelmänä on tämä ns. pitkittäinen savunpoisto. Pitkittäiseen järjestelmään liittyvät savunpoistolaitteet tunnelissa ovat impulssipuhaltimet, sekä savunpoistoa ohjaavat ilmavirran nopeusanturit. Savunpoiston impulssipuhaltimet toimivat normaalitilanteessa ilmanvaihdon puhaltimina.

Tulipalon sattuessa ilmanvaihdon ohjaus siirtyy automaattisesti erilliseen palotilanteen ohjaukseen heti kun palo havaitaan. Ohjaus perustuu erilliseen savunpoistosuunnitelmaan. Savukaasujen kulkeutumista suuaukkojen kautta puhtaaseen tunneliin rajoitetaan kääntämällä puhtaassa tunnelissa sijaitsevan savunpoistojärjestelmän avulla ilmavirran suunta samansuuntaiseksi likaisen tunnelin ilmavirran suunnan kanssa.

Savunpoistojärjestelmän laitteet liitetään tunnelia palvelevaan varavoimalla varmennettuun sähköjärjestelmään. Puhaltimien mitoitusperusteena on käytetty tuneliputken ilmamassalle aikaansaatavaa nopeutta 3 m/s, kun tunnelin suuaukoilla vastatuulennopeutena on 5 m/s. Mitoitettaessa puhaltimia huomioidaan, että yksi puhallin/-ryhmä on poissa käytöstä (palopaikan puhaltimet eivät käynnisty). Puhaltimien mitoituksessa käytetään vastatuulen nopeutena sisämaassa 5 m/s ja rannikkoalueilla 8 m/s”.

Tässä yhteydessä, tunnelin suuaukkoineen sijaitessa keskellä kaupunkirakennetta, vastatuulen nopeutena on käytetty 5 m/s. Mitoituksessa käytettävä vastatuulen nopeus vaikuttaa voimakkaasti puhaltimien valintaan, tehoihin ja sitä kautta myös tarvittavan varavoiman suuruuteen kuten myös tunnelitekniikan investointi- ja käyttökustannuksiin.

Puhaltimien ylimitoituksen minimoimiseksi on perusteltua seuraavassa suunnitteluvaiheessa selvittää ilmanlaadun asiantuntijoiden kanssa tunnelin suuaukkojen vuositason keskimääräiset tuulennopeudet. Tiedustelujen mukaan lähialueella ei ole fyysisiä mittausantureita, mutta Ilmatieteenlaitoksella on mallintamissovellus, jolla voidaan ottaa huomioon myös kaupunkirakenteen vaikutus tuuligradientteihin tunnelin suuaukoilla.

Puhaltimet ovat taajuusmuuttajakäyttöisiä, kahteen puhallussuuntaan ohjattavia impulssipuhaltimia, joiden lämpötilankestovaatimus on 400 °C ja 2 h. Savunpoistolaitteet eivät saa tuottaa niin kovaa ääntä, että se haittaa hätäkuulutusten kuuluvuutta ja erotettavuutta.

Puhaltimien sijoittelussa tulee ottaa huomioon laitetoimittajan erityisvaatimukset sijoitettaessa puhaltimia lähelle kiinnityspintaa huomioiden erityisesti Sörnäistentunnelin poikkileikkauksen tilankäyttö, jossa puhallin joudutaan asentamaan betonisyvennykseen. Alustavassa puhallinvalinnassa päädyttiin yhteistyössä savunpoistoratkaisuihin erikoistuneen laitetoimittajan kanssa nimellistyöntövoimaltaan 230 N:n ja tehontarpeeltaan 11 kW:n puhaltimiin, joita tarvitaan 14 kpl/tuneliputki. Puhaltimien välinen asennusetäisyys 80 – 90 m.

8.1.3 Viemäröinnit ja sammutusvesi

Jätevesiviemäröinti (pesu-, onnettomuus- ja palon sammutusvedet)

Tunnelissa sijaitsevilla jätevesikaivoilla kerätään

- tunnelin pesuvedet
- palon sammutusvedet
- ajoneuvoista vuotavat nesteet (normaalikäyttö ja onnettomuustilanne)
- autojen mukana kulkeutuvat sulamis- ja muut vedet.

Jätevesikaivot varustetaan vesilukoilla, millä estetään palon leviäminen putkistossa onnettomuustilanteessa. Jätevesijärjestelmän kaivot ja putket tehdään palamattomasta materiaalista. Kaivot asennetaan tunneliin enintään 40 m:n välein.

Jätevesiviemärit johdetaan tunneleista erillisinä verkostoina jätevesialtaaseen. Jätevesialtaan mitoitusvirtaamassa otetaan huomioon ainoastaan palonsammutusvesivirtaama 22,5 dm³/s, koska VAK-liikennettä tunnelissa ei sallita.

Jätevesiviemärin ominaisuudet (EN 1916):
- runkoviemärin sisähalkaisija vähintään 200 mm
- viemärin lujuusluokka vähintään B
- tiivisteiden kestettävä öljyä.

Jätevesikaivon ominaisuudet (EN 1917):
- kaivojen materiaalina betoni
- kaivon halkaisija vähintään 800 mm ja lujuusluokka vähintään D400 (40 t)
- tiivisteiden kestettävä öljyä
- kansi valurautaa vähintään Ø600 ja kantavuus D400 (40 t)
- lietepesä vähintään 300 l
- tuloviemärissä vesilukko (betonia)
- kaivossa jäätymissuojahattu.

Jätevesiallas

Tunnelin jätevedet kerätään jätevesialtaaseen. Jätevesiallas tehdään kokonaisuudessaan palamattomasta materiaalista. Allastiloista jätevedet kerätään imuautolla jatkokäsiteltäväksi. Jätevesialtaan välittömään läheisyyteen sijoitetaan erillinen huoltotila, johon sijoitetaan mm. mitta-anturit ja niiden ohjauskeskukset. Huoltotilasta tehdään puolilämmin tila (min. +5 °C) ja se varustetaan tarvittaessa lämmityksellä. Huoltotila varustetaan painovoimaisella ilmanvaihdolla. Jätevesialtaalle tulee laatia räjähdyssuoja-asiakirja. Lähtökohtaisesti allastilat luokitellaan Atex-tilaluokkaan 2. Luokka on tarkistettava seuraavassa suunnitteluvaiheessa mahdollisten saastuneiden pohjavesien vuotojen takia. Jätevesialtaaseen liittyvää huoltotilaa ei ole Atex-luokiteltu. Molemmille tunneliputkille yhteisen jätevesialtaan hyötytilavuus on aina vähintään 150 m³, josta pidetään jatkuvasti tyhjänä vähintään 100 m³.

Allastila varustetaan vähintään seuraavilla mittalaitteilla:
- palavien hiilivetyjen pitoisuusanturi
- happipitoisuusanturi
- öljypinnankorkeuden mittausanturi
- pinnankorkeuden mittausanturi
- erillinen hälyttävä pintakytkin.

Tunnelin jätevesiä ei suoraan lähtökohtaisesti pumpata kunnalliseen jätevesiviemäriverkostoon, vaan ne kerätään imuautolla ja viedään jätevesien pitoisuusmittausten mukaiseen jatkokäsittelyyn. Mahdollisen jätevesipumppaamon toimintaperiaate ja mahdolliset liitospisteet kunnalliseen hulevesi- tai jätevesiviemäriverkostoon selvitetään myöhemmässä suunnitteluvaiheessa erikseen. Pumpattaessa tunnelin jätevesiä kunnalliseen viemäriverkostoon tulee pumpattavan veden täyttää kyseisen verkoston vedelle asetetut laatuvaatimukset.

Kuivatusvesiviemäröinti

Molempiin tunneliputkiin asennetaan kuivatusvesiviemärijärjestelmä, jolla kerätään tunnelin vuotovedet hallitusti rakenteista niin, että ne eivät aiheuta haittaa tunnelin rakenteille tai muulle tekniikalle. Kallio-osuuden vuotovedet johdetaan hallitusti pohjan salaojakerroksiin, josta ne kerätään kuivatusvesiviemäriin. Kuivatusvedet johdetaan tunneleista erillisinä verkostoinaan tunnelin alimmalla kohdalla sijaitsevaan kuivatusvesialtaaseen.

Mikäli myöhemmässä suunnitteluvaiheessa tavoitellaan kuivatusvesien johtamista hulevesiverkostoon, tulee kuivatusvesistä tehdä erillinen haitallisten aineiden selvitys ja tarvittaessa altaat suunnitellaan Atex-luokitelluiksi tiloiksi. Liitospisteet kunnalliseen hulevesi- tai jätevesiviemäriverkostoon selvitetään jatkosuunnittelun yhteydessä.

Tunnelin kuivatusvesimäärien tulee olla mitattavissa tunneliin valuvan vuotoveden määrän todentamiseksi. Kuivatusvesiviemärijärjestelmässä salaojan kytkentäviemärin vähimmäiskoko on 100 mm ja kokoojaviemärin vähimmäiskoko on 160 mm. Kuivatusvesiviemäreiden kaltevuuden tulee olla vähintään 0,4 %. Kuivatusvesiviemärin kaivot asennetaan enintään 40 m:n välein paikkaan, jossa onnettomuustilanteessa syntyneet nesteet eivät pääse vuotamaan kaivon kannen läpi kuivatusvesijärjestelmään.

Kuivatusvesiallas tehdään palamattomasta materiaalista. Allastila eriytetään muista teknisistä tiloista omaksi tilakseen. Allastilaan kertynyt kiintoaines kerätään imuautolla jatkokäsiteltäväksi. Kuivatusvesialtaan tilavuus määritetään siten, että altaaseen mahtuu aina vähintään 24 h:n kuivatusvesimäärä, jolla varaudutaan käyttötilanteen häiriöihin.

Kalliorakenteiden tiivistämisellä rajataan vuotovedet noin 2,5 l/min/100 m. Tämä virtausmäärä johtaa molempien tunneleiden kalliotunneliosuuden osalta yhteensä noin 60 m³:n kuivatusvesialtaan hyötytilavuuteen.

Kuivatusvesialtaan välittömään läheisyyteen rakennetaan erillinen sähkötila, johon sijoitetaan mm. pumppujen sähkölaitteet ja mitta-antureiden keskukset. Sähkötilasta tehdään puolilämmin tila (min. +5 °C) ja se varustetaan tarvittaessa lämmityksellä. Onnettomuustilanteen aikana kuivatusvesipumppuja ei pysäytetä. Kuivatusvesipumput liittyvät tunnelin varavoimalla varmennettuun sähköjärjestelmään. Allas varustetaan pinnankorkeuden mittausanturilla, erillisellä hälyttävällä pintakytkimellä sekä paineviemärissä virtausmittarilla.

Sammutusvesi

Tunneliin asennetaan kiinteä sammutusvesijärjestelmä. Putkisto paineistetaan vain käyttötilanteessa. Sammutusvesijärjestelmällä turvataan pelastuslaitoksen sammutusveden saanti ja nopea palonsammutuksen käynnistäminen. Tunnelin suuaukon läheisyyteen asennetaan kunnalliseen vesijohtoon liittyvä paloposti. Pelastuslaitos hoitaa sammutusvesiputkiston paineistuksen. Paloauto ottaa vettä kunnallisen vesijohtoverkoston palopostista ja syöttää sitä sammutusvesiverkostoon syöttöpisteestä. Tunnelin yhdyskäytävät varustetaan lisäksi tunnelista toiseen johtavalla sammutusvesiputkella. Ulosottopisteet sijaitsevat tunnelissa yhdyskäytävien ovien välittömässä

läheisyydessä ja tunnelin ulkopuolella suuaukon välittömässä läheisyydessä. Putkisto ja venttiilit suojataan jäätymistä ja paloa vastaan tarvittavilta osin. Sammutusjärjestelmän laitteet liitetään tunnelia palvelevaan varavoimalla varmennettuun sähköjärjestelmään. Jatkosuunnittelussa tulee selvittää märkäjohdon mahdollinen korvaaminen kuivajohdolla.

Valvontajärjestelmät ja valvontakeskukset

Paloilmoitinjärjestelmän toteutus liitteenä olevan periaatepiirustuksen mukaisesti.

Palokunnan käyttölaitteet asennetaan tunnelin suuaukoilla ruostumattomasta teräksestä valmistettuihin lukittuihin koteloihin. Lämpölinjailmaisu toteutetaan kahdennetusti. Ilmaisinkaapelointi kiinnitetään kaapelihyllyjen ulkosivuille.

8.1.4 Sähköjärjestelmät

Sähköjärjestelmät rakennetaan voimassa olevien lakien, standardien ja määräyksien mukaisesti. Sähkönsyöttö järjestetään tunnelin päähän rakennettavan rakennuksen teknisistä tiloista, joihin sijoitetaan muuntamot ja sähköpääkeskukset. Paikallisvalvomoon sijoitetaan tilat teknisten järjestelmien ohjausta ja valvontaa varten. Paikallisvalvomosta voidaan seurata ja ohjata toimintaa poikkeus- ja onnettomuustilanteissa.

Sähköverkon huolto- ja korjaustoimenpiteiden varalta pääkeskus varustetaan ulkoisen varavoimakoneen liitännällä. Sähköpääkeskustilojen yhteyteen rakennetaan tilat automaattisesti käynnistyvälle diesel-varavoimageneraattorille. Varavoiman jakelua varten rakennetaan erillinen jakeluverkko.

UPS-järjestelmä toteutetaan kahdella rinnankäyvällä UPS-laitteella, yksi laite kykenee syöttämään 100 % kuorman, toisen ollessa vaurioitunut tai huollossa.

Varavoimaan liitetään seuraavat järjestelmät:

- turva-, ohjaus- ja valvontajärjestelmät
- telelaitteet
- vara-, merkki- ja hätävalaistusjärjestelmä,
- UPS-laitteisto
- tunnelin savunpoistoa palvelevat puhaltimet (1 tunneli kerrallaan)
- pumppaamojen laitteet
- pelastustoiminnan käyttämät huoltopistorasiakeskukset.
- Keskijännitteen liityntäkaapelit (20 kV muuntamoille) asennetaan joko tunnelissa palosuojatusti pientareen alle sijoitettuihin kaapeliputkiin tai maanpäällisiin johtoihin. 20 kV keskijännitteen liityntäjohdot toteutetaan rengassyöttönä.
- Vahvavirta- ja ohjauskaapelit asennetaan tunneliosuudella kaapelihyllyille tunnelin kattoon. Ryhmäkeskusten nousujohdot ja laitteiden voimaryhmäjohdot ovat pääosin alumiinikaapeleita. Johtoteinä käytetään ympäristöolosuhteet kestäviä kaapelihyllyjä asennettuna katon yhteiskannattajajärjestelmään. Kaapeloinnit tunneleissa vähintään Cca-luokan kaapeleita ja teknisissä tiloissa vähintään Dca-luokan kaapeleita.
- Kaapeleiden asennusta varten reitit varustetaan tarvittavilla kaapelivetokaivoilla + varaputket vetonaruin kaapelivetokaivojen välille.

- Valaistus
- Tekniset tilat valaistaan suljetuilla LED-teollisuusvalaisimilla. Valaistusvoimakkuus teknisissä tiloissa 300 lx (ennen 200 lx).
- Tunnelin valaistusta ohjataan viidessä portaassa avoimella kadulla vallitsevien valaistusolosuhteiden mukaan mittaamalla molempien suuaukkojen lähestymisluminanssit.
- Ulkoinen ohjaus tunnelin sisäänajon katuvalaistuksen ohjaamiseksi.
- Valaistusportaat, kynnysalueiden luminanssivaatimukset ja näitä vastaavat lähestymisluminanssin L20-arvot ovat porras 6 L20 > 1500 cd/m², porras 5 L20 680-1560 cd/m², porras 4 L20 220-700 cd/m², porras 3 L20 80-230 cd/m², porras 2 L20 <90 cd/m².
- Tunnelivalaisimet kiinnitetään tunnelin katossa oleviin kaapelihyllyihin.
- Kalliotunneliosuudella sijoitus kahteen riviin.
- Betonitunneliosuudella valaisimet sijoitetaan tunneleiden nurkkiin.
- Tunnelivalaisimien tulee olla liikenneviraston hyväksymää malli tai vastaavia.
- Kynnys- ja siirtymäalueen valaistus toteutetaan vastavaloperiaatetta käyttäen
- Valaistuksen toteutustapa tarkennetaan suunnitteluvaiheessa.
- Tunnelivalaistusta ohjataan ulkoilman valaistustilanteen mukaisesti viidessä portaassa.
- Valaistusohjaus tapahtuu automaattisen ohjausyksikön kautta, jota ohjaavat luminanssianturit.
- Metrimäärillä varustettu poistumistievalaistus asennetaan tunnelin seinään. Palonkestäväkaapelointi kaapeliputkien kautta.
- Telejärjestelmät
- Turvallisuusjärjestelmien sähkönsyötöt UPS-järjestelmästä.
- Kohteeseen rakennetaan seuraavat telejärjestelmät.
- Hätäpuhelinjärjestelmä
- Monioperaattoriverkko (teleoperaattori, Virve)
- Yle-verkko
- Rikosilmoitinjärjestelmä
- Kulunvalvontajärjestelmä
- Kameravalvontajärjestelmä
- Kuulutusjärjestelmä
- liikenteenohjausjärjestelmä
- rakennusautomaatiojärjestelmä
- savunpoistojärjestelmä

8.1.5 Palo- ja pelastusteknisen suunnitelman sisältö

- o Pelastuslaitoksen sisääntuloreitit
- o Poistumistiet
- o Rakenteiden kestävyys ja osastointitarpeet
- o Sammutusjärjestelmät
- o Pelastustoiminnan edellytykset kaupunkirakenteessa, pelastuslaitoksen yhteydet tunneliin

Palotekninen suunnitelma on raportin liitteenä.

8.1.6 Varusteet ja laitteet tunnelissa koostetaulukko

Varusteista on tehty erillinen koostetaulukko. Taulukko on liitteenä.

8.1.7 Teknisten tilojen tarve ja sijainnit

Kalliotunnelissa varataan yhdyskäytäviin tarvittavat tekniset järjestelmät. Tilat erotetaan poistumistiestä niin että ne muodostavat oman palo-osaston.

Sähköpääkeskustilat:
Tunnelin sähköjärjestelmiä varten rakennetaan tunnelin itäpäähän tekniset tilat sähkö- ja telejärjestelmiä varten. Tilojen tilantarve on n. 200 m². Huonekorkeuden tulee olla muuntamotilassa n. 3,5 m ja muissa tiloissa n. 3,0 m. Tiloihin tulee korotetut asennuslattiat kaapeleiden asennuksia varten. Tiloihin rakennetaan kuivat tilat energialaitoksen jakelumuuntamolle, varavoimajärjestelmille (varavoimageneraattori ja UPS), pääkeskustilat tunnelin sähkönjakelua varten ja tekniset tilat liikenteenohjauksen kenttälaitteille ja tukiasematilat teleoperaattoreille.

Valvomotilat:
Tunnelin liikenteenseuranta- ja ohjausjärjestelmiä, ilmastoinnin ja valaistuksen ohjauksia sekä kiinteistövalvontaa varten tarvitaan n. 25 m² lämmintä ja kuivaa huonetilaa paikallisvalvomoa varten. Valvomo tulee sijoittaa siten, että sinne on esteetön ja helppo ajo- ja kulkuyhteys. Valvomo on miehittämätön, mutta poikkeus- ja onnettomuustilanteissa valvomo toimii pelastuslaitoksen operatiivisena komentokeskuksena. Tiedon analysoinnista suurin osa suoritetaan tässä paikallisvalvomon laitteilla. Tarvittaessa voidaan ohjaustoimenpiteitä tehdä myös kaupungin valvomosta rinnakkaisohjauksena.

Tunnelin tekniset tilat:
Tunneliin rakennetaan sähkökeskustilat n. 3 m x 7 m valaistuksen ja ilmastoinnin sähkönjakelutarpeita varten. Tilat sijoitetaan yhdyskäytäviin.

Tunnelin alimpaan kohtaan sijoittuvaan kuivatuspumppaamotilaan varataan tilat pumppaamoiden laitekeskuksia varten.

Muut tunnelin sähkötilatarpeet ovat vähäisiä, lähinnä verhoukseen upotettavia ja seinälle asennettavia alakeskuksia ja huoltokeskuksia. Keskukset pyritään sijoittamaan yhdyskäytäviin aina kun se on mahdollista.

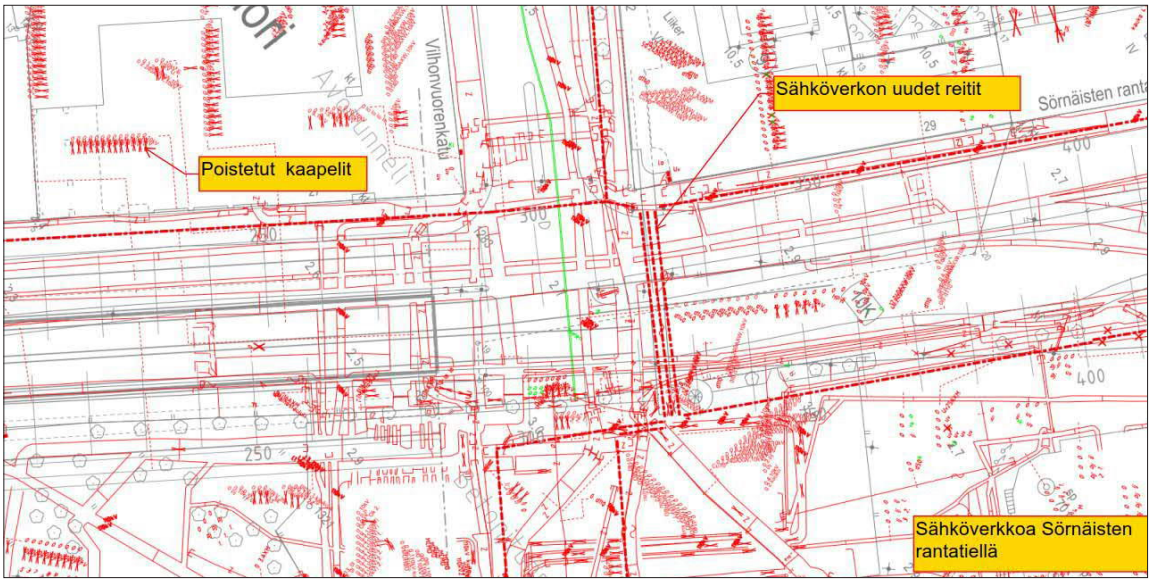
Johtosiirtotarpeet:
Sörnäisten rantatien ja Hermannin rantatien alueella on merkittävän paljon erilaisia kaapeleita, kaasuputkia, vesijohtoja, viemäreitä ja kaukolämpöputkia, jotka on siirrettävä tunnelilinjauksen tieltä rakentamisen aikana tai pysyvästi.

Sörnäistentunnelin rakentamisen ja ympäröivän maankäytön muutosten aiheuttamia johtosiirtoja ja uuden kunnallistekniikan rakentamista on tarkasteltu aiemmissa töissä.

Vuonna 2013 valmistui Fundatec Oy:n tekemä selvitys tunnelin aiheuttamista putki- ja johtosiirroista (Sörnäistentunnelin putki- ja johtosiirtojen kustannusarvion tarkennus, 28.3.2013). Työssä tarkasteltiin Helsingin kaupungin toimeksiannosta Sörnäistentunnelin rakennustyön vaatimien johtosiirtojen vaiheistusta, tilavaatimuksia ja siirtotyön kustannuksia. Työhön osallistuivat sähköverkon, kaukolämpö- ja kaukokylmäverkkojen ja vesihuoltoverkoston omistajat.

Vuonna 2017 valmistui Ramboll Oy:n yleissuunnitelma Hermannin rantatieltä (Hermannin rantatien alueen tekninen yleissuunnitelma, 28.4.2017). Työssä tarkasteltiin Helsingin kaupungin toimeksiannosta Hermannin rantatien ja läheisten kaava-alueiden johtosiirtoja, tilavaatimuksia, tulvasuojelua ja kustannuksia. Työhön osallistuivat sähköverkon, kaukolämpö- ja kaukokylmäverkkojen ja vesihuoltoverkoston omistajat.

Aiemmissa töissä tehdyt johtosiirtojen periaatteet Sörnäisten rantatiellä pätevät tässä työssä tehdyn tunnelilinjauksen kanssa. Muutokset aiempaan linjaukseen eivät vaikuta johtosiirtoihin.



Kuva 8.1 Helen Sähköverkko (HSV) on saneerannut Sörnäisten rantatien alueella keskijänniteverkkoa siten, että saneeratut linjat sijaitsevat pääosin jalkakäytävillä. Kadun keskeltä kaukalon ja betonitunnelin osuudelta on hylätty lähes kaikki kadun suuntaiset vanhat linjat. Uudet kaapelit on asennettu suojaputkiin ja ne kestävät paremmin työnaikaista siirtelyä kuin vanhat. Kustannusarviossa on varauduttu neljään 110 kV linjaan Vilhonvuorenkadun kohdalla. Nykyisiä 110 kV linjoja kyseisellä kohdalla on kolme.

Hermannin rantatien yleissuunnitelman kunnallisteknisten verkostojen ja tulvasuojelun periaatteet pätevät tässä työssä tehdyn tunnelilinjauksen kanssa. Muutokset aiempaan tunnelin linjaukseen eivät vaikuta verkostoihin. Todennäköistä on, että yleissuunnitelmassa esitetyt johtosiirrot ja kunnallistekniset verkostot on tehty radan ja Hermannin rantatien rakentamisen yhteydessä. Rakennettuja johtoja pitää siirtää tunnelin rakentamisen yhteydessä vain Sörnäistenkadun liittymän kohdalla, missä tunneli tulee Hermannin rantatien katualueelle.

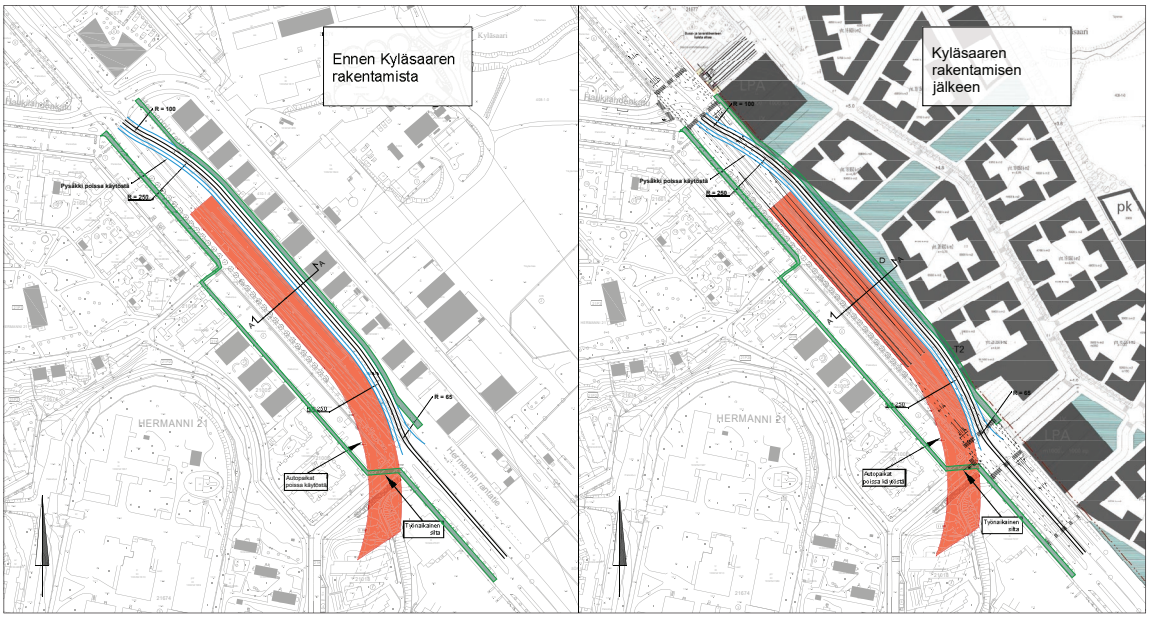
Sörnäistentunnelin ympäristön maankäyttö on voimakkaassa muutostilassa. Hanasaaren ympäristön ja Kyläsaaren kaavoitustyö on käynnissä. Junatielle ollaan suunnittelemassa uusia silta- ja ramppirakenteita, jotka vaikuttavat Sörnäisten rantatiehen. Näiden alueiden suunnittelun edistyessä on koko alueen kunnallistekniikan johtosiirtoja ja kunnallistekniikan verkostoja tarkasteltava yhtenä kokonaisuutena.

9 Tunnelin rakentamisen aikaiset liikennejärjestelyt

9.1 Tunnelin rakentamiseen varautuminen Kalasataman raitiotien yhteydessä

Tunnelin rakentamistyöt vaikuttavat kauttakulkuliikenteeseen keskustasta Lahdenväylälle ja lähialueen liikenneverkkoon. Työnaikaisista liikennejärjestelyitä on alustavasti selvitetty korvaavat katuyhteydet, mahdolliset siltarakenteet ja reittien vaatimat liikenteenhallinnan suunnitelmat.

9.1.1 Vaihtoehto VE0



Kuva 9.1 Vaihtoehto VE0 tasokuva ennen ja jälkeen Hermanninrannan ja Kyläsaaren rakentumista

VE0 tunnelin rakentamiseen ei varauduttaisi ennakkoon vaan tunnelin rakentamisen aikana raitiotie siirretään liikennesuunnitelmien mukaisesti kiertoreitille kuitenkin niin, että raitiolinja toimii koko ajan. Liitteissä on esitetty kolme mahdollista linjausta autoliikenteen kiertoreiteille vaihtoehdossa VE0. Kyläsaaren alueen rakentuminen aiheuttaa haasteita kiertoreittien sijoituksille, jos tunnelin toteutusta ei huomioida rakentamisen vaiheistuksessa. Autoliikenne risteää kaikissa vaihtoehdoissa raitiotieliikenteen kanssa, mikä pienentää välityskykyä.

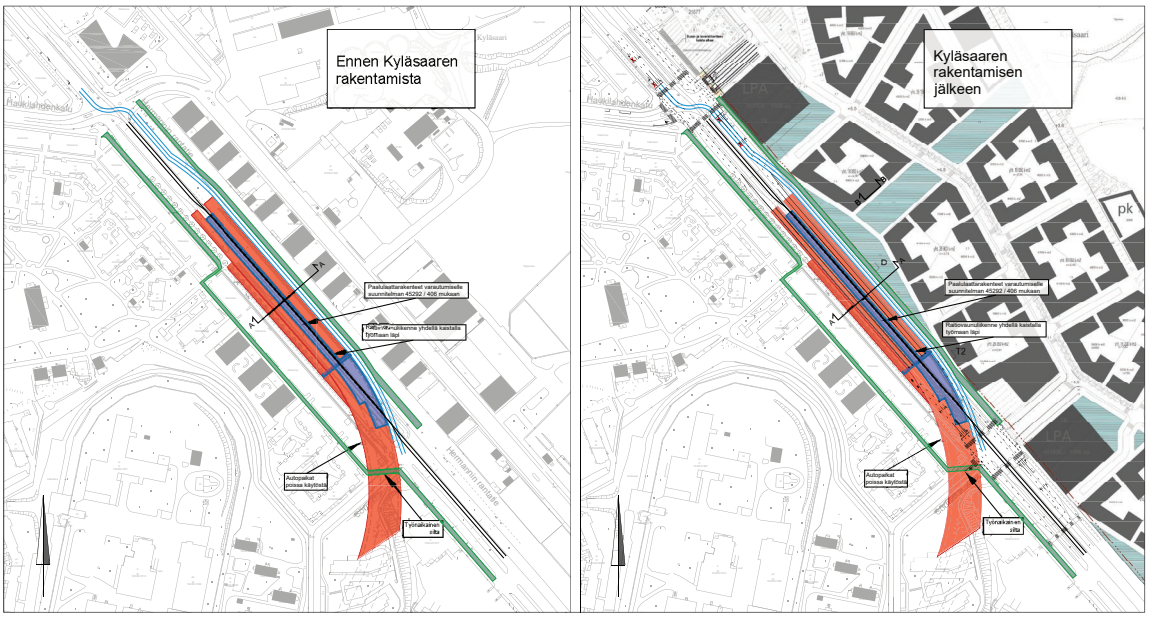
Hyödyt:

- Ei haittaa 1. vaiheen Hermannin rantatien rakentamista
- Ei tunnelin aiheuttamia kustannuksia Hermannin rantatien rakentamisen yhteydessä
- Raideliikenne käynnissä tunnelin rakentamisen ajan

Haitat:

- Merkittävät haitat autoliikenteen välityskyvylle
- Raiteen siirto ja liikennejärjestelyt aiheuttavat kalliit välittömät ja välilliset kustannukset.
- Katualueen ja paalulaatan purku ja uudelleen rakentaminen, johtosiirrot, kalliit välittömät ja välilliset kustannukset

9.1.2 Vaihtoehto VE0.1



Kuva 9.2 Vaihtoehto VE0.1 tasokuva ennen ja jälkeen Hermanninrannan ja Kyläsaaren rakentumista

VE0.1 vaihtoehto, jossa työnaikana käytössä on vain yksi raide. Tämän vaihtoehdon ensimmäisessä vaiheessa rakennetaan pysyvät vesitiiviit porapaaluseinät, joiden varaan rakennetaan yhdistävät lopulliset teräsbetoniset vaakarakenteet. Tässä vaihtoehdossa liikuntasaumojen muodostama laattojen lohkojaon pituutta joudutaan rajoittamaan laatan vesitiiviyden varmistamiseksi. Lisäksi liitos- ja detaljisuunnittelussa tulee ottaa huomioon alapuolisten valujen vaatimat varaukset esim. valu- ja ilmanpoistoputket ja raudoitusten muhvijatkokset alapuoliseen seinään. Vaakarakenteiden tarvittava laajuus on esitetty VE0.1 piirustuksessa. Tunnelointityö suoritetaan vaakarakenteiden alla raitiotieliikenteen häiriintymättä. Tasopiirustus vaihtoehdosta VE0.1 on esitetty liitteissä.

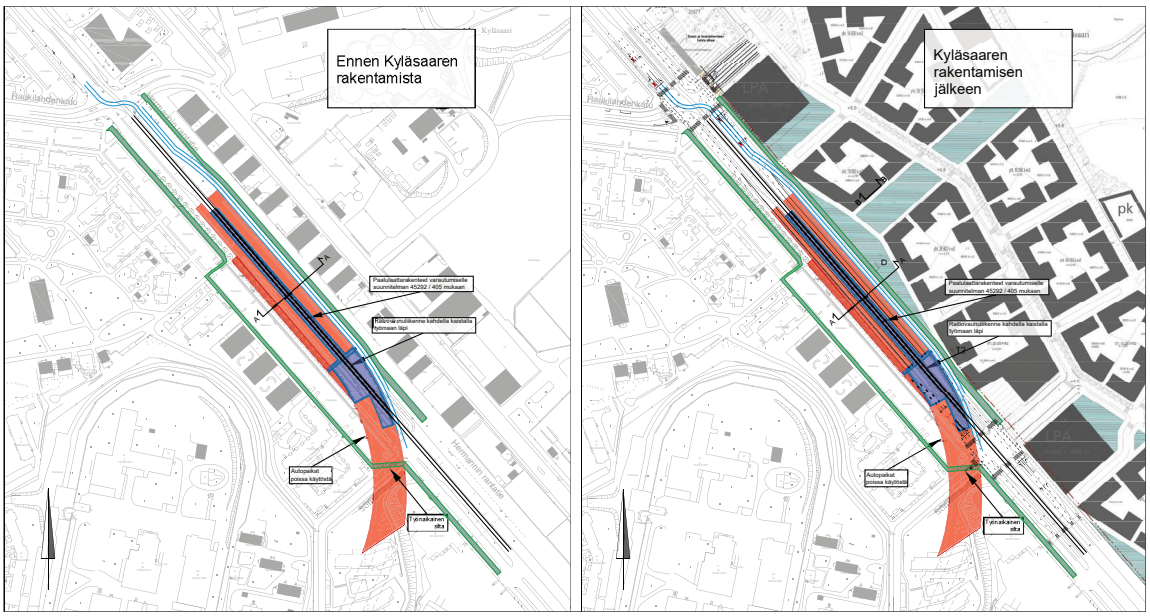
Hyödyt:

- Raideliikenne säilyy rajoitetusti koko rakentamisen ajan

Haitat:

- Haitat autoliikenteen välityskyvylle
- Kalliit ja ylimääräiset kaivantoseinät laattarakenteiden tueksi
- Työläs ja vaikea toisen vaiheen maanalainen rakentaminen toimivan raideliikenteen alla ja vieressä
- Valmiiden katurakenteiden osittainen purku ja uudelleen rakentaminen betonitunnelin rakentamisvaiheessa

9.1.3 Vaihtoehto VE1



Kuva 9.3. Vaihtoehto VE1 tasokuva ennen ja jälkeen Hermanninrannan ja Kyläsaaren rakentumista

VE1 vaihtoehto, jossa raitioliikenne voi jatkaa liikennöintiä ilman merkittäviä keskeytyksiä. Tämän vaihtoehdon ensimmäisessä vaiheessa rakennetaan pysyvät vesitiiviit porapaaluseinät, joiden varaan rakennetaan yhdistävät lopulliset teräsbetoniset vaakarakenteet. Tässä vaihtoehdossa liikuntasaumojen muodostama laattojen lohkojaon pituutta joudutaan rajoittamaan laatan vesitiiviyden varmistamiseksi. Lisäksi liitos- ja detaljisuunnittelussa tulee ottaa huomioon alapuolisten valujen vaatimat varaukset esim. valu- ja ilmanpoistoputket ja raudoitusten muhvijatkokset alapuoliseen seinään. Vaakarakenteiden tarvittava laajuus on esitetty VE1 piirustuksessa. Tunnelointityö suoritetaan vaakarakenteiden alla raitiotieliikenteen häiriintymättä. Tasopiirustus vaihtoehdosta VE1 on esitetty liitteissä.

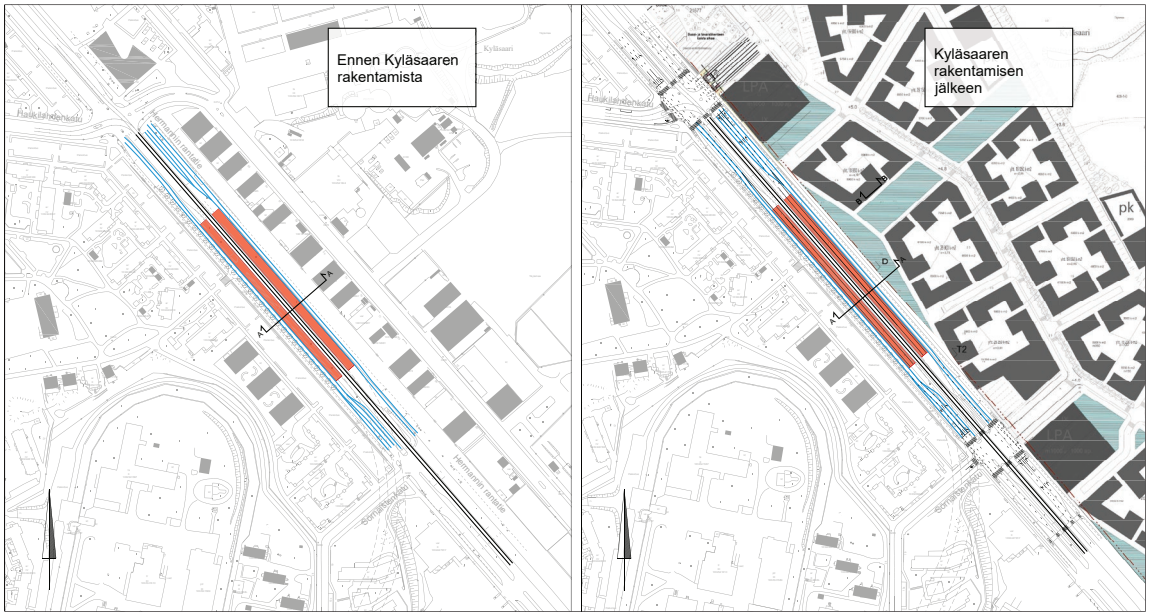
Hyödyt:

- Raideliikenne säilyy linjalla rakentamisen ajan

Haitat:

- Haitat autoliikenteen välityskyvylle
- Kalliit ja ylimääräiset kaivantoseinät laattarakenteiden tueksi
- Työläs ja vaikea toisen vaiheen maanalainen rakentaminen toimivan raideliikenteen alla ja vieressä
- Valmiiden katurakenteiden osittainen purku ja uudelleen rakentaminen betonitunnelin loppuosan rakentamisvaiheessa

9.1.4. Vaihtoehto VE2



Kuva 9.4 Vaihtoehto VE2 tasokuva ennen ja jälkeen Hermanninrannan ja Kyläsaaren rakentumista

VE2 tunnelin rakentamiseen varaudutaan täydellisesti ennakkoon. Hermannin rantatien osuus rakennetaan tunnelin ja avokaukalon runkorakenteiden osalta valmiiksi muun katurakentamisen yhteydessä kalliotunneliin yhden katkon verran, noin 5m, kallioon (kappale 10.2). Betonitunneli tulpataan ja avoramppi täytetään ja toteutetaan ilman pinnan kaiderakenteita. Tunnelin valmiita runkorakenteita ei jää näkyviin katutasolle. Raitiolinjan ja katualueiden pohja- ja tukirakenteet rakennetaan tunnelirakenteiden päälle, sivuille ja väliin. Avoramppiosuudella katu perustetaan avokaukalon tiivistetyn täytön varaan. Betonitunneli- ja avoramppi toimivat työtunneleina kalliotunnelin louhinta- ja sisustustöissä. Tasopiirustus vaihtoehdosta VE2 on esitetty liitteissä.

Hyötyjä:

- Kokonaisedullisin
- Ei ylimääräisiä rakenteita ja kustannuksia
- Raitiolinja kerralla valmiiksi
- Kaikki betoni- ja paalutustyöt voidaan tehdä avotilassa
- Tunnelityö ei keskeytä eikä siirrä raideliikennettä

Haittoja:

- Työtunnelin käyttö aiheuttaa kalliotunnelityön ja sisustamisen aikana ylimääräisiä liikenne- ja katujärjestelyjä. Liikennejärjestelyt kuitenkin huomattavasti pienempiä kuin edellä mainituissa vaihtoehdoissa.

9.2 Työnaikaiset liikennejärjestelyt (Sörnäisten rantatie ja Hermannin rantatie)

Työnaikaisia kiertoreittejä on esitetty vaihtoehdoittain tarkemmin liitteessä ”Sörnäistentunnelin työnaikaiset kiertoreitit”:

- Sörnäisten rantatie
    - Idän suuntaisen autoliikenteen järjestelyt ovat kaksivaiheiset. Johto- ja putkisiirtojen aikana, ennen tunnelin rakentamista, autoliikenne ohjataan kulkemaan Sörnäisten rantatien keskimmäisiä kaistoja niin, että kumpaankin suuntaan käytössä on yksi ajokaista välillä Käenkuja - Junatie. Johto ja putkiensiirtotyömaan yli täytyy rakentaa silta Vilhonvuorenkatu-Koksikatu-reitillä kulkevalle pohjois-eteläsuuntaiselle autoliikenteelle. Jalankulku ja pyöräliikenteen reitit säilyvät Sörnäisten rantatien reunoilla.
    - Tunnelin rakentamisen aikana autoliikenne ohjataan kulkemaan rakennustyömaan ohi sen reunoilta niin, että kumpaankin suuntaan on käytössä 1+1 ajokaistaa. Idästä Sörnäisten rantatielle saapuva liikenne vaatii työnaikaisen sillan työmaan yli. Työnaikaiset sillat tarvitaan sekä autoliikenteelle että jalankulku ja pyöräliikenteelle. Sörnäisten rantatien suuntaiset jalankulun ja pyöräliikenteen reitit säilyvät kadun reunoilla.
    - Pohjoisesta etelään kulkeva autoliikenne ohjataan Hanasaaren kautta kummassakin rakentamisen vaiheessa. Hanasaarenkatu - Koksikatu on mahdollinen lisäreitti pohjoisesta etelään kulkevalle liikenteelle tunnelin rakennusajankohdasta riippuen.
- Hermannin rantatie
    - Työnaikaisten liikennejärjestelyjen toteutustapa riippuu Hermannin rantatien päädyssä Kalasataman raitiotien rakentamisen yhteydessä tehdyistä varautumisista (kappale 9.1). Varautumiset vaikuttavat etenkin raitioliikenteen sijoitukseen.
    - Autoliikenne ohjataan joko tunnelin työmaan reunoilla tai Kyläsaarenkadun kautta. Jalankulun ja pyöräliikenteen reittien tulee olla auki Hermannin rantatien suuntaisesti molemmin puolin katua koko työmaan ajan.
    - Saarenkadun liittymä poistuu käytöstä Kalasataman raitiotien rakentamisen yhteydessä. Sörnäistenkadun liittymä suljetaan autoliikenteeltä kokonaan työmaan ajaksi. Korvaavat yhteydet alueille on mahdollista järjestään Hämeentien kautta.
- Työnaikaiset järjestelyt muualla
    - Työnaikaiset järjestelyt vähentävät autoliikenteen kapasiteettia sekä Hermannin rantatiellä että Sörnäisten rantatiellä. Sekä idästä että pohjoisesta saapuvaa liikennettä on tarpeen ohjata riittävän kaukaa myös muille vaihtoehtoisille reiteille.
    - Vaihtoehtoisia reittejä ovat esimerkiksi keskustan läpi itä-länsisuuntaisen kulkevan liikenteen ohjaaminen Kehä I:lle sekä Lahden moottoritien liikenteen ohjaaminen mm. Koskelantien, Hämeentien ja Helsinginkadun kautta Hermannin rantatien sijaan.
    - Työnaikaisen viitoituksen lisäksi ohjausta on työmaan käynnistyessä syytä tehostaa riittävän kattavalla tiedotuksella ja uutisoinnilla.

10 Rakentamisen alustavat kustannusarviot

10.1 Yleissuunnitelman 2020 mukainen kustannusarvio

Kustannusarvio on hankesuunnitteluvaiheen tarkkuustasoa vastaava investointikustannusarvio. Kappaleissa 10.2 - 10.5 on eritelty mahdollisesti Kalasataman raitiotien yhteydessä rakennettavat varaukset.

Tunnelin rakentamiskustannukset on laskettu keskimääräisen 2020 hintatason mukaan. Kustannukset sisältävät urakoitsijan yleiskustannukset.

Arvioissa on huomioitu, että tunnelissa lisälujitusta vaativaa huonoa kalliolaatua on 20 % tunnelin pituudesta.

Kustannuslaskennassa on oletettu, että kaikki massat kuljetetaan pois. Louheen ajo on laskettu 10 km päähän. Puhtaiden kaivumassojen ajo on laskettu maksulliseen maanvastaanottopaikkaan 20 km:n päähän. Massojen hallinnalla (läjitysalueet, kiviaineksen murskaus paikan päällä ja käyttö rakenteissa yms.) on vaikutuksia koko hankkeen kustannuksiin.

Pilaantuneiden maiden kunnostamisen kustannukset on arvioitu asiantuntijoiden toimesta ja niissä on huomioitu kunnostuksen suunnittelu- ja valvontakustannukset, maanäytteidenotto- ja analysointikulut, pilaantuneiden vesien käsittelykustannukset, kaivutyön lisäkustannus, kuljetus vastaanottopaikkaan n. 100 km:n päähän, vastaanottomaksut sekä kynnysarvomaiden kuljetus- ja vastaanottomaksut. Lisäksi maakerroshavaintojen perusteella on arvioitu, että maiden seassa on rakennusjätettä, ja niiden purku, kuljetus- ja käsittelykustannukset on myös huomioitu arviossa.

Kadun rakentaminen sisältää katurakenteen, kuivatuksen ja valaistuksen. Katurakenne rakennetaan monin paikoin uudestaan vaiheistuksen ja johtosiirtojen vuoksi, osalla aluetta kadun ennallistamisessa uusitaan vain päällysteet.

Työnaikaiset liikennejärjestelyt sisältävät autoilun, jalankulun ja pyöräliikenteen kiertoreitit ja muut järjestelyt sekä työnaikaiset autoliikenteen siltarakenteet.

Vuoden 2012 laskelmassa kustannuksiin ei oltu huomioitu liikenteenohjausjärjestelmää, jolla ohjataan liikennettä muualla katuverkossa, silloin kun tunnelissa tapahtuu sen käytön estävä häiriötilanne. Tämän järjestelmän laajuus on selvitetty WSP Finland Oy:n erillissuunnitelmassa Liikenteenhallinnan yleissuunnitelma, ohjausjärjestelmä. Järjestelmän kustannuserittely on esitetty raportin liitteenä.

Riski-, lisä-, muutostyö- ja rakentamisen aikaisten kustannusten nousuvarausta ei ole tässä osatehtävässä erikseen huomioitu.

Kustannusarvioissa käytetyt massamäärät ja yksikköhinnat on esitetty liitteissä.

Tunnelin kustannusarvio:

Kaukalo- ja betonitunneliosuudet	74,9 M€
Kalliotunneliosuus (793 m)	19,7 M€
Louheen kuljetus	2,0 M€
Maamassojen poiskuljetus ja vastaanotto, puhtaat maat	1,5 M €
Pilaantuneiden maiden kunnostus	6,9 M€
Tunnelin tekniset järjestelmät ja -tilat*	6,3 M€
Työnaikaiset liikennejärjestelyt	1,5 M€
Kadunrakentaminen	11,2 M€
Liikenteenhallintajärjestelmät	3,0 M€
Yhteensä	**127,0 M€**
Kustannusvaraus 25%	31,8 M€
Kustannus varauksineen	158,8 M€
Yhteensä, sis. Rakennuttajan kustannuksen (12%) (alv. 0%)	**177,8 M€**

*Arvioitu 2012 laskelman perusteella 10 % korotus huomioiden.

10.2 Vaihtoehto VE0 ja VE2

VE0: Tunnelin rakentamiseen paaluväleillä itäinen paalulinja 1710-1372 (Hermannin Rantatie) ei varauduttaisi ennakkoon vaan tunnelin rakentamisen aikana raitiotie siirretään tarvittaessa kiertoreitille kuitenkin niin, että raitiolinja toimisi koko ajan.

Kiertoreitin toteuttaminen edellyttää suuaukon rakentamisen alkaessa Hermanninrannan pysäkin purkamista, raitiotien purkamista n. 500 m matkalta, korvaavan raiteen rakentamista, ja sähköratarakenteiden siirtoa kiertoraiteelle.

Suuaukon valmistuttua Hermanninrannan pysäkki rakennetaan uudelleen, kiertotieraiteet puretaan, raiteet rakennetaan uudelleen alkuperäisille paikoilleen ja sähköratarakenteet siirretään alkuperäiselle linjaukselle.

VE2: Tunneli rakennetaan integroidusti raitiorakentamisen kanssa joko edellä tai samanaikaisesti. Tässä vaihtoehdossa kalliotunnelia louhitaan ns. yksi katko eli n. viisi metriä kalliotunneli profiilia. Tunneli rakennetaan runko- ja liitososiltaan, sisältäen kallioliittymät pohjaan ja otsaan, valmiiksi.

10.3 Vaihtoehto VE0.1

VE0.1 vaihtoehto, jossa työn aikana käytössä olisi vain yksi raide. Raitiolinjan alle rakennetaan pysyvän porapaaluseinän varaan, ensimmäisessä vaiheessa maanvarainen, teräsbetoninen laatasto, jonka päälle raitiolinja rakennetaan pysyvästi. Tunneli rakennetaan avoramppiosuudella laataston viereen ja tunneliosuudella laataston alle maanalaisena työnä.

Yksiraiteisen osuuden rakentaminen edellyttää suuaukon rakentamisen alkaessa Hermanninrannan pysäkin purkamista, yhden raiteen purkamista, kahden vaihteen rakentamista sekä sähköratarakenteiden purkamista yhdeltä raiteelta.

Suuaukon valmistuttua Hermanninrannan pysäkki rakennetaan uudelleen, purettu raide rakennetaan uudelleen, vaihteet puretaan ja sähköratarakenteet rakennetaan uudelleen.

10.4 Vaihtoehto VE1

VE1 vaihtoehto, jossa raitioliikenne voi jatkaa liikennöintiä ilman keskeytyksiä eli varaudutaan ns. täysimääräisillä rakenteilla. Työn aikana käytössä on kummatkin raiteet. Raitiolinjan alle rakennetaan pysyvän porapaaluseinän varaan, ensimmäisessä vaiheessa maanvarainen, teräsbetoninen laatasto, jonka päälle raitiolinja rakennetaan pysyvästi. Tunnelin rakennetaan avoramppiosuudella laataston viereen ja tunneliosuudella laataston alle maanalaisena työnä.

10.5 Vaihtoehtojen VE0, VE0.1, VE1 ja VE2 rakentamisen kustannusarviot ja vertaileva arvio kokonaiskustannuksista

VE0.1 vaihtoehdossa on sellaista rakennetta, jota ei ilman varautumista tarvitsisi rakentaa lainkaan arviolta 11 254 000 € arvosta, vesitiivistä kaivantoseinää ja betonilaattaa. Lisäksi vaihtoehto VE0.1 aiheuttaa lisäkustannuksia maanalaisena tehtävän paalutus- ja betonointityön vaikeutumisena arviolta 2 891 500 € arvosta. VE0.1 säästää kaivu- ja täyttökustannuksia 289 360 €, mikä on otettu huomioon laskelmissa. Jos Hermannin Rantatien avokaukalon alueen kadun ja raiteen paalulaatat tehdään ilman mitään varautumista, pitää paalulaattarakenteita purkaa tarvittavilta osin, jotta kaukalo- ja tunnelirakenteiden kaivu- ja muottityöt voidaan suorittaa. Purkua ja uusien sulku-/paalulaattojen rakentamista helpottaa huomattavasti, jos kadun rakentamisvaiheessa tuleviin kaivu- ja purkutöihin varaudutaan luonnossuunnitelmissakin esitetynlaisella leukapalkkilinjalla katualueen paalulaatastossa.

VE1 vaihtoehdossa on sellaista rakennetta, jota ei ilman varautumista tarvitsisi rakentaa lainkaan arviolta 11 511 000 € arvosta, vesitiivistä kaivantoseinää ja betonilaattaa. Lisäksi vaihtoehto VE1 aiheuttaa lisäkustannuksia maanalaisena tehtävän paalutus- ja betonointityön vaikeutumisena arviolta 4 337 250 € arvosta. VE1 säästää kaivu- ja täyttökustannuksia 289 360 €, mikä on otettu huomioon laskelmissa.

Alla olevassa taulukossa on esitetty VE0 ja VE2 tunnelin rakenteita koskeva kokonaisrakennuskustannus ja vertailevat arviot, kun VE0:aan lisätään VE0.1 ja VE1 aiheuttamat varautumisen lisärakennuskustannukset. Korvaavien työnaikaisten raiteiden siirtokustannukset ja tunneli- / avokaukaloalueen välittömän läheisyyden katu- ja raideliikenteen ennallistavia perustamis- ja rakennuskustannuksia on otettu huomioon alla olevissa taulukoissa. Tunneli- ja avokaukaloalueen ulkopuoliset, korvaaviin työnaikaisiin raideliikennelinjoihin ja -järjestelyihin liittyvät katu- ja raideliikennealueiden purku-, perustamis- ja rakennuskustannukset on otettu huomioon alla olevissa summissa. Niitä on arvioitu myös johtopäätelmissä varautumatta jättämisen yhteydessä.

Hermannin Rantatien betonitunnelin ja avorampin rakentaminen kalliotunneliin saakka

	Etukäteisinvestointi /varautuminen	Lisäkustannus	Rakentaminen	Loppukustannus yhteensä
VE0	**0**	**10 380 000**	**39 784 000**	***50 164 000***
		1.raidesiirto 2 kpl 2.keskialue paalu- laatan palautus 3.katu ja perust. työt raidelinja 2kpl		
VE0.1	**16 242 000**	**3 696 000**	**37 398 000**	***57 336 000***
	1.varaut. paaluseinä 2.betoni varautuminen	1.raidesiirto 1 kpl 2.katu ja perust. työt raidelinja 1 kpl		
VE1	**16 971 000**	**0**	**38 371 000**	***55 342 000***
	1.varaut. paaluseinä 2.betoni varautuminen			
VE2	**33 449 000**	**0**	**350 000**	***33 799 000***
	1.kaivu, louhinta, täyttö 2.betoni (- reunakaide) 3.paalut 4.ankkurit 5.kaivantoseinä 6.rampin täyttö+ tiiv. + tulppaus		1.rampin aukikaivu 2.reunakaiteet bet.	

Taulukossa on esitetty Hermannin Rantatien betonitunnelin ja avorampin rakentamisen vaihtoehtotarkastelujen etukäteisinvestoinnit ja lisäkulut. Vaihtoehdossa VE2 tehty investointi voidaan hyödyntää tunnelin lopullisessa rakentamisessa täysimääräisesti.

Vaihtoehtojen nettonykyarvo riippuu käytetystä diskonttauskorosta ja Kalasataman raitiotien ja Sörnäistentunnelin rakentamisen välisestä ajasta.

Käyttökustannukset

Tietunnelien hoito- ja ylläpitokustannukset (Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 66/2008) -julkaisun mukaan (kesäkuu 2008) käyttökustannukset jakautuvat pituudeltaan vastaavassa 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 heinäkuussa 2020 146,4, jolloin indeksikorotuksella tulee kustannukseksi 855,10 €/tunneliputkimetri/v.

Sörnäistentunnelin tunneliosuuden pituus plv 278-1524 on 1 246 m sisältäen 2 423 tunneliputkimetriä. Tällöin vuotuiset käyttökustannukset ovat arviolta n. 2,07 miljoonaa / vuosi.

11 Arvioitu alustava aikataulu

Tunneli voidaan rakentaa molempien suuaukkojen kautta Sörnäisten rantatien ja Hermannin rantatien suunnasta. Johtosiirtojen tekeminen on ajallisesti merkittävä valmisteleva toimenpide. Aikataulussa on varattu Sörnäisten rantatie johtosiirroille noin puoli vuotta. Hermannin rantatien johtosiirrot voidaan tehdä samaan aikaan. Aikataulussa on kalliotunnelin louhinta ajateltu tehtäväksi suurimaksi osaksi Hermannin rantatien suunalta. Jos tunneli rakennetaan ilman varautumisrakenteita, tehdään kalliotunnelin suuaukolle erillinen ajoluiska kaltevuuteen ~1:7.

Aikataulussa on lähdetty siitä, että työnaikaiset liikennejärjestelyt tehdään limittäin eri työvaiheiden kanssa. Työmaan liikennejärjestelyjä määrää vähentää se, jos osa läpiajoliikenteestä voidaan siirtää työn ajaksi toisaalle kaupunkirakenteeseen. Tällä voidaan helpottaa työmaan saavutettavuutta ja siten varmistaa rakennustöiden aikataulussa pysymistä.

Molempien suuaukkojen kaukalo- ja betonitunnelien rakentamisen kestolla on merkittävä vaikutus kokonaisaikatauluun. Rakennustöiden vaiheistuksilla voidaan nopeuttaa aikataulua ja saada rakenteiden päälle tulevat kadut käyttöön nopeammassa aikataulussa. Tunnelin sisustaminen eli valmiiden pintojen rakentaminen ja teknisten järjestelmien asentaminen aloitetaan, kun tila on louhittu ja betonitunneliosuudet valettu. Asennustöitä voidaan myös limittää valuaikataulujen kanssa, jolloin voidaan lyhentää rakennusaikaa.

Rakentamisen kokonaisrakennusaika on arviolta n. 4,5 – 5 vuotta ennen tunnelin yhteiskäyttökokeita. Tunnelin yhteiskäyttökokeet kestävät useita kuukausia, riippuen teknisten järjestelmien laajuudesta.

12 Johtopäätelmät

Jos tunnelin rakentamiseen ei varauduta Kalasataman raitiotien rakentamisen yhteydessä, mutta se myöhemmin rakennetaankin, on siitä arvioitu tulevan lisäkustannusten lisäksi seuraavia vaikutuksia:

- Uuden työmaan perustaminen avokaivannon työmaata varten
- Työmaan liikenteen haitat alueen toiminnalle laajempia (louheen ajo, rakennustyömaan ajo, mahdollisen paikallisen murskaamon haitat)
- Työmaaliikenteen haitat rakennetun alueen pinnoille. Tunnelia ei voida rakentaa myöhemmin olemassa olevia pintoja rikkomatta
- Laajemmat työn aikaiset liikennejärjestelyt
- Mahdollisesti Kalastaman raitiotielinjan sulkeminen osittain tai kokonaan työn ajaksi
- Työnaikaiset tärinä-, melu- ja pölyvaikutukset lisääntyvät ja vaativat alueella mahdollisesti uusia suojauksia
- Laajemmat kaivannot lisäävät riskiä pohjaveden liikkeille, jolloin saastuneet pohjaveden voivat pilata jo puhdistetut alueet
- Helsingin kaupungin yhteisrakentamismallilla toteutettuna ja riittävillä varautumisella vähennettäisiin merkittävästi haittoja ympäröivälle kaupunkirakenteelle ja alueen liikenteelle.

Ilman varautumista tunnelin toteutettavuus vaikeutuu merkittävästi raitiotien rakentamisen jälkeen. Haitat olemassa olevalle rakenteelle ja toiminnalle kasvavat mitä pidemmälle tunnelin toteutus ajoittuu. Ilman mitään varautumista voidaan joutua tilanteeseen, että Hermannin rantatien avokaukaloiden osuudelta kadun ja radan kaikki paalulaatat joudutaan osittain purkamaan ja rakentamaan uudelleen. Tämä aiheuttaa merkittäviä haittoja kaupungin keskustan sisääntuloliikenteelle, melu, pöly ja toiminnallista haittaa alueen asukkaille sekä merkittäviä taloudellisia kustannuksia.

Jos raidelinjat joudutaan siirtämään korvaavalle reitille toisaalle Hermannin rantatien tunnelityömaan ajaksi, tulee varautua lisäkustannuksiin uuden raitiolinjan perustamisesta paalulaataston varaan. Kustannuksen suuruusluokkaa voidaan karkeasti arvioida kahdelle raiteelle noin 1,5 kilometrin matkalle (yksikkökustannus paalulaattaperustus sisältäen kaivut 1,5 metrin syvyyteen ja täytöt sekä päällysteet ilman johtosiirtoja ja raiderakentamiseen liittyviä töitä ja materiaaleja). Korvaavan reitin raitioliikenteen perustamiskustannukset karkeasti luokkaa 4.5 - 5.0 M€. Kustannuksissa ei ole huomioitu mahdollisia väliaikaisten perustusrakenteiden purkua tai väliaikaisia johtosiirtoja ja tilanteen ennallistamista.

Raideliikennettä ei kuitenkaan voida siirtää alueen sisälle sen jälkeen, kun alueen uuden maankäytön mukainen asuntotuotanto aloitetaan. Jos raideliikennettä ei voida siirtää alueella toisaalle, Hermannin rantatien liikenne on joko katkaistava tai siirrettävä väliaikaisille silloille. Näin merkittävää haittaa ja kustannuksia voidaan järkevästi aiheuttaa vasta siinä vaiheessa kun raitiotie vaatii perusteellisempaa kunnostusta esimerkiksi 30-50 vuoden päästä.

13 Jatkotoimenpiteet ja -tutkimistarpeet

Liikennesuunnittelun asiat:

Tunnelin tasaus tarkistettava Sörnäisten- ja Hermannin rantatien alueiden suunnittelun yhteydessä. Tunnelin tasausta voidaan viedä tarvittaessa alemmaksi.

Tunnelin geometriassa tulee varmistaa koko pituudelta pysähtyneen ajoneuvon ohitusmahdollisuus pelastuslaitoksen ajoneuvolla (pelastuslaitoksen toive). Tämä edellyttää mm. tekniikalle tehtäviä paikallisia levennyksiä tunnelirakenteeseen, sekä muita levityksiä ahtaimmissa leikkauksissa.

Varareitin ja vaarallisten aineiden (VAK) reittien tilavaraukset ja toteutettavuus tulee varmistaa alueen maankäytön suunnittelun yhteydessä.

Kalliorakennesuunnittelun asiat:

Päivitetyssä suunnitelmassa kalliotunnelin eteläisen suuaukon sijainti on samalla paikalla kuin vuoden 2012 suunnitelmassa, suurin piirtein Junatien sillan kohdalla. Betonitunnelia varten tehtävä avolouhinta syvenee kalliotunnelin suuaukkoa lähestyttäessä arviolta jopa yli 20 m syväksi, ja nykyiset kallionpintatiedot viittaavatkin siihen, että kalliotunnelia olisi mahdollista pidentää kohti etelää ja vastaavasti lyhentää betonitunnelia. Ratkaisun toteutuskelpoisuuden varmistaminen vaatii kuitenkin lisää pohjatutkimuksia. Mikäli kalliotunnelin suuaukkoa siirretään, on myös tarkistettava, onko tunneleiden vaakageometriaa mahdollista päivittää siten, että kalliotunneleiden väliin jää riittävän leveä kalliopilari kalliorakenteille. Näillä toimilla voi olla merkittävä kustannusvaikutus itse tunneliin mutta myös Junatien rakenteellisiin ratkaisuihin.

Junatien suunnitelmaratkaisut ovat vielä auki, jatkosuunnittelussa tulee uudet suunnitelmat yhteensovittaa tunnelin suunnitelmien kanssa ja niiden vaikutukset tunneliin tarkastella. Alueen tarkasteluihin vaikuttaa myös kalliotunnelin mahdollinen jatkaminen etelään, jolloin Junatien rakenteet osuisivat kalliotunnelin alueelle eikä betonitunnelin alueelle. Myös tunnelin kuilun sijainti tulee tarkistaa ja yhteensovittaa Junatien ja muun alueen maankäytön suunnitelmien kanssa.

Tunnelin vaikutusalueella olevien puupaaluperustuksien olemassaolo tulee tutkia tarkemmin sekä suunnitella tarvittaessa pohjavesiputkien seurantaverkko puupaaluperusteisten rakennuksien läheisyyteen, jotta pohjaveden taso voidaan varmistaa. Työn yhteydessä ei ole tehty pohjavesimallinnusta, mallintaminen tulee suorittaa seuraavassa suunnitteluvaiheessa.

Suunnittelualueelle on laadittu pohjatutkimusohjelmat, joilla saadaan lisätietoa maaperästä ja kalliopinnasta. Alustavat pohjatutkimusohjelmat löytyvät liitteistä 3-6. Ohjelmat sisältävät puristinheijari- ja porakonekairauksia sekä maanäytteenottoa. Erityisesti Sörnäisten rantatiellä suuri putkien ja johtojen määrä vaikeuttaa tutkimusten laatimista ja on oletettavaa, että kaikkia ohjelmoituja pisteitä ei voida sellaisinaan toteuttaa. Tutkimusten tiheys ja tutkimusmenetelmät olisi pyrittävä toteuttamaan vastaamaan tutkimusohjelmia. Osittain kalliotunnelin kohdalle jää pitkiä alueita ilman kalliopinnan varmistamista. Tämä johtuu tunnelilinjauksen kohdalla olevista rakennuksista, jotka merkittävästi haittaavat kairausten suorittamisen. Jatkosuunnittelussa tulee selvittää mahdollisuuksia saada lisätietoa kalliopinnan korkeudesta myös näillä alueilla.

Jatkosuunnittelussa tulee myös arvioida kallionäytekairausten ja pohjaveden pinnan sekä laadun tutkimusohjelmien tarve ja laajuudet. Pohjaveden laatua tulee selvittää sekä maa- että kallioperässä. Lisäksi tulee selvittää kallioperän vedenjohtavuutta, jotta haitta-aineiden kulkeutumista tunneliin voidaan arvioida luotettavammin. Jatkosuunnittelussa tulee varmistaa, ettei saastunutta pohjavettä joudu tunneliin.

Suunnittelualueelta tulee ottaa jatkosuunnittelua varten PIMA-näytteitä. Tämä voidaan yhdistää jo ohjelmoitujen maanäytteiden ottamisen yhteyteen tai suorittaa omana tutkimuksenaan.

Rakenteelliset asiat:

Jos päädytään varautumaan Sörnäistentunnelin rakentamiseen Kalasataman raitiotien rakentamisessa, on suunniteltava tunnelin rakenteet rakennesuunnittelutasoisesti ja neuvoteltava rakennusvalvonnan kanssa lupaprosessin vaatimuksista.

Tutkittava Junatien alueen muutosten vaikutukset Sörnäisten rantatien kalliorakenteille ja betonitunneliosuuteen sekä yhteensovitettava uusien ramppien tilavaateet. Junatien suunnittelun edetessä tulisi tutkia myös Sörnäisten rantatien pään varautumisen kannattavuutta.

Pilaantuneiden maiden ja saastuneiden pohjavesien vaikutukset rakenteiden vaatimuksiin tulee tarkentaa tutkimustulosten selvittyä.

Sovitettava olemassa olevat kuilu Sörnäisten rantatien-Junatien risteysalueella uuteen maankäyttöön.

Muut asiat:

Uusia rakenteita rakennettaessa suunnittelualueilla, tulisi johtosiirroissa huomioida tunnelin sijainti niin ettei johtosiirrot olisi tunnelivarauksen kohdalla. Tämä koskee varsinkin Junatien, Kalasataman raitiotien ja Hermannin rantatien alueita tunnelin suuaukoilla. Myös pilaantuneiden maiden poistamisessa ja haitta-aineita sisältävän pohjaveden suojauksissa tulisi huomioida tunnelilinjaus.

Jatkosuunnittelussa on tutkittava tarkemmin Käenkujalle suunniteltu jalankulun ja pyöräilyn ylikulkusilta rakenteineen. Samoin on tutkittava myös mahdollisesti säilytettävä/korvattava Vilhonvuorenkadun kevyenliikenteen sillan vaikutukset. Sillan perustuksilla voi olla vaikutusta tunnelin perustuksiin.

Tunnelin geometriassa tapahtuneiden muutosten takia tunneli poikkeaa vähäisiltä osin voimassa olevasta asemakaavasta. Muutokset liittyvät eteläisen suuaukon ympäristöön ja Junatien kuilun sijaintiin. Asemakaava tulee päivittää maankäytön suunnittelun edetessä. Maankäytön suunnittelun yhteydessä tulee päivittää myös tunnelin suuaukkojen liikenteen päästöt ja meluhaitat.

14 Riskejä

Ennen Sörnäistentunnelia rakennettavien hankkeiden mm. Kalasataman raitiotien rakenneratkaisut ja niiden purku sekä ennallistamiskustannukset voivat muuttaa tunnelin rakennuskustannuksia merkittävästi.

Vähäiset kallionpinta tiedot sekä puutteelliset kalliolaatutiedot voivat vaikuttaa tunnelin toteutettavuuteen ja kustannuksiin sekä aiheuttaa aikatauluviiveitä.

Pilaantuneiden maiden määrä voi olla suurempi ja niiden laatu olla ennakoitua huonompia, tämä voi johtaa tunnelikustannusten kasvamiseen.

Koko tunnelin alueelta ei ole tehty pohjavesimallintamista. Tunnelin rakentaminen voi muuttaa pohjavesien virtauksia ja rakenteet voivat aiheuttaa estevaikutusta. Tästä voi tulla lisäkustannuksia mm. imeytysten tai puhdistamisen osalta.

Maanpinnan maankäytössä ei huomioida riittävästi tunnelin VAK ja varareittitarpeita.

Varausten teon kannalta on haasteellista, jos varausten tekohetken ja varsinaisen rakentamisen välinen aika on useita vuosia. Tällöin voi mm. suunnittelutarve ja mitoituksen lähtökohdat muuttua.

Varausten teko voi vaikuttaa Kalasataman raitiotien ja Hermannin rantatien rakentamisen aikatauluun. Päätöksen viivästyminen voi vaikuttaa ko. kohteiden rakentamiseen.

Helsinki

Kaupunkiympäristön toimiala huolehtii Helsingin kaupunkiympäristön suunnittelusta, rakentamisesta ja ylläpidosta, rakennusvalvonnasta sekä ympäristöön liittyvistä palveluista.