



LENTORADAN ESISELVITYS

LENTORADAN ESISELVITYS

Raportti

4/2023



Suomi-rata Oy: LENTORADAN ESISELVITYS -Raportti, Suomi-rata Oy Vantaa 2023.
4/2023. 89 sivua ja 11 liitettä.

Avainsanat: Lentorata, Esiselvitys, Lentoradan ympäristövaikutusten arviointi YVA

Tiivistelmä

Suomi-rata Oy:n tehtävänä on Helsingin ja Tampereen välisen, Helsinki–Vantaan lentoaseman kautta kulkevaan raideyhteyteen liittyvän raide-liikenneinfrastruktuurin suunnittelu rakentamisvalmiuteen asti. Lentorata on osa tätä suunnittelukokonaisuutta ja se sijoittuu välille Pasila – Keravan Kytömaa.

Lentoradan ympäristövaikutusten arvioinnin ja esiselvityksen laatiminen käynnistyivät toukokuussa 2022. Esiselvitys antaa perusteet ympäristövaikutusten arvioinnille radan sijainnin, betoni- ja kalliitunneliosuuksien sekä tunnelien kuilujen ja ajotunneleiden sijainnin osalta. Lentoradan esiselvityksen lisäksi on tarkasteltu vaihtoehtoja, joissa pääradalle rakennettaisiin yksi tai kaksi lisäraidetta.

Esiselvityksessä on tehty sekä liikenteellisiä tarkasteluja että suunniteltu YVA-menettelyssä vertailtavien hankevaihtoehtojen teknisiä ratkaisuja ja laskettu kustannusarviot. Esiselvityksessä on myös käsitelty Lentoradan rakentamisvaihetta ja annettu ohjeita jatkosuunnitteluun.

Suunnittelualue alkaa Pasilan aseman pohjoispuolelta, Pasilan ja Ilmalan ratapihalta pääradan ratakilometriltä 3+500 ja päättyy Keravan aseman pohjoispuolelle, erikseen pääradan ja Lahden oikoradan suunnille, pääradan ratakilometrille 33+654. Kokonaisuudessaan noin 30 kilometriä pitkästä Lentoradasta noin kaksi kilometriä on avorataa ja 28 kilometriä on kahdessa erillisessä ratatunnelissa. Rinnakkaiset tunnelit toimivat toistensa pelastustunneleina ja niitä yhdistävät yhdystunnelit noin 250 metrin välein.

Tunneleista on suunniteltu noin 1,5 km välein kuilut maan pinnalle. Pystykuiluihin sijoitetaan paineentasauksen ja savunpoiston kuilu, tekninen kuilu, portaikko sekä portaan paineistaminen. Lentoradan ainoa asema on tunneliasema Helsinki–Vantaan lentoasemalla. Lisäksi maan pinnalle on suunniteltu ajotunneleita, joiden kautta tunneleiden louhinta tehdään ja louhe kuljetetaan pois. Osin käytetään jo olemassa olevia ajotunneleita esimerkiksi lentoaseman alueella. Osa ajotunneleista maisemoidaan näkymättömiin rakennustyön jälkeen.

Suunnittelun lähtöaineistona on käytetty hankkeesta tehtyjä olemassa olevia selvityksiä ja suunnitelmia, maankäytön suunnitelmia, ympäristötietokantoja, GTK:n ja Maanmittauslaitoksen aineistoa sekä Kehäradan ja Pääradan suunnitelmia. Suunnitelmaa varten ei ole tehty tutkimuksia.

Esiselvityksessä yhteydessä on pidetty alueen kunnissa yleisötilaisuuksia ja neuvotteluja sidosryhmien kanssa.

Esipuhe

Suomi-rata Oy:n tehtävänä on Helsingin ja Tampereen välisen, Helsinki-Vantaan lentoaseman kautta kulkevaan raideyhteyteen liittyvän raide-liikenneinfrastruktuurin suunnittelu rakentamisvalmiuteen asti. Lentorata on osa tätä suunnittelukokonaisuutta ja se sijoittuu välille Pasila-Keravan Kytömaa.

Helsinki-Vantaan lentoasemalta puuttuu nykyisin suora junayhteys Suomen rataverkkoon. Pääradan kapasiteetti Pasilan ja Keravan välillä on nykyisin lähes kokonaan käytössä. Välityskyvyn parantamisen vaihtoehtona välillä Pasila-Kerava ovat Lentorata tai lisäraiteiden rakentaminen pääradalle. Raideliikenteen kapasiteetin lisääminen parantaisi myös junaliikenteen häiriönsietokykyä sekä mahdollistaisi junatarjonnan lisäämisen matkustuskysynnän kannalta vilkkaimpina ajankohtina. Lisäkapasiteetti avaa uusia mahdollisuuksia lähi- ja taajamajunaliikenteen kehittämiseksi, junaliikenteen kilpailun avaamiselle ja vielä jonkin täysin uuden ratasuunnan liikenteelle esimerkiksi idän suuntaan.

Lentorata luo vaihdottoman raideliikenneyhteyden pohjoisesta lentoasemalle ja nopean junayhteyden Helsingin keskustasta lentoasemalle. Rata kulkisi Pasilasta lentoaseman kautta pohjoiseen Keravan Kytömaalle, suurelta osin kahdessa vierekkäisessä kalliotunnelissa.

Lentoradasta on aikaisemmin tehty useita eri selvityksiä, joita ovat esimerkiksi vuonna 2018 Liikenneviraston tekemä liikenteellinen selvitys sekä tekninen kustannusarvion päivitys sekä vuonna 2018 Uudenmaan liiton tekemä Lentoradan vaikutusten arviointi.

Lentoradan ympäristövaikutusten arvioinnin ja esiselvityksen laatiminen käynnistyivät toukokuussa 2022. Esiselvitys antaa lähtökohdat ympäristövaikutusten arvioinnille radan sijainnin, betoni- ja kalliotunneliosuuk-sien sekä tunnelien kuilujen ja ajotunneleiden sijainnin osalta. Lentoradan lisäksi on tarkasteltu vaihtoehtoja, joissa pääradalle rakennettaisiin yksi tai kaksi lisäraidetta.

Selvityksen on laatinut Suomi-rata Oy:n toimeksiannosta Sitowise Oy alikonsulttinaan Ramboll Finland Oy. Suomi-rata Oy:n projektipäällikkönä on toiminut suunnittelujohtaja Siru Koski. Työn ohjausryhmässä ovat olleet lisäksi mukana Suomi-rata Oy:n toimitusjohtaja Timo Kohtamäki ja viestintäpäällikkö Heli Nikula. Suunnittelukonsultin projektipäällikkönä on toiminut Seppo Veijovuori ja projektikoordinaattorina sekä myöhemmin projektipäällikkönä Pia Niemi.

Vantaalla syyskuussa 2023

Suomi-rata Oy

Sisältö

1	SELVITYKSEN SISÄLTÖ.....	5
1.1	Selvityksen tavoite.....	5
1.2	Suunnittelualue.....	6
1.3	Aikaisemmat suunnitteluvaiheet.....	8
1.4	Hankkeen liittyminen muihin suunnitelmiin ja hankkeisiin.....	9
1.5	Lähtöaineisto.....	11
2	VIESTINTÄ JA VUOROVAIKUTUS.....	13
2.1	Kunta- ja sidosryhmäneuvottelut.....	13
2.2	Yleisötilaisuudet.....	13
2.3	Hankeryhmä.....	15
2.4	Muu viestintä ja vuorovaikutus.....	15
3	LENTORADAN TUTKITUT VAIHTOEHDOT.....	16
3.1	Radan erkaneminen Pasilassa.....	16
3.2	Lentoaseman rautatieaseman vaihtoehtotarkastelut.....	18
3.3	Ratalinjausvaihtoehdot lentoaseman ja Kytömaan välillä.....	20
3.4	Kuilut ja ajotunnelit.....	22
4	PÄÄRADAN VAIHTOEHTOTARKASTELUT.....	25
4.1	Pääradan 5. ja 6. raide.....	25
4.2	Pääradan 5. raide.....	27
5	RAUTATIENTUNNELIN SUUNNITTELUN PERIAATTEITA.....	30
5.1	Yleistä.....	30
5.2	Tunnelin turvallisuusratkaisut ja -järjestelmät.....	31
5.2.1	Yleistä.....	31
5.2.2	Pystykuilut, yhdyskäytävät ja muut tekniset tilat.....	31
5.2.3	Lämmitys ja jäähdytys.....	34
5.2.4	Vesi, viemäri ja palovesi.....	34
5.2.5	Ilmanvaihto ja savunpoisto.....	35
5.2.6	Sähkönjakelu.....	36
5.2.7	Valaistusjärjestelmät.....	37
5.2.8	Tele- ja tietojärjestelmät.....	37
5.3	Ajotunnelit.....	37
6	SUUNNITELMA.....	41
6.1	Pasilan avorataosuus.....	41
6.1.1	Ratatekniikka.....	41
6.1.2	Geotekniikka.....	42
6.1.3	Sillat ja betonikaukalot.....	45
6.1.4	Ympäristösuunnittelu.....	46
6.2	Rata tunnelissa.....	47
6.2.1	Ratatekniikka.....	47
6.2.2	Tunnelitekniikka.....	47
6.3	Lentoasema.....	49
6.3.1	Ratatekniikka.....	49
6.3.2	Asemasuunnittelu.....	49

6.4	Keravan Kytömaan avorataosuus.....	51
6.4.1	Ratatekniikka	51
6.4.2	Geotekniikka	53
6.4.3	Sillat ja rakenteet.....	55
6.4.4	Ympäristösuunnittelu	58
6.4.5	Tiejärjestelyt	59
6.5	Tunnelin pintayhteydet.....	59
6.6	Ympäristösuunnittelu	68
6.7	Sähkörata.....	69
6.8	Syöttöasema.....	69
7	LIIKENNESUUNNITTELU	70
7.1	Liikenteelliset tarkastelut	70
7.2	Tarkasteltavat vaihtoehdot.....	70
7.3	Johtopäätökset	72
8	KUSTANNUSARVIO	74
8.3.1	Lentorata	76
8.3.2	Pääradan 5. raide.....	77
9	LENTORADAN RAKENTAMINEN.....	78
10	OHJEITA JATKOSUUNNITTELUUN.....	81
10.1	Yleistä.....	81
10.2	Ratasuunnittelu.....	82
10.3	Tunnelisuunnittelu.....	82
10.4	Asemasuunnittelu.....	85
10.5	Geotekninen suunnittelu	86
10.6	Silta- ja rakennesuunnittelu	87
10.7	Riskienhallinta.....	87

LIITTEET

Liite 1 Suunnitelmakartat ja pituusleikkaukset

Liite 2 Geosuunnittelun kartat

Liite 3 Tunnelin pohjapiirros ja pituusleikkaukset

Liite 4 Kuilurakennusten tyyppipohjapiirrokset

Liite 5 Lentoaseman asemapiirros ja leikkaus

Liite 6 Ympäristön liitekarttasarja

Liite 7 Tiedot kallioperästä ja sen rakennettavuudesta

Liite 8 Liikennesuunnittelun vaihtoehtotarkastelut ja simuloinnit

Liite 9 Kalliopinnan korkeusasema ja kallion rikkonaisuusvyöhykkeet

Liite 10 Pääradan 5. raiteen suunnitelmakartat sekä 6-raiteisen
vaihtoehdon puolenvaihtopaikan tarkastelut

Liite 11 Sähkörata ja turvalaite, suunnitelmaseloste

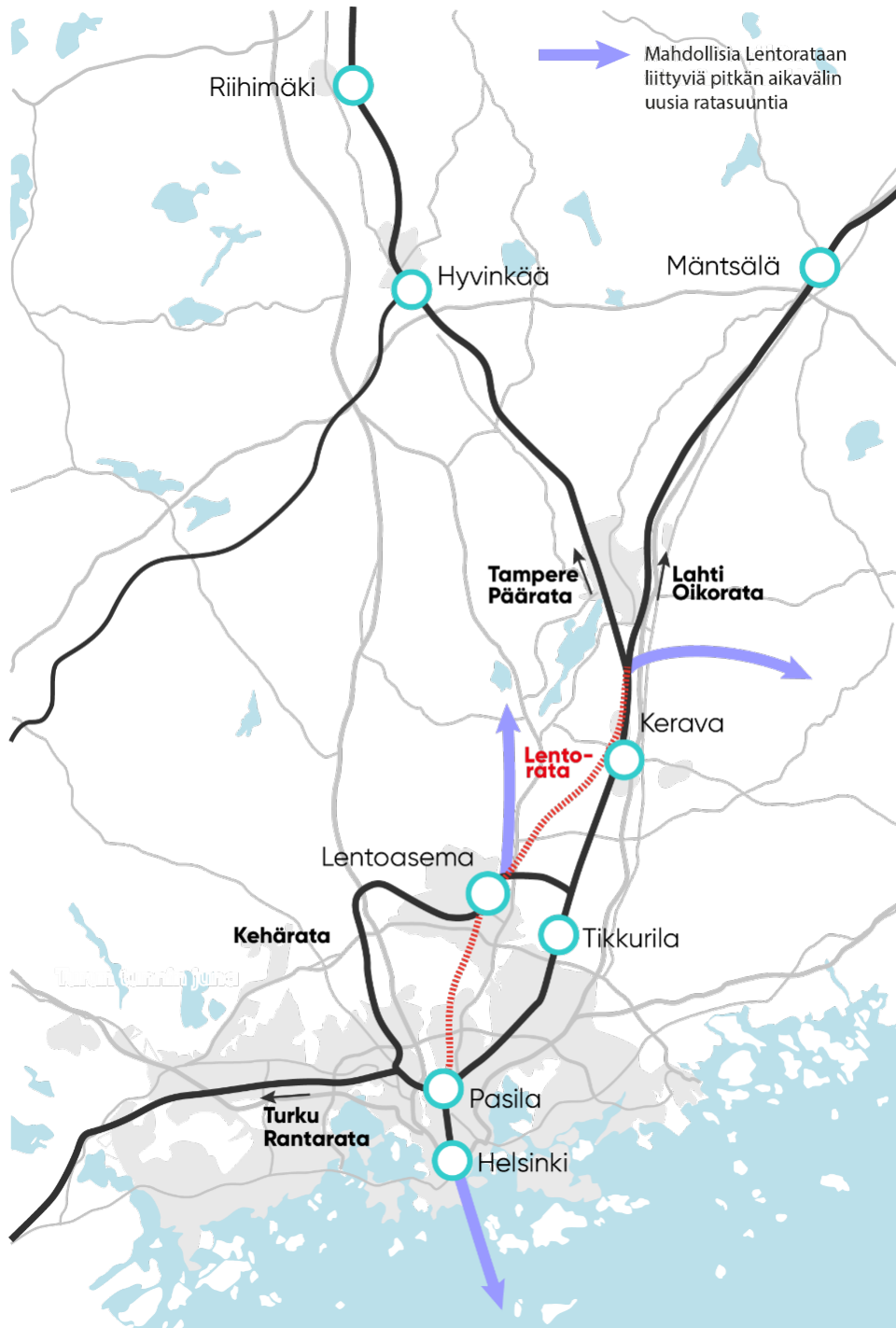
1 Selvityksen sisältö

1.1 Selvityksen tavoite

Lentorata-hankkeen tavoitteena on lyhentää matka-aikoja Helsinki-Vantaan lentoasemalle, vähentää henkilöautolla ajettuja kilometrejä sekä tuoda kapasiteettia ja vähentää häiriöherkkyyttä pääkaupunkiseudun liikennöinnissä. Hankkeella varmistetaan tulevaisuuden henkilöjunaliikenteen kasvua ja toimintavarmuutta. Lentorata luo vaihdottoman raideliikenneyhteyden pääradalta ja Lahden oikoradalta lentoasemalle ja nopean junayhteyden Helsingin keskustasta lentoasemalle. Rata on myös osa TEN-T-ydinverkkoa sekä junaliikenteen ja lentoliikenteen solmukohta.

Lentoradan esiselvitys on tehty tukemaan ympäristövaikutusten arvioinnin (YVA) tekemistä. Se antaa lähtökohdat ympäristövaikutusten arvioinnille radan sijainnin, betoni- ja kalliotunneliosuuksien sekä tunnelien kuitujen ja ajotunneleiden sijainnin osalta. Esiselvityksessä on myös arvioitu rakentamisen aikaisia vaikutuksia louhinta- ja maamassojen kuljetusten ajoreittien osalta. Jokaisen ajotunnelin osalta on arvioitu kuljetettavat louhintamäärät autokuormina sekä alustava työaika.

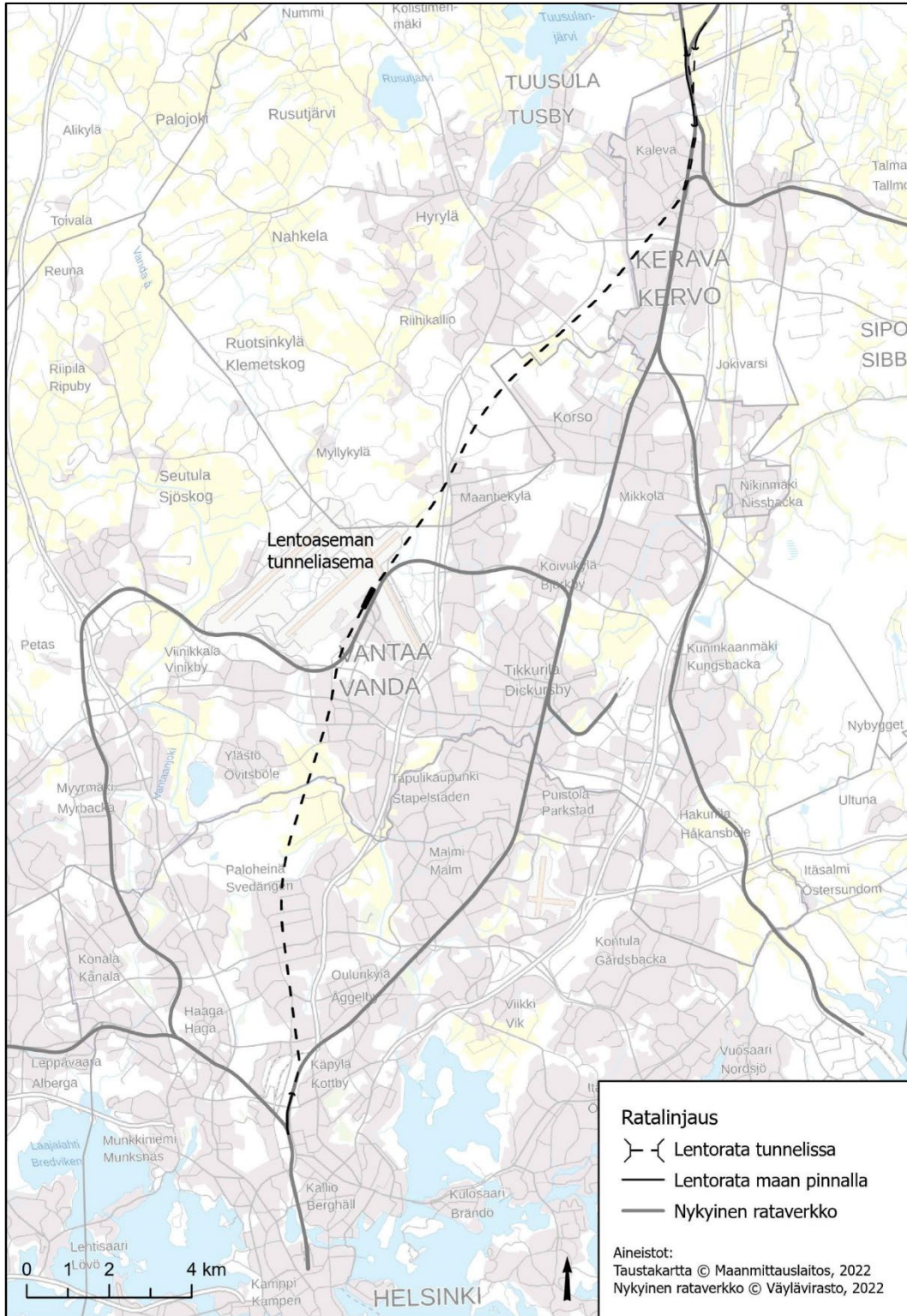
Ympäristövaikutusten arvioinnin aikataulussa esiselvitys on ohjelmoitu tehtävän niin, että tulokset ovat arvioinnin tekijöiden käytettävissä.



Kuva 1.1. Lento-radan liittyminen nykyiseen ja suunniteltuun rataverkkoon

1.2 Suunnittelualue

Suunnittelualue alkaa Pasilan aseman pohjoispuolelta, Pasilan ja Ilmalan ratapihalta. Siellä rata laskee betonikaukalon ja -tunnelin kautta kallio-tunneliin. Radan ainoa asema on lentoaseman alla, Kehäradan aseman vieressä. Sieltä rata on linjattu Keravan aseman pohjoispuolelle, erikseen pääradan ja Lahden oikoradalle. Lentoaseman ja Keravan välille on varauduttu tunnelissa yhteyksiin nopealle junayhteydelle Tampereen suuntaan sekä Porvoon suuntaan.



Kuva 1.2 Lentoradan linjaus

Ratatunneli muodostuu kahdesta erillisestä tunnelista, joita yhdistää taasisin välein yhdyskäytävät. Maan päälle rakennetaan kuilurakennuksia ja ajotunneleita, joiden sijainti on esitetty jäljempänä.

1.3 Aikaisemmat suunnitteluvaiheet

Lentoaseman kaukoliikenne-radan ratayhteysselvitys (Liikennevirasto, 2010)

Liikenne- ja viestintäministeriön toimeksiannosta tehdyssä selvityksessä tutkittiin mahdollisuuksia liittää uusi rata olemassa olevaan rataverkkoon, Helsinki-Vantaa lentoasemaan sekä Kehärataan. Työssä tutkittiin useita linjauksia, joista raportoitiin nykyisen lentoterminaalin kautta ja Viinikkalan terminaalivarauksen kautta kulkevat tunnelilinjaukset. Nykyisen terminaalin kautta kulkevaan linjaukseen selvitettiin mahdollisuutta lähiliikenneasemalle Hyrylässä, jossa arvioitiin olevan mahdollisuus korkeintaan yhteen junavuoroon tunnissa. Työn tuloksena päädyttiin tässä YVA-menettelyssä tarkasteltavaan linjaukseen, jossa ainoa uusi asema on Helsinki-Vantaa lentoasemalla.

Lentoradan lisätarkastelut KUUMA-kuntien alueella (Sito Oy, 2011)

KUUMA-kuntien tilaamassa selvityksessä selvitettiin vaihtoehtoisia Lentoradan linjauksia ja mahdollisia uusia asemapaikkoja kuntien kaavoitustyön tueksi.

Lentoradan liikenteellinen selvitys ja kustannusarvio (Liikennevirasto, 2018)

Lentoradan liikenteellisessä selvityksessä määriteltiin uuden ratalinjan linjaus sekä tarkennettiin suunnitelmia lentoaseman aseman kohdalta ja Lentoradan, pääradan ja oikoradan yhtymiskohdasta.

Lentoradan vaikutusten arviointi (Uudenmaan liitto, 2018)

Lentoradan vaikutusten arviointi -selvitys (E 204–2018) sisälsi Uudenmaan maakuntakaavan ratkaisujen arvioinnin edellyttämät vaikutustarkastelut ja Liikenneviraston (nyk. Väylävirasto) hankearviointiohjeen mukaisen hankearvioinnin.

Lentoradan laaja-alaiset ja välilliset vaikutukset (Uudenmaan liitto, Liikennevirasto, 2018)

Lentoradan laaja-alaiset ja välilliset vaikutukset -selvitys liittyy Uudenmaan liiton ja Liikenneviraston teettämään Lentoradan hankearviointiin ja maakuntakaavoitusta varten tehtyyn vaikutus selvitykseen. Selvityksen taustalla on ollut tarve tutkia, miten liikennehankkeiden laaja-alaisia ja pitkäkestoisia vaikutuksia voitaisiin arvioida osana muita vaikutus selvityksiä ja hankearvioita. Selvityksen erityinen tavoite oli testata panos-tuotosajattelua Lentoradan vaihtoehtojen aluetaloudellisten vaikutusten arvioinnissa.

Pääradan lisäraiteen aluevarausselvitys välillä Helsinki–Kerava, 2016 (Liikennevirasto) ja Pasila–Kerava välin lisäraiteiden aluevarausselvitys (Liikennevirasto 2/2018)

Vuonna 2016 laaditussa aluevarausselvityksessä määritettiin lisäraiteiden edellyttämät aluevaraukset ja vaikutukset ympäröivään infraan korkealla tasolla. Vuoden 2018 aluevarausselvityksessä täydennettiin aiempaa selvitystä pääradan 5. ja 6. raiteen edellyttämistä aluevarauksista ja vaikutuksista radanvarren infraan (kadut, raitit ja pysäköintialueet). Lisäksi suunniteltiin liikennöintimalli ja täydennettiin sen perusteella selvitystä laitureilla ja niille tulevilla kulkuyhteyksillä. Malmin ja Tikkurilan kohdilla tutkittiin yhden lisäraiteen toimivuutta kahden lisäraiteen sijasta.

Kohti digitaalista ja älykästä rautatieliikennettä, Digirata-valmisteluvaiheen loppuraportti (Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2021:17)

Digirata-selvityksen tehtävänä oli kartoittaa, kuinka nykyisin käytössä olevan junien kulunvalvonnan (JKV) uusiminen tehdään kansallisesti hyödyllisimmällä ja kustannustehokkaimmalla tavalla. Selvityksen lopputulos oli, että parhaat teknologiset edellytykset korvata JKV-järjestelmä on radioverkkopohjaisella eurooppalaisella junakulunvalvontajärjestelmällä (European Train Control System, ETCS).

Pisara+ -Liikenteellinen toimenpideselvitys (Väyläviraston julkaisuja 30/2019)

Toimenpideselvityksessä tehtiin Pisararataan liittyvä liikenteellinen selvitys, jonka tuloksena syntyi Pisara+ -toimenpidepaketti. Toimenpiteitä tarkasteltiin koko kaupunkirataverkolla ja Helsinki–Pasila-yhteysvälillä. Työssä ratainfrastruktuurin osalta oletettiin, että Lentorata ja Espoon kaupunkirata Kauklahteen asti on toteutettu. Selvityksessä yhdistettiin Lentoradan ja Pisararadan suunnitelmat sekä suunniteltiin raiteistomalli, joka toimii YVA-menettelyn ja sen yhteydessä toteutettavan esiselvityksen lähtökohtana Pasilan osalta.

1.4 Hankkeen liittyminen muihin suunnitelmiin ja hankkeisiin

Pääradan kapasiteetin parantaminen

Lentorata liittyy nykyiseen pääraataan ja Lahden oikorataan Keravan Kytömaalla. Alueeseen liittyen Väylävirasto laatii suunnitelmia Pasila–Riihimäki-rataosan liikenteellisen välityskyvyn parantamisesta. Hankkeen tavoitteena on parantaa sekä rataosan välityskykyä että häiriönsietokykyä, joten edellytykset junavuorojen lisäämiselle paranevat. Lisäksi lähijunien liikennöinti nopeutuu. Päivittäisten ruuhka-ajan häiriötilanteiden hoito helpottuu sujuvoittaen liikennöintiä.

Välityskyvyn parantaminen toteutetaan kolmessa vaiheessa. Hankkeen ensimmäisen vaiheen toimenpiteet ovat valmiit ja toisen vaiheen

toimenpiteet Pasilan ja Kytömaan välillä ovat rakenteilla. Kolmannen vaiheen ratasuunnitelman laatiminen Jokelan ja Riihimäen välillä alkoi kesäkuussa 2020. Suunnitelman arvioidaan olevan hyväksyttyä vuoden 2023 loppuvuodesta.

FinEst Link

Uudenmaan maakuntakaavassa on osoitettu Tallinnan tunneli (FinEst Link) ja sen aseman sijainti Helsinki-Vantaan lentoasemalla sekä tavara-liikenteen yhteystarve Hanko-Hyvinkää-radalle. Kyseessä on rautatieliikenteen tunneli eurooppalaisella raideleveydellä. Tallinnan tunnelista on Uudenmaan liiton johdolla tehty esiselvitys ja Liikennevirasto/Väylävirasto on tutkinut alustavasti Tallinnan tunnelin, Lentoradan ja Kehäradan aseman yhteensovittamista Helsinki-Vantaan lentoasemalla. Lentoradan suunnittelussa on otettu Tallinnan tunnelin alustavat linjaukset huomioon.

Pisararata

Pisararata on ollut 1990-luvulta asti pääkaupunkiseudun ja Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelmissa. Liikennevirasto hyväksyi Pisararadan yleissuunnitelman helmikuussa 2012. Pisararadan ratasuunnitelma sai lainvoiman 2017 ja sen voimassaoloa jatkettiin vuoden 2025 loppuun asti. Toteutuspäätöstä rakentamisesta ei ole.

Pisararadan ideana on, että valtaosa lähijunista ajaa Helsingin keskustan läpi tunnelissa. Pisaran ansiosta Helsinkiin päättyvien kaukojunavarojen lisääminen on mahdollista, koska Helsingin ja Pasilan väliselle rataosuudelle ja Helsingin ratapihalle vapautuu lisää tilaa.

MAL 2019 -suunnitelman mukaan Pisararadan tarve kaukojunaliikenteen lisäkapasiteetin mahdollistajana konkretisoituu Lentoradan toteutumisen jälkeen.

Helsinki-Pasila kapasiteettiselvitys (Väylävirasto 2022)

Kapasiteettiselvityksen väliraportin 6/2022 mukaan Helsinki-Pasila-välin ja Helsingin ratapihan kapasiteettitarve ei edellytä Pisararadan rakentamista. Helsinki-Pasila-välin kapasiteetin varmistaminen edellyttää kuitenkin toimenpiteenä yksittäisiä vaihdemuutoksia ja geometriamuutoksia nykyisellä Helsingin ja Pasilan rautatiealueella. Tämän lisäksi tarvitaan digiradan mukainen junakulunvalvonnan uusiminen, elinkaarensa päässä olevan nopean lähiliikenteen junakaluston korvausinvestointi sekä lähiliikenteen varikkokokonaisuus. Kyseiset toimenpiteet tarvitaan myös tilanteessa, jossa Pisararata olisi toteutettu.

Näillä toimenpiteillä rataverkon pullonkaula ei ole Helsinki-Pasila-välillä eikä Helsingin ratapihalla silloinkaan, kun Lentorata, Suomirata ja Turun tunnin juna on rakennettu.

Lentoradan suunnittelussa on otettu huomioon Pasilan aseman suunnitellut raide- ja laiturijärjestelyt, jotka on esitetty kohdassa 3.1 Lentoradan tutkitut vaihtoehdot.

Itärata

Itäradan suunnittelua varten on perustettu osakeyhtiö, jonka toimialana on Lentorata–Porvoo–Kouvola nopeaan junayhteyteen liittyvä raideliikenneinfrastruktuurin suunnittelu rakentamisvalmiuteen asti. Itäradan vaikutus ulottuu koko itäiseen Suomeen. Yhtiön mukaan Lentorata on edellytys nopealle Itäradalle. Lentoradan suunnittelussa on mahdollistettu mahdollisen Itäradan erkaneminen Lentoradan tunnelista.

1.5 Lähtöaineisto

Suunnittelun lähtöaineistona on käytetty alla esitettyjä aineistoja.

Ratoja ja raideliikennettä koskevat selvitykset ja suunnitelmat:

- Lentoaseman kaukoliikennetien ratayhteysselvitys (Liikennevirasto, 2010) sekä Lentoradan liikenteellinen selvitys ja kustannusarvio (Liikennevirasto, 2018)
- Lentoradan lisätarkastelut KUUMA-kuntien alueella (Sito Oy, 2011)
- Lentoradan vaikutusten arviointi, Uudenmaan liiton julkaisuja E 204, Uudenmaan liitto, 2018
- Lentoradan laaja-alaiset ja välilliset vaikutukset, Uudenmaan liitto, Liikennevirasto, 2018
- Pääradan lisäraiteen aluevaraus selvitys välillä Helsinki–Kerava (Liikennevirasto, 2016) ja Pasila–Kerava-välin lisäraiteiden aluevaraus selvitys (Liikennevirasto 2/2018)
- Nopea Helsinki–Tampere-ratayhteys, Sitowise, 15.8.2019
- Pisara+ -Liikenteellinen toimenpideselvitys, Väyläviraston julkaisuja 30/2019
- Pasila–Riihimäki-radan välityskyvyn parantaminen, 1. ja 2. vaiheen suunnitelmat, Väylävirasto 2010–2021
- Suurnopeusradan pääsuuntaselvitys Vantaa–Tampere, Suomi-rata Oy 1/2022, Sitowise Oy, 2022
- Helsinki–Pasila kapasiteettiselvitys, Väyläviraston julkaisuja 73/2022, Väylävirasto, 2022
- Lentoaseman linjausvaihtoehtojen tarkastelut, Pasilan pohjoispuolen liitynnän kahden eri vaihtoehdon tarkastelut ja simuloinnit; Väylävirasto, Proxion Plan Oy & Arkos Oy, 2022
- Lentoradan hankearviointi, Suomi-rata Oy 7/2023, FLOU

Maankäyttö ja kaavoitus:

- Uudenmaan maakuntakaava 2050 liitteineen, Uudenmaan liitto
- Hankealueen yleis- ja asemakaavat, ml. Helsingin maanalaisten yleiskaava

Luonnonympäristö:

- Yksityiset ja valtion omistuksessa olevat luonnonsuojelualueet, Natura 2000 -alueet ja -väylät, VHS vesimuodostumat, pohjavesialueet; Suomen ympäristökeskus 2022
- Maakunnallisesti tärkeät lintualueet, Tringa 2022
- Arvokkaat geologiset muodostumat, Uudenmaan liitto 2022

Kuntien aineistot:

- Helsingin kallioperäkartta (selainpohjaisena tarkasteluna)
- Pohja- ja kallioperätietoja
- Kantakartat
- Pohja- ja kallioperätutkimuksia
- Tiedot olemassa olevien julkisten maanalaisten tilojen sijainneista

GTK:n aineistot:

- Kallioperäkartta (1:200 000 / 1:1 000 000)
- Maaperäkartta (1:20 000 / 1:50 000)
- Kallioperän heikkousvyöhykkeet
- Maapeitepaksuus
- Pohjatutkimuksia
- Kallionpinnan painovoimatulkinnat
- Kallioperän lohkot (PK-seutu)

Maanmittauslaitoksen aineistot:

- Maasto- ja taustakartat, 2023
- Maastotietokanta, 2023
- Maastomalli, 2023
- Rinnevarjostus, 2023
- Ortokuvat, 2023
- Korkeusvyöhykkeet, 2023
- Kalliopaljastumat, 2023
- Maanpinnan laserkeilausaineisto, 2023

Muut aineistot

- Kehäradan toteuma-aineistoa (Ratapiirustusarkisto)
- Nykyisten raiteiden arkistosuunnitelmia, Pasila ja Kerava/Kytömaa (Ratapiirustusarkisto)

2 Viestintä ja vuorovaikutus

Hankkeen viestinnän ja vuorovaikutuksen tavoitteena on ollut tarjota keskeisille sidosryhmille tietoa hankkeen tavoitteista, sisällöstä, etenemisestä ja vaikutuksista. Vuorovaikutuksen avulla on pyritty saamaan aikaan hankkeen tavoitteita parhaiten palveleva ja mahdollisimman laajasti hyväksytty suunnitelma, jossa eri osapuolten tarpeet on huomioitu mahdollisuuksien mukaan. Suunnitelmaratkaisuja on päivitetty ja tarkennettu vuoropuhelussa saatujen tietojen perusteella.

Hankkeen keskeisiä sidosryhmiä ovat

- lähialueiden asukkaat, maanomistajat, yritykset ja muut toimijat
- järjestöt ja yhdistykset
- hankealueen kunnat (Helsinki, Vantaa, Tuusula, Kerava)
- viranomaistahot kuten Uudenmaan liitto, Uudenmaan ELY-keskus, Väylävirasto, Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, Keski-Uudenmaan pelastuslaitos, Keski-Uudenmaan ympäristökeskus, Puolustusvoimat, Puolustusministeriö, sekä Etelä-Suomen aluehallintovirasto
- HSL, HSY, Finavia Oyj, VR-yhtymä sekä Fintraffic Raide Oy
- elinkeinoelämän edustajat.

2.1 Kunta- ja sidosryhmäneuvottelut

Esiselvitys on laadittu vuorovaikutuksessa hankealueen kuntien kanssa. Suunnittelun aikana Helsingin kaupungin, Vantaan kaupungin, Keravan kaupungin ja Tuusulan kunnan kanssa järjestettiin useita kokouksia, joissa keskusteltiin Lentoradan ajotunneleiden ja kuilurakennusten mahdollisista sijainneista, kuljetusten ajoreiteistä sekä Kytömaan ja Pasilan raideratkaisuista. Lisäksi hanketta esiteltiin Helsingin maanalaisen suunnittelun asiantuntijaryhmälle 12.1.2023.

Lentoaseman alueen suunnitelmaratkaisuksista keskusteltiin Finavian kanssa kokouksissa kesä-, syys- ja lokakuussa 2023. Lisäksi suunnitelmaluonnoksista keskusteltiin suunnittelun aikana sähköpostin välityksellä.

2.2 Yleisötilaisuudet

Esiselvityksen suunnitelmaluonnoksia esiteltiin alueen asukkaille, yrityksille ja muille sidosryhmille neljässä yleisötilaisuudessa maaliskuussa 2023. Suomi-rata Oy järjesti Helsingissä, Keravalla ja Vantaalla tilaisuudet, joihin oli mahdollista osallistua sekä paikan päällä että etäyhteydellä. Keravan tilaisuudessa käsiteltiin myös Tuusulan alueen

suunnitelmia. Lisäksi Keravan kaupunki järjesti 28.3.2023 yleisötilaisuuden, johon Suomi-rata Oy:n ja suunnittelukonsulttien edustajat osallistuivat.

Viestintä yleisötilaisuuksista

Yleisötilaisuuksista viestittiin monikanavaisesti, muun muassa Suomi-rata Oy:n verkkosivuilla ja sosiaalisen median kanavissa. Tilaisuuksista ilmoitettiin lehti-ilmoituksilla Helsingin Sanomissa, Vantaan Sanomissa, Keski-Uusimaa-lehdessä, Hufvudstadsbladetissa, Helsingin Uutisissa, Tuusula-lehdessä ja Kerava-lehdessä.

Tilaisuuksien sisältö

Yleisötilaisuuksissa esiteltiin Lentorataa sekä yleisellä tasolla että kunta-kohtaisesti. Lisäksi esiteltiin huoltoon ja tunnelin rakentamiseen tarvittavien kuilujen ja ajotunnelien alustavia sijainteja.

Osallistujilla oli mahdollisuus esittää kysymyksiä ja kommentoida suunnitelmia. Lisäksi paikan päällä osallistuvilla oli mahdollisuus perehtyä kartoihin tarkemmin sekä keskustella asiantuntijoiden kanssa.

Tilaisuuksien osallistujat ja keskeinen palaute

Helsingin tilaisuudessa 16.3. osallistujia oli yhteensä 20, joista 8 paikan päällä ja 12 etäyhteyksien päässä. Osallistujien kysymykset, kommentit ja keskustelu keskittyivät tunnelilouheen käyttöön, Lentoradan ja Tallinnan tunnelin keskinäiseen suhteeseen, linjalle rakennettavien asemien mahdollisuuteen, Lentoradan rakentamisen perusteluihin sekä melu- ja värinähaittojen mahdollisuuteen.

Keravan 21.3. tilaisuudessa osallistujia oli 69, joista paikan päällä 42 ja etäyhteyksien päässä 27. Osallistujat kysyivät radan värinävaikutuksista ja niihin varautumisesta, vaikutuksista maalämpökaivoihin, linjausvaihtoehtoista, hankkeen kustannusarviosta, vaikutuksista lähi- ja kaukojunaliikenteeseen, radan korkeusasemasta ja vaikutuksista linjauksen lähellä sijaitseviin omakoti- ja rivitaloihin sekä radan hyödyistä Keravalle. Keskustelua käytiin myös savisen maaperän vaikutuksista tunnelin rakentamiseen.

Vantaan tilaisuudessa 27.3. osallistujia oli 22, joista 4 paikan päällä ja 18 etäyhteyksien päässä. Osallistujien kysymykset, kommentit ja keskustelu keskittyivät hankkeen ympäristövaikutuksiin ja päästöihin, värinävaikutuksiin ja tunnelilouheen sijoittamiseen sekä linjaukseen ja hankkeen aikatauluihin.

Tilaisuuksien esittelyaineistot on julkaistu Suomi-rata Oy:n verkkosivuilla.

2.3 Hankeryhmä

Ympäristövaikutusten arviointia ja esiselvityksen tekemistä varten perustetussa hankeryhmässä ovat olleet edustettuna hankealueen kunnat (Helsinki, Vantaa, Tuusula ja Kerava), Uudenmaan ELY-keskus, Uudenmaan liitto, Etelä-Suomen aluehallintovirasto, Väylävirasto, Finavia Oyj, Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, Keski-Uudenmaan ympäristökeskus, HSL sekä Itärata Oy. Kutsun hankeryhmään saivat myös Keski-Uudenmaan pelastuslaitos, HSY, VR-Yhtymä, Puolustusvoimat sekä Fintraffic Raide Oy.

Hankeryhmä kokoontui esiselvityksen tekemisen aikana viisi kertaa. Kokouksissa keskusteltiin selvityksen sekä sen rinnalla laadittavan ympäristövaikutusten arvioinnin etenemisestä, sisällöstä ja aikataulusta.

2.4 Muu viestintä ja vuorovaikutus

Lentoradan suunnitteluun liittyvät usein kysytyt kysymykset ja niiden vastaukset koottiin loppuvuodesta 2022 Suomi-rata Oy:n verkkosivuille (<https://suomirata.fi/lentorata/>). Koontia päivitettiin maaliskuun yleisötilaisuuksien jälkeen.

3 Lentoradan tutkitut vaihtoehdot

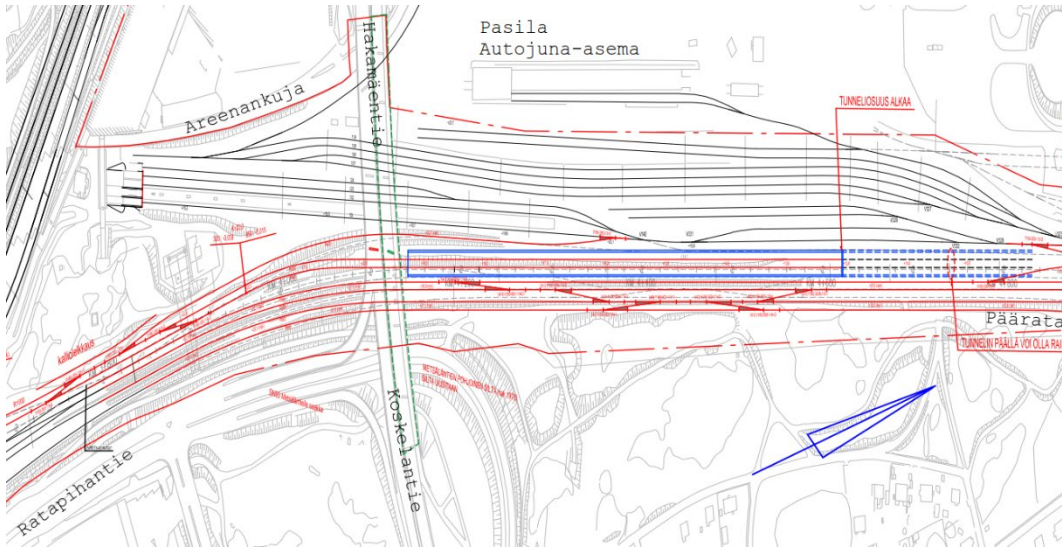
3.1 Radan erkaneminen Pasilassa

Väylävirasto teetti selvityksen aikana tarkastelun Lentoradan Pasilan pohjoispuolen erkanemiskohdan kahdesta mahdollisesta sijainnista ja linjauksesta (Väylävirasto, Proxion Plan Oy & Arkos Oy, 2022). Läntinen vaihtoehto lähti Pasilan aseman laitureilta 5 ja 6; itäinen vaihtoehto taas laitureilta 3 ja 4.



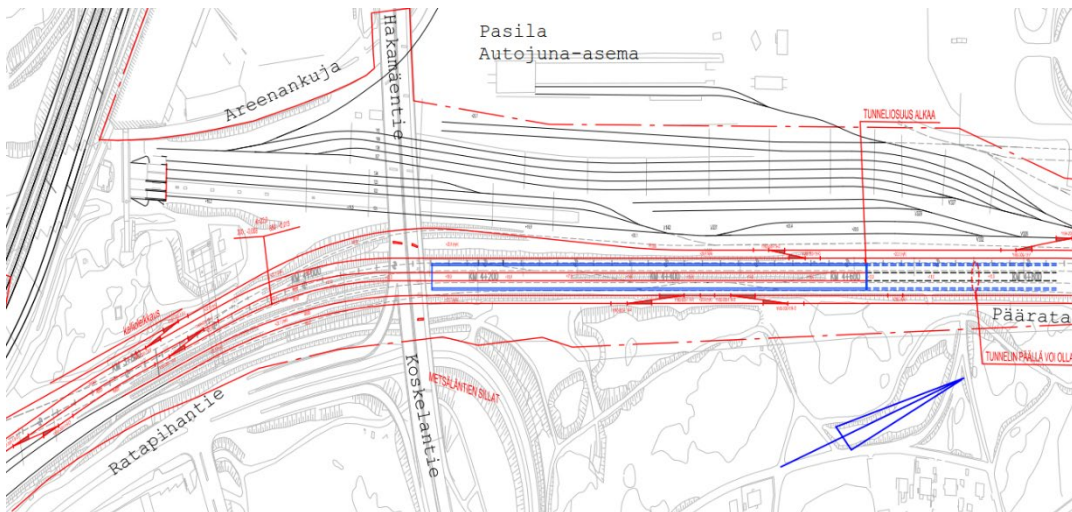
Kuva 3.1 Pasilan / Ilmalan ratapiha Metsämäentien sillalta kuvattuna
(Kuva: Sitowise Oy)

Läntisessä vaihtoehdossa raiteiden nopeustaso voidaan pitää 80 km/h Koskelantien sillalle (Metsämäentien silta) saakka, raide 101 puretaan vaihteelle V322 saakka. Vaihtoehto edellyttää osin nykyisten raiteiden siirtoa itään päin sekä muutostöimenpiteitä ratapihan itäpuolella kulkevaan jalankulun ja pyöräilyn väylään, Pohjoisbaanaan.



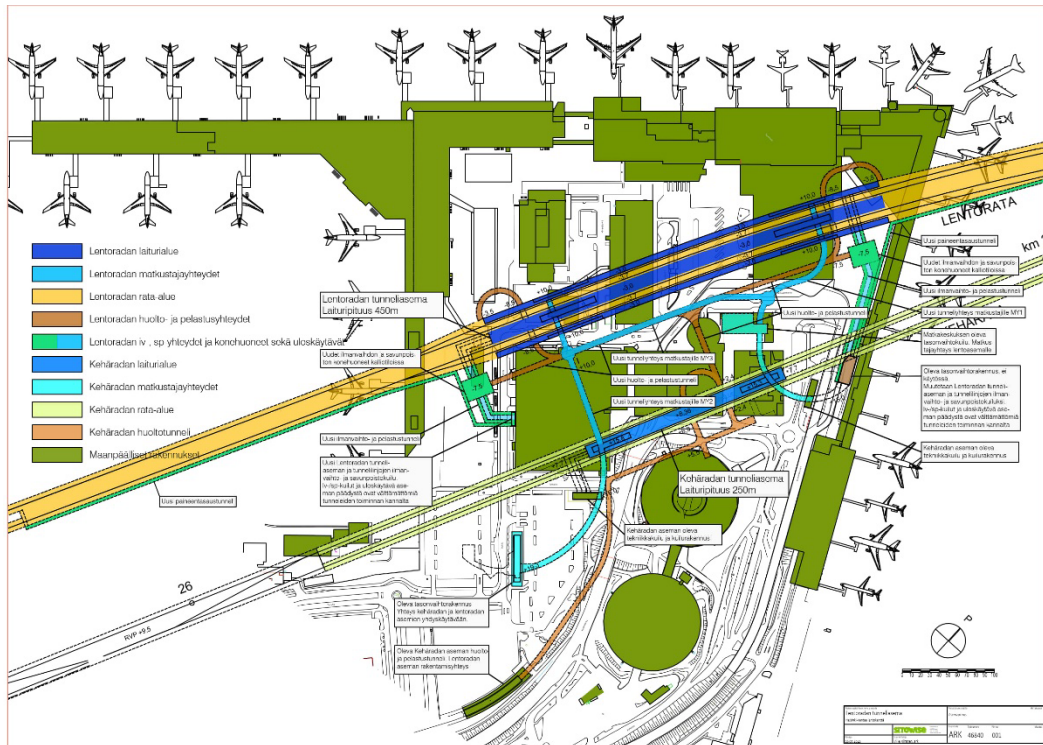
Kuva 3.2 Pasilan liittymiskohdan läntinen vaihtoehto

Itäisessä vaihtoehdossa raiteiden nopeustaso voidaan pitää 80 km/h Koskelantien sillalle (Metsämäentien silta) saakka ja raide 101 puretaan vaihteelle V321 saakka. Vaihtoehto on muutoin geometrialtaan haastavampi kuin läntinen vaihtoehto. Vaihdeyhteyksiä lähi- ja kaukoliikenteen raiteiden välille ei saada. Vaihtoehto edellyttää osin nykyisten raiteiden siirtoa itään päin sekä muutostöimenpiteitä ratapihan itäpuolella kulkevaan jalankulun ja pyöräilyn väylään, Pohjoisbaanaan.



Kuva 3.3 Pasilan liittymiskohdan itäinen vaihtoehto

Selvityksen perusteella Väylävirasto näki läntisen linjauksen vaihtoehdoista suotuisampana. Lentoradan raiteisto esitetään suunnitelmissa läntisen linjauksen mukaisesti. Lentoradan suunnittelu alkaa pääradan kilometritä 3+500.



Kuva 3.5 Lentoradan tunneliasema, luonnos 15.8.2023

Molempien vaihtoehtojen toimintaperiaatteet perustuvat olemassa olevien matkustajien kulkuyhteyksien yhteiskäyttöön Kehäradan aseman kanssa. Matkustajaliikenne käyttää sekä matkakeskuksen tasonvaihtokuilua että WTC:n tasonvaihtokuilua uusien jalankulkutunneleiden kautta. Huolto- ja pelastusliikenteen yhteys toteutetaan olemassa olevaa huoltotunnelia jatkamalla. Uusi asemahalli on sijoitettu samalle etäisyydelle matkakeskuksen kuilusta ja samalle korkotasolle kuin kehäradan asema. Kahden laituriraitteen versiossa asemahallin yli nelinkertainen tilavuus ja kaksinkertainen leveys edellyttävät paksumpaa kalliokerrosta asemahallin yläpuolella. Tästä syystä Lentoradan aseman laituritaso on sijoitettu yksilaituriversiosta poiketen noin 11 metriä alemmaksi kuin Kehäradan laituritaso.

Kummassakin vaihtoehtoissa on kaksi teknistä kuilua sekä maanpäällistä kuilurakennusta, joihin sijoittuvat lisäksi vaadittavat varatiejärjestelyt. Itäpään kuilurakennukseksi on ehdotettu olemassa olevan ja käytöstä poistetun tasonvaihtorakennuksen muuttamista tekniseksi kuiluksi. Kahden laituriraitteen versiossa mittavat ilmanvaihto- ja savunpoistokonehuoneet on sijoitettu kalliotiloihin, jotta vaikutukset lentoasemaympäristön maanpäällisen maankäyttöön voidaan minimoida. Maan pintaan uusina rakenteina sijoittuvat vain läntisen konehuoneen ilmanvaihtopiiput ja uloskäytäväporras.

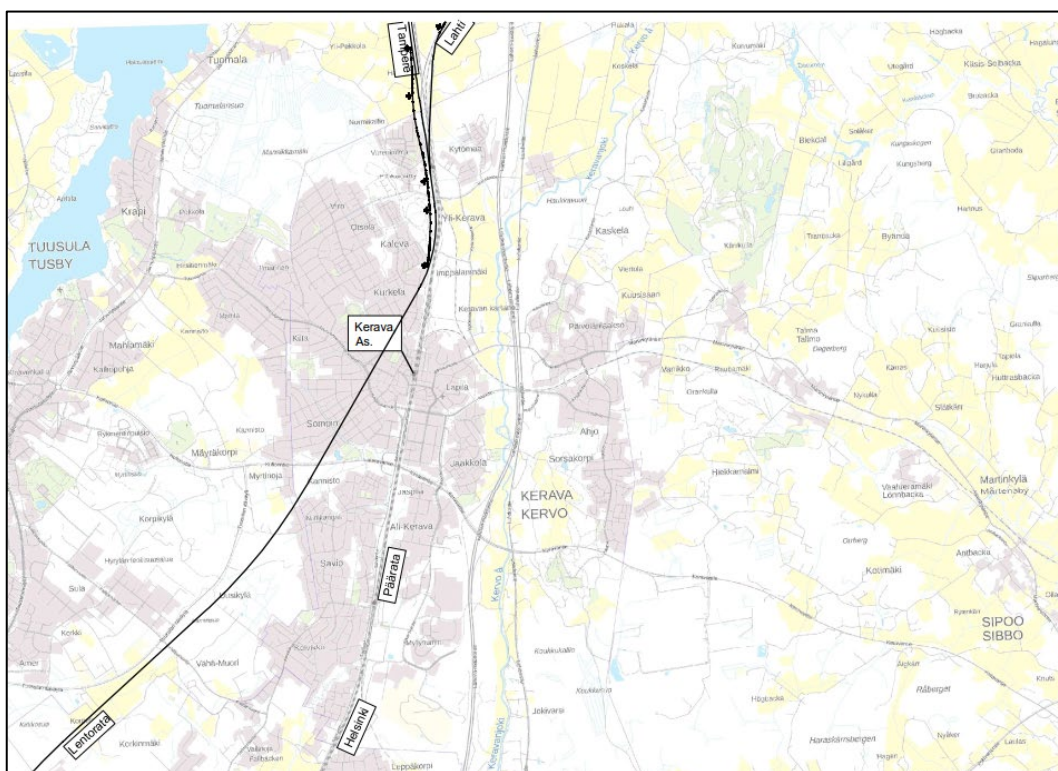
Kuilujen sijainnit ovat hyvin kriittisiä lentoasema-alueen toiminnallisuuden, maankäytön ja sen jatkumon kannalta. Eri vaihtoehtoja on tarkasteltu läheisessä yhteistyössä Finavian kanssa.

Jatkosuunnittelun pohjaksi valittiin vaihtoehto, jossa molemmille suunnille on kaksi laituriraidetta. Suunnitelmaratkaisua on kuvattu tarkemmin luvussa 6.3.2.

3.3 Ratalinjausvaihtoehdot lentoaseman ja Kytömaan välillä

Ratalinjaus Keravan keskustan alueella

Vuonna 2018 Uudenmaan maakuntakaavaa varten laaditussa selvityksessä ratalinjaus oli suunniteltu lentoasemalta Keravan keskustan länsipuolitse Kytömaalle Lahden oikoradan erkanemiskohtaan. Tämä Uudenmaan maakuntakaavassa osoitettu linjaus oli esiselvityksen linjauksen lähtökohtana (Kuva 3.6).



Kuva 3.6 Vuoden 2018 selvityksen mukainen rataalinjaus

Keravan kaupunki esitti esiselvityksen laatimisen aikana vaihtoehtona Lentoradan linjaamista Keravan aseman tuntumaan ja siitä pohjoiseen pääradan mukaisesti Kytömaalle (Kuva 3.7). Keskustelun perusteella ratalinjausta muutettiin siten, että linjaus sijoittuu lähemmäs Keravan asemaa ja alitettavien kiinteistöjen määrä on pienempi. Tehty linjauksen muutos pienentää rakentamisen aiheuttamia häiriöitä ja helpottaa tutkimusten sekä kalliopinnan korkeusasemasta johtuvien mahdollisten ratkaisuvaihtoehtojen toteuttamista.



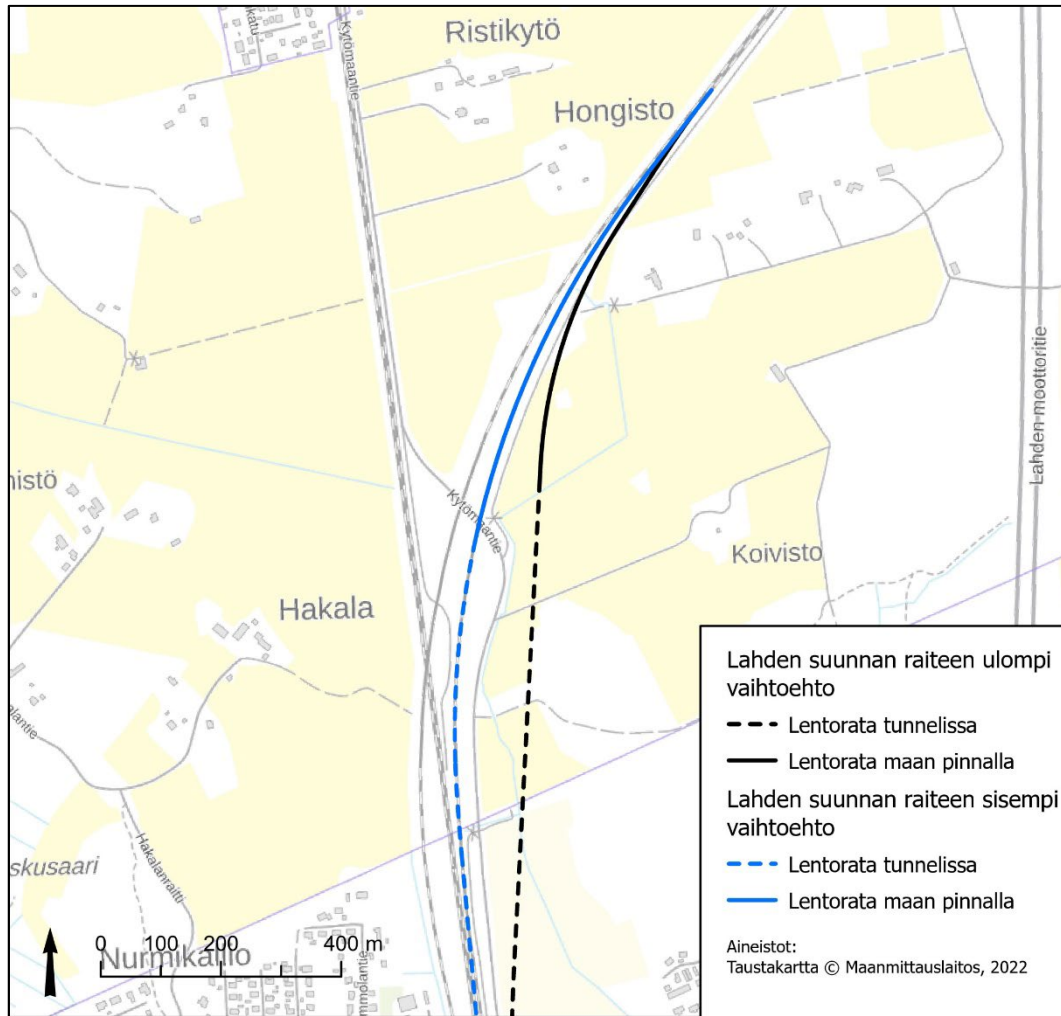
Kuva 3.7 Tarkistettu ratalinjaus

Ratalinjaus Kytömaalla

Lahden oikoradan suuntaan pääradan itäpuolella liitos on esitetty raitteenvaihtopaikan eteläpuolelle, itäiselle raiteelle suunnitellun tavararaitteen liitosvaihteelle.

Pääradan itäpuolelle esitettiin suunnittelun alkuvaiheessa ratkaisua, jossa Lahden oikoradan suunnan liitokseen ratalinjaus osoitettiin suunnitellun tavararaitteen ja Lahden suunnan pääraiteen väliin. Tässä yhteydessä oli esitetty tavararaitteen siirtämistä uloimmaksi raiteeksi. Myös alueella nykyisin kulkevaa Kytömaantietä olisi ollut tarpeen siirtää.

Suunnittelun aikana laadittiin vaihtoehtoinen linjaus, jossa Lahden suunnan raide sijoittui Kytömaantien itäpuolelle. Ratkaisu mahdollisti Kytömaantien säilyttämisen nykyisellä paikallaan. Myöskään suunnitellun tavaraliikenneraiteen sijaintia ei tarvitse muuttaa. Ratalinjaus vie kuitenkin aiempaa suuremman alueen pellon pinta-alasta.



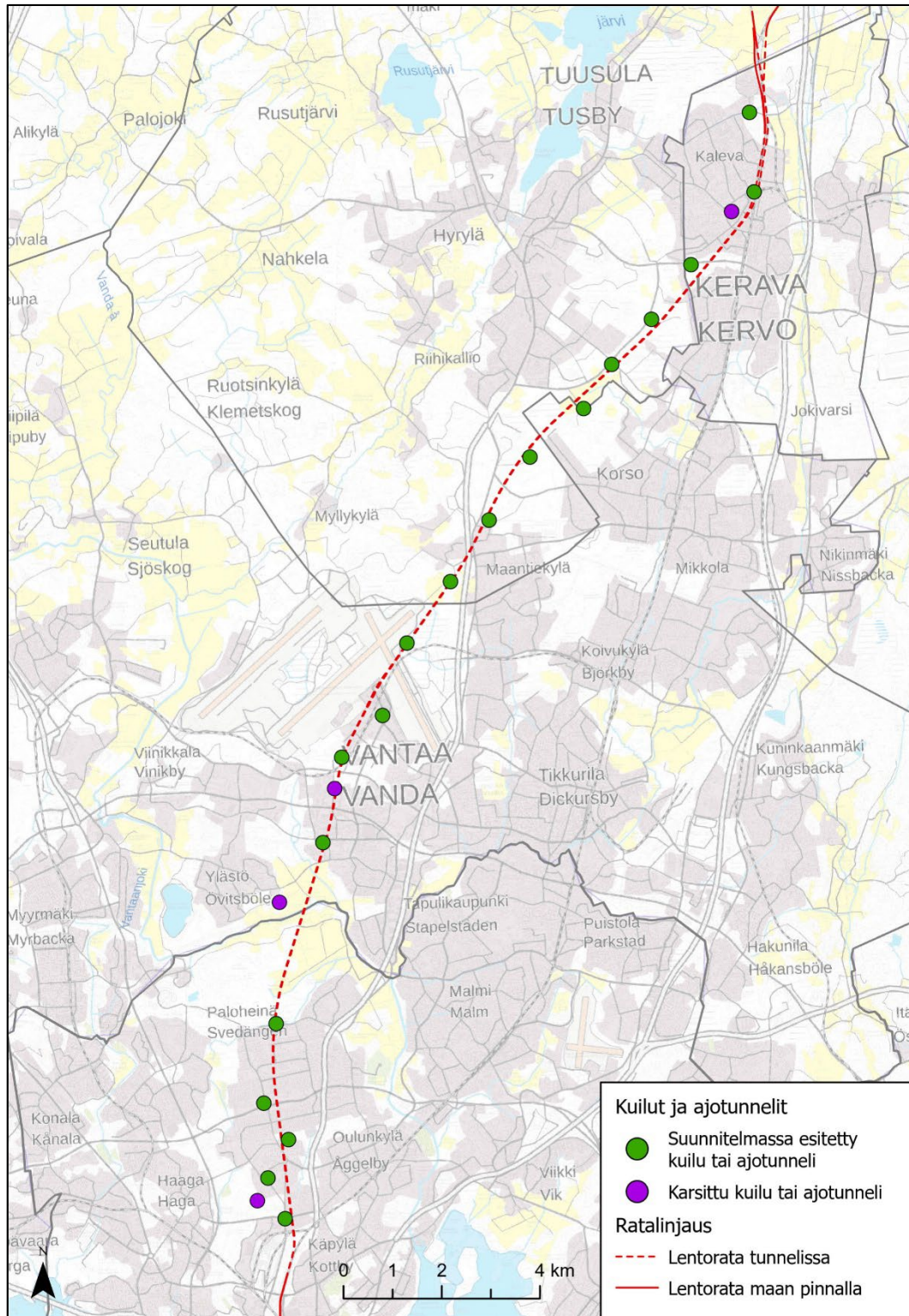
Kuva 3.8 Lahden suunnan raiteen vaihtoehtotarkastelu.

Ratkaisuvaihtoehtoja käytiin läpi Keravan, Tuusulan ja Järvenpään kuntien edustajien kanssa joulukuussa 2022. Kunnilla ei ollut esittää Kytömaantielle korvaavaa tieyhteyttä tai sijaintia, vaan toiveena oli vaihtoehto, jossa Kytömaantie säilyy nykyisellä paikallaan.

Tilaajan päätöksellä valittiin Lahden suunnan raiteen ulompi vaihtoehto suunnittelun pohjaksi.

3.4 Kuilut ja ajotunnelit

Radan maanpintayhteydet koostuvat tunnelin suuaukkojen lisäksi pystykuiluista ja ajotunneleista. Näiden mahdollisia sijainteja selvitettiin suunnittelun aikana karttatarkasteluna ja maastokäynnein. Tarkastelussa huomioitiin ajotunneleiden ja kuilujen tekniset vaatimukset (kuvattu luvussa 5) sekä arvioitiin mahdollisuuksien mukaan ympäristöstä tulevia rajoitteita sekä nykyistä ja tulevaa maankäyttöä.



Kuva 3.9 Suunnittelun aikana tutkitut ajotunneleiden ja kuilujen sijainnit

Suunnittelun aikana tunnistetuista mahdollisista kuilujen ja ajotunneleiden paikoista keskusteltiin Helsingin, Vantaan, Tuusulan ja Keravan kuntien edustajien kanssa keväällä 2023.

Keskustelujen perusteella alustaviin suunnitelmaratkaisuihin tehtiin seuraavia muutoksia:

- Helsingin alueella Lentoradan tunnelin suuaukon ja Pirkkolantien välillä tarkasteltiin mahdollisuutta kolmen nykyisen tunnelin suuaukon hyödyntämiseen. Näistä Maunulan liikuntahallin ajotunneli todettiin sijainniltaan parhaaksi mm. etäisyyden ja toteutettavuuden takia.
- Vantaan Tolkinkylään esitetty ajotunneli karsittiin pois alueen valtakunnallisten maisema-arvojen vuoksi.
- Vantaan Virkamiehen alueelle, Toisen Savun varteen esitetty ajotunneli ja kuilurakennus karsittiin pois, sillä kunnan edustajien mukaan esitetty paikka ei ollut maankäytön näkökulmasta mahdollinen.
- Vantaan Pakkalan kohteen osalta kunnan edustajat totesivat, että alueelle on mahdollista tutkia kuilun lisäksi myös ajotunnelin sijoittamista.
- Tuusulan Majaniemenmäen ja Uusikylän kohteiden osalta kuilujen ja ajotunnelin sijainteja on sovitettu yhteen Tuusulan Itäväylän aluevaraussuunnitelman päivityksen kanssa.
- Keravan keskustan alueella kunnan edustajat totesivat, että esitetty kuilun paikka Keskikadun ja Koulukujan kulmassa sijaitsevan pysäköintihallin vieressä ei ole mahdollinen, sillä alueella on vireillä asemakaavan muutos. Myöskään Väinämöisentien ja Kurkelankadun väliselle aseman liityntäpysäköintialueelle esitetty kuilun sijainti koettiin haastavaksi alueella sijaitsevien Kurkelan alueen huulevesijärjestelmien vuoksi. Uudet mahdollisen kuilun paikat löytyivät Kurkelankadun ja Vellamontien risteyksen kaakkoispuolelta ja radan itäpuolelta, radan ja Tervahaudanpolun välistä.

Suunnitelmassa esitetyt kuilut ja ajotunnelit on kuvattu tarkemmin luvussa 6.

4 Pääradan vaihtoehtotarkastelut

YVA-menettelyn aikana tutkittiin vaihtoehtona pääradan kapasiteetin ja toimintavarmuuden lisäämiseksi kahta pääradan lisäraidevaihtoehtoa:

- Pääradan 5. ja 6. raide
- Pääradan 5. raide

Vaihtoehdot perustuivat pääradan lisäraiteista Pasila–Kerava-välillä laadittuun aluevaraus selvitykseen (Liikennevirasto 2/2018).

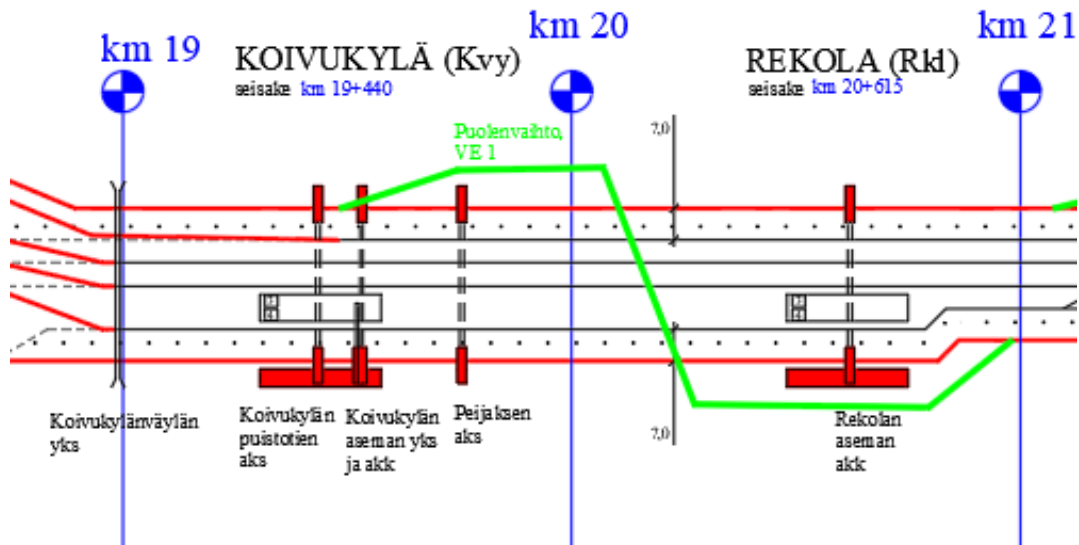
4.1 Pääradan 5. ja 6. raide

Väyläviraston laatimien 5. ja 6. raiteen vaihtoehdon liikenteellisten selvitysten yhteydessä todettiin, että aluevaraus selvityksessä (Liikennevirasto, 2018) esitetyn vaihtoehdon toteuttaminen edellyttäisi eritasossa kulkevan puolenvaihtoraiteen toteuttamista itäisimmän ja läntisimmän raiteen välille Tikkurilan ja Keravan välillä. Helsingin ratapihan liikennöintimalli ei olisi toimiva ilman eritasoratkaisua, koska junien käyttämien raiteiden järjestyksen tulisi olla Helsingin ratapihalla ja Keravalla erilainen.

Suunnittelun aikana tutkittiin alustavalla tasolla puolenvaihtoraiteen mahdollisia sijainteja. Lähtökohtana oli rakennusten ja infran purkamisen välttäminen. Pääradan alittavassa ratkaisussa haasteena olivat pääradan nykyisin alittavat poikittaiset tie- ja katuyhteydet, joiden alitse ris-teävä raide on sijoitettava. Tämä johtaa uuden raiteen osalta siihen, että raide on sijoitettava yli 15 metrin syvyyteen nykyisestä raiteesta. Tie- ja katuyhteyksiä sekä rumpuja on alueella varsin taajaan, noin 900 m:n välein, jolloin pituuskaltevuudet olisivat kasvaneet suuriksi ja lisäksi raide olisi koko ajan kaarteessa, jolla olisi negatiivinen vaikutus junien kulkuun.

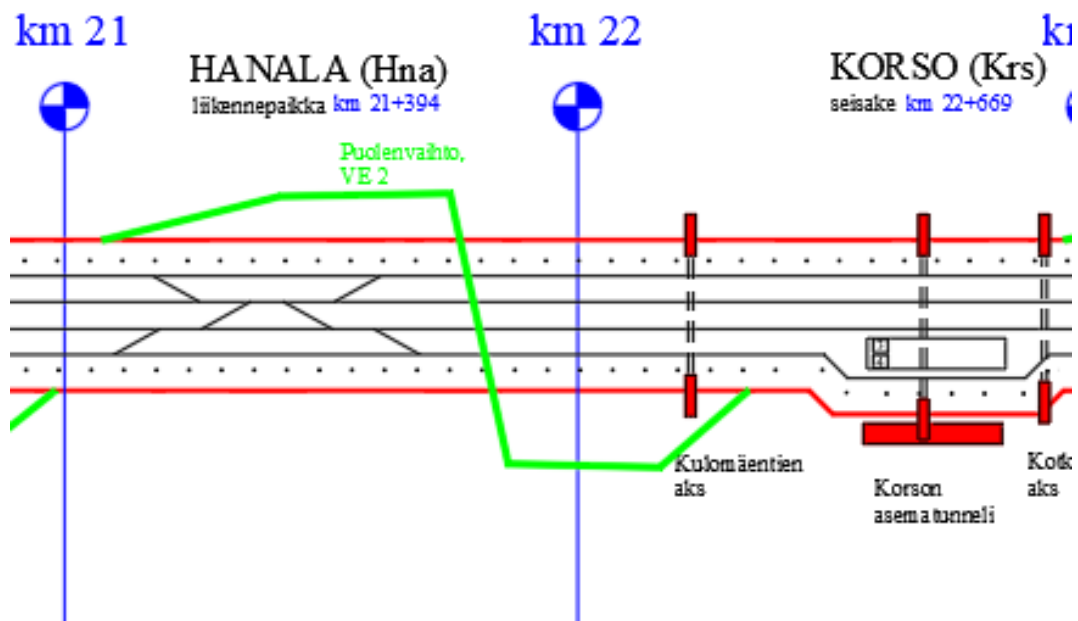
Maanpäällisenä puolenvaihtoraide edellyttää pitkiä vinottaisia siltoja ja pääradan raiteiden levittämistä välituennan takia.

Ensimmäinen ylikulkusiltavaihtoehto (VE1) sijoittui kmv 19+500 – 21+000, Koivukylän ja Rekolan väliselle alueelle (Kuva 4.1; Liite 10, kartta 14).



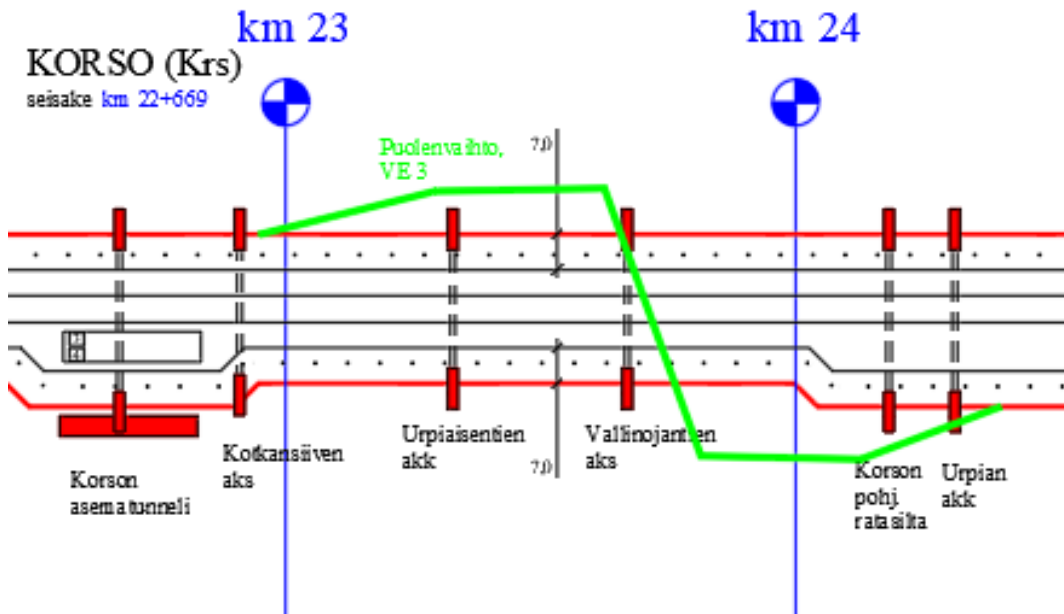
Kuva 4.1 VE1, ylikulkusiltavaihtoehto Koivukylän ja Rekolan välillä

Toinen ylikulkusiltavaihtoehto (VE2) sijoittui kmv 21+000 – 22+400, Hanalan ja Korson väliselle alueelle (Kuva 4.2; Liite 10, kartta 15).



Kuva 4.2 VE2, ylikulkusiltavaihtoehto Hanalan ja Korson välillä

Kolmas ylikulkusiltavaihtoehto (VE3) sijoittui kmv 23+000 – 24+300, Korson ja Urpian alikulun väliselle alueelle (Kuva 4.3; Liite 10, kartta 16).



Kuva 4.3 VE3, ylikulkusiltavaihtoehto Korson ja Urpian alikulun välillä

Vantaan kaupungin kanta oli, että mikään edellä esitetyistä vaihtoehtoista ei ole toteutuskelpoinen suurten maankäyttövaikutusten takia.

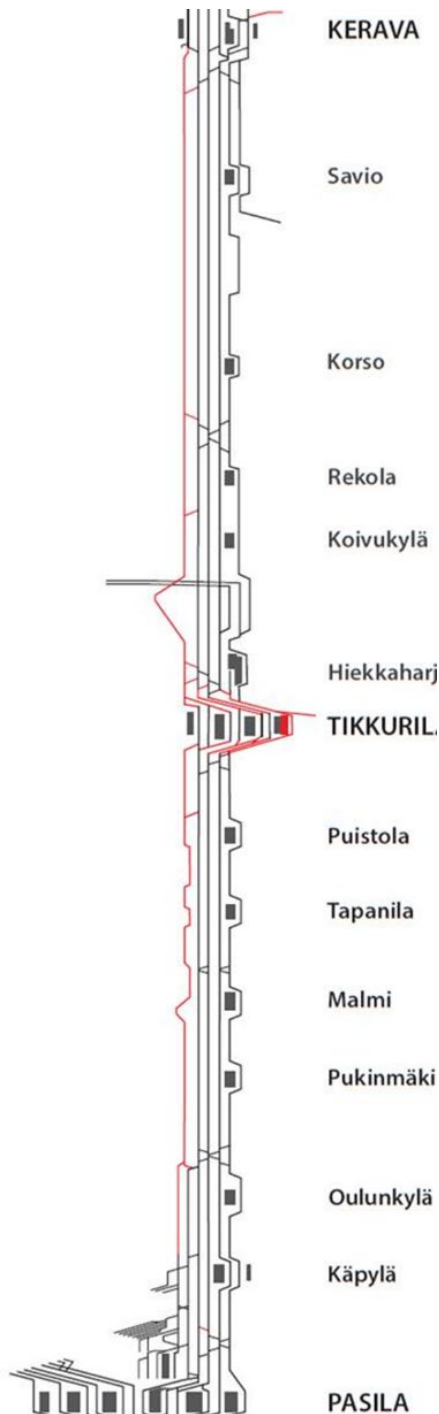
Puolenvaihtoraiteen alustavien tarkastelujen perusteella hankkeesta vastaava, käytyään keskusteluja Väyläviraston ja Vantaan kaupungin kanssa, ehdotti yhteysviranomaiselle vaihtoehdon jättämistä pois YVA-menettelystä todennäköisesti erittäin merkittävien yhdyskuntarakenteeseen, maankäyttöön ja aineelliseen omaisuuteen liittyvien vaikutusten vuoksi. Vantaan kaupungin ja yhteysviranomaisen kanssa pidetyssä kokouksessa todettiin, että pääradan 5. ja 6. raiteen vaihtoehto voidaan karsia YVA:n vaihtoehtoasetelmasta. Karsinnan perustelut on esitetty YVA-selostuksen liitteessä.

4.2 Pääradan 5. raide

Pääradan 5. raiteen vaihtoehto on muodostettu aiemmin laaditun 5. ja 6. raiteen aluevaraus selvityksen (Liikennevirasto, 2018) pohjalta. Suunnittelun aikana on tarkistettu muun muassa lisäraiteen edellyttämät muutokset rautatiealueen leveyteen ja vaikutukset nykyiseen maankäyttöön. Viides raide on pääasiallisesti uutta rakennetta koko matkaltaan. Radan suunnitelmakartat on esitetty liitteessä 10.

Vaihtoehdossa uusi raide sijoittuu pääradan nykyisten raiteiden länsipuolelle lukuun ottamatta Tikkurilan aseman kohtaa, jossa uusi raide sijoittuu nykyisten raiteiden itäpuolelle. Lisäraide alkaa Käpylän aseman pohjoispuolelta ratakilometritä 6+200 ja päättyy Keravalle ratakilometritä 28+700. Sähköradan osalta joudutaan olemassa oleviin rakenteisiin tekemään muutoksia, jotka pääasiallisesti tapahtuvat liitosalueilla sekä

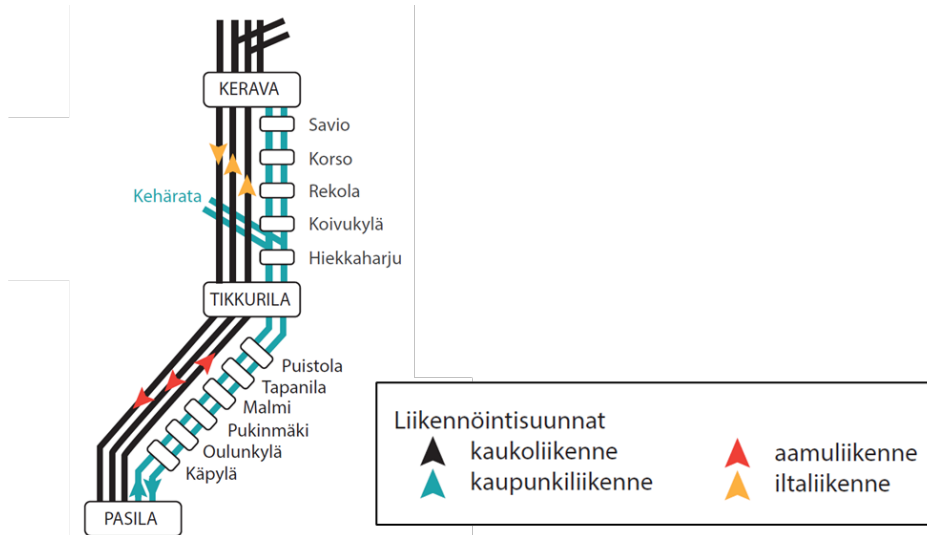
ahtaissa paikoissa, kuten silloilla. Rata-alueeksi lunastettavia maa-alueita arvioidaan olevan linjauksen varrella noin 2,5 ha.



Kuva 4.4 Pääradan 5. raide

Viidennen raiteen myötä kauko- ja lähijunilla olisi kaksi raidetta käytössä ruuhkasuuntaan. Keskimmäisen kaukoliikenneraiteen liikennöintisuunta vaihtuisi keskellä päivää. Liikennesuunnittelun tarkastelujen perusteella viisiraitaisen radan tehokas ja eri suuntien konflikteista vapaa liikennöinti ei ole mahdollista maltillisilla muutoksilla Pasilan, Tikkurilan ja Keravan liikennepaikkojen nykyisiin vaihde- ja raidejärjestelyihin. Kyseiset

liikennepaikat täytyisi suunnitella ja rakentaa hyvin suurilta osin uudelleen. Radan liikenteellistä toimivuutta on kuvattu tarkemmin luvussa 7.



Kuva 4.5 Pääradan 5. raiteen vaihtoehdon liikennöintimalli. Mustalla on esitetty kaukojunien sekä Riihimäen ja Lahden lähijunien käyttämät raiteet, turkoosilla kaupunkiliikenteen raiteet.

Lisäraide sijoittuu tiiviisti rakennettuun ympäristöön, osittain asemakaavojen mukaiselle rautatiealueelle. Uuden raiteen rakentaminen edellyttää noin 10 rakennuksen purkamista, siirtämistä tai muuttamista. Merkittävimpiä näistä ovat Pukinmäessä sijaitseva ravintolarakennus, Tapanilan omakotialueella sijaitsevat talous- ja sivurakennukset, Tikkurilan kaksi liike- ja toimistorakennusta sekä Koivukylän taksiasema. Tapanilan aseman kohdalla sillan jatkaminen edellyttää katetun nousuluiskan muutosta Tapanilan työväentalon tontin kohdalla. Lisäksi rautatiealue levenee Korson suojellun asemarakennuksen lähelle ja rakennukseen kohdistuu mahdollisesti muutostöimenpiteitä.

Rakennuksiin kohdistuvien toimenpiteiden lisäksi lisäraiteen toteuttaminen edellyttää Käpylän ja Keravan välillä

- lukuisien siltojen ja alikulkujen levennyksiä
- katujen ja jalankulun ja pyöräilyn väylien siirtoja
- muutoksia useiden asemien katoksiin ja portaikkoihin
- muutoksia pysäköintialueisiin

Pääradalla on kuitenkin myös pitkä osuuksia, joilla lisäraide mahtuu nykyiselle asemakaavan mukaiselle rautatiealueelle. Vaihtoehdon vaikutukset nykyiseen maankäyttöön, rakenteisiin ja luontoon on kuvattu tarkemmin YVA-selostuksessa.

5 Rautatietunnelin suunnittelun periaatteita

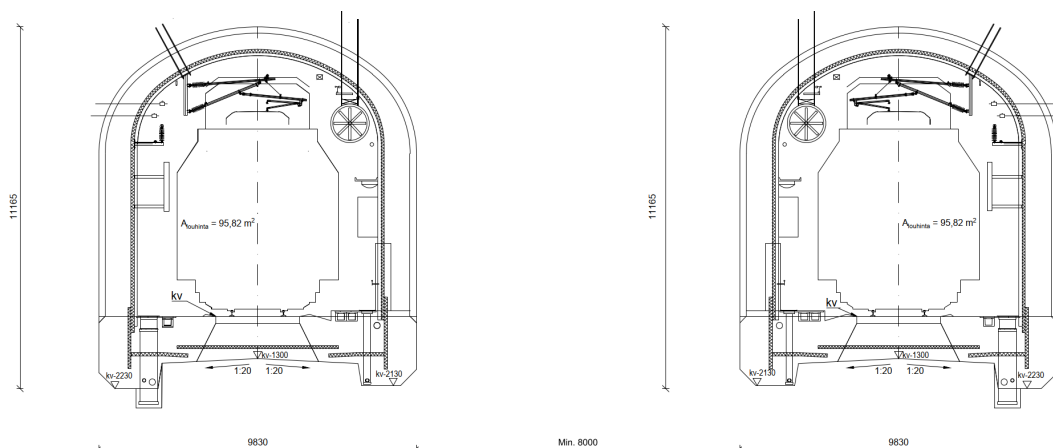
5.1 Yleistä

Lentoradan rautatietunneli on runkorakenteeltaan pääosin kalliotunneli, jossa kantava rakenne on tunnelia ympäröivä lujitettu kallio. Suuaukoilla avokaukalo-osuuksien jälkeen tunneli on kaivantoon rakennettu betonitunneli, jossa kantava rakenne on teräsbetonia. Betonitunneleita tarvitaan sille osuudelle, jossa tunnelin syvyys suhteessa paikalliseen kalliopinnan korkeusasemaan ei vielä mahdollista kalliotunnelin toteuttamista.

Ratatunneleiden poikkileikkaus noudattaa periaatteiltaan YTE:n (Euroopan unionin rautatiejärjestelmän rautatietunneleiden turvallisuutta koskeva yhteentoimivuuden tekninen eritelmä) ja RATO 18 (Väyläviraston ratateknisten ohjeiden osa 18 Rautatietunnelit) periaatteita.

Rautatietunneli koostuu kahdesta erillisestä ratatunnelista eli molemmat raiteet kulkevat omissa rinnakkain olevissa ratatunneleissa. Ratatunneleita yhdistää määrävälein rakennettavat yhdyskäytävät.

Kalliotunneli pyritään suunnittelemaan niin syvälle, että kalliokatto ei edellytä erikoisrakenteita, vaan se voidaan pääosin lujittaa normaalein kalliorakennustoimenpitein. Kalliotunneli on mahdollista toteuttaa huomattavan ohuellakin kalliokattopaksuudella, mutta tässä suunnitteluvaiheessa kalliokaton vähimmäispaksuutena on pyritty pitämään 10 metriä suuaukkoalueita lukuun ottamatta. Vierekkäisten ratatunneleiden välisen kallio kannaksen vähimmäisetäisyytenä on tässä vaiheessa pidetty vähintään 8 metriä. Kalliotunnelin tilavarauksessa on varauduttu verhouksrakenteeseen eli veden- ja lämmöneristeeseen koko matkalta. Poikkileikkaus mahdollistaa myös runkomelumaton asentamisen koko matkalle. Kohteet tarkentuvat jatkosuunnittelussa.



Kuva 5.1 Kalliotunnelin alustava tyyppipoikkileikkaus.

Yleistä termistöstä (RATO 18.2.1):

- *Ratatunneli* on yhdellä tai useammalla raiteella varustettu junaliikenteen käytössä oleva tunneli, jota raiteiden lukumäärän perusteella kutsutaan yksiraiteiseksi, kaksiraiteiseksi jne.
- *Rautatietunneli* on radan ympärillä oleva rakenne, jonka avulla rautatie voi kulkea esimerkiksi kallion, rakennusten tai veden läpi. Rautatietunneli käsittää yhden tai useamman ratatunnelin, ratatunneleihin liittyvät muut tunnelit tai kuilut, tunneleiden suuaukkorakenteet, kuilujen yläpäiden rakenteet, tekniset ja turvallisuustilat sekä tiloihin ja tunneleihin asennetut laitteet ja tekniset järjestelmät. Rautatietunneliin kuuluvat myös ratatunneleiden avoleikkaukset siinä laajuudessa kuin kuivatus-, tie-, kunnossapito-, huolto- ja turvallisuusjärjestelyt edellyttävät.

5.2 Tunnelin turvallisuusratkaisut ja -järjestelmät

5.2.1 Yleistä

Ratatunneleita yhdistää määrävälein rakennettavat yhdyskäytävät, joiden avulla voidaan evakuointitilanteessa siirtyä toiseen ratatunneliin. Niihin myös sijoitetaan rautatietunneliin liittyvää tekniikkaa.

Lentoradan tunnelin molemmille suuaukoille sekä osaan kuiluista suunnitellaan palontorjuntapisteet. Palontorjuntapisteiden keskinäinen etäisyys saa olla enintään 5 kilometriä.

Tässä suunnitteluvaiheessa tunnelin turvallisuusratkaisuista ei ole neuvoteltu pelastusviranomaisen kanssa.

5.2.2 Pystykuilut, yhdyskäytävät ja muut tekniset tilat

5.2.2.1 Yhdyskäytävät

Suunnittelussa yhdyskäytävien keskinäisenä etäisyytenä on pidetty 250 metriä perustuen mm. Kehäradan ja Länsimetron kokemuksiin, mutta lopullinen yhdyskäytävien etäisyys tarkentuu myöhemmin tehtävässä poistumisaika- ja evakuointisimuloinnissa. Molempiin ratatunneleihin suunnitellaan poistumistie koko tunnelin pituudelle.

Keravan päässä noin kilometrin mittaisella osuudella toinen raide kulkee maan pinnalla/avokaukalossa toisen (itäisemmän) kulkiessa kalliotunnelissa. Näillä osin poistuminen yhdyskäytävällä viereiseen ratatunneliin ei ole mahdollinen, joten YTE:n mukainen poistuminen tulee ratkaista toisin. Ratkaisuvaihtoehtoja voi olla esimerkiksi poistumisreitti ulos (esim. radan ali toisen raiteen kaukaloon sivusta ulos), osastoitu poistumistie tunnelin sivussa junan törmäyskuormat huomioiden, kahden poistumistien käyttö tai muu tekninen ratkaisu. Ratkaisu tulee tarkentaa jatkosuunnittelussa

ja myöhemmin osoittaa toimivuus poistumisaika- ja evakuointisimuloinnilla.

5.2.2.2 Pystykuilut

Rautatietunneliin tarvitaan suuaukkojen lisäksi yhteyksiä maan pinnalle paineen tasauksen, savunpoiston, tekniikan ja huollon sekä hätäpoistumisen tarpeisiin. Yhteydet on suunniteltu toteutettavaksi pystykuiluina ja ajotunneleina.

Suunnittelun alkuoletuksena oli yhdeksän pystykuilua. Pohjautuen aiempiin hankkeisiin ja laskelmiin pyrittiin suunnittelussa löytämään kuilupaikat noin 1,5 km etäisyydellä toisistaan ja mieluiten alle 200 m etäisyydellä ratalinjasta. Ainoastaan Helsingin ja Vantaan rajalla Paloheinän ja Pakalan välillä ei maanpinnalta löytynyt mahdollista kuilun paikkaa, joten kuiluväli on tällä osin pidempi ja edellyttäneek teknistä ratkaisua vesien hallinnan osalta ja mahdollisesti myös aerodynamiikan kannalta.

Pystykuiluihin sijoitetaan paineentasauksen ja savunpoiston kuilu (2 x 25 m²), portaikko, tekninen kuilu (2 m²) sekä portaan paineistaminen. Osaan kuiluista sijoitetaan myös palomieshissi.

Suunnittelun tilavarauksissa on kaikkien kuilujen osalta tilavarauksissa varauduttu palontorjuntapisteeseen, sillä tässä suunnitteluvaiheessa ei ole varmuutta siitä mitkä kuilut toteutetaan ja missä on ajotunneleiden liitoskohdat. Suunnitelmassa ei ole suunniteltu palontorjuntapisteen vedenkapasiteetin turvaamista.

Pystykuilun maanpäällisen rakennuksen koko riippuu valitusta ratkaisusta tekniikan sijoittamisen suhteen: savunpoisto- ja varavoimakoneisto voidaan sijoittaa joko maanpäälliseen rakennukseen tai pystykuilun alapään välittömään läheisyyteen louhittavaan kalliotilaan. Sijoitettaessa savunpoistokonehuone maan päälle on maanpäällinen rakennus suurempi, mutta investointikustannuksiltaan edullisempi ja laitteistojen huolto sekä koekäyttö helpompaa kuin sijoitettaessa savunpoistokonehuone tunnelitasolle kalliotilaan. Tällöin vastaavasti kuilurakennus on pienempi, mistä voi olla etua esimerkiksi kaupunkikuvan kannalta.

Kuvissa 5.2 ja 5.3 on esitetty esimerkkejä pääkaupunkiseudulla sijaitsevista raidehankkeiden kuilurakennuksista.



Kuva 5.2 Vantaan Aviapoliksessa sijaitseva Kehäradan tekninen kuilurakennus, jossa ratatunnelia palvelevaa tekniikkaa on sijoitettu maanpäälliseen rakennukseen. Maanpäällisen rakennuksen pituus on noin 33 metriä, leveys noin 8 metriä ja korkeus noin 18 metriä. (Kuva: Sitowise Oy)



Kuva 5.3 Esimerkki Lauttasaarella sijaitsevasta Länsimetron kuilurakennuksesta, jossa ratatunnelia palvelevaa tekniikkaa on viety mahdollisimman paljon maan alle. Maanpäällisen rakennuksen pituus on noin 16 metriä, leveys noin 12 metriä ja korkeus noin 4 metriä. (Kuva: Sitowise Oy)

Kuilujen pohjapiirrokset on esitetty liitteessä 4. Kuilujen toiminnot edellyttävät maanpinnalta tiloja toimintojen turvaamiseksi. Tilatarpeet ja ympäristöalueiden yhteiskäytön mahdollisuudet tarkentuvat jatkosuunnittelun yhteydessä.

5.2.2.3 Muut tekniset tilat tunnelissa

Ratatunnelin edellyttämät tekniset järjestelmät pyritään sijoittamaan yhdyskäytäviin ja kuilujen alapuolisiin tiloihin. Tarvittaessa tunneliin louhitetaan syvennyksiä (esim. muuntajat), pumppaamoita ja muita tarvittavia tiloja siltä osin, kun niitä ei voida sijoittaa em. tiloihin.

5.2.3 Lämmitys ja jäähdytys

Ratatunnelia ei lämmitetä.

Tunnelin yhteydessä olevat laitetilat varustetaan tilakohtaisilla sähkölämmityspattereilla. Tiloissa, jotka ovat yhteydessä ulkoilmaan voidaan lämmityksessä hyödyntää energiatehokkaita ratkaisuja kuten ilmalämpöpumppeja. Ilmalämpöpumput mahdollistavat myös jäähdytystoiminnon, mikä laitetoissa on lämpökuormaa. Poistumisportaiden yläpää tulee lämmittää liukkauden ja jäätymisen estämiseksi.

Ratatunnelissa jäätymiselle alttiit putket ja laitteet varustetaan saatto- lämmityksellä ja koteloimalla paikallisesti.

Kuilujen yhteyteen pyritään sijoittamaan laitetilat, joiden jäähdytyskuorma on merkittävä. Tällöin jäähdytystarve saadaan keskitettyä yhdelle alueella ja jäähdytykseen voidaan hyödyntää kuiluyhteyttä maanpinnalle.

5.2.4 Vesi, viemäri ja palovesi

Tunnelissa ei ole käyttöveden tarvetta. Käyttövesipisteet keskitetään asemalle. Mikäli tunnelissa tarvitaan vettä, käytetään palopostiverkostoa vesilähteenä.

Palovesiverkoston syöttöpisteet ja palovesiasemat toteutetaan tunnelin suuaukoille, pystykuilujen maanpinnan tasolle ja asemille. Palopostit sijoitetaan tunnelissa ensisijaisesti yhdyskäytäviin, josta ne palvelevat yhtäläisesti molempia tunneleita. Palovesiverkosto tulee olla suljettavissa pituussuuntaan jokaisen yhdyskäytävän kohdalta.

Tunnelissa ei ole jätevesiviemäriä.

Hulevesiviemäröinti ja tunnelin kuivatusjärjestelmä kerää kaikki tunnelin sisäpuoliset vedet varoaltaisiin, josta vedet pumpataan edelleen kunnalliseen viemäriverkkoon tai maastoon. Varoallaspumppaamoihin asennetaan veden laadun seurantaan vaadittavat mittalaitteet. Mikäli veden laadussa havaitaan poikkeamia, pumppaus keskeytetään ja veden annetaan kerääntyä varoaltaisiin. Varoaltaat toimivat myös

sammutusjätevesialtaina. Varoaltaiden mitoitus on tyypillisesti yhden vuorokauden laskennallinen vesimäärä tai vähintään onnettomuustilanteen sammutusvedet ja mahdollisesti onnettomuustilanteessa vuotavat kemikaalit, joita henkilöratana toimivassa Lentoradassa ei pitäisi olla. Viemäriin soveltumattomat vedet kerätään esim. säiliöautoilla ja vietään jatkokäsittelyyn.

Kuivatusviemäri tehdään kaksoisviemärinä siten, että mahdollinen putken yksittäinen vika tai tukkeutuminen ei estä vesien virtausta järjestelmässä. Poistumiskäytävät, portaikot, kuilut ja tarvittaessa laitetilat liitetään osaksi radan viemärintijärjestelmää.

Ulkopuolisia vesiä ei päästetä tunneliin, vaan ulkoalueiden vedet viemäroidään erikseen ja liitetään paikalliseen viemärintijärjestelmään.

5.2.5 Ilmanvaihto ja savunpoisto

Tunneleiden ilmanvaihto toteutetaan pitkittäisilmanvaihdon periaatteella. Tunnelin kattoon asennetaan tasaisin välein impulssipuhallinryhmiä, joilla ilma saadaan tunnelissa virtaamaan suuaukolta kuilulle, tai päinvastaiseen suuntaan.

Tunneleihin on sijoitettu poistoilmakuiluja maan pinnalle määrävälein. Aseman molemmille puolille sijoitetaan savuosastoivat ovirakenteet, joilla poistoilmakuilu voidaan eristää halulta puolelta muusta tunneliosuudesta.

Yhdystunnelit toimivat uloskäytävinä ratatunnelista toiseen onnettomuustilanteissa. Yhdystunneleihin asennetaan ilmanvaihtolaitteet, joilla tila ylipaineistetaan onnettomuustilanteessa. Näin estetään savun virtaus tunnelista toiseen. Normaalitylanteissa laitteistoa käytetään yhdystunnelin perusilmanvaihdossa.

Tunnelin savunpoisto tapahtuu tunnelin impulssipuhaltimien ja kuiluissa olevien savunpoistopuhaltimien avulla. Aseman savunpoisto hoidetaan erillisillä järjestelyillä. Aseman ilmanvaihto ja savunpoisto toteutetaan rakennusmääräysten mukaan kuitenkin siten, että laiturialue vastaa olosuhteiltaan lähinnä tunnelin olosuhteita.

5.2.5.1 Ilmanvaihdon toiminta

Normaalitylanteessa ilmanvaihto tunnelissa toimii junan mäntävaikutuksesta. Ilman liikettä tehostetaan tarvittaessa, esimerkiksi huoltotoimien aikana, suuntapainepuhaltimilla (pikittäisilmanvaihto).

Junan aiheuttaman paineenvaihtelun hallitsemiseksi tunneliin kuilujen yhteyteen varataan riittävät tilat paineentasauskuiluille. Paineentasauksen hallinta korostuu erityisesti asemalla, joissa yhteydet muihin tiloihin ja laiturialueen oleskelu tilat ovat alttiina paineenvaihtelulle.

Paineentasauskuilujen mitoitus edellyttää aerodynaamista tarkastelua valitulla geometrialla ja junakalustolla, jonka jälkeen suunnitelma tältä osin tarkentuu.

Aseman ja tunnelin ilmanvaihto toimii erillisenä siten, että laiturialueella sallitaan aseman ja tunnelin ilman sekoittuminen ja sisäilmaolosuhteiden muutokset.

Sähkötilojen ja poistumiskäytävän ilmastoinnin tarkoitus on turvata riittävä ilmanvaihto, ja silloin kun mitoitus sallii, tuoda riittävä ulkoilma/jäähdytysilma sähkölaitteiden jäähdytykseen.

Muulla kuin kuilujen yhteydessä sähkötilojen, pumppaamojen ja yhdyskäytävien tuloilmapuhallin ottaa ilman ratatunnelista ja kierrättää sitä huonetiloissa. Poisto tapahtuu ylipaineella takaisin ratatunneliin. Kuilujen yhteydessä olevien laitetilojen tuloilma pyritään ottamaan maanpinnalta, jolloin näiden tilojen ilmanvaihto varmistetaan myös esim. palotilanteissa.

Sähköiset jälkilämmityspatterit pitävät tuloilman riittävän lämpimänä kylmänä ajanjaksona.

5.2.5.2 *Savunpoiston toiminta*

Savut poistetaan tunnelista välikuilujen kautta viereiseen tunneliin. Vastaavasti korvausilma otetaan viereisen pystykuilun tai aseman kuilurakennuksen kautta.

Savunpoiston toimintaperiaate ja ensisijainen toimintasuunta on tarkastettava kokonaisuutena tulevissa suunnitteluvaiheissa.

Radan varren laitetilojen ja vastaavien savutuuletus hoidetaan ratatunnelin kautta

Onnettomuustilanteissa, viereisen (puhtaan) tunnelin toimiessa turvallisena tilana, viereiseen tunneliin johdetaan puhdasta ilmaa hyödyntäen tunnelin suuntapainepuhaltimia.

5.2.6 Sähkönjakelu

Ratatunnelin pääsähkönjakelu toteutetaan 20 kV rengasverkkona jakelualueittain. Sähköliittymien osalta hyödynnetään pystykuilujen tiloja sekä mahdollisesti myös ajotunneleita. Savunpoistoa varten ratatunneli varustetaan varavoimaverkolla, joka toteutetaan dieselkäyttöisten varavoimakoneiden avulla.

Pienjännitejakelu toteutetaan yhdyskäytävien yhteyteen sijoitettavien varmistamattomien ja varavoimalla varmistettujen sähkökeskusten kautta kyseiselle palvelualueelle.

Lisäksi kriittisten järjestelmien osalta häiriötön sähkönsyöttö varmenne- taan tarvittavin osin UPS-laitteistoilla, jotka sijoitetaan yhdyskäytävien ja pystykuilujen teknisiin tiloihin.

Ratatunneliin sijoitetaan pistorasiakeskuksia yhdyskäytävien yhteyteen sekä tunneleihin määrävälein pelastuslaitoksen ja huollon tarpeita varten.

5.2.7 Valaistusjärjestelmät

Ratatunneli, pystykuilut ja ajotunnelit varustetaan huolto- ja poikkeustilanteita varten riittävällä yleisvalaistuksella sekä määräysten mukaisella turva- ja merkkivalaistuksella.

5.2.8 Tele- ja tietojärjestelmät

Ratatunneli, pystykuilut ja ajotunnelit varustetaan seuraavilla tele- ja tietojärjestelmillä, joiden keskuslaitteet sijoitetaan pystykuilujen, yhdys- tunneleiden ja ajotunneleiden teknisiin tiloihin:

- paloilmoitinjärjestelmä
- tiedonsiirto/yleiskaapelointiverkko
- kameravalvontajärjestelmä
- rikosilmoitusjärjestelmä
- kulunvalvontajärjestelmä
- VIRVE/GSM-verkko
- äänievakuointi-/kuulutusjärjestelmä
- pelastuslaitoksen kenttäpuhelinjärjestelmä.

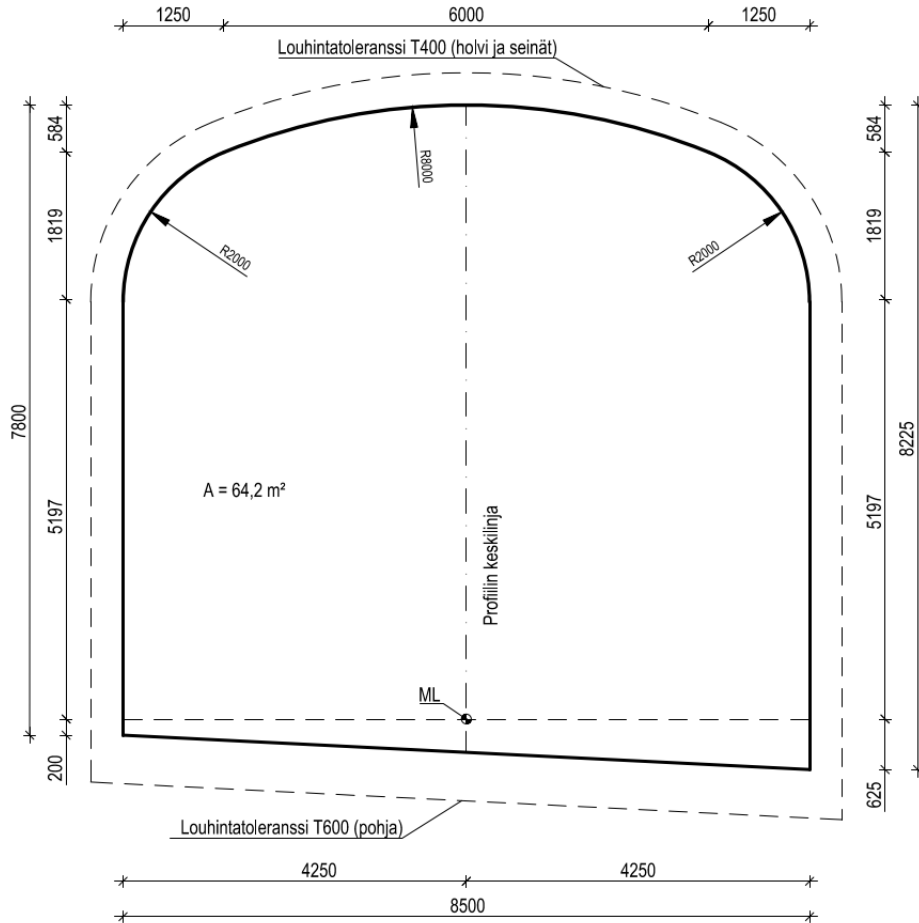
Yllä lueteltujen järjestelmien laajuus varmistetaan jatkosuunnittelun yhteydessä pelastuslaitoksen ja muiden sidosryhmien kanssa käytävillä neuvotteluilla.

5.3 Ajotunnelit

Ajotunneleita käytetään työnaikaisina rakentamisen reitteinä. Lisäksi niitä voidaan hyödyntää Lentoradan käytön aikana huoltoreitteinä sekä pelastuslaitoksen hyökkäysreitteinä ratatunnelitasolle.

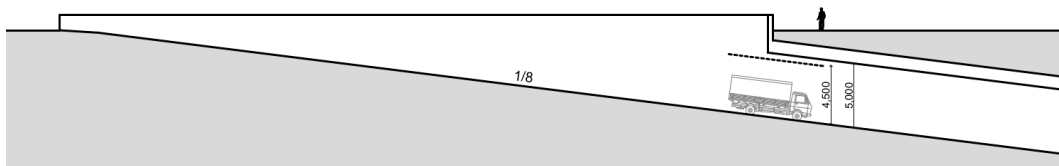
Suunnittelun lähtöoletuksena oli 6 ajotunnelia. Suunnittelun yhteydessä pyrittiin tunnistamaan mahdollisimman paljon potentiaalisia ajotunneleiden suuaukkopaikkoja tasaisesti pitkin ratalinjaa. Ajotunneleiden suuaukkojen ei tarvitse olla kiinni ratalinjauksessa, sillä tunnelin enimmäiskaltevuus ja maanpinnan sekä ratatunnelitason välinen korkoero edellyttävät ajotunnelilta joka tapauksessa tiettyä pituutta. Ylikeravantielle sijoitettava ajotunneli on suunniteltu toteutettavan poikkeuksellisesti vain työnaikaisena yhteytenä, joka suljetaan ja suuaukon ympäristö ennallistetaan rakentamisen valmistuttua, kun muut ajotunnelit on suunniteltu myös käytön aikaisia tarpeita varten.

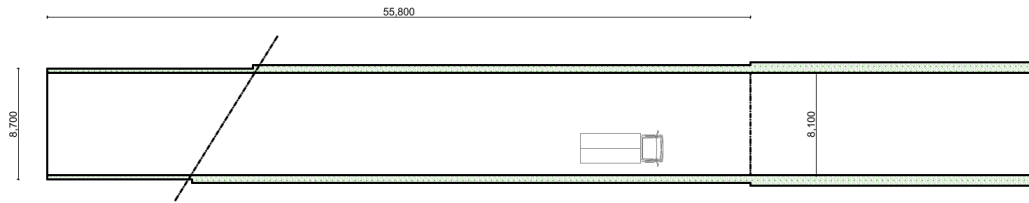
Ajotunnelin ohjeellisena poikkileikkauksena suunnittelussa on käytetty Pissararadan keskustan ajotunnelin profiilia, joka on mitoitettu huomioiden työnaikainen rakentaminen, huolto ja pelastuslaitoksen tarpeet (ks. Kuva 5.1.)



Kuva 5.4 Ajotunnelin louhinnan poikkileikkaus

Ajotunnelin edellyttämä rakenne maanpinnalla on riippuvainen maaston topografiasta; mikäli ajotunneli päästään rakentamaan esim. kallioseinää vasten, on suuaukkorakenne varsin huomaamaton. "Tasamaalta" rakennettaessa näkyvää on joko avoin kaukalo (ks. Kuva 5.5.) tai sen kattava rakennus (ks. Kuva 5.6.). Ajotunnelin kaltevuutena on käytetty samoin Pissararadan keskustan ajotunnelin kaltevuutta 1:8...8,33.



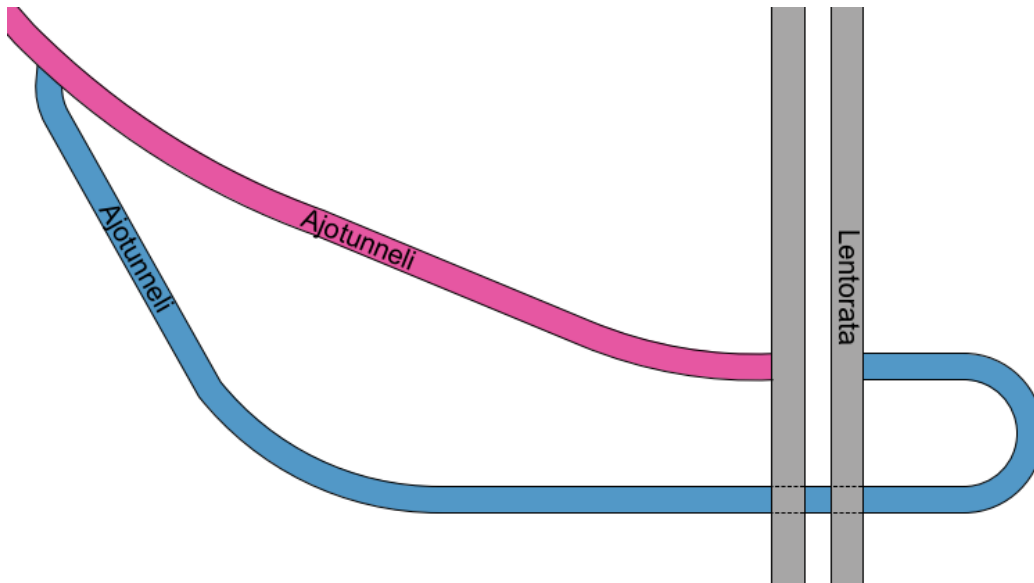


Kuva 5.5 Periaatepiirros ajotunnelin avoluiskasta



Kuva 5.6 Kehäradan ajotunnelin maanpintarakennus (Kuva: Sitowise Oy)

Ajotunneleihin tehdään ratatunnelitasolla tarvittaessa tasonvaihtojärjestelyt, jolloin ajotunnelista on ajoyhteys molempiin ratatunneleihin pelastuslaitoksen ja huollon tarpeisiin. Periaatepiirros ratkaisusta on esitetty seuraavassa piirroksessa (ks. Kuva 5.7.).



Kuva 5.7 Periaatepiirros ajotunnelin järjestelyistä, jossa radan alittavalla lenkillä mahdollistetaan ajoyhteys molempiin ratatunneleihin.

Maankäytön edelleen tiivistyessä tulevana vuosikymmeninä, on tulevaisuuden maanalaisten hankkeiden toteuttaminen entistä haastavampaa ajotunneliyhteyksien toteuttamisen vuoksi, mikä havaittiin myös Lentoradan ajotunneliyhteyksiä määritettäessä erityisesti Helsingin alueella. Vastuullinen ratkaisu on suunnitella uusien hankkeiden ajotunnelit siten, että niiden suuaukkoja voidaan hyödyntää myös myöhemmin rakennettavien maanalaisten hankkeiden toteutukseen. Myös Lentoradan ajotunnelit suositellaan suunniteltavan niin, että niiden suuaukkoja voidaan hyödyntää tulevaisuuden maanalaisten hankkeiden toteutuksessa. Tämä tarkoittaa huomioimista esimerkiksi tunneliprofiilissa ja kriittisten varusteluiden sijoittelussa.

6 Suunnitelma

6.1 Pasilan avorataosuus

6.1.1 Ratatekniikka

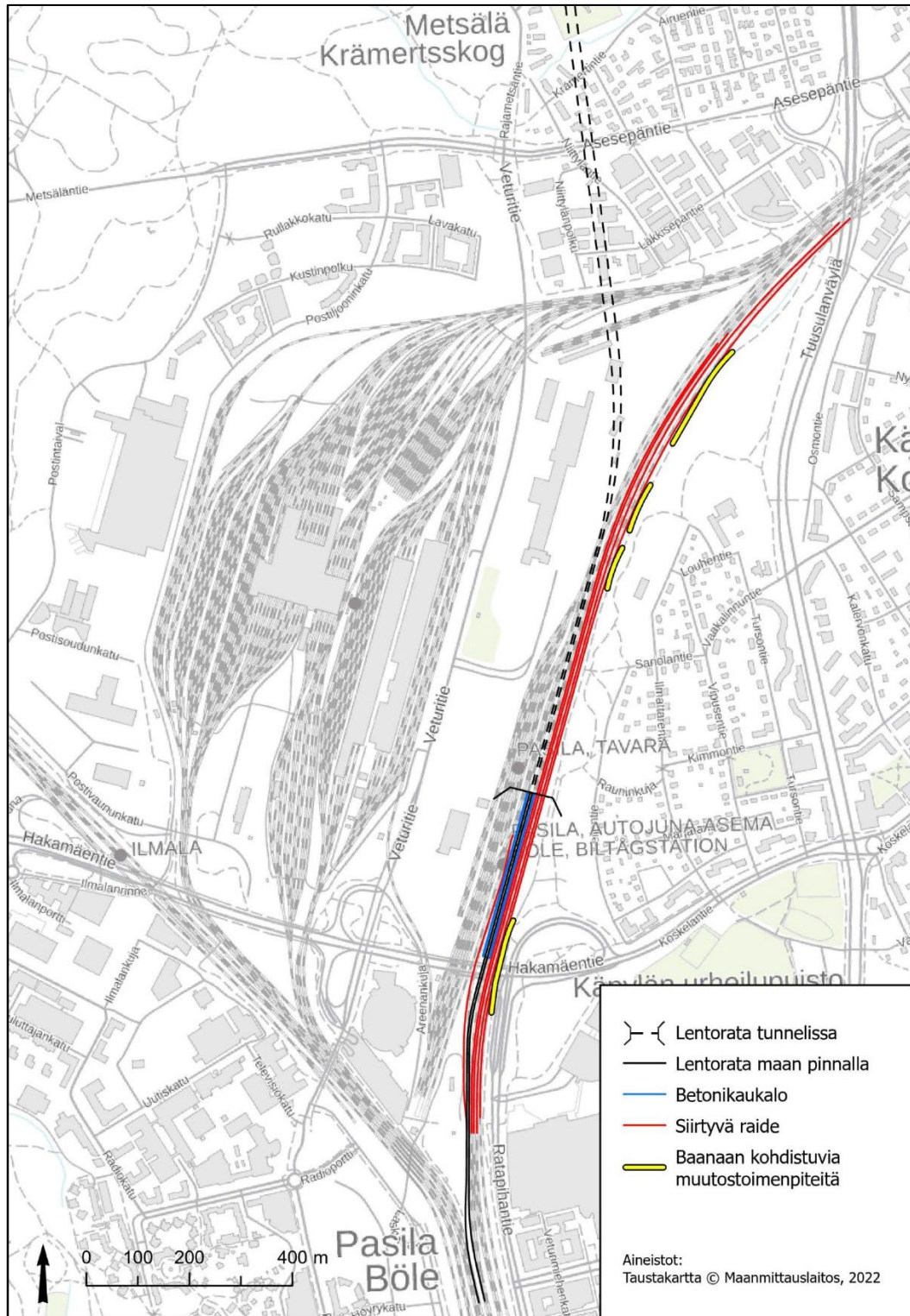
Pasilassa Lentoradan lähtö sijoittuu raiteille 5 ja 6, Pasilan kolmannen välilaiturin molemmille puolille ja pääradan ratakilometrille 3+500. Raiteet kaartuvat Haarakallion vieritse ja kalliota joudutaan hieman louhimaan. Haarakallion kohdilla sijaitsee yhteysvaihte Autojunaterminaalin puolelle sekä raiteenvaihtopaikka Lentoradan raiteiden välillä. Rata sijaitsee nykyisen ratapihan tasossa Koskelantien ylikulkusillalle (Metsämäentien silta) saakka, jossa sijaitsee taite ja raide laskeutuu 35 promillen pituuskaltevuudella alaspäin.

Ratageometria mahdollistaa junanopeuden 80 km/h.

Pääradan raiteet 460–463 autojuna-aseman kohdalla sijaitsevalla radan suoralla osuudella siirtyvät itään päin noin 7 m. Ratakilometreillä 5–6 olevassa kaarteessa raiteet otetaan nykyisiin linjauksiinsa kiinni.

Ratapihan nykyiset raiteenvaihtopaikat siirretään raiteiden mukana.

Lentoradan pohjoispuolelle otetaan vaihdeyhteys autojuna-aseman raiteille. Vaihte sijoitetaan kallioleikkauksen kohdalle.



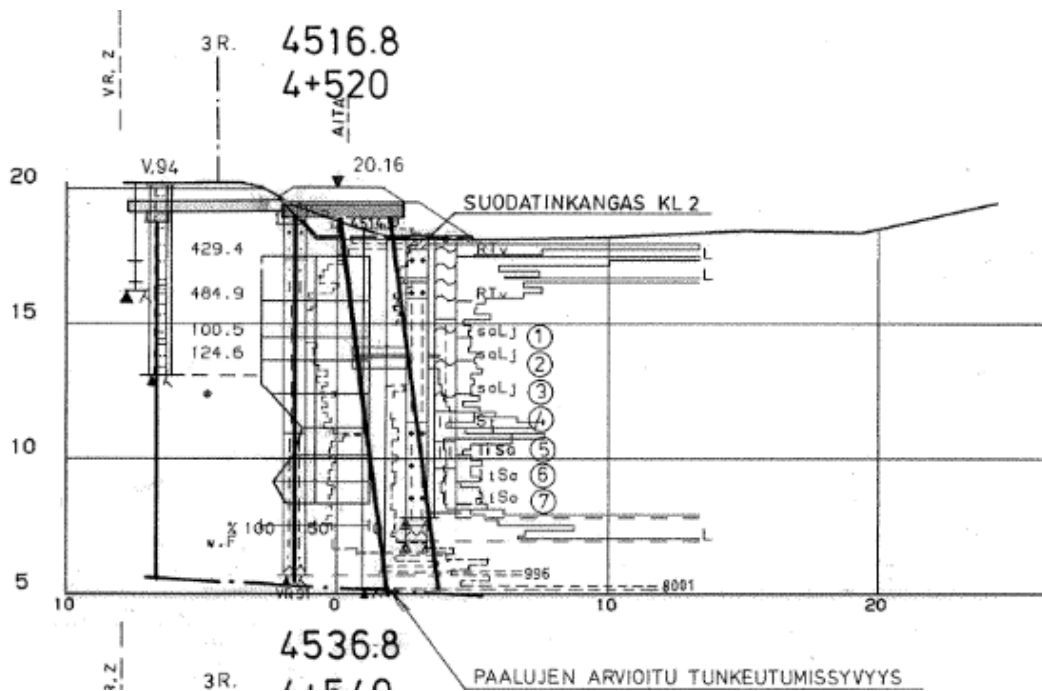
Kuva 6.1 Lentoradan liittyminen päärataan Pasilassa

6.1.2 Geotekniikka

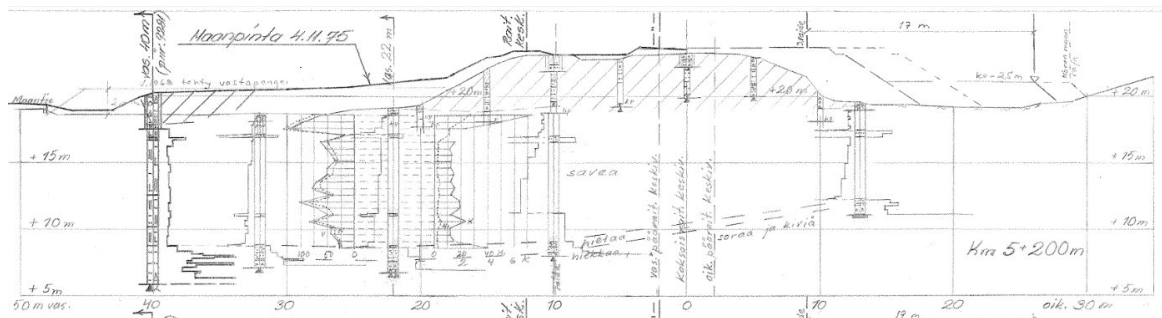
Pasilan avorataosuus sijoittuu Ilmalan junavarikon eli ns. Pasilan suon itäreunaan. Junavarikon raiteet ja rakennukset on eri vaiheissa perustettu paalulattojen ja paaluhatturakenteiden varaan sekä raiteiden ulkopuolisilla alueilla paikoin myös kalkkipilareille sekä esikuormitettu. Lisäksi

paaluhatturakenteille on tehty korjaustoimenpiteitä alueella tapahtuvan painumisen seurauksena. Alueella on jatkuva painumaseuranta. Ratapihalle sijoittuvissa luonnollisen maaperän päällisissä täytöissä on sekalaista täyttöä ja osin jätetäyttöä. Lentoradan suunniteltu linjaus sijoittuu todetun jätetäyttöalueen ulkopuolelle.

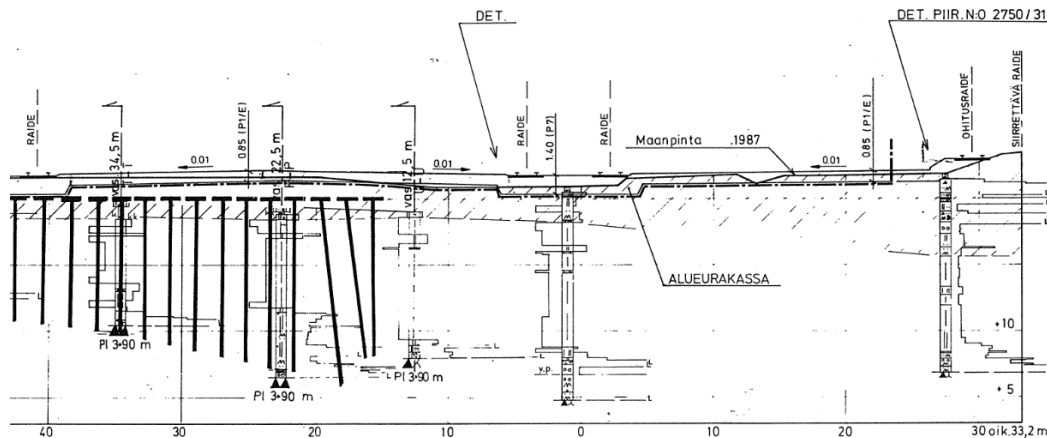
Tämän työn yhteydessä pyydettiin ratasuunnitelma-arkistosta nykyisten raiteiden suunnitelmat, mutta näistä ei varmuudella selvinnyt kaikkien Lentoradan linjauksen viereisten raiteiden perustamistapoja. Raiteet 4 ja 3 on perustettu saviosuuksilla paalulaatoille, muiden pääraiteiden alkuperäinen perustamistapa on maanvarainen kelluva pengeri. Alla otteita arkistopiirustuksista (Kuva 6.1...kuva 6.3.), joissa esitetty Lentoradan linjauksen läheisten raiteiden perustamistapoja.



Kuva 6.2 Arkistokuva 4034-12551-10: 4.linjaraide (v.1992). Itäisin raide välillä Helsinki-Oulunkylä. Poikkileikkaus noin Lentoradan pl 4560 kohdalta. Kuvassa näkyvän 3. raiteen paalulaatan suunnitelmia ei saatu arkistosta.



Kuva 6.3 Arkistokuva 4640-9281 (v.1959). 3.raiteen rakennussuunnitelma, pengeri maanvarainen ja vastapenger nykyisen 4. raiteen kohdalla.



Kuva 6.4 Arkistokuva 4034-12361-5-1 (v. 1986). Kuvassa oikeassa reunassa pääraiteiston raiteita maanvaraisesti kelluvalle penkereelle perustettuna.

Lentoradan suunnitellun linjauksen kohdalla nykyisten, melko tiiviiden täyttöjen paksuus vaihtelee noin 3...5 m välillä. Saven paksuus täytön alla on noin 3...7 m. Kallion päällä oleva hiekkamoreenikerros on paikoin erittäin tiivistä, sillä puristinheijarit ovat jääneet porakonekairausten päättymistasosta huomattavasti ylemmäksi. Tämä vaikeuttaa ponttiseinien käyttöä. Kallionpinna taso vaihtelee linjauksen kohdalla tasovälillä +18,5...-6,5 (maanpinta noin tasolla +20,5).

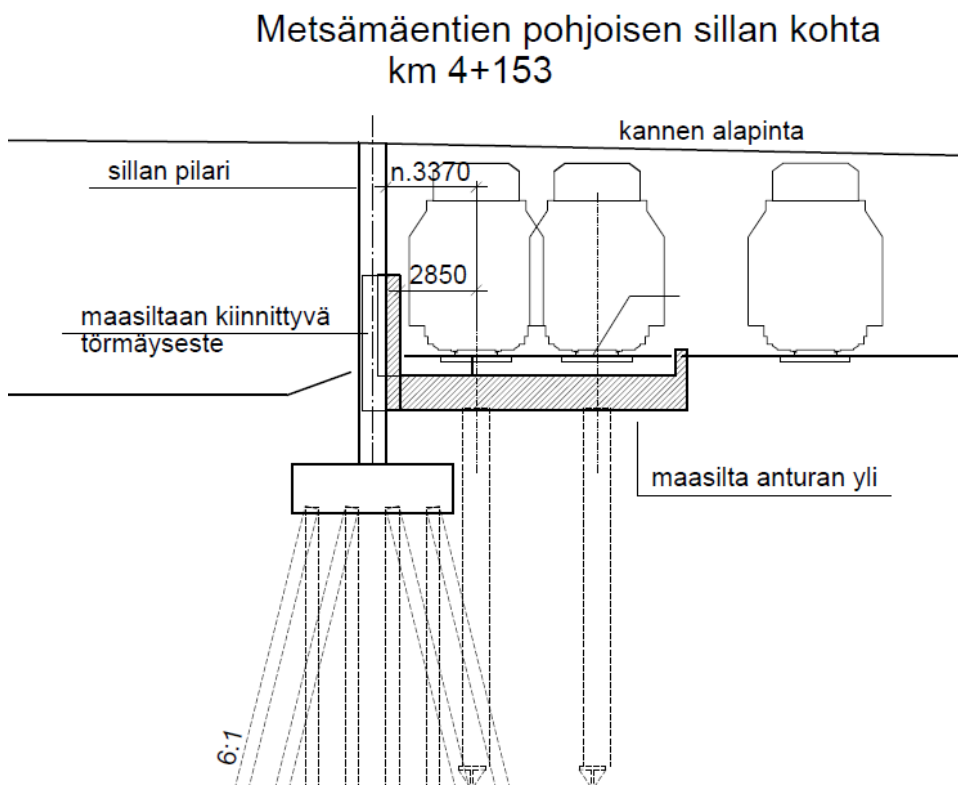
Junavarikon ja sen rakenteiden läheisyydestä johtuen tulee Lentoradan suuaukon kaivannon olla vesitiivis, jotta pohjavedenpinnan painetaso säilyy varikon alueella nykyisellään ja tuleva rakentaminen ei aiheuta pinnan laskua ja tästä seuraavaa painumista. Syvimmillään kallionpinta on maanpinnasta Vuosaari-Pasila-kaukolämpötunnelin kohdalla, jossa kaivantosyvyudeksi kallionpintaan tulee noin 25 metriä. Porakonekairauksia on nykyisen tunnelin molemmin puolin melko vähän, joten erittäin syvä kaivanto-osuus voi olla nyt arvioitua laajempi. Vaikka kaivantosyvyys olisi pienempi, on alueen täytöistä ja kallionpintaa vasten olevasta tiivistä moreenikerroksesta johtuen kaivantojen tuenta tehtävä pääosin porapaaluseinä. Kaivanto ulottuu lähes koko suuaukon alueella kallionpintaan, joten ponttiseinän saaminen riittävän lähelle kalliota on kriittistä.

Lentorata ylittää tällä osuudella Vuosaari-Pasila-kaukolämpötunnelin. Koska kaukolämpötunnelin poikkileikkaus on pieni ja kalliokattoa tunnelin ja Lentoradan välillä on yli 15 metriä, ei Lentoradalla katsota olevan oleellista vaikutusta kaukolämpötunneliin. Tunneli on huomioitava noudattaen Helsingin kaupungin ohjetta "*Ohjeita energiatunneleiden päälle ja läheisyyteen rakentamisesta*".

Lentoradan linjauksen tieltä siirrettävät pääradan raiteet tulevat pääosin perustettavaksi paalulaattoille. Jatkosuunnittelussa tulee selvittää, voiko nykyisiä paalulaattoja hyödyntää siirrettävien raiteiden pohjanvahvistuksena.

6.1.3 Sillat ja betonikaukalot

Rata alittaa Koskelantien Metsämäen eteläisen ja pohjoisen sillan samasta aukosta kuin päärata. Lätisen raiteen etäisyys lähimpään sillan pilariin on noin 3,4 metriä mikä edellyttää nykyisten siltarakenteiden suojaamista junan törmäyskuormilta. Tämä voidaan toteuttaa jatkuvalla muurimaisella rakenteella, jonka etäisyys on ennen siltää vähintään 3,6 metriä raiteen keskeltä. Siltapilarin kohdalla etäisyys kaventuu minimissään mittaan 2,85 metriä. Sillan perustukset ovat paalutettuja, joten anturan kohta on ylitettävä esimerkiksi maasillalla (teräsbetoninen uloke-laattasilta) jonka jännemitta on noin 17 metriä. Ennen maasiltää on molemmin puolin paalulaattarakenteet. Aiemmin mainittu muurirakenne liittyy jatkuvana sekä paalulaatta että maasiltarakenteeseen.



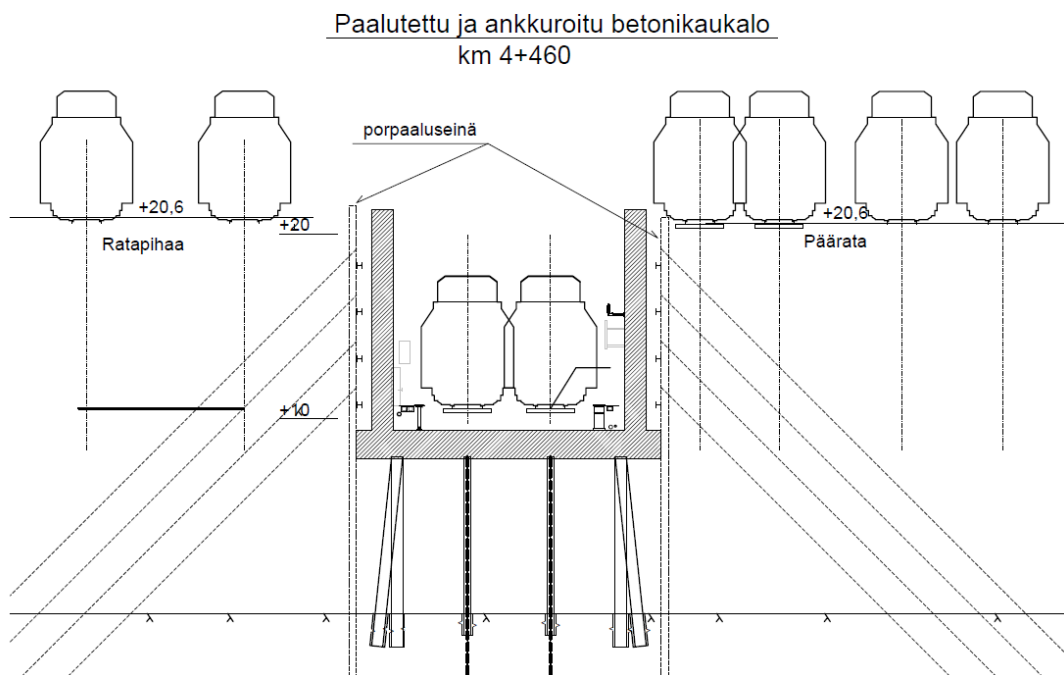
Kuva 6.5 Poikkileikkaus Metsämäentien (Koskelantien) pohjoisen sillan km 4+153

Koskelantien alituksen jälkeen rata alkaa painua 3,5 % kaltevuudella alaspäin betonikaukalossa, joka jatkuu edelleen betonitunnelina, kunnes saavutetaan riittävä kalliomassa kalliotunnelia varten. Alustavan arvion mukaan kokonaisuus on 720 metriä pitkä, josta betonitunnelin osuus on noin 400 metriä. Betonitunnelin ja kalliotunnelin liittymä on arviolta 20...25 metrin syvyydellä maanpinnasta.

Betonikaukalo on kallionpinnasta riippuen joko louhitulle kalliolle murskeen varaan perustettu tai paalutettu. Alustavan arvion mukaan kallion pinta vaihtelee niin, että paalutettu ja louhittu osuus vuorottelevat. Noin

kilometrin 4+350 jälkeen kaukalo ankkuroidaan nostetta vastaan jänneankkureilla kallioon. Ankkurit asennetaan porapaalujen sisään ja jännitetään paaluja vasten. Betonikaukalo rakennetaan tuetussa avokaivannossa.

Betonitunnelin rakenne on louhitun kallion osuudella suoraan kalliolle perustettu betonikehä ja maanvaraisella osuudella paalutettu rengaskehä. Paalutettu osuus ankkuroidaan nostetta vastaan jänneankkureilla kallioon. Ennen kalliotunnelia läntinen ja itäinen raide erkanevat toisistaan. Loppuosa betonitunnelista voidaan tehdä kahtena erillisenä betonitunnelina tai yhtenä leveämpänä välituellisena kehänä.



Kuva 6.6 Betonikaukalo Ilmalan ratapihalla km 4+460

Kaukalo ja tunnelirakenteet vedeneristetään bentoniittimatolla ja lämpöeristetään. Rakenteiden liikuntasaumot tehdään kaksikumisina ja työsaumoihin asennetaan bentoniittikaistat sekä injektointiletkut.

Rakentamisen erityinen vaikeus Ilmalan varikon ja pääraiteiden välissä on syvä kaivanto ja lähellä oleva päärata. Mikäli päärata on läntisten raiteiden osalta paalutettu, edellyttää kaivannon tuenta todennäköisesti paalulaattojen osittaista purkua ja uudelleen rakentamista. Käytännössä tämä tarkoittaisi läntisen raiteen liikennöintikatkoa.

6.1.4 Ympäristösuunnittelu

Pasilassa avorataosuus sijoittuu maisemallisesti olemassa olevaan raataympäristöön eikä täten nouse maisemakuvassa esiin uutena tai ympäristöstään poikkeavana elementtinä. Metsämäensillan jälkeen avorata sijoittuu betonikaukalo, jonka kautta rata laskee maan alla

kulkevaan betoni- ja kalliitunneliin. Betonikaukalon seinämien yläpinnat eivät juurikaan nouse nykyistä maanpintaa korkeammalla, eivätkä siten vaadi erityistä maisemasuunnittelua. Betonikaukalo sijoittuu Pasilassa ratapihan keskelle nykyisten raiteiden väliin, jolloin se sulautuu osaksi ratapihakokonaisuutta alueen ulkopuolelta tarkasteltuna.

Tunnelin yläpuolella olevat maanpäälliset osat ovat ratapihakäytössä, eikä näille alueille voi nykyisen maankäytön puitteissa esittää viherrakenteita mm. rataturvallisuuden ja viherrakenteiden hoidon näkökulmasta.

6.2 Rata tunnelissa

6.2.1 Ratatekniikka

Maan alla raiteet sijaitsevat 18 metrin raidevälillä omissa tunneleissaan. Tunneliosuudella radan vaakageometria on suunniteltu mahdollistamaan nopeuden 200 km/h. Pasilan, lentoaseman ja Kytömaan kohdilla tunnelissakin nopeus laskee liittymisen vuoksi nopeuteen 80 km/h. Raiteiden päällysrakenne on suunniteltu kiskoilla 60E1 / E2, betonipölkyin ja sepelitukikerroksella.

Lentoaseman kohdalla nopeus on suunniteltu 80 km/h. Lentoaseman molemmin puolin on täydellinen raiteenvaihtopaikka, joissa raiteenvaihtonopeus on vaihteissa poikkeavalle suunnalle (YV60-500-1:11,1) 60 km/h. Kaikkien junien on suunniteltu pysähtyvän lentoasemalla.

Lentoaseman kohdalla pääraiteiden välissä sijaitseva välilaituri on noin 14 metriä leveä sekä 450 metriä pitkä. Pääratojen molemmin puolin sivuraiteiden varrella sijaitsee reunalaiturit, joiden pituus on 450 metriä, yhteys sivuraiteille on toteutettu vaihteilla YV60-500-1:11,1 mahdollistaen ajonopeuden 60 km/h.

Lentoaseman pohjoispuolella, noin 2,3 kilometriä asemalta, sijaitsee varaus Lentoasema-Tampere-suurnopeusradan erkanemiselle pohjoisen suuntaan.

Raiteet kaartavat tunnelissa Keravan aseman kohdalla pääradan suuntaiseksi kohti Kytömaata pääradan molemmin puolin.

Pituuskaltevuudet tunnelissa on suunniteltu maksimissaan 15 promilleen. Paitsi Pasilan ja Kytömaan liittymissä, joissa tullaan maanpinnalle 35 promillen kaltevuudella.

6.2.2 Tunnelitekniikka

Rata kulkee Lentoradan molemmissa päissä sekä Pasilan ratapihalla että Keravan Kytömaalla maa- ja kalliokaivantoon rakennettavassa betonitunnelissa. Betonitunnelit on perustettu louhitulla osuudella kallion varaan ja maaosuudella ne ovat paalutettuja. Niiltä osin kuin oma paino

nostetta vastaan ei riitä, on betonitunneli ankkuroitu jänneankkureilla paalujen läpi kallioon. Betonitunnelin sisäpuolinen tilavaraus noudattelee kriittisiltä osin kalliotunnelin tilavarausta leventyen kuitenkin lähestyttäessä kalliotunneleiden suuaukkoja joko kahdeksi erilliseksi tai välituella varustetuksi betonitunneliksi.

Suuaukkojen jälkeisten betonitunneleiden välillä Lentorata on suunniteltu kulkevan kalliotunnelissa. Tiedot kalliopinnan korkeusasemasta perustuvat rakennusgeologiseen tulkintaan, jonka lähtötietoina on käytetty saatavilla olevaa tutkimusaineistoa sekä kartta-aineistoja.

Kalliotunnelin tilavaraus ja muut toteutuksen periaatteet on esitetty luvussa 5.

6.2.2.1 Tiedot kallioperästä ja sen rakennettavuudesta

Kallioperän keskeisimpiä piirteitä ja erityishuomioita Lentoradan rata-tunneleiden linjaukselta on kerätty liitteinä oleviin taulukoihin (Liite 7). Tulkinnot perustuvat kalliopinnan topografiaan, kallioperäkartan tietoihin (1:200 000), arvioituun kalliokaton paksuuteen ja olemassa olevien kalliotilojen rakennusgeologisiin havaintoihin. Kallioperälle on lisäksi arvioitu hyvin yleistetty ja alustava arvio sen rakennettavuudesta. Rakennettavuuden arviossa on katsottu kunkin tunneliosuuden kohdalla mahdollisesti esiintyvien heikkous-/rikkonaisuusvyöhykkeiden määrää ja radan pystygeometrian suhdetta kalliopintaan nähden sekä yleistä maan- ja kalliopinnan topografiaa.

6.2.2.2 Risteävät kalliotilat

Lentoradan tunneli risteää olemassa olevien julkisten kalliotilojen kanssa seuraavasti:

- *Konala-Hermanni-tunneliviemärin* alitus Pasilan ratapihan alueella noin paalulla 5150. Kalliokannasta tunneleiden välillä on alle 10 metriä, mikä edellyttää tunneliviemärin todellisen sijainnin selvittämistä sekä kalliokannaksen huolellista tiivistämistä esi-injektoinnilla riittävän pitkällä matkalla. Tunneli on huomioitava noudattaen Helsingin kaupungin ohjetta "*Ohjeita vesihuoltoon liittyvien tunneleiden päälle ja läheisyyteen rakentamisesta*"
- *Vuosaari-Pasila-kaukolämpötunnelin* ylitys noin paalulla 6150. Kalliokannasta tunneleiden välillä on noin 10 metriä, mikä edellyttää kaukolämpötunnelin todellisen sijainnin selvittämistä. Koska kaukolämpötunnelin poikkileikkaus on pieni ja Lentorata ylittää tunnelin yli 10 metrin kalliokatolla, ei Lentoradalla katsota olevan oleellista vaikutusta kaukolämpötunneliin. Tunneli on huomioitava noudattaen Helsingin kaupungin ohjetta "*Ohjeita energiatunneleiden päälle ja läheisyyteen rakentamisesta*"
- *Pitkäkoski-Vanhakaupunki-raakavesitunnelin* alitus noin paalulla 8550. Kalliokannasta tunneleiden välillä on noin 20 metriä.

Alitettavan tunnelin käyttötarkoituksesta johtuen sen todellinen sijainti risteämäkohdalla on selvitettävä ja tunneleiden välinen kalliokannas tiivistettävä erityisellä huolellisuudella, jotta rakoverkosto ei mahdollista suoria yhteyksiä tunneleiden välille. Lisäksi tiivistyksellä on varmistettava, että pohjaveden painekorkeus raakavesitunnelin kohdalla ei muutu eikä siten häiritse tunnelin toimintaa. Tunneli on huomioitava noudattaen Helsingin kaupungin ohjetta "*Ohjeita vesihuoltoon liittyvien tunneleiden päälle ja läheisyyteen rakentamisesta*".

- *Kehäradan rautatietunnelin* alitus noin paalulla 15 150. Kalliokannasta tunneleiden välillä on noin 15 metriä. Kehäradan tunnelin toteutunut sijainti on tiedossa. Kehäradan rautatietunneli on huomioitava noudattaen Väyläviraston ohjetta "*Kehärata, rakentaminen rautatietunnelin läheisyyteen ennen radan käyttöönottoa ja käytön aikana*".

6.3 Lentoasema

6.3.1 Ratatekniikka

Kaikkien junien on suunniteltu pysähtyvän lentoaseman rautatieasemalla. Lentoaseman kohdalla nopeudeksi on suunniteltu 80 km/h. Lentoaseman molemmin puolin on täydellinen raiteenvaihtopaikka, jossa raiteenvaihtonopeus on vaihteissa poikkeavalle suunnalle (YV60-500-1:11,1) 60 km/h.

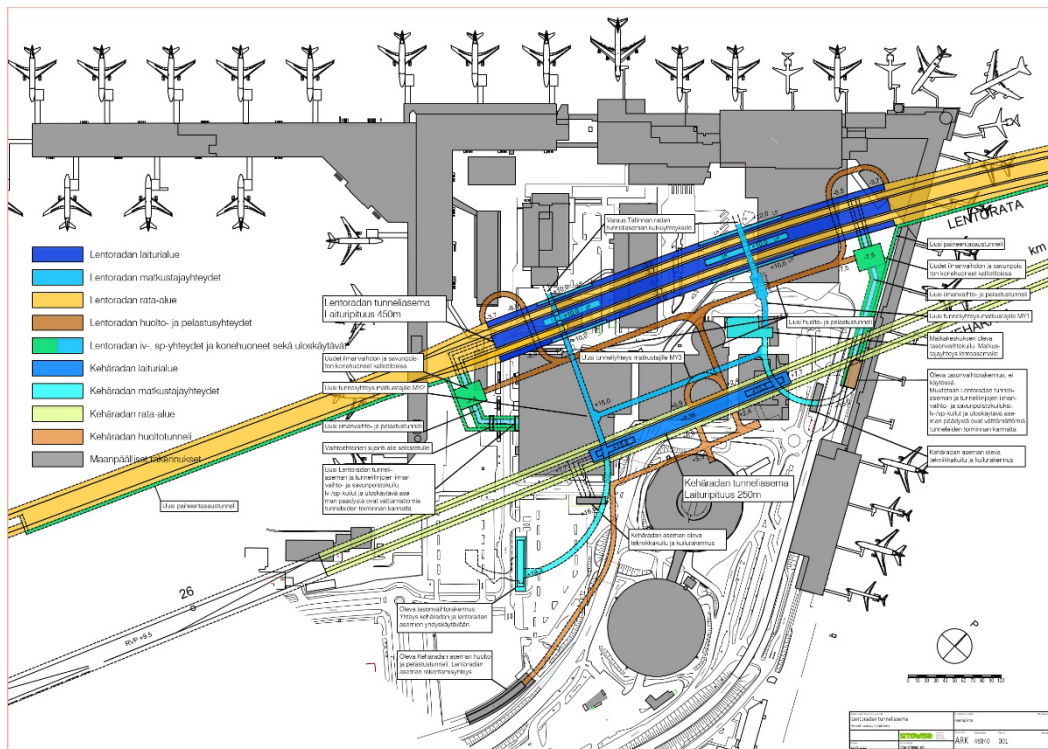
Lentoaseman kohdalla pääraiteiden välissä sijaitseva välilaituri on noin 14 m leveä sekä 450 m pitkä. Pääratojen molemmin puolin sivuraiteiden varrella sijaitsee reunalaiturit, joiden pituus on 450 m, yhteys sivuraiteille on toteutettu vaihteilla YV60-500-1:11,1 mahdollistaen ajonopeuden 60 km/h.

6.3.2 Asemasuunnittelu

Lentoradan asema lentoasemalla toteutetaan kallioasemana eli kallioon louhittuna hallina, johon rakennetaan sen edellyttämät laiturirakenteet ja muut rakenteet. Lentoradan asemahallin jänneväli on huomattavan leveä (noin 50 metriä), jonka takia aseman taseus on laskettu syvyydelle, jossa asemahallin päällä muodostuu kalliokattoa vähintään jännevälin puolikas eli 25 metriä. Lentoradan asemahalli on sijoitettu kalliomekaanisin perustein samalle etäisyydelle matkakeskuksen tasonvaihtokuilusta kuin jolla Kehäradan asemahalli sijaitsee.

Asemahallia ympäröivä kallio tiivistetään ja lujitetaan kuten ratatunnelit, huomioiden jännevälin ja olemassa olevien kalliotilojen aiheuttamat kalliomekaaniset vaikutukset.

Lentoradan asema sijainti on Kehäradan olevan aseman luoteispuolella. On tarkoituksenmukaista liittyä olemassa oleviin kulkuyhteyksiin niin matkustaja- kuin huoltoliikenteen osalla. Matkakeskuksen kuilun alatasolta hissien ja liukuportaiden vierestä rakennetaan matkustajien jalankulkutunneli MY1 Lentoradan asemalaitureiden itäpään asemasillalle. Osuuden tasonvaihto toteutetaan liukuporras- ja hissiyhteytenä. Toinen jalankulkuyhteys MY2 rakennetaan WTC:n tasonvaihtorakennukselta Kehäradan asemalle johtavan kaltevan jalankulkutunnelin jatko-osuutena Lentoradan asemalaitureiden länsipäähän. Näiden välille on suunniteltu aseman länsipään ja Matkakeskuksen kuilun välimatkaa selkeästi lyhentävä jalankulkutunneli MY3. Tunneli tasaa samanaikaisesti pysähtyvien junien matkustajavirtoja aseman ja kuilujen välillä. Jalankulkutunnelien ja laitureiden välille toteutetaan 12 hissi- ja 14 liukuporrasyhteyttä. Ajoneuvoilla operoitava huolto- ja pelastustunneliyhteys toteutetaan olevan huoltotunnelin jatkoksi siten, että ajamalla päästään pitkän asemahallin molempiin päihin ratatasolle sekä iv- ja sp-konehuoneisiin.



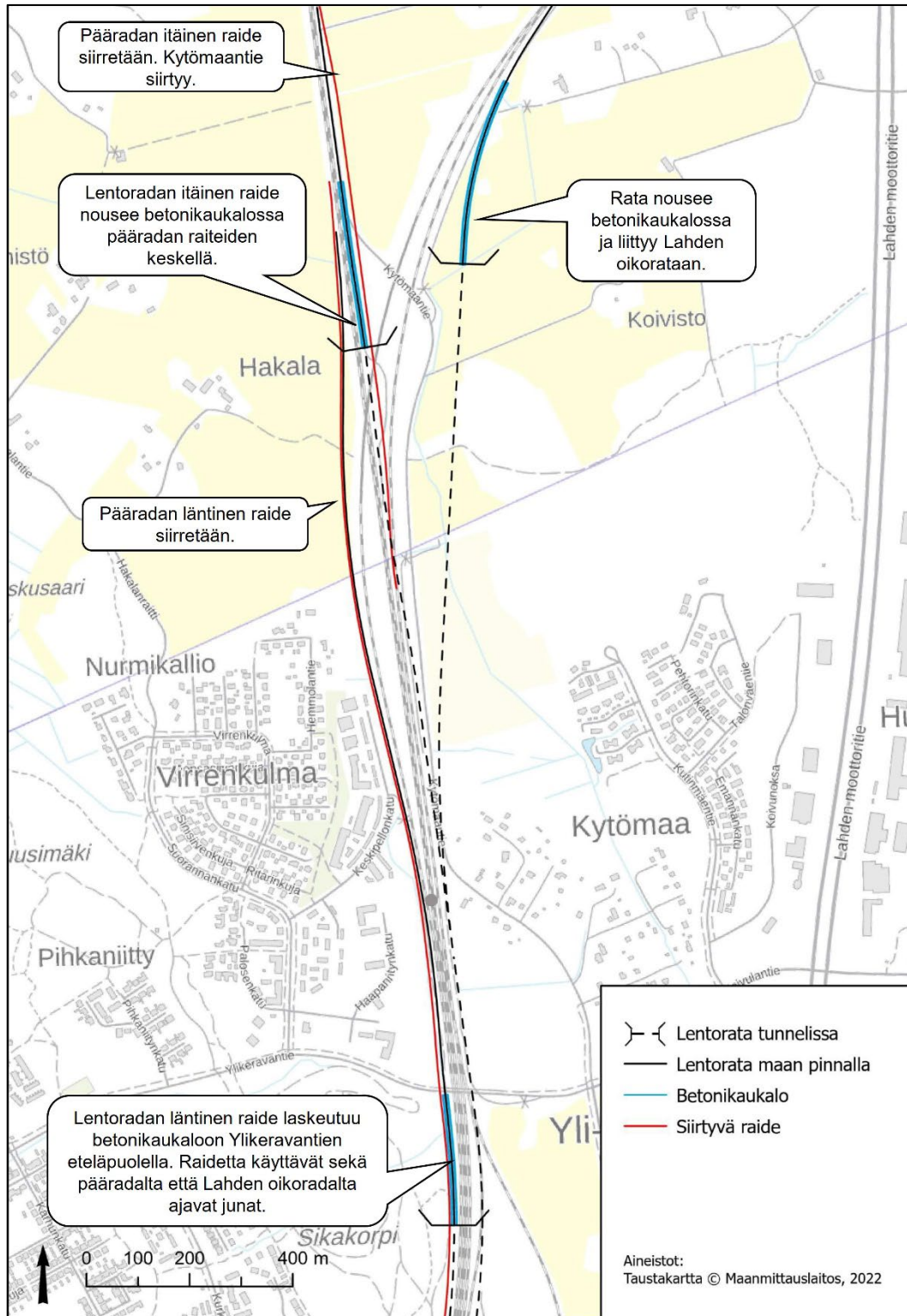
Kuva 6.7 Lentoradan tunneliaseman asemapiirros 10.10.2023 (Liite 5a)

Aseman ilmanvaihto, savunpoisto sekä pelastus- ja pelastautumisjärjestelyt edellyttävät kuiluyhteyksiä maan pinnalle. Juna-asemaa palvelevat ilmanvaihdon ja savunpoiston kaksi mittavaa konehuonetta on sijoitettu kallioiloihin. Länsipään konehuoneesta on tunneliyhteys kuilulle, joka on sijoitettu P5-pysäköintilaitoksen länsiseinustalle sisäänkäyntien viereen. Kuilulle on esitetty vaihtoehtoinen sijainti. Kuilurakennus muodostuu uloskäytäväportaasta sekä iv- ja sp-piipuista. Itäpään konehuone on yhdistetty olemassa olevaan, käytöstä poistettuun tasonvaihtorakennukseen. Rakennusta ja kuilua muokkaamalla niistä saadaan läntistä kuilua vastaava toiminnallinen kokonaisuus. Finnavia on lisäksi tarkastellut mahdollisuuksia uusille hissiyhteyksille. Koska niiden

oikoradan ratapenkerettä myötäillen mahdollistamaan etelän ja pohjoisen välisen liikenteen Lentoradan länsipuolella. Pääraiteelle on suunniteltu uusi raiteenvaihtopaikka liittynnän pohjoispuolelle noin km 32+800. Maanpinnalla raiteet sijaitsevat leikkauksessa tai matalalla penkereellä.

Itäiseltä Lentoradan raiteelta on yhteys pohjoiseen pääradalle, pääradan itäpuolelle. Rata sijaitsee osittain nykyisellä ratapenkereellä. Liitoskohdassa noin km 33 sijaitsee raiteenvaihtopaikka kahden itäisimmän raiteen välillä. Pääradan itäisi raide yhdistetään ylös nousevaan Lentoradan raiteeseen pääradan itäpuolitse. Raide on matalalla penkereellä nykyisen raiteen tasossa. Lentoradan suunnittelualue päättyy pääradan ratakilometrille 33+654.

Lahden oikoradan suuntaan, nykyisen pääradan vierelle suunniteltu tavaraliikenneraide yhdistetään itäiseen Lentorataan lähellä pääraiteen liityntäkohtaa. Liitos toteutetaan lyhyellä geometriamuutoksella ja YV60-900-1:15,5-vaihteella, joka mahdollistaa liikennöinnin nopeudella 80 km/h. Rata sijoittuu matalaan leikkaukseen. Itäinen Lentorata sijoittuu matalaan leikkaukseen ja osin matalalle penkereelle ennen liitosta Lahden oikorataan, rataliitos toteutetaan vaihteella YV60-900-1:18, joka mahdollistaa poikkeavalle suunnalle nopeuden 80 km/h. Liitoskohdan välittömässä läheisyydessä pohjoiseen sijaitsee oikoradalla raiteenvaihtopaikka.

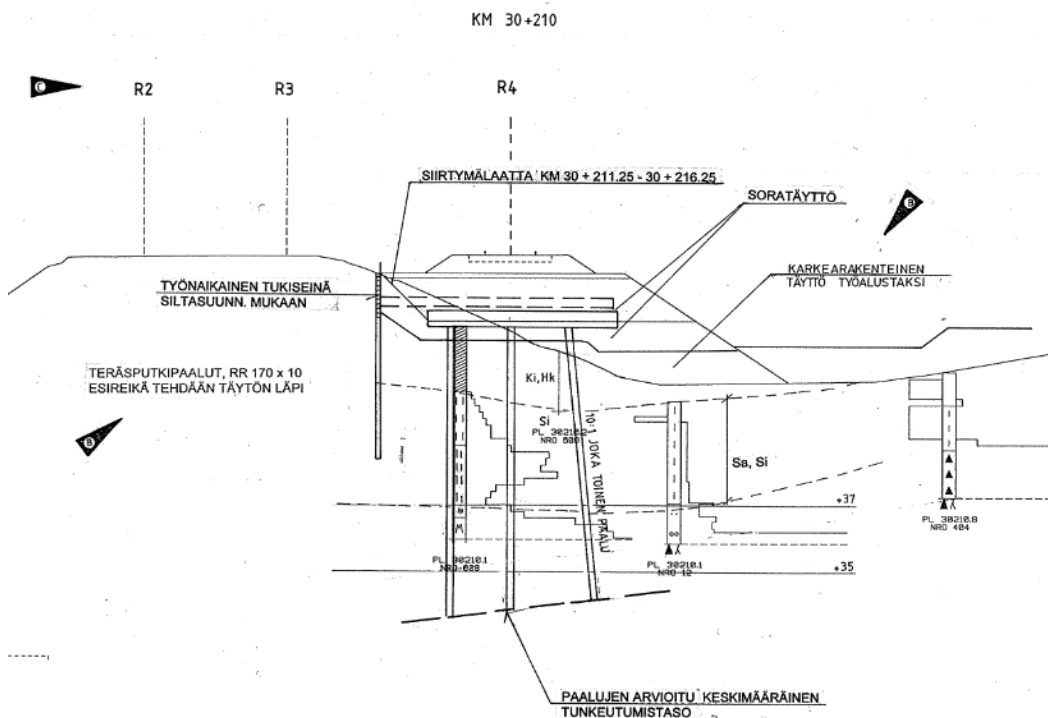


Kuva 6.9 Rata ja tunnelijärjestelyt Keravan Kytömaalla

6.4.2 Geotekniikka

Keravan aseman jälkeen Kytömaan savipehmeiköillä 3. ja 4. raiteet on perustettu paaluhattu- ja paalulaattarakenteille. Alkuperäiset 1. ja 2.

raiteet ovat maanvaraisesti perustettuja. Oikoradan raiteet on perustettu paalulaatoille.



Kuva 6.10 Arkistosuunnitelma 13474-23 (v.1999). 4.raiteen rakentaminen maanvaraisten raiteiden viereen paalulaatalle Kerava-Kytömaa välillä.

Kaivannot voidaan tehdä ponttiseinillä ja alapään tiivistäminen kallioon suihkuinjektoimalla, mutta liitos kallioon etenkin nykyisen radan puolella on maanvaraisten raiteiden takia oltava tiivis. Pohjavedenpintaa ei saa laskea työnaikaisesti, jotta raiteille ja ympäröivälle savipehmeikölle ei johdu tästä painumaa. Kaivantojen tuennassa voi käyttää (ja joudutaan käyttämään syvemmillä osuuksilla) myös porapaaaluseinää, jolloin liitos kallioon on tiiviimpi ja työtilaa suihkuinjektointia varten ei tarvita nykyisten raiteiden puolella. Ankkureiden sijoittaminen ja poraus nykyisten maanvaraisten raiteiden sekä paalulaattojen sekä paaluhatturakenteiden alle on haastavaa, koska tarketietoa ei välttämättä kaikista tehdyistä rakenteista ja paaluista ole saatavilla. Mikäli ankkuroinnin aikana vahingoitetaan nykyistä paalutusta, siirtyy niille tullut kuormitus viereisille paaluille ja laatan kantavuus heikkenee.

Suuaukot ja avorataosuudet Keravan aseman pohjoispuolella Kytömaalla sijoittuvat paksulle savipehmeikölle, jossa uudet ja siirrettävät pääradan raiteet tulee perustaa paalulaatoille. Kytömaalle sijoittuvat tunnelien suuaukko-osuudet ja niiden kaivannot ovat haastavissa olosuhteissa savialueella. Betonitunnelien lähdöt sijoittuvat etenkin itäisen raiteen osalta tämänhetkisen tiedon mukaan niin syväälle maanpinnasta, että kaivannot ovat todennäköisesti erittäin haastavia toteuttaa. Ensin on noin 20 metrin maaosuus, jonka jälkeen 20 metriä syvä kalliolouhinta betonitunnelia varten.

6.4.3 Sillat ja rakenteet

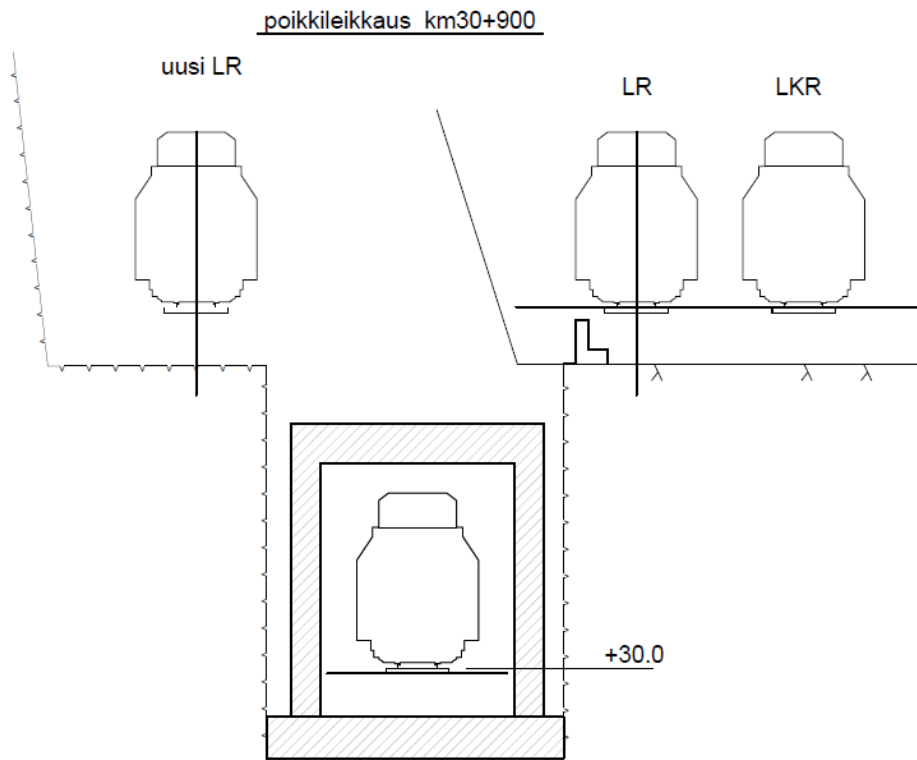
Rata nousee kolmena erillisenä raiteena Kytömaan alueella maanpinnalle. Kukin raide edellyttää betonitunnelin sekä avokaukalo-osuuden. Poikkileikkauksena käytetään kullekin raiteelle yhden raiteen kalliotunnelin poikkileikkausta.

Läntinen Lentorata (nousu pääradalle)

Läntinen pääradalle nousu kalliotunnelin jälkeen on alustavan kalliopinnan mukaan noin 420 m pitkä, josta betonitunnelin osuus on noin 170 metriä. Raide sijoittuu nyt rakenteilla olevan (2023–2025) läntisimmän raiteen länsipuolelle. Liikennöintivaatimusten vuoksi rakennetaan lisäksi uusi läntisin raide pääradalle nousun länsipuolelle. Betonitunneli on alustavasti suoraan louhitulle kalliolle perustettu kehärakenne. Betonitunnelin lähtö (km 30+900) on arviolta 15...20 metrin syvyydellä maanpinnasta. Kaukalo on syvemmältä osin louhitulle kalliolle ankkuroitu betonikaukalo ja yläosaltaan paalutettu ja mahdollisesti ankkuroitu betonikaukalo. Kaukalon jälkeen rata jatkuu paalulaatalla Ylikeravantien ali (Kytömaan aks).

Siltarakenteen kohdalla tarvitaan mahdollisesti maasilta Kytömaan aks:n anturan yli ja sillan pilareiden suojausta muurirakenteella. Rata sijoittuu silta-aukossa nykyisen huoltotien kohdalle. Siirrettävä läntisin raide sijoittuu sillan reuna-aukkoon maatuen eteen. Myös tämä saattaa edellyttää maasiltaa ja tukimuuri- tai suojamuurirakenteita.

Läntisen nousu on syvimmältä kohdaltaan (km30+900) kallioleikkauksessa ja lähellä päärataa.



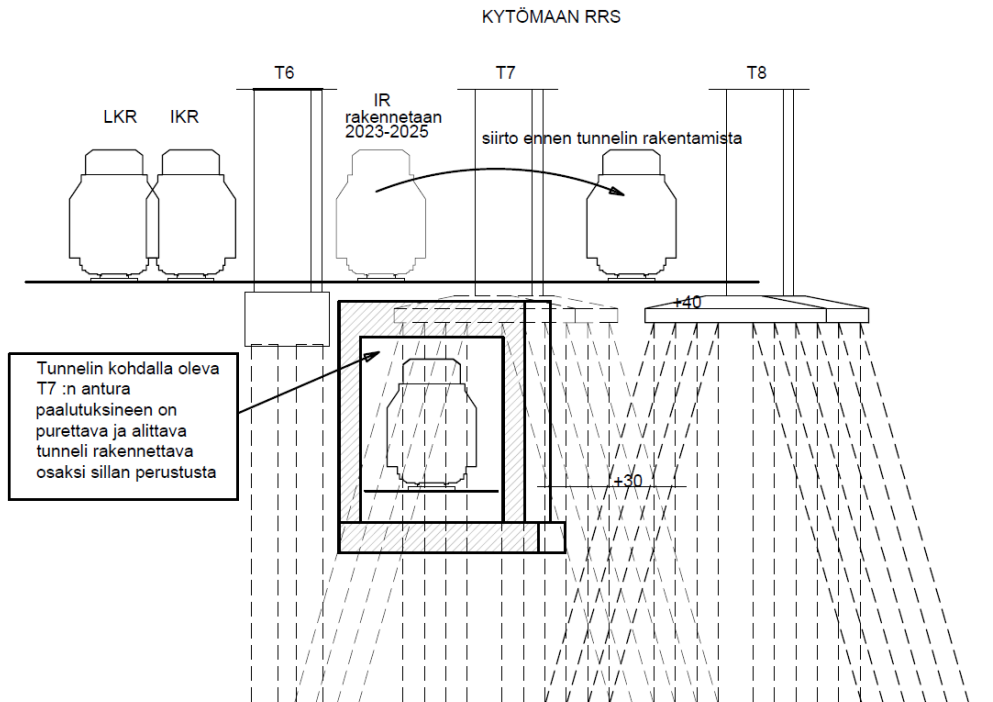
Kuva 6.11 Poikkileikkaus pääradalta km 30+900

Itäinen Lentorata (nousu pääradalle)

Itäinen pääradalle nousu kalliotunnelin jälkeen on alustavan arvion mukaan 1090 metriä pitkä, josta betonitunnelin osuus on noin 770 metriä. Raide sijoittuu nyt rakenteilla olevan itäisimmän raiteen kohdalle ja tätä korvaamaan rakennetaan uusi itäisin raide pääradalle nousun itäpuolelle. Betonitunnelin lähtö (km 32+500) on arviolta 35...40 metrin syvyydellä maanpinnasta. Puutteellisten kalliopintatietojen vuoksi betonitunnelin ja kaukalon perustamistapaa ei voi vielä yksityiskohtaisesti arvioida. Todennäköisemmin suurin osa rakenteesta on kuitenkin paalutettua ja loppuosaltaan nostetta vastaan ankkuroitua.

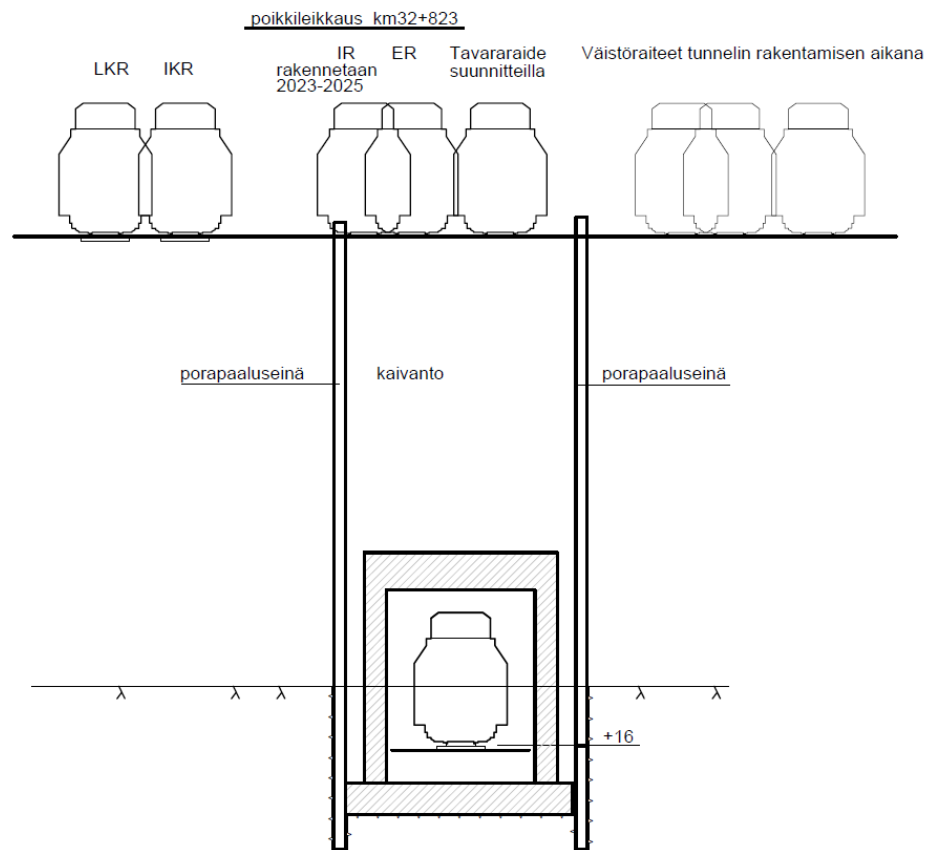
Nousun yläpään sijoittuu Kytömaan risteyssillan alitus. Betonitunnelin yläpää sijoittuu Kytömaan risteyssillan kohdalle tukien T6 ja T7 väliin. Betonitunneli ei mahdu välitukirakenteiden väliin ilman merkittäviä välitukien muutostöitä. Käytännössä tämä tarkoittaa, että tuen T7 antura puretaan ja tuen T7 antura tulee olemaan osa alittavaa betonitunnelia.

Siirrettävä itäisin raide sijoittuu Kytömaan risteyssillassa tukien T7 ja T8 väliseen aukkoon. Tämä edellyttää mahdollisesti maasillan rakentamista tuen T8 anturan yli ja suojamuurirakenteita molemmiin puolin rataa sillan kohdalla.



Kuva 6.12 Poikkileikkaus pääradalta Kytömaan radan risteyssillan kohdalta

Itäisen nousun kaivanto alkaa oikoradan eteläisen raiteen eteläpuolelta ja alittaa raiteen erittäin vinossa kulmassa. Vinon ylityksen vuoksi jännemitta on niin suuri, että apusiltojen käyttö tuskin onnistuu. Rakentaminen edellyttää todennäköisesti vaiheittain rakentamista väistöraiteita apuna käyttäen. Tällöin rakennettaisiin ensin tunnelin Oikoradan eteläpuolinen osuus, tämän jälkeen rata siirrettäisiin väistöraiteella rakennetun osuuden päälle. Oikoradan pohjoisen puolen osuuden rakentaminen edellyttää, että pääradan läntisimmät raiteet on tätä ennen siirretty Kytömaan RRS:n T7-T8 väliseen aukkoon. Kaikissa tapauksissa erittäin syvä kaivanto sijaitsee lähellä pääradan raiteita.



Kuva 6.13 Poikkileikkaus pääradalta km 32+823

Itäinen Lentorata (nousu oikoradalle)

Oikoradalle nousu kalliotunnelin jälkeen on alustavan arvion mukaan 1220 metriä pitkä, josta betonitunnelin osuus on noin 770 metriä. Betonitunnelin lähtö (km 32+100) on arviolta 40 metrin syvyydellä maanpinnasta. Puutteellisten kalliopintatietojen vuoksi betonitunnelin ja kaukalon perustamistapa on arvioitu oikoradan kohdalle tehtyjen tutkimusten perusteella olevan todennäköisemmin suurelta osin paalutettua ja loppuosaltaan nostetta vastaan ankkuroitua.

Oikoradalle nousun kaivanto ei vaikuta pääradan tai oikoradan raiteisiin.

6.4.4 Ympäristösuunnittelu

Kytömaalla avorataosuus sijoittuu pääosin avoimeen viljelymaisemaan, jota halkoo nykyiset ratalinjat. Peltoalueiden keskelle sijoittuvat ratapenkat ja betonikaukaloiden reunat luiskataan mahdollisimman huomaamattomasti ympäröivään maastoon. Luiskiin istutetaan niittykasvilisua, jolloin luiskat sulautuvat kauempaa tarkasteltaessa osaksi peltomaisemaa. Pensas- ja puuryhmillä voidaan esimerkiksi rajata läheisiltä asuinrakennuksilta kohti uutta rataa avautuvia näkymiä. Puuryhmät pitää kuitenkin sijoittaa siten, etteivät ne heikennä yhtenäisten viljelyalueiden avoimuutta.

Asuinalueen läheisyyteen sijoittuvan avoradan ja rakennusten väliin tulee mahdollisuuksien mukaan jättää tai istuttaa suojaavaa, riittävän kookasta kasvillisuutta. Mahdollisten meluaitojen arkkitehtuuri sovitetaan rakennetun ympäristön ilmeeseen, kuten rakennusten väreihin ja materiaaleihin. Asuin- ja virkistysalueiden läheisyyteen sijoittuvien betonikaukaloiden ulkosivuilla voidaan käyttää esimerkiksi graafista betonia, mikäli kaukalon reunoja ei voida häivyttää kasvillisuuden keinoin.

6.4.5 Tiejärjestelyt

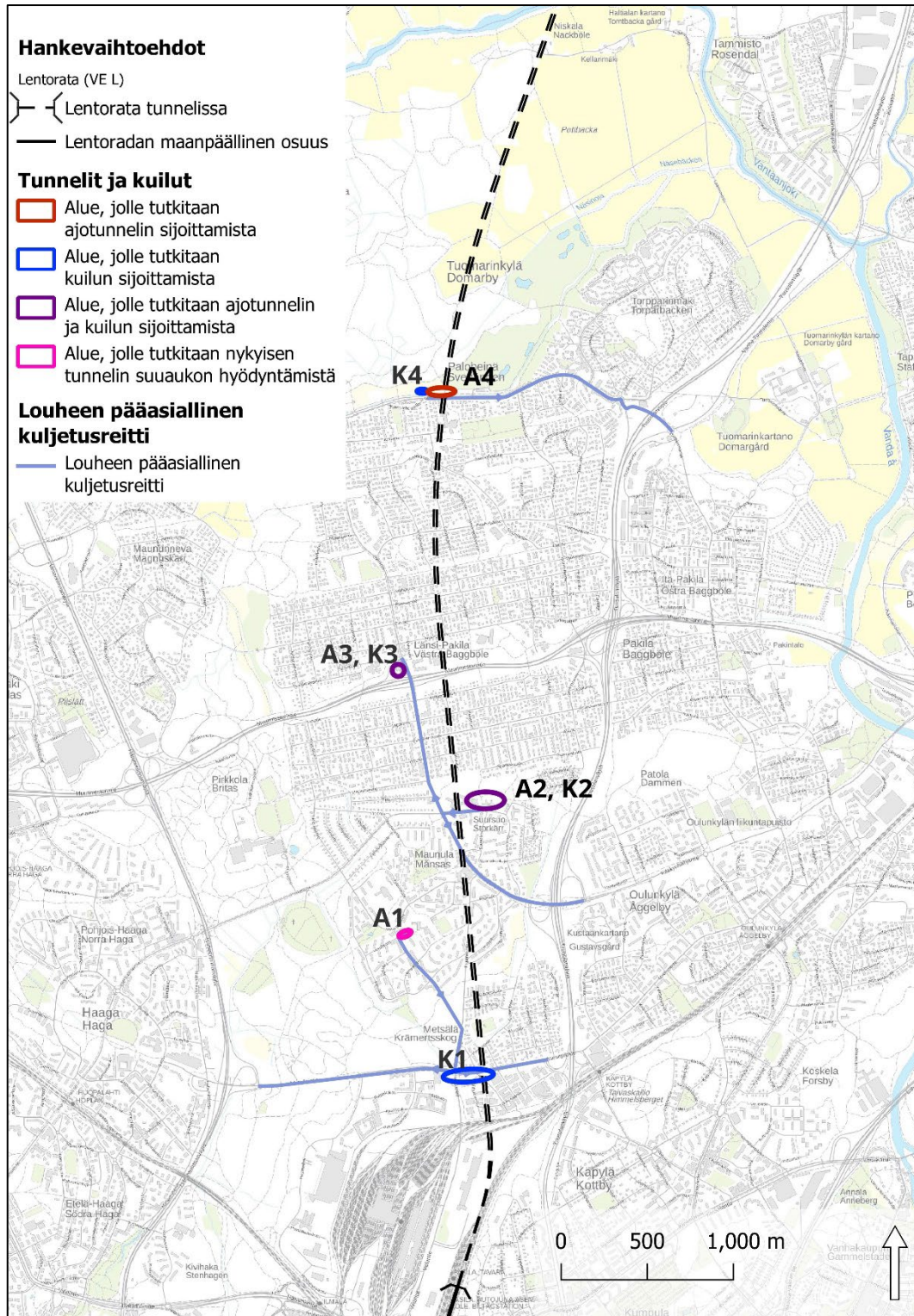
Lentoradan itäinen raide nousee maan pinnalle pääradan raiteiden keskellä betonikaukalossa, minkä vuoksi pääradan itäisintä raidetta on tarpeen siirtää itään päin. Tämän seurauksena myös Kytömaantietä on tarpeen siirtää idemmäksi noin 800 metrin matkalla (kuva 6.6).

6.5 Tunnelin pintayhteydet

Ratatunnelin maanpintayhteydet koostuvat tunnelin suuaukkojen lisäksi pystykuiluista ja ajotunneleista. Näiden teknisiä perusteita on esitetty aiemmin (ks. luvut 5.2.2 ja 5.3).

Suunnitelmassa on esitetty alueet, joille on tutkittu ajotunneleiden ja kuilujen sijoittamista. Ajotunneleiden ja kuilujen sijainnit, aluevarausten suuruudet sekä tarvittavat kaavamuutokset ja -ratkaisut tarkentuvat jatkosuunnittelussa, kun myös tekninen suunnittelu tarkentuu.

Maanpintayhteydet Helsingin alueella



Kuva 6.14 Helsingissä sijaitsevat alueet, joille on tutkittu Lentoradan maanpintarakenteiden sijoittamista.

Asesepäntien ja Niittyläntien risteysalue, kuilu (K1)

Kuilurakennus sijoittuu Asesepäntien eteläpuolelle. Alueella sijaitsee myös olemassa oleva ajotunnelin suuaukko, jonka hyödyntämistä Lentoradan tunnelin rakentamisessa voidaan tutkia jatkosuunnittelun yhteydessä.

Kuilurakennuksen sijoittaminen alueelle on tavoitteena sovittaa yhteen Tuusulanväylän bulevardisointisuunnitelman kanssa.

Alueella maakerrosten paksuuden arvioidaan olevan 10...15 metriä, josta savea on noin 6 metriä ja alla erittäin tiivis hiekka/hiekkamoreeni ennen kallionpintaa. Tiiviin kaivannon saaminen voi edellyttää porapaaluseinän käyttöä.

Maunulan liikuntahalli, ajotunneli (A1)

Suunnittelussa on tutkittu mahdollisuutta hyödyntää nykyistä tunnelin suuaukkoa. Pääasiallinen liikenneyhteys kulkee joko Pakilantien kautta Tuusulanväylälle tai Metsäpurontien kautta Kehä I:lle. Liikuntahalli toimii myös väestönsuojana, joten ratkaisussa on huomioitava sen käyttöön-ottoon kohdistuva aikarajoite, joka on tällä hetkellä 72 h. Vastaava ratkaisu oli esimerkiksi Tampereen Rantaväylän tunnelin (Rantatunneli) Näsikallion ajotunnelissa, joka rakennettiin väestönsuojana toimivan Nääshallin ajotunnelin kautta.

Maunulan terveysaseman ja Suursuon sairaalan ympäristö, ajoyhteys (A2) ja kuilu (K2)

Alueelle sijoittuu kuilurakennus ja ajotunnelin suuaukko. Pääasiallinen liikenneyhteys kulkee Suursuonlaidan ja Pakilantien kautta joko Tuusulanväylälle tai Kehä I:lle.

Alueen välittömässä läheisyydessä on kallioinen mäki, mutta tutkituilta ajotunnelin sijaintipaikoilta ei ole varmistettua kalliopintatietoa. Muutamassa alueen tutkimuspisteessä on kairaustietoa yli 10 metrin matkalta ilman kalliopintahavaintoa ja heti Suursuonlaidan eteläpuolella on kallionpintahavaintoja 10...15 metrin syvyydellä maanpinnasta. Terveysaseman tontilla olevissa kairauksissa pohjamaa on erittäin tiivistä moreenia noin 3–5 m paksuudelta. Kaivannot on mahdollisesti tehtävissä luiskatuina.

Kehä I liittymäalue, ajotunneli (A3) ja kuilu (K3)

Kuilurakennus ja ajotunnelin suuaukko sijoittuvat nykyisen huoltoaseman tontille. Pääasiallinen liikenneyhteys on Pakilantien kautta Kehä I:lle. Suuaukon alueella maakerrospaksuus on hyvin ohut.

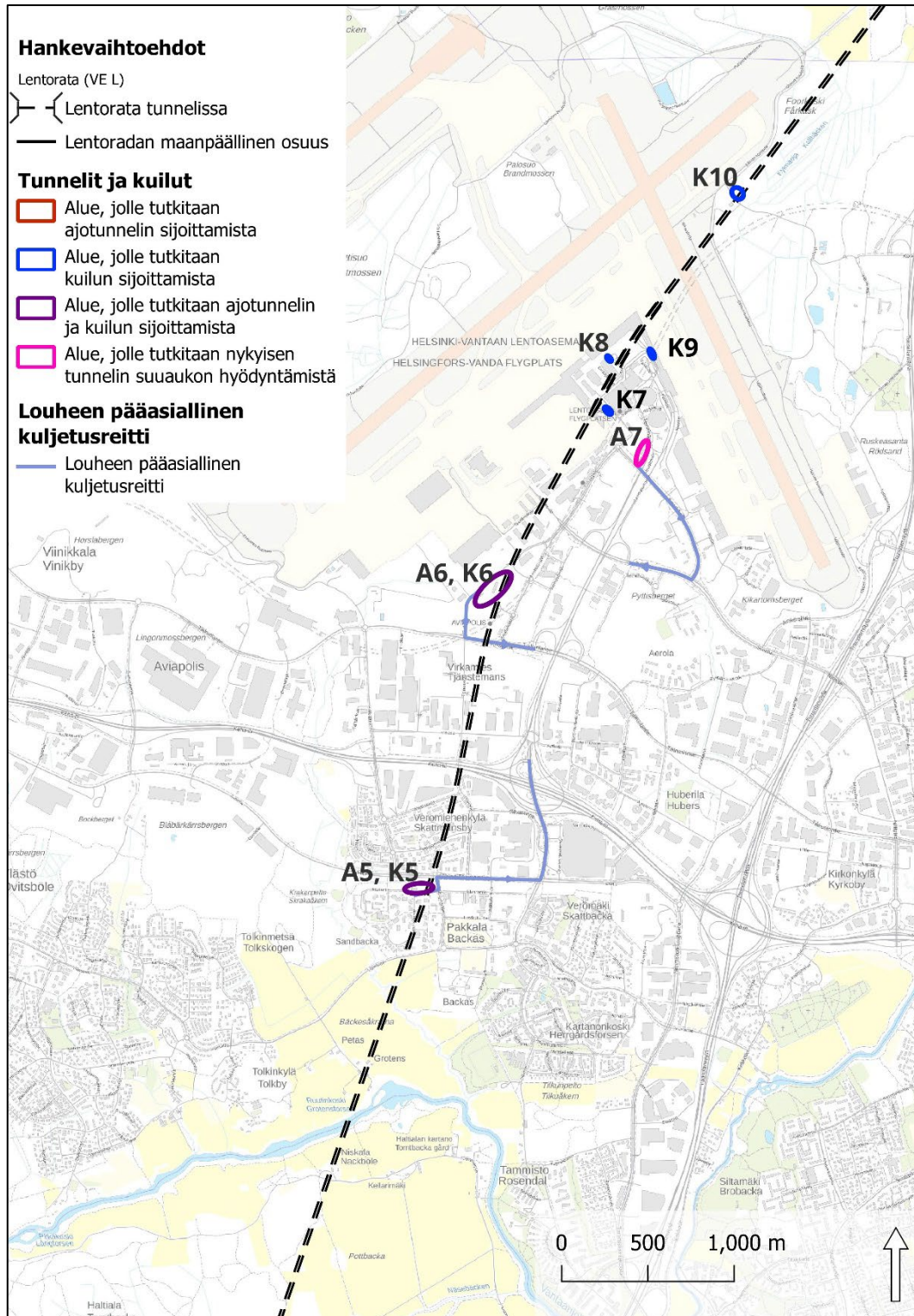
Paloheinä, ajotunneli (A4) ja kuilu (K4)

Kuilurakennus ja ajotunnelin suuaukko sijoittuvat Kuusmiehentien pohjoispuolelle. Pääasiallinen liikenneyhteys on Kuusmiehentien kautta Tuusulanväylälle.

Maakerrospaksuus alueella on luokkaa 5...10 metriä, paikoin paksumpikin. Kaivannot on alueella mahdollista tehdä ponttiseinin tuettuna, joskin ponttien alapää tulee tiivistää suihkuinjektoimalla, jotta pohjavedenpinnan painetaso säilyy työnaikaisesti kaivannon ulkopuolella.

Kyseisen alueen pohjoispuolella sijaitsevalta laajalta virkistys- ja luonto-alueelta (Haltiala, Tuomarinkylä) ei ole tunnistettu mahdollisia paikkoja Lontoradan maanpäällisille rakenteille.

Maanpintayhteydet Vantaan alueella



Kuva 6.15 Vantaalla sijaitsevat alueet, joille on tutkittu Lentoradan maanpintarakenteiden sijoittamista.

Pakkala, ajotunneli (A5) ja kuilu (K5)

Kuilurakennus ja ajotunneli sijoittuvat Väinö Tannerin tien varrelle. Pääasiallinen liikenneyhteys kulkee Krakantien, Lautamiehentien ja Väinö

Tannerintien kautta Lentoasemantielle ja edelleen Kehä III:lle. Maakerrospaksuus alueella on 10...15 metriä ja sijaitsee savipehmeiköllä. Kaivannot on mahdollista toteuttaa ponttiseinän ja vesitiiviiden saavuttamiseksi ponttien alapää tulee suihkuinjektoida.

Aviapolis, ajotunneli (A6) ja kuilu (K6)

Kuilurakennus sijoittuu Turbiinitien itäpuolelle. Lisäksi on selvitetty Kehäradan nykyisen ajotunnelin suuaukon hyödyntämistä. Pääasiallinen liikenneyhteys kulkee Turbiinitien, Tikkurilantien ja Lentoasemantien kautta Kehä III:lle. Maakerrospaksuus alueella on vähäinen, paikoin on suoritettu pintakallion tasauslouhintoja.

Lentoasema, ajotunneli (A7) ja kuilurakennuksia (K7, K9)

Lentoradan tunneliaseman ilmanvaihto, savunpoisto sekä pelastus- ja pelastautumisjärjestelyt edellyttävät kuiluyhteyksiä maan pinnalle. Tarvittavat tilavaraukset on keskitetty P5-pysäköintilaitoksen viereen sijoitettavaan kuilurakennukseen K7 ja nykyiseen käytöstä poistettuun tasonvaihtorakennukseen liittyvään kuiluun K9. Tilavarausten keskittämisen vuoksi kuilun K8 varaus ei ole tarpeellinen.

Suunnittelussa on tutkittu mahdollisuutta hyödyntää Kehäradan nykyisen ajotunnelin suuaukkoa. Suuaukon kautta louhittaisiin asemahalli kuiluineen sekä ratatunnelia pohjoiseen. Pääasiallinen liikenneyhteys on Ilmailutien ja Ilmakehän kautta Lentoasemantielle.

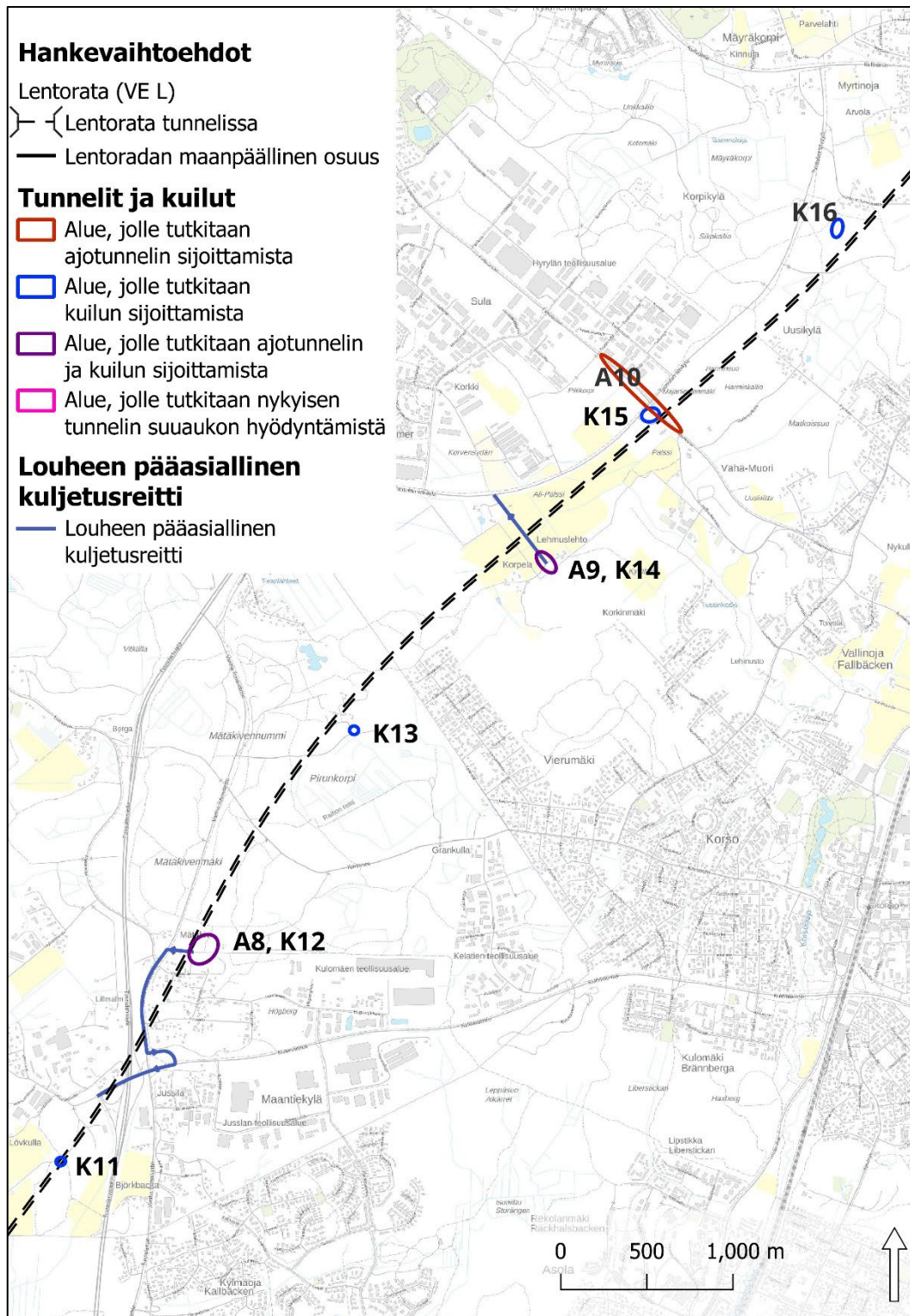
Kylmäoja, kuilu (K10)

Kuilurakennus sijoittuu Vesikujan pohjoispuolelle. Alueella maakerrospaksuus on vähäinen, Vantaan kaupungin pohja- ja maaperäkarttojen perusteella Vesikujan pohjoispuolella on avokallioalue. Matalan kalliomaan etelä- ja pohjoispuolella kalliopinta laskee jyrkästi savi- ja suoalueeksi noin 12 m syvyyteen.



Kuva 6.16 Vantaan kaupungin maaperäkartta

Maanpintayhteydet Tuusulan alueella



Kuva 6.17 Tuusulassa sijaitsevat alueet, joille on tutkittu Lentoradan maanpintarakenteiden sijoittamista.

Kiitotie 1 pohjoinen, kuilu (K11)

Kuilurakennus sijoittuu Lammaskaskentien varrelle. Jatkosuunnittelussa huomioidaan kiitoradan 1 suunnitellun jatkeen asettamat rajoitteet rakennuksen sijainnille ja korkeudelle.

Alue sijoittuu Tuusulan Focus-alueen osayleiskaavan mukaiselle lentoliikenteen alueelle. Pääasiallinen liikenneyhteys kulkee Lammaskaskentien kautta Kulomäentielle ja edelleen Tuusulanväylälle. Alueella maakerrospaksuus on alle 5 metriä.

Mätäkiven sähköasema, ajotunneli (A8) ja kuilu (K12)

Kuilurakennus ja ajotunnelin suuaukko sijoittuvat nykyisen sähköaseman läheisyyteen. Alue on pohjavesialuetta. Pääasiallinen liikenneyhteys Vanhalle Tuusulantielle on esitetty rakennusaikaisena tilapäisenä yhteytenä, joka kulkisi länteen voimajohtokäytävän suuntaisena. Alueella maakerrospaksuus saattaa vaihdella huomattavastikin.

Mätäkivi, Kuilu (K13)

Kuilurakennus sijoittuu Isonkorventien varrelle. Kohde sijoittuu pohjavesialueelle. Pääasiallinen liikenneyhteys kulkee Isonkorventietä länteen Vanhalle Tuusulantielle. Alueella maakerrospaksuudet ovat hyvin ohuet.

Korpela, ajotunneli (A9) ja kuilu (K14)

Alueelle sijoittuu kuilurakennus sekä ajotunnelin suuaukko. Pääasiallinen liikenneyhteys kulkee Lehmuslehdontietä Tuusulan itäväylälle. Alueella maakerrospaksuus on ohut ja maanpinnan topografia pienipiirteistä rinnettä.

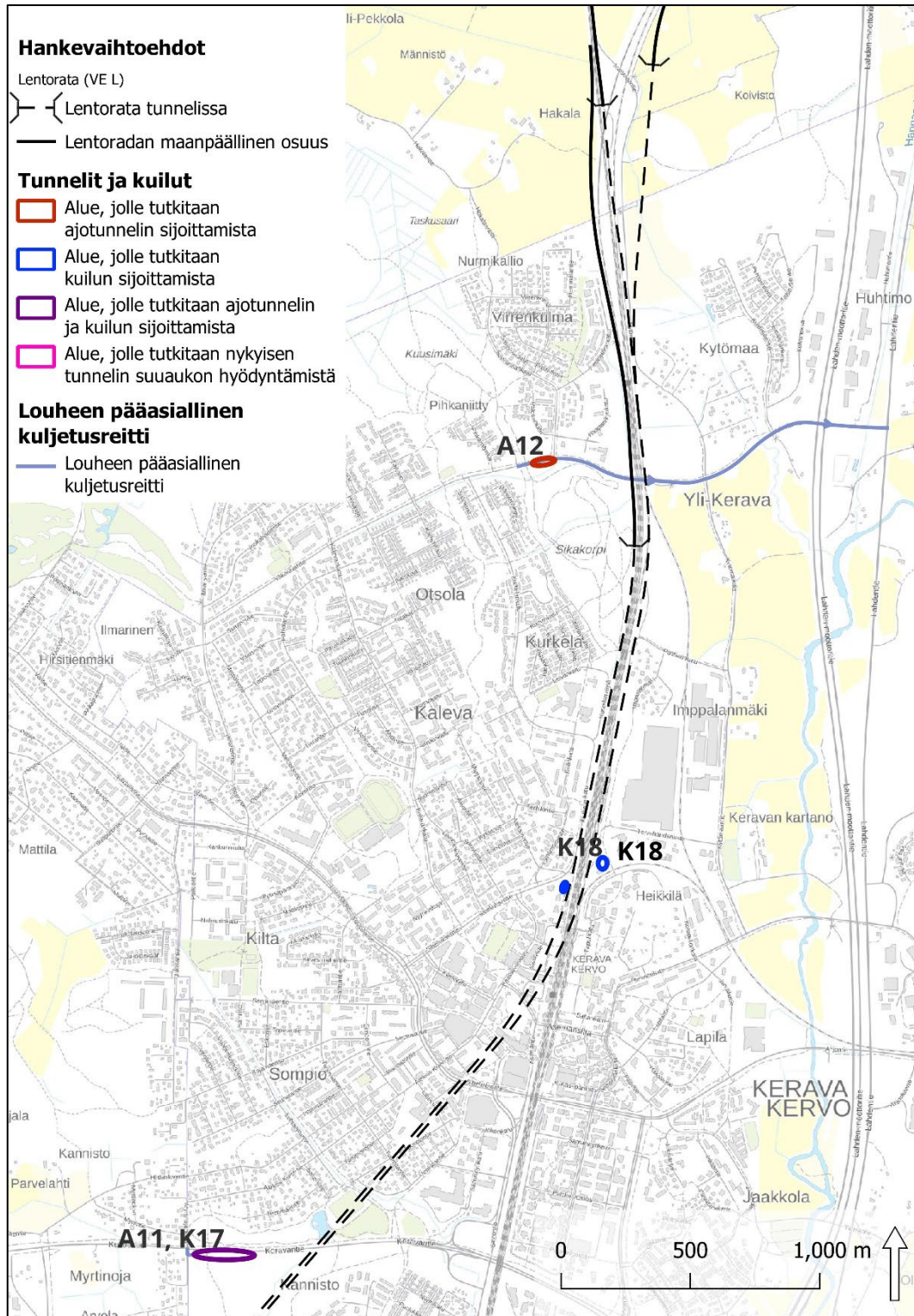
Majaniemenmäki, Ajotunneli (A10) ja kuilu (K15)

Kuilurakennus sijoittuu Fallbackantien ja Tuusulan Itäväylän liittymäalueelle. Ajotunnelin suuaukko sijoittuisi Fallbackantien pohjoispuolelle. Pääasiallinen liikenneyhteys kulkisi Fallbackantietä Tuusulan itäväylälle. Maakerrospaksuus vaihtelee 5...10 metrin välillä.

Uusikylä, Kuilu (K16)

Alueelle sijoittuu kuilurakennus. Pääasiallinen liikenneyhteys kulkisi hake-terminaalille johtavan tie kautta Tuusulan itäväylälle.

Maanpintayhteydet Keravan alueella



Kuva 6.18 Keravalla sijaitsevat alueet, joille on tutkittu Lentoradan maanpintarakenteiden sijoittamista.

Kannisto, Ajotunneli (A11) ja kuilu (K17)

Kuilurakennus ja ajotunnelin suuaukko sijoittuvat Keravantien eteläpuolelle. Pääasiallinen liikenneyhteys kulkee Keravantien kautta.

Käytettävissä olleen tiedon perusteella alueella maakerrospaksuus vaihtelee 10...20 m (paikoin hieman enemmänkin) välillä, josta savea on noin 5...15 metriä. Kaivannot alueella tulee toteuttaa vesitiiviinä rakenteina, esim. ponttiseinät ja ponttien alapään tiivistys kallioon suihkuinjektioimalla. Samalle savipehmeikölle, sen läheisyyteen sijoittuu pientaloalue, jolla rakennukset todennäköisesti on pääosin perustettu maanvaraisesti ja ovat näin ollen herkkiä pohjavedenpinnan painetason laskulle.

Keravan keskusta, Kuilu (K18)

Kuilurakennus sijoittuu joko Kurkelantien ja radan välissä sijaitsevan pysäköintialueen yhteyteen tai radan ja Tervahaudanpolun väliselle alueelle.

Ylikeravantie, Ajotunneli (A12)

Alueelle sijoittuu työnaikaisen ajotunnelin suuaukko, joka entisöidään rakentamisen päätyttyä. Pääasiallinen liikenneyhteys kulkee Ylikeravantien ja Koivulantien kautta Lahdentielle.

6.6 Ympäristösuunnittelu

Ympäristösuunnittelu keskittyy Lentoradan tunneliosuudella maanpäällisten liittyvien rakenteiden maisemointiin, joita ovat kuilut ja ajotunnelit sekä tunnelien suuaukot. Kuilujen ja ajotunneleiden ympäristösuunnittelun periaatteet on esitetty lyhyesti alla. Tunnelin suuaukkojen osalta periaatteet on kuvattu luvuissa 6.4.1 ja 6.4.4.

Kuilujen arkkitehtuuri ja ympäristösuunnittelu sovitetaan rakennuspaikkakohtaisesti huomioiden ympäröivä maisema- ja kaupunkikuva. Pienipiirteisessä ympäristössä, kuten asuinalueiden lähellä olevat kuilut toteutetaan mahdollisimman matalina rakennuksina. Suurpiirteisemmässä maisemassa, kuten teollisuus- ja varastoalueilla sekä suurempien väylien varrella kuilurakennukset voivat olla kookkaampia. Viljely- ja metsäalueilla kuilurakennusten ei ole suotavaa nousta ympäröivien puiden latvusten yläpuolelle. Kuilujen julkisivut ja värit on hyvä sovittaa yhteen ympäröivien rakennusten ilmeen kanssa. Erityisesti asuinalueiden läheisyyteen ja haja-asutusalueille sijoittuvien kuilujen tulee olla mahdollisimman huomaamattomia. Väylien varrella sekä teollisuus- ja varastoalueilla kuilujen arkkitehtuuri voi olla tapauskohtaisesti myös näyttävämpää, jolloin kuilut voivat toimia alueen maamerkkeinä. Kuilujen näkyvyyttä maisemassa ja kaupunkikuvassa voidaan häivyttää myös kasvillisuudella, kuten kookkaammilla puu- ja pensasistutuksilla. Kuilurakennusten tyyppipohjapiirrokset on esitetty liitteessä 4.

Ajotunnelien ympäristö siistitään rakentamisen jälkeen ja rakentamisen takia poistettu tai muuten tuhoutunut kasvillisuus palautetaan alueelle. Erityisesti asuinalueiden läheisyydessä olevien tunnelien suuaukoille on suositeltavaa tehdä täydentäviä suojaistutuksia.

Sekä kuilujen että ajotunneleiden suojaistutukset tulee sovittaa ympäröivän alueen ilmeeseen ja esimerkiksi rakennuskauteen sopivaksi. Istutusryhmissä on suositeltavaa olla vaihtelevuutta, vältetään monotonisia massaistutuksia elleivät ne erityisesti ole asuinalueen aikakaudelle luonteenomaisia. Lajivalinnoissa on hyvä miettiä myös eri vuodenaikoja, kuten suojaistutusten syysväritystä ja talvivihreyttä. Suojaistutusten suunnittelussa tulee lisäksi huomioida kuilujen ja ajotunneleiden käytön ja huollon tilavaraukset.

6.7 Sähkörata

Lentorata kulkee Pasilasta Kytömaalle pääosin tunnelissa. Käytettävä sähköratajärjestelmä on 1x25 kV imumuuntajajärjestelmä. Avo-osuuksilla sulautetaan Lentoradan järjestelmä olemassa olevaan järjestelmään. Tunnelissa ajojohdin kulkee kannattimettomassa kiintoajojohdin kiskossa, joka on kiinnitetty tunnelin kattoon kiinnitettäviin ripustusputkiin. Erottimet, imumuuntajat ja muut erikoisrakenteet toteutetaan kallion syvennyksiin asennettavilla erikoispylväillä. Suunnitelmaratkaisut on esitelty tarkemmin julkaisussa 5/2023, Lentoradan esiselvitys, sähkörata- ja turvalaitteet, suunnitelmaselostus (Liite 11).

6.8 Syöttöasema

Lentoradan sähkönsyöttöä varten laajennetaan ensisijaisesti Kytömaan syöttöasemaa uudella päämuuntajalla. Kytömaalla on maankäytöllisesti tilaa ja se ei vaatisi suuria muutostöitä. Syöttöasemarakaisun tarkempi suunnitelma täydentyy seuraavassa suunnitteluvaiheessa. Vaihtoehtona on lentoaseman läheisyyteen rakennettava kokonaan uusi syöttöasema, mikäli Kytömaan laajennus ei ole mahdollinen.

7 Liikennesuunnittelu

7.1 Liikenteelliset tarkastelut

Liikenteellisten tarkasteluiden keskeisinä tavoitteina oli varmistaa eri vaihtoehtojen liikenteellinen toimivuus suunnitelluilla aikataulurakenteilla, arvioida eri vaihtoehtojen liikenteellistä välityskykyä ja tutkia junien ajo-aikoja eri kalustokokoonpanoilla.

Simulointituloksia hyödynnettiin lähtötietoina liikenteen vaikutusten arvioinnissa, hankearvioinnissa, liikenteen päästöjen laskennassa ja sähkön-syötön mitoitustarkasteluissa.

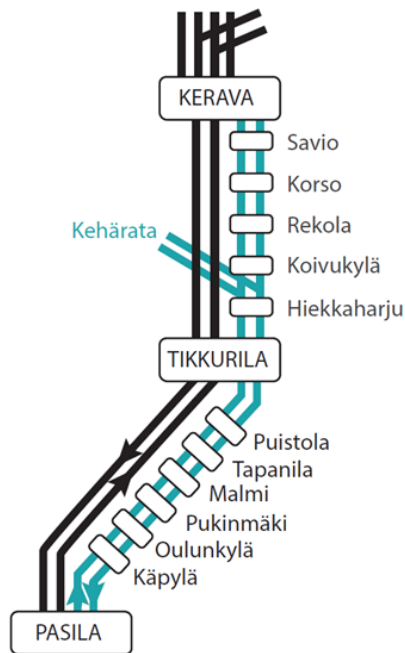
7.2 Tarkasteltavat vaihtoehdot

Vaihtoehtojen ratainfrastruktuuri ja liikennöinnin yleisperiaatteet

Vaihtoehto VE 0+

Vaihtoehdon infrastruktuuri koostuu nykyisestä infrasta täydennettynä Pasila–Riihimäki 2. vaiheessa tehtävillä täydennyksillä. Pasila–Riihimäki 2. vaiheessa koko Kerava–Jokela-rataosuus toteutetaan neliraiteiseksi. Lisäksi nykyinen junakulunvalvonta (JKV) on uudistettu ETCS hybrid L3 tason turvalaitejärjestelmällä.

Vaihtoehdon liikennöintimalli on nykytilanteen mukainen eli kaukojunat sekä Riihimäen ja Lahden lähijunat käyttävät läntisimpiä raiteita ja kaupunkijunat itäisimpiä raiteita. Kauko- ja lähiliikenne raiteita liikennöidään "oikeakätisesti" ja kaupunkiliikenne raiteita "vasenkätisesti".



Kuva 7.1 Vaihtoehdon VE 0+ liikennöintimalli. Mustalla on esitetty kaukojunien sekä Riihimäen ja Lahden lähijunien käyttämät raiteet, turkoosilla kaupunkiliikenteen raiteet.

Lentoratavaihtoehto (VE L)

Vaihtoehdossa Lentorata on toteutettu. Pääradan raiteisto on pitkälti vaihtoehdon VE 0+ mukainen. Pasilan aseman pohjoispään vaihdejärjestelyihin tulee kuitenkin tehdä muutoksia Lentoradan rakentamisen yhteydessä. Pääradan kauko- ja lähijunat käyttävät Pasilan laituriraiteita 3–4, Lentoradan junat käyttävät Pasilan laituriraiteita 5 ja 6. Turvalaitejärjestelmänä on ETCS hybrid L3.

Oletettavasti suurin osa kaukojunista liikennöidään Lentoradan kautta. Autoja kuljettavat yöjunat tulee kuitenkin liikennöidä Pääradan kautta, koska Lentoradalta ei ole yhteyttä Pasilan autojuna-asemalle. Riihimäen ja Lahden lähijunat sekä kaukojunat käyttäisivät Päärataa, jolloin junilla on pysähdys Tikkurilan ja Keravan asemilla. Vaihtoehtona olisi reitittää osa lähijunista Lentoradan kautta.

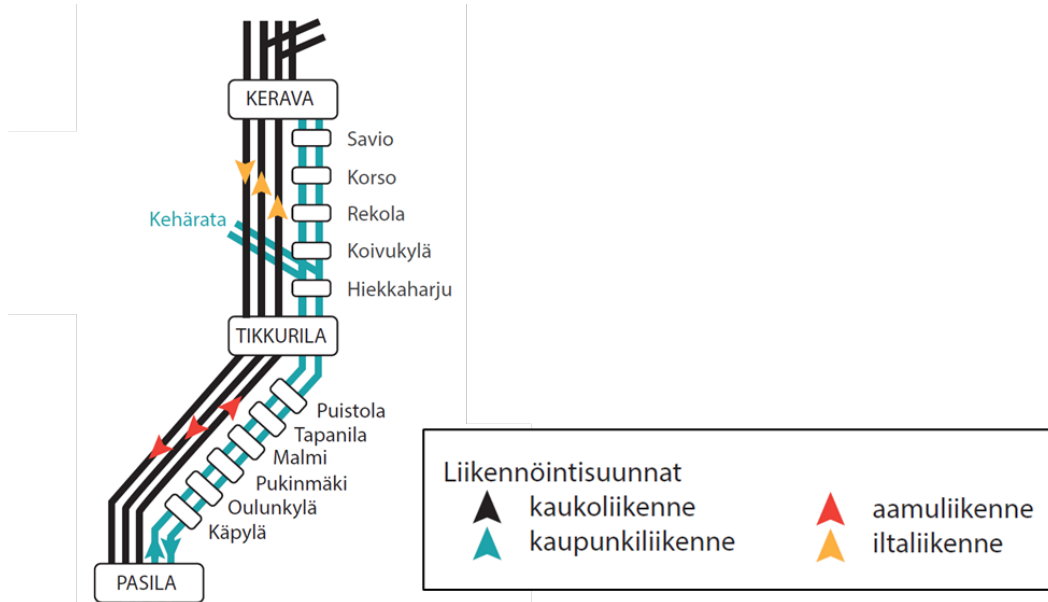
Itäradan alustavat linjaukset erkanevat Lentoradalta itään päin, joten Itäradan kauko- ja lähijunat reititettäisiin myös Lentoradalle. Lentoradan liikenne on normaalitilanteessa "oikeakätistä".

Pääradan 5. ja 6. raiteen vaihtoehto (VE 2)

Vaihtoehdossa Pääradalla on kuusi raidetta välillä Pasila–Kerava. Helsingin ratapihan liikennöintimalli ei kuitenkaan olisi toimiva ilman Pasilan ja Keravan välille sijoittuvaa eritasoratkaisua, koska junien käyttämien raiteiden järjestyksen tulisi olla Helsingin ratapihalla ja Keravalla erilainen. Eritasoratkaisun erittäin suurten kustannusten ja sen aiheuttamien ympäristövaikutusten takia vaihtoehto rajattiin pois työn aikana.

Pääradan 5. raiteen vaihtoehto (VE P)

Vaihtoehdossa VE P Pasilan ja Keravan väli on viisiraiteinen. Uusi raide sijoittuu nykyisten raiteiden länsipuolelle, jolloin kaupunkijunaliikenteen laitureihin ei tarvitse tehdä muutoksia. Kaupunkijunat käyttävät nykyisiä raiteita. Turvalaitejärjestelmänä on ETCS hybrid L3.



Kuva 7.2 Vaihtoehdon VE P liikennöintimalli. Mustalla on esitetty kaukojunien sekä Riihimäen ja Lahden lähijunien käyttämät raiteet, turkoosilla kaupunkijunaliikenteen raiteet.

Viidennen raiteen myötä kauko- ja lähijunilla olisi kaksi raidetta käytössä ruuhkasuuntaan, jolloin keskimmäisen kaukoliikenneraiteen liikennöintisuunta vaihtuisi keskellä päivää. Tässä työssä tehtyjen tarkastelujen perusteella viisiraiteisen radan tehokas ja eri suuntien konflikteista vapaa liikennöinti ei ole mahdollista maltillisilla muutoksilla Pasilan, Tikkurilan ja Keravan liikennepaikkojen nykyisiin vaihde- ja raidejärjestelyihin. Kyseiset liikennepaikat täytyisi suunnitella ja rakentaa hyvin suurilta osin uudelleen.

Vaihtoehdot, turvalaitejärjestelmä, junaliikenteen aikataulut sekä simuloinnit on kuvattu tarkemmin raportin liitteessä 8.

7.3 Johtopäätökset

Uusi kulunvalvontajärjestelmä lisää Pääradan linjaraiteiden kapasiteettia nykytilanteeseen (JKV) verrattuna. Laskennallisesti vaihtoehdon VE 0+ (nykyinen infrastruktuuri + Psl-Ri 2. vaihe + Digirata) mukaisella infrastruktuurilla mahtuisi 24–30 tunnittaista junaa ajosuuntaa kohti. Käytännössä maksimijunamäärä on kuitenkin selvästi pienempi, sillä junien ajoajoissa on päivittäistä vaihtelua. Lisäksi kaupallisilla pysähdyksillä ja pysähdysten keston vaihtelulla on merkittävä vaikutus todelliseen kapasiteettiin.

Lentorata parantaa selvästi Pääradan kapasiteettitilannetta, koska lähijunien lisäksi ainoastaan yöjunien on oletettu käyttävän Päärataa. Ennustetilanteessa junamäärien kasvu on kuitenkin niin maltillista, että vaihtoehdon VE 0+ kapasiteetti on riittävä sekä häiriöttömässä tilanteessa että alkuviivehäiriötilanteissa (eli häiriötilanteissa, jotka ovat läheneet liikkeelle suunnittelualueen ulkopuolelta). Lentoradan myötä tuleva toinen reittivaihtoehto Pasilan ja Kytömaan välillä kuitenkin mahdollistaisi junien uudelleen reitittämisen esimerkiksi tilanteissa, joissa jokin Pääradan raiteista olisi poissa käytöstä.

Lentoradan kapasiteettihyödyt tulisivat paremmin esille junamäärien kasvaessa ennustettua enemmän. Tässä työssä tarkastellut junamäärät perustuvat valtakunnalliseen liikenne-ennusteeseen. Kyseessä on perusennuste eli se ei huomioi sellaisia liikennepoliittisia ohjauskeinoja ja toimenpiteitä, joista ei ole tehty päätöksiä.

Simuloinneissa Lentoradan liikenteen tehokkaan toiminnan kannalta keskeiseksi tekijäksi muodostui kaluston vetovoiman riittäminen suhteessa vastusvoimiin, erityisesti tunnelin korkeaan ilmanvastukseen yhdistettynä radan pituuskaltevuuteen. Ilmanvastuksen yksinkertaisen mallinnuksen vuoksi tarkkoja arvioita ilmiön merkityksestä junien todellisen nopeuskäyttäytymisen kannalta ei voida tehdä, mutta tulosten perusteella Lentoradan liikennöinnin suunnittelussa on otettava huomioon tunnelin ja kaluston ilmanvastusominaisuudet ja kaluston vetovoiman riittävyys.

Pääradan viides raide välillä Pasila–Kerava mahdollistaa kahden rinnakkaisen raiteen käytön kaukojunille sekä Riihimäen ja Lahden lähijunille ruuhkasuunnassa. Nykyisen läntisen keskiraiteen liikennöintisuunta tulisi muuttaa keskellä päivää. Vaihtoehdon liikennemalli ei kuitenkaan ole vaihdejärjestelyiden vuoksi aamu- ja iltaruuhkassa yhtä toimiva. Aamuruuhkassa välityskyky paranee verrattuna vaihtoehtoon VE 0+, mutta iltaruuhkassa se on jopa heikompi. Toimiva liikennöinti viisiraiteisessa mallissa vaatisi Pasilan, Tikkurilan ja Keravan liikennepaikoilla todella suuria muutoksia vaihde- ja raidejärjestelyihin. Viidennen raiteen todelliset hyödyt olisivat joka tapauksessa kyseenalaisia, sillä junamäärien ajosuunta-kohtaisten erojen ei ole ennustettu olevan suuria mihinkään vuorokauden aikaan.

8 Kustannusarvio

8.1 Yleistä

Osana esiselvitystä on laadittu alustavat kustannusarviot Lentoradan ja pääradan 5. raiteen rakentamisesta. Kustannusarvioiden tarkkuus vastaa suunnitelmavaiheen tarkkuutta. Esitetyt kustannukset eivät sisällä arvonlisäveroa (alv. 0 %).

Lentoradan osalta suurimmat kustannukset on voitu arvioida nauhakustannuksina ja massamäärinä. Näiden lisäksi osa rakenteiden määristä, kuten esimerkiksi kaivannot, niiden tukirakenteet ja aseman rakenteet, on arvioitu rakennusosittain. Kustannukset kattavat suunnitelman mukaisten rakenteiden rakentamisen, työmaatehtävät ja tilaajatehtävät. Ratatunnelin kalliosta 70 % on oletettu olevan laadultaan tavallista ja 30 % ruhjeista tai muuten tavanomaisesta hitaampaa ja kalliimpaa rakentaa.

Pääradan 5. raiteen vaihtoehtoon kustannusarvio perustuu Liikenneviraston selvityksessä "Pasila–Kerava välin lisäraiteiden aluevaraus selvitys" vuodelta 2018 esitettyyn laskentaan. Aluevaraus selvityksessä oli laskettu 5. ja 6. raiteen rakentamiskustannukset, näiden laskentojen perusteella on laskettu vain 5. raiteen kustannusarvio. Kustannusarvio on sitten muutettu samaan maarakennuskustannusindeksiin (MAKU-indeksiin) kuin Lentoradan kustannusarvio.

8.2 Kustannuslaskennan perusteet

Lentoradan kustannusarvio on tehty laskentapalvelu Foren rakennusosalaskelmana ja hankkeen sijainniksi on määritetty Uudenmaan kunta. Laskelman hintataso on maarakennuskustannusindeksin (MAKU-indeksi) pisteluvussa 140,0 (2015=100). Raportin kirjoitusajankohtana MAKU-indeksi on 130,4 (2015=100), joten MAKU-indeksin luku 140 vastaa tulevaisuuden kustannustasoa. Kustannukset on koostettu soveltuvin osin Foren rakennusosakirjastossa olevilla hintatiedoilla, mutta suurin osa kustannuksista perustuu käsin hinnoiteltuihin nauhakustannuksiin, joiden määrät on laskettu suunnitelmista. Laskelman määrien perusteet ovat:

- tunnelimetri
 - rata- ja ajotunneleiden louhinnat, lujitukset ja tiivistykset
 - tunnelissa olevat radan päällysrakenteen osat ja radan alusrakennekerrokset
 - tunneleiden maanalaiset betonirakenteet ml. verhousrakenne
 - tunneleiden sähkö- ja LVIA-järjestelmät
- raidemetri
 - radan alus- ja päällysrakenteet avorataosuuksilla, lisäraiteet sekä raiteenvaihtopaikat

- ajojohtimien purut, uudet ajo- ja maadoitusjohtimet
- juoksumetri
 - kaikki kaukalarakenteet ja niihin suoraan liittyvät perustusrakenteet
 - betonitunnelit
- rakennusosat / kappalemäärät / yksittäiset erät
 - ajotunneleiden varustelu
 - tunneleiden yhdyskäytävät
 - pystykuilut, kuilujen rakennukset ja maarakennustyöt
 - aseman louhinnat, täytöt, rakenteet, tasonvaihtolaitteet ja järjestelmät
 - aseman yhdystunneleiden, huoltotunneleiden, IV- ja hätäpoistumistunneleiden louhinnat, täytöt, rakenteet, tasonvaihtolaitteet ja järjestelmät
 - aseman kuilujen louhinnat, täytöt, rakenteet, järjestelmät, kuilurakennukset sekä maarakennustyöt
 - vaihteet, runkomelueriste, radan turvalaitteet, sähköradan rakenteet kuin johtimet
 - maaleikkaukset ja pengerrykset
 - kaivannot ja niiden tukirakenteet
 - pohjanvahvistus- ja perustusrakenteet
 - maasilta ja törmäysmuuri
 - meluesteet
 - johtosiirrot
 - arvio pilaantuneiden maiden poistotarpeesta
 - olemassa olevien rakenteiden muutostyöt

Irti louhittavan kallion kustannus sisältää lastauksen ja kuljetuksen tunnelissa sekä kuljetuksen 1 kilometrin päähän tunnelin suuaukolta. Kustannusarviossa on erillinen varaus louheiden kuljetukselle 30 km päähän. Maaleikkausmassojen sekä tuotavien penger-, täyttö- ja rakennekerrosmassojen kuljetusmatka on 15 km.

Kustannusarvio sisältää hanketehtävät, jotka on jaettu työmaa- ja tilaajatehtäviin. Työmaatehtävät ovat 20 % rakennusosakustannuksista, jotka jakautuvat seuraavasti:

- rakentamisen johtotehtävät 5 %
- urakoitsijan yritystehtävät 7 %
- rakentamisen työmaatehtävät ja erityiset työmaakulut 3 %
- työmaapalvelut 3 %
- työmaan kalusto 2 %

Tilaajatehtävät koostuvat suunnittelutehtävistä (n. 1,6 %), rakennuttamistehtävistä (5 %) sekä varauksista (10 %). Suunnittelutehtävät sisältävät YVAN ja esiselvityksen kustannusten lisäksi arviot yleis-, rata- ja rakentamissuunnitelmien suunnittelu- ja tutkimuskustannuksista sekä työnaikaisen suunnittelun ja seurantamittausten kustannukset.

8.3 Kustannukset

8.3.1 Lentorata

Lentoradan esiselvityksen mukaisen suunnitelman kokonaiskustannus on 2,9 mrd. € (alv. 0 %). Rakentamiskustannusten jakautuminen ja kokonaiskustannus on esitetty taulukossa 8.1.

Taulukko 8.1 Lentoradan kustannusten yhteenvedo, kaikki kustannukset alv. 0 %.

KUSTANNUSTEN YHTEENVETO, € (alv. 0 %) MAKU 140 (2015=100)	Lentorata (VE L) Yhteensä 37 km
Ratalinja	278 380 000 €
Maa-alueet ja lunastukset	4 360 000 €
Kaivannot, tukiseinät ja paalulaatat	98 500 000 €
Sillat, kaukalot ja betonitunnelit	110 100 000 €
Ratarakenteet	65 420 000 €
Turvalaitejärjestelmät	49 320 000 €
Sähkörata	20 090 000 €
Tunnelit	1 512 060 000 €
Asema	190 050 000 €
Ympäristö (meluntorjunta ja PIMA)	4 860 000 €
Rakennusosat yhteensä	2 054 760 000 €

Työmaatehtävät	20 %	429 650 000 €
Rakentamisen johtotehtävät	5 %	102 740 000 €
Urakoitsijan yritystehtävät	7 %	162 530 000 €
Rakentamisen työmaatehtävät ja erityiset työmaakulut	3 %	61 640 000 €
Työmaapalvelut	3 %	61 640 000 €
Työmaan kalusto	2 %	41 100 000 €
Tilaaajatehtävät	17 %	418 750 000 €
Suunnittelutehtävät	1,6 %	40 080 000 €
Rakennuttamistehtävät	5 %	126 220 000 €
Varaukset	10 %	252 450 000 €
RAKENNUSOSAT, TYÖMAATEHTÄVÄT JA TILAAJATEHTÄVÄT YHTEENSÄ, € (alv. 0 %)		2 903 160 000 €

8.3.2 Pääradan 5. raide

Pasila–Kerava välin lisäraiteiden aluevaraus selvityksen (Liikennevirasto, 2018) pohjalta laskettu pääradan 5. raiteen suunnitelman kokonaiskustannus on 447,7 M€. € (alv. 0 %). Rakentamiskustannusten jakautuminen ja kokonaiskustannus on esitetty taulukossa 8.2.

Taulukko 8.2 Kustannusten yhteenveto, pääradan 5. raide, kaikki kustannukset alv. 0 %.

MAKU 140,0 (2015=100)

alv. 0 %

Yhteenveto		M€
Maa-, pohja- ja kalliorakenteet		0,2
Perustus- ja pohjarakenteet		187,3
Radan alus- ja päällysrakenne		42,9
Laiturit		0,9
Kuivatus ja vesihuollon järjestelmät		0,1
Kasvillisuus, turvallisuus ja suojarakenteet		20,0
Sähkö- ja konetekniset järjestelmät		7,7
Turvalaitejärjestelmä		43,5
Sillat		54,5
Tie- ja katujärjestelyt		9,2
Rakennuksien purut ja maanlunastus		23,1
Yhteensä ilman yhteiskustannuksia		389,3
Rakennuttaminen, suunnittelu ja työnaikainen liikenteenhoito	7,5 %	29,2
Arvaamattomat kustannukset	7,5 %	29,2
Yhteensä		447,7

8.4 Kustannusarvion tarkentaminen

Kustannusarvio tarkentuu suunnittelun tarkentuessa. Hankkeen edessä määritetään ja toteutetaan tarvittavat tutkimukset ja mittaukset, jolloin myös niistä aiheutuvat kustannukset tarkentuvat. Mitä lähempänä todellista rakentamisajankohtaa kustannusarvion indeksin pisteluku on, sitä tarkempia ja lähempänä todellista kustannustasoa rakennusosien panoshinnat ovat.

9 Lentoradan rakentaminen

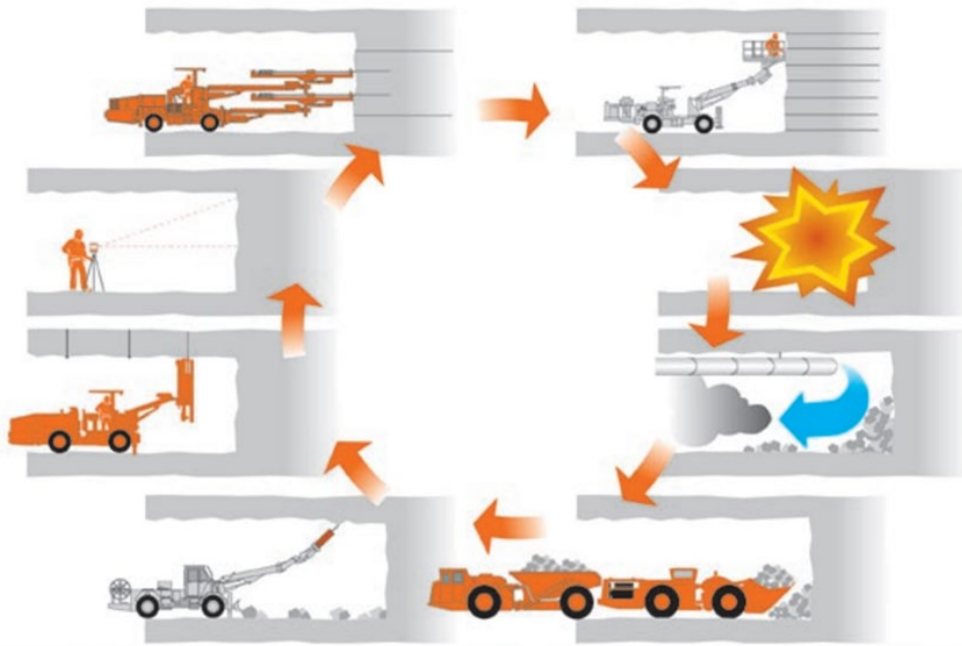
Lentoradan rakentamisvaiheita ovat pääpiirteissään (ei järjestyksessä):

- Rakentamisen valmistelu sisältäen muun muassa työaikaisten lupien hakemisen, työalueiden rajaamisen ja rakentamiseen liittyvän vuorovaikutuksen, tarvittavat mittaukset, tarvittavat johtosiirrot sekä työmaille johtavien työmaateiden tarvittavan parantamisen ja mahdollisten työaikaisten uusien työmaateiden rakentamisen.
- Ajo- ja ratatunneleiden, yhdyskäytävien ja pystykuilujen louhiminen sekä louhittujen tilojen varustelu.
- Lentoaseman rautatieaseman ja sen yhteyksien louhinnat ja varustelu
- Kaivantojen rakentaminen ja tukeminen, betonitunnelin rakentaminen ja perustaminen.
- Avorataosuuksilla pääradan raiteiden siirrot, liikennekatkojen määrittäminen eri raiteille, siltojen ja kaukalarakenteiden perustaminen ja rakentaminen.
- Radan rakentaminen, ratasähköistys ja turvalaitejärjestelmien asentaminen.

Erityisen vaativia rakennuskohteita ovat:

- Pääradan liitoskohtien rakentaminen Ilmalassa teknisesti haastavaa, laajat, syvät kaivannot, liikennekatkojen määrittäminen
- Kytömaalla toimenpiteet olemassa olevan oikoradan sillan pilareiden anturoihin
- Pääradan olemassa olevien raiteiden siirrot Pasilassa ja Kytömaalla, laajat syvät tuettavat kaivannot ja olemassa olevien raiteiden paalulaatat

Kalliotunneleiden louhintatyön toteutustapaa ei ole rajoitettu tässä suunnitelmassa. Louhintatyö voidaan suorittaa eri menetelmillä, joista skandinaavisessa kovassa kivessä käytetyin on poraus-räjäytys -menetelmä (Kuva 9.1). Siinä menetelmässä tunnelilouhinta etenee prosessimaisesti, jonka työvaiheet ovat kallion esi-injektointi, poraus, panostus, räjäytys ja tuuletus, lastaus ja kuljetus, rusnaus ja lujitus. Poraus-räjäytys -menetelmällä tunnelia louhitaan yksittäisissä osissa (katkoissa), joiden pituus vaihtelee n. 3...6 metrin välillä riippuen kalliolaadusta ja ympäröivistä tärinäherkistä rakenteista.



Kuva 9.1 Kalliotunnelin louhintakierto poraus-räjäytys-menetelmällä (lähde: <https://miningandblasting.files.wordpress.com/2009/09/rock-excavation-handbook-tunneling.pdf>)

Ratatunnelit louhitaan ajotunneleiden kautta. Ajotunnelit on suunniteltu niin, että niiden kautta on mahdollista louhia rataa kahteen eri suuntaan ja lisäksi kahta vierekkäistä ratatunnelia, jolloin louhintakierrossa olevia ratatunneliperiä on samaan aikaan käytettävissä neljä. Tämä mahdollistaa tehokkaan louhinnan. Lisäksi ratatunneleiden lisäksi ns. vaihtoperinä on louhittavina yhdyskäytäviä ja kuilujen alapuolisia tiloja. Kuilut louhitaan yläpuolelta porattavilla pitkillä rei'illä siten, että louhe putoaa alas alapuoliseen tilaan, josta se edelleen lastataan ja kuljetetaan pois tunnelista.

Kalliotilat tiivistetään esi-injektoimalla kallioraot mahdollisimman tiiviiksi sementtipohjaisella suspensiolla. Myös muut tiivistysaineet ovat mahdollisia. Kalliotilat lujitetaan mekaanisilla lujitusrakenteilla, joita ovat teräspultit ja ruiskubetonirakenteet. Suunnittelussa ei ole tässä vaiheessa tehty tarkempia kalliotunneleiden tiivistys- ja lujitus suunnitelmia.

Louhintamassojen käsittely

Kallioulouhe kuljetetaan pois lähtökohtaisesti lähimmän käytössä olevan ajotunnelin kautta, mutta kunkin tunnelin kautta kuljetettava tarkka määrä muodostuu lopullisesti mm. urakkarajojen mukaisesti. Ajotunnelin louhinnasta louhetta syntyy arviolta noin 1350 m³ltr viikossa ja ratatunnelissa parhaimmillaan 5700 m³ltr viikossa. Louhetta syntyy päivässä enimmillään 1900 m³ ktr (oletus: 4 tunneliperää päivässä), mikä vastaa noin 275 louhekuorma-auton mahtuvaa louhemäärää. Vaikutusten arvioinnissa on käytetty laskentaoletuksena yhteen louhekuormaan mahtuvan tunnelista louhittua kiveä 7 m³ltr, joka on varovainen arvio.

Louhekuljetusten arvioidaan ajoittuvan ma-pe klo 07–22 väliselle ajalle. Louhekuljetukset eivät jakaudu tasaisesti pitkin päivää, vaan räjäytyksen jälkeen tunneliperä lastataan tyhjäksi kerralla. Täysimittaisia katkoräjäytyksiä on työpäivässä arvioitu olevan keskimäärin 4 kpl.

Taulukko 9.1 Arvio kiviaineksen louhinnan määrästä ja kestosta sekä louhekuljetusten määrästä ajotunneleittain.

Ajotunneli	Louhintamäärä yhteensä m ³ ktr	Louhekuljetusten määrä (kpl)**	Louhinnan* arvioitu kesto (vko)
A1	377900	53990	133
A2	315400	45060	100
A3	308000	44000	91
A4	528000	75420	156
A5	504600	72080	129
A6	444800	63540	119
A7	683000	97570	126
A8	571500	81650	119
A9	453700	64810	132
A10	405700	57960	118
A11	550800	78690	119
A12	419900	59980	156
Yhteensä	5 563 300	794 750	

* Vain louhinnan kesto. Ei muun rakentamisen kesto (esim. avokaivanto, luiskat, tunnelin varustelut). Louhintaa tehdään samanaikaisesti monen eri ajotunnelin kautta.

**Sisältää louheen kuljetuksen pois tunnelista. Tunneliin ajaa vastaava määrä louhekuorma-autoja hakemaan louhetta, joten louhekuorma-autojen liikennemäärä on kaksinkertainen.

Ajotunnelin suuaukolle tarvitaan rakentamisen ajaksi väliaikainen työmaatukikohta, joka ennallistetaan rakentamisen päätyttyä. Kuilurakennukselle ei lähtökohtaisesti tarvita laajoja työmaatukikohtia.

Rakentamisen arvioitu kesto on 5–7 vuotta.

10 Ohjeita jatkosuunnitteluun

10.1 Yleistä

YVA-menettelyn päätyttyä hankkeesta vastaava voi tehdä päätöksen jatkosuunnitteluun valittavasta vaihtoehdosta. Tämän jälkeen suunnittelu jatkuu ratalain mukaisen yleissuunnitelman ja myöhemmin ratasuunnitelman laatimisella (kuva 10.1). YVA-menettelyssä esille tulleet haitalliset vaikutukset huomioidaan suunnittelussa ja niitä täsmennetään sekä pyritään torjumaan, lieventämään tai kompensoimaan. Yleissuunnittelun aloittaminen on mahdollista vuonna 2024.

Yleis- ja ratasuunnitelmista annetaan suunnitelmien käsittelyn jälkeen ratalain mukaiset hyväksymispäätökset. Hyväksymispäätösten yhteydessä lupaviranomainen Traficom varmistaa, että yhteysviranomaisen perusteltu päätelmä on ajan tasalla. Yleissuunnitelman hyväksyminen voi edellyttää yleiskaavamuutoksia, sillä radan yleissuunnitelmaa ei voida hyväksyä vastoin voimassa olevaa yleiskaavaa. Vastaavasti ratasuunnitelman hyväksyminen voi edellyttää voimassa olevien asemakaavojen muuttamista.



Kuva 10.1 Lentoradan suunnitteluvaiheet

Yleissuunnitelman ja ratasuunnitelman laatiminen kestävät arviolta 5–6 vuotta. Hankkeen toteutuessa liikenne alkaisi aikaisintaan 2030-luvun puolivälissä.

Yleissuunnitelman laajuus suositellaan pidettävän yleissuunnitelmalle asetetun vähimmäisvaatimustason mukaisena. Tarkempi tekninen suunnittelu suositellaan toteutettavan ratasuunnitelmavaiheessa. Ratkaisulla varmistetaan suunnitteluvaiheiden jouheva eteneminen ja pyritään välttämään päällekkäistä suunnittelutyötä. Samoin se mahdollistaa paremman keskittymisen teknisiin ratkaisuihin ratasuunnitelmavaiheessa.

10.2 Ratasuunnittelu

Jatkosuunnittelussa olisi hyvä vertailla radan rakenteen osalta kiintoraidetta suhteessa perinteiseen päällysrakenteeseen, erityisesti rakennus ja kunnossapitokustannusten osalta.

Myös liitoskohdissa tarvittavat muutokset olemassa oleviin rata, sähkö- ja kuivatusrakenteisiin tulee selvittää tarkemmin. Samoin johtosiirtotarpeet on selvitettävä.

Työmenetelmiä määritettäessä tulee arvioida liikennekatkojen ja nopeusrajoitusten tarpeellisuus.

Jatkosuunnittelussa ratageometriat tulee laatia mittausaineistopohjalle. Jatkossa on myös tarkasteltava tarkemmin rakenteiden ja ratojen sijainteja toisiinsa nähden, lisäksi katujen ja radan etäisyydet on tarkastettava.

Siirrettävien ja muutettavien raidegeometrioiden osalta tulee tarkistettavaksi myös vaikutukset kuivatusten muutoksiin ympäristöissä.

Lentoradan geometrioissa on etsittävä mahdollisuudet kaarteiden tasapainonopeuksiin.

Jatkosuunnittelussa päivitetään ja tarkennetaan suunnitteluperusteet.

10.3 Tunnelisuunnittelu

Lisätutkimukset tehdään kalliopinnan korkeusasematiedon määrän kasvattamiseksi. Tutkimustavoiksi suositellaan ensisijaisesti kalliopintaa varmistavia porakonekairauksia (pistemäinen tieto) sekä tutkimuksia/luotauksia, joilla voidaan kattaa maantieteellisesti laajempia alueita. Porakonekairauksia suositellaan tehtäväksi erityisesti suuaukkojen aluille betonitunneliosuuksien laajuuden selvittämiseksi sekä kalliokattopaksuuden varmistamiseksi kalliotunneleiden päätyalueilla. Suunnitelman laatimisen yhteydessä on laadittu tutkimusohjelmat em. suositusten mukaisesti.

Suunnitelman laadinnan yhteydessä ei ole toteutettu palo- ja pelastusturvallisuuden tarkasteluja tai vuoropuhelua pelastuslaitoksen kanssa. Molemmat tulisi käynnistää yleissuunnitelman laatimisen yhteydessä. Tässä suunnitteluvaiheessa ei ole toteutettu tunneliin palo- ja poistumisaikasimulointeja, vaan on tukeuduttu muiden hankkeiden kokemuksiin ja selvityksiin. Suositellaan palo- ja poistumisaikasimulointien käynnistämistä riittävän aikaisessa suunnitteluvaiheessa.

Jatkosuunnittelussa tulee suunnitella pelastuslaitokselle sammutusveden saanti palontorjuntapisteille. YTE:n vähimmäisvaatimus on 800 l / min kahden tunnin ajan, jonka riittävyys tulee varmistaa pelastuslaitoksen kanssa.

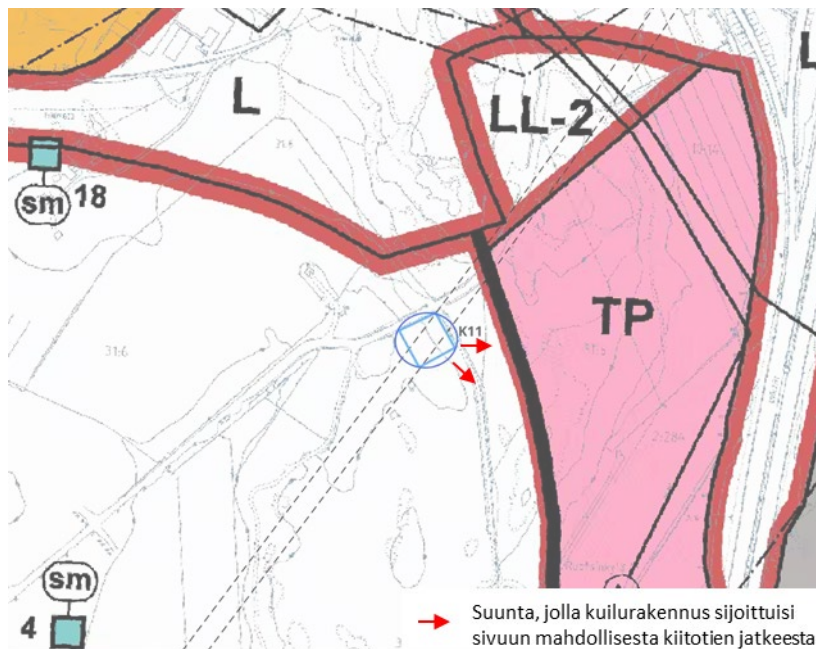
Tässä suunnitteluvaiheessa ei ole toteutettu aerodynaamisia tarkasteluita poikkileikkauksen oikean koon tai paineentasauskuilujen varmistamiseksi, vaan on tukeuduttu muiden hankkeiden selvityksiin. Aerodynaamiset tarkastelut voivat tuoda vaikutuksia tunneli- ja kuiluprofiilien koon.

Kuilujen ja ajotunnelien liitoskohtien lukittuessa määritettävä ne kuilut, joihin sijoitetaan palontorjuntapiste. Palontorjuntapisteiden tilavaraukset suuaukoille suunniteltava.

Keravan päässä itäisemmän raiteen poistumisratkaisu on suunniteltava tarkemmin osuudelta, jossa muulla tunneliosuudella käytettävä poistumisratkaisu yhdyskäytävän kautta ei ole mahdollista viereisen ratatunnelin puuttumisen johdosta.

Jatkosuunnittelussa on selvitettävä verhousrakenteen tarve (nk. pak-kassimulointi) tai mahdollisesti vaihtoehtoinen pelkkä vedeneristerakenne tai muu vesivuotojen hallinnan ratkaisu sinne, missä lämmöneristeelle ei ole tarvetta.

Kiitotien 1 pohjoisen kuilun (K11) kuilun sijaintia ja kuilurakennuksen korkeutta on mahdollisesti tarkennettava kiitotielle suunnitellun jatkeen mahdollistamiseksi. Erityisesti kuilurakennuksen korkeus saattaa muodostua haasteelliseksi. Ratkaisuna voi olla esimerkiksi rakennuksen pohjatason alentaminen tai kuilun sijoittaminen alueella topografialtaan matalampaan sijaintiin, sivuun kiitotien mahdollisesta jatkeesta (Kuva 10.2). Kuilun tulisi sijoittua mahdollisimman lähelle ratalinjaa, mieluiten alle 200 metrin etäisyydelle ratalinjasta. Jatkosuunnittelussa on tarpeen varmistaa yhteensovitus kiitotien mahdollisen jatkeen, kiertorullaustien ja niihin liittyvien rajoitusten kanssa sekä tarvittaessa Focus-alueen osayleiskaavan mukaisen työpaikka-alueen (TP, ns. Focus Gate -alue) maankäytön suunnitelmien kanssa. Kyseinen työpaikka-alue on osoitettu vireillä olevan maankäytön yleissuunnitelman ehdotuksessa (Tuusula, kh 24.4.23) kaupan alueeksi (KM).



Kuva 10.2 Esiselvityksessä tarkasteltu alue, jolle tutkittiin kuilun sijoittamista sekä suunta, jolla kuilurakennus siirtyisi sivuun kiitotien mahdollisesta jatkeesta. Kuilun jatkosuunnittelussa on tarpeen varmistaa yhteensovitus lentoliikenteeseen liittyvien rajoitusten ja alueen maankäytön suunnitelmien kanssa.

Tunneliprofiili mahdollistaa sekä perinteisen sähköratarakenteen että kiintoajojohtimien käytön. Jatkosuunnittelussa tulisi verrata perinteistä ja kiintoajojohtimien järjestelmää tunnelin poikkileikkauksen, rakennuskustannusten sekä kunnossapitokustannusten osalta. Kiintoajojohtimien tapauksessa tunneliprofiilia voidaan madaltaa ja siten tunnelin louhinta- ja lujituskustannukset pienenevät pienemmän profiilin muodossa. Toisaalta aerodynaaminen tarkastelu saattaa estää tunneliprofiilin pienentämisen.

Jatkosuunnittelussa tulisi huolehtia ajotunneleiden suuaukkoratkaisuissa mahdollisuus toteuttaa myös muita myöhemmin mahdollisesti

suunniteltavia maanalaisia kalliorakennushankkeita Lentoradan ajotunneleiden kautta.

Lentoasemalle sijoittuvan Lentoradan asemahallin louhinnan kalliomekaaniset vaikutukset lentoaseman olemassa oleviin kalliotiloihin ja yläpuolisiin rakenteisiin on varmistettava kalliomekaanisin tarkasteluin myöhemmissä suunnitteluvaiheissa.

Keravalla Lentoradan tunnelin linjauksen pohjoispäässä läntisen raiteen ratatunneli on suunniteltu n. 450 metrin pituudelta toteutettavaksi betonitunnelina. Jatkosuunnittelussa on tarpeen selvittää olisiko osa tästä toteutettavissa kalliotunnelina, jolloin auki kaivuun ja siihen liittyvän maanpäällisen häiriön sekä ja betonitunnelin rakentamisen osuus pienee vastaavasti. Sama tilanne on pohjoispäässä itäisen raiteen paaluvälillä 32 000...32 500.

Kalliotunnelin rakentamisen hiilijalanjälkeä voidaan pienentää erityisesti lujitusten osalta välttämättä ylilujitusta (kalliorakenteiden mitoitus) ja korvaamalla ruiskubetonointia mahdollisuuksien mukaan kierrätetystä teräksellä valmistetuilla teräspulteilla sekä välttämällä tarpeettoman pieniä ruiskubetonikerroksia ylimääräisten hukkaroiskekertojen vähentämiseksi.

Tunnelin vaikutusalueella sijaitsevien energiakaivojen sijainteja on tarkasteltu osana ympäristövaikutusten arviointia kunnilta saatujen tietojen pohjalta. Energiakaivojen rakentaminen on luvanvaraista: kuntien rakennusvalvontaviranomaiset myöntävät energiakaivojen toteutusluvut. Nykyiset kaavavaraukset estävät pitkälti uusien energiakaivojen rakentamisen Lentoradan linjaukselle. Jatkosuunnittelussa on tarpeen suorittaa kaivokartoitus, jolla kartoitetaan myös ne kaivot, joita ei löydy kuntien luparekisteristä.

Tunnelin kohdalle rakennetut energiakaivot lunastetaan rakennushankkeeseen ryhtyvän toimesta ennen tunnelin rakentamista. Rakennettaessa alueelle, jossa olemassa oleva energiakaivo joko lävistää tai lähes lävistää tulevan tunnelin, on lunastettu energiakaivo injektoitava etukäteen umpeen. Tällä vältetään tunnelin tiivistysinjektointimassojen kulkeutuminen reikään sekä räjäytyskaasujen hallitsematon purkautuminen reikään ja sitä kautta maanpinnalle.

Esiselvityksen laatimisen aikana Keravan Kytömaalla, Myllypuronniityn alueella on käynnistetty maisema- ja meluvallin rakentaminen. Tunneli kulkee kyseisen vallin ali. Tunnelin rakentaminen on sovittavissa yhteen meluvallin kanssa.

10.4 Asemasuunnittelu

Aseman jatkosuunnittelua ohjaavia merkittävimpiä tekijöitä ovat asemanhallin sijainti ja korkoasema sekä teknisten kuilurakennusten sijainnit ja tilantarve maan pinnalla.

Asemahallin sijaintia ja korkoasemaa määrittävät kalliotekniset mitoitusperusteet asemahallin leveydestä ja etäisyydestä matkakeskuksen tasovaihtokuiluun. Kallion laadulla ja pinnanmuodolla saattaa olla vaikutusta asemalle esitettyyn korkeusasemaan.

Teknisten kuilujen sekä maanpäällisten kuilurakennusten yhteenlaskettu kapasiteetti on esitetty kuusinkertaisena verrattuna kehäradan kuiluihin. Tämä vastaa suurin piirtein asemahallien volyymien suhdetta.

Kuilurakennusten sijainnit perustuvat Finavian tekemään kartoitukseen ja ne on yhteensovitettu. Ympäristön tarkempi toiminnallisuustarkastelu on jatkosuunnittelussa tarpeen, sillä lentoaseman ympäristö on hyvin tehokkaasti rakennettua ja jatkuvasti muutoksen alla. Itäinen kuilu on esitetty sijoitettavaksi olemassa olevaan, käytöstä poistettuun tasovaihtorakennukseen. Haasteena on vaakatunneleiden rakentaminen Kehäradan alta tasovaihtokuilun alle ja sieltä ylös päin kuilun pohjalle. Kuilu on liukuportaikon vuoksi louhittu kaltevaksi.

Asemasuunnittelussa sekä rakennusaikana on otettava huomioon lentoaseman herkätkä tekniset järjestelmät. Tällä on vaikutusta rakennustyön aikatauluun esimerkiksi hitaamman louhintatyön vaatimuksena. Finavia on tarkastanut, että kriittiset tilat eivät ole esteenä aseman esitetylle sijainnille.

Aiemmissa suunnitelmissa esitetty Tallinnan radan maanalainen asema siirtyy selvästi koillisen suuntaan Lentoradan leveän asemahallin ja sen sijainnin vuoksi. Mikäli Lentoradan suunnittelun yhteydessä tullaan varautumaan Tallinnan radan aseman rakentamiseen, pitää tutkia teknisten kuilujen kapasiteettien jakamista sen käyttöön. Tämä siksi, että kolmas asema tulisi sijoittumaan lentoaseman ja kentän alle.

10.5 Geotekninen suunnittelu

Jatkotoimenpiteenä on tehtävä lisätutkimuksia Pasilan suuaukko-osuudelle. Lisäksi tutkimuksia tulee kohdentaa niille kuiluille ja ajoyhteyksille, joissa maaperästä ei ole kairautietoa eikä alue ole todettu sijoittuvan avokalliolle. Paikoin kairauksissa on havaittavissa, että puristinheijarikairaukset ovat jääneet porakonekairauksella todetusta kallionpinnasta ylös. Tällöin on suositeltavaa määrittää lisätutkimuksia sekä pora- että puristinheijarikairauksin, jotta selviää kaivantojen tuentojen toteutettavuus. Jos kallionpinnan ja puristinheijarikairauksen välinen etäisyys on huomattava, tulee kyseeseen kaivantojen tuenta porapaaluseinänä, joka lisää kustannuksia.

Etenkin avokaivantojen sijoituessa rakennettujen alueiden läheisyyteen, tulee tihentää olemassa olevaa pohjavesiputkien havaintoverkostoa. Jatkosuunnittelussa tulee kartoittaa painumaherätkä rakenteet ja -alueet.

Pasilan pääradan raiteiden siirron osalta tulee jatkosuunnittelussa selvittää, voiko nykyisiä paalulaattoja hyödyntää siirrettävien raiteiden

pohjanvahvistuksena. Osa nykyisistä raiteista on arkistopiirustusten mukaan maanvaraisia, joten raiteiden siirrolla ja uusien paalulaattojen rakentamisella saadaan Lentoradan kaivantojen rakentamisen mahdollisesti aiheuttamia painumia vähennettyä.

Kytömaan alueella etenkin itäisen raiteen kaivantojen lähdöt tunnelista ovat tämänhetkisen tiedon mukaan erittäin syvällä ja haastavia toteuttaa. Jatkosuunnittelussa tulee tarkemmin selvittää kairauksin kallion syvyyttä suuaukkoalueella ja tämän perusteella kaivantojen toteutusta. Mikäli maakerrosten kallion päällä todetaan olevan nykytietoa paksummat, tulee jatkosuunnittelussa tarkastella tunnelin lähdön korkotasoa.

10.6 Silta- ja rakennesuunnittelu

Sekä Pasilan että Kytömaan betonikaukalo- ja betonitunnelirakenteet edellyttävät syviä ankkuroituja kaivantoja. Mikäli vaikutukset pääradan eri raiteiden liikennekatkoihin halutaan minimoida, olisi syytä tutkia tarkemmin kaikki mahdolliset siirrot linjauksen viemiseksi mahdollisimman kauas pääradasta.

Kytömaan päässä on syytä tarkastella itäinen pääradalle nousu siten, että laskeutuminen tunneliin alkaa vasta Kytömaan RRS:n eteläpuolelta, jolloin vältettäisiin erittäin vaativat sillan perustusten muutostyöt. Mikäli tätä ei voida välttää tulisi nousu linjata niin että vain tuki T7 joudutaan yhdistämään tunnelirakenteeseen. Ratkaisun suunnittelussa tulee kuitenkin huomioida suunnitelmaratkaisun kokonaisuus ja reunaehdot esimerkiksi kalliokaton suhteen.

Koko Kytömaan alueen vaiheittain rakentaminen on tutkittava, kun tieto kallion pinnasta on selvillä siinä tarkkuudessa, että voidaan arvioida kaivantojen pituudet. Etenkin itäisen pääradalle nousun alkupään linjauksen muutaman metrin siirroilla voidaan saavuttaa merkittäviä kustannussäästöjä ja välttää liikennekatkoja.

Kaikkia nykyisiä paalulaattoja ei ole saatu selvitettyä. Rakentaminen vaikeutuu merkittävästi, jos nykyisiä paalulaattoja joudutaan kaventamaan tai niiden vinopaalut sijoittuvat kaivantojen ponttiseinien kohdille. Käytännössä tällöin laatat joudutaan rakentamaan uudelleen, mikä tarkoittaa merkittäviä liikennekatkoja kyseisille pääradan raiteille.

10.7 Riskienhallinta

Hankkeen riskienhallinta toteutettiin Väyläviraston ohjeiden "Riskienhallinta väylänpidossa" (VO 50/2020) ja "Ohje riskienhallinnan menettämistä" (VO 51/2020) mukaisesti. Tunnistetut riskit ja niiden hallintatoimenpiteet on kuvattu hankkeen riskienhallintasuunnitelmassa.

Riskien arvioinnin tulokset ja toimenpide-ehdotukset annetaan lähtötietona seuraavaan suunnitteluvaiheeseen. Riskien sisältöä, merkittävyyttä ja hallintatoimenpiteitä on mahdollista tarkentaa, kun

suunnitelmaratkaisut ja suunnittelun lähtötiedot tarkentuvat. Muutoksen merkittävyyden arviointi jää tehtäväksi varsinaiseen yleissuunnitelma-vaiheeseen.