



PISARARATA
Ratasuunnitelma

SUUNNITELMASELOSTUS

9.10.2015



Euroopan unionin osittain rahoittama hanke
Euroopan laajuinen liikenneverkko (TEN-T)

1	HANKKEEN TAUSTA JA TAVOITTEET	4
1.1	Tausta	4
1.2	Ympäristövaikutusten arvioinnin (YVA) huomioon ottaminen ratasuunnitelmassa	5
1.2.1	Vaikutukset liikenteeseen	5
1.2.2	Vaikutukset maankäyttöön ja kaavoitukseen.....	7
1.2.3	Meluvaikutukset.....	8
1.2.4	Vaikutukset ilmanlaatuun.....	8
1.2.5	Vaikutukset luontoon kasvillisuuteen ja eläimistöön.....	9
1.2.6	Vaikutukset vesistön käyttöön sekä pinta- ja pohjavesiin.....	9
1.2.7	Vaikutukset maa-ainesvaroihin.....	10
1.2.8	Vaikutukset maisemaan, taajamakuvaan ja kulttuuriarvoihin.....	10
1.2.9	Tärinävaikutukset.....	11
1.2.10	Vaikutukset ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen	11
1.2.11	Kiinteistövaikutukset	11
1.2.12	Yhdyskuntatalous	12
1.2.13	Rakentamisen aikaiset vaikutukset	12
1.2.14	Muut ratasuunnitelmassa tehdyt selvitykset ja tarkastelut	13
1.3	Tavoitteet.....	13
1.4	Ratatekniset lähtökohdat sekä radan nykytila.....	14
1.5	Liikenteelliset lähtökohdat ja tavoitteet	14
1.6	Liikennöinti	16
1.7	Suunnitelmien laatiminen ja vuorovaikutus.....	18
2	KAAVOITUS JA LIITTYVÄT HANKKEET	18
2.1	Kaavatilanne	18
2.2	Ratasuunnitelmaan liittyvät muut toimeksiannot ja hankkeet	19
3	MUUTOKSET YLEISSUUNNITELMAAN.....	19
4	SUUNNITELMAN KUVAUS	19
4.1	Ratatekniikka.....	19
4.2	Tunnelit.....	20
4.3	Asemat	21
4.3.1	Töölö.....	21
4.3.2	Helsinki-Kaivokatu	21
4.3.3	Hakaniemi	23
4.4	Tunneleiden suuaukot ympäristöineen	23
4.4.1	Vauhtitie	23
4.4.2	Alppipuisto	25
4.5	Geo- ja kalliotekniikka	26
4.6	Runko- ja ympäristömelu	29
4.7	Palotekniikka	31
4.8	Sähkörata- ja vahvavirtalaitteet.....	32
4.9	Turvalaite ja liikenteenohjaus.....	33
4.10	Katusuunnittelu	34
4.11	Ympäristösuunnittelu.....	36
4.12	Johtosiirrot.....	38
4.13	Talotekniset sekä sähkö- ja automaatiojärjestelmät	38
4.13.1	Talotekninen suunnittelu.....	38
4.13.2	Sähkö- ja automaatiojärjestelmä	39
5	ERILLISTARKASTELUT	40
5.1	Kaksoisraidetunneli.....	40
5.2	Ilmalan vaihdekuja	40
6	JATKOTOIMENPITEET.....	41

7	RISKIEN ARVIOINTI.....	42
8	HANKEARVIOINTI	44
9	RAKENTAMISKUSTANNUKSET.....	46
	9.1 Kustannuslaskelmien perusteet.....	46
	9.2 Rakentamiskustannukset.....	49
10	SUUNNITTELUORGANISAATIO	50

PISARARADAN RATASUUNNITELMA

1 HANKKEEN TAUSTA JA TAVOITTEET

1.1 Tausta

Pisaratata-hanke juontaa alkunsa Helsingin kantakaupungin 1990-luvun puolivälin joukkoliikennejärjestelmän kehittämissuunnitelmista. Vuonna 1998 valmistui Pisaratata-hankkeen esisuunnitelma, jossa selvitettiin asemien lukumäärää, radan linjausta sekä rakentamiskustannuksia.

Pääkaupunkiseudun liikennejärjestelmäsuunnitelmassa PLJ 2002 ja sen puiteohjelmassa sovittiin Pisaratadan tarve- ja toteuttamiskelpoisuus selvityksen laadinnasta. Ratahallintokeskuksen ”Etelä-Suomen rautatieliikenteen visiotarkastelut 2050”-selvityksessä vuodelta 2005 puolestaan todetaan, että junatarjonnan merkittävä lisääminen edellyttää kaikissa tutkituissa skenaarioissa Helsingin ratapihan kapasiteettia lisääviä tai vapauttavia toimia.

Vuonna 2006 valmistui Pisaratadan tarve- ja toteuttamiskelpoisuus selvitys. Siinä tarkasteltiin Pisaratadan liikenteellisiä vaikutuksia. Vertailuvaihtoehtona oli Pasilaan rakennettava junaliikenneterminaali, jonne osa lähiliikenteen junista päättää matkansa.

Pisaratata on Uudenmaan maakuntakaavassa, Helsingin yleiskaavassa ja Helsingin maanalaisessa yleiskaavassa yleissuunnitelman vaihtoehdon 1 mukaisella linjauksella. Valitussa linjausvaihtoehdossa tunneliosuus alkaa Pasilan aseman eteläpuolelta Eläintarhan ja Alppipuiston kohdalta. Tunneliasemia on kolme: Töölö, Keskusta ja Hakaniemi. Vaihtoehdossa on kaksi lisäraidetta radan itäpuolella Eläintarhan koulun ja Pasilan aseman laitureiden eteläpään välillä. Lisäraiteiden tuomaa lisäkapasiteettia tarvitaan, mikäli esim. lentorata Pasilasta lentoaseman kautta pääradalle toteutetaan myöhemmin.

Liikennevirasto on tehnyt suunnittelupäätöksen Pisaratadan rata- ja rakentamissuunnittelusta 3.5.2013. Rata- ja rakentamissuunnittelun sisältö perustuu Liikenneviraston tekemään Pisaratadan yleissuunnitelman hyväksymispäätökseen 16.2.2012. Hyväksymispäätöksessä on sitouduttu tekemään hankkeen jatkosuunnittelu ja toteutus yhteistyössä valtion ja Helsingin kaupungin eri viranomaisien kesken. Suunnittelussa on otettu huomioon kaupungin lausunnossaan 26.9.2011 esittämät näkökohdat.

Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelma (HLJ) korvaa Pääkaupunkiseudun liikennejärjestelmäsuunnitelman. HSL:n hallitus hyväksyi liikennejärjestelmäsuunnitelman (HLJ 2015) 3.3.2015. Siinä Pisaratataa esitetään ensimmäisellä kaudella vuoteen 2025 mennessä aloitettavana hankkeena

1.2 Ympäristövaikutusten arvioinnin (YVA) huomioon ottaminen ratasuunnitelmassa

Pisaraadan hankevaihtoehtojen yleissuunnitelma (Helsingin kaupunki, Liikennevirasto 2011) tehtiin samanaikaisesti ympäristövaikutusten arviointimenettelyn (YVA) kanssa. Ratasuunnitelman suunnitteluohjelmassa ja työssä on otettu huomioon ELY-keskuksen lausunto 14.7.2011.

Ympäristövaikutusten arvioinnissa vertailtiin kolmea vaihtoehtoista linjausta (VE1, VE2, VE3) ja vertailuvaihtoehtoa (VE 0+). Ratasuunnitelma on tehty VE 1:n pohjalta. VE2:ssa Pisaraada erkani pääradasta Käpylän aseman eteläpuolella ja sisälsi uuden maanalaisen aseman Pasilassa. Rantaradan tunnelin erkaneminen on kuten VE1:ssä. VE3 vastaa vaihtoehtoa VE2, mutta siinä on lisäksi tunneliasema Alppilassa. Vertailuvaihtoehto VE0+ sisälsi uuden lähiliikenneterminaalien rakentamisen Pasilan alaratapihalle.

Yleissuunnitelman ja YVAN jälkeen on tehty uusi hankearviointi 12.11.2014 koska Pisaraadan ja muun liikennejärjestelmän suunnittelutilanne on muuttunut ja suunnitteluratkaisut ovat tarkentuneet. Ympäristövaikutusten arviointi ja päivitetty hankearviointi sekä yleissuunnitelmasta annetut lausunnot on ratasuunnitelmassa otettu seuraavasti huomioon.

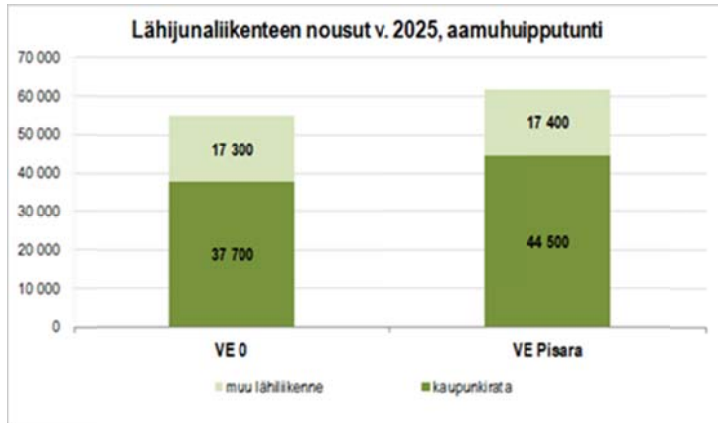
1.2.1 Vaikutukset liikenteeseen

Pisaraadan myötä kaupunkirataliikenteen palvelualue laajenee Helsingin kanta-kaupungissa, jonka saavutettavuus paranee. Useimmat junamatkustajat pääsevät aiempaa nopeammin ja lähemmäksi määränpäättä Helsingin kantakaupungissa. Pisaraadan uusilla asemilla on vuoden 2025 ennustetilanteessa arkivuorokaudessa noin 160 000 käyttäjää – vilkkain uusista Pisaraadan asemista on Hakaniemi, jolla arvioidaan olevan noin 83 000 päivittäistä matkustajaa.

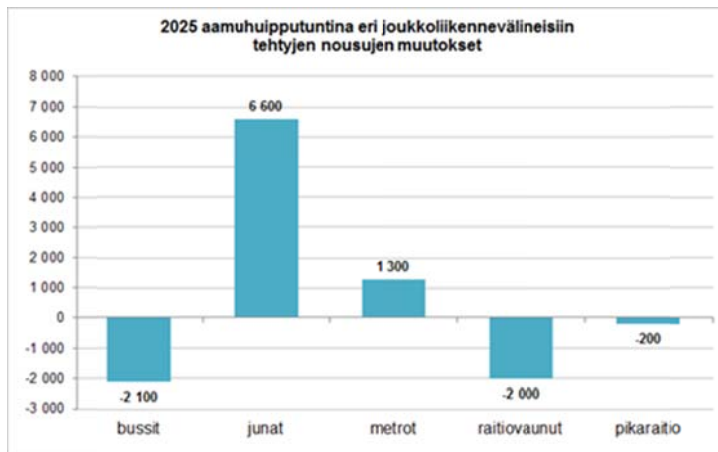
Asemien hissiyhteyksistä on sovittu Helsingin pelastuslaitoksen kanssa. Yleissuunnitelmassa esitetyjä palo- ja pelastusturvallisuuden kannalta tärkeitä ratkaisuja on tarkennettu yhdessä pelastuslaitoksen kanssa ratasuunnitelmassa. Erityistä huomiota on kiinnitetty Kaivokadun ja Hakaniemen asemien suunniteltujen ja nykyisten maanalaisten tilojen yhteyksiin ja yhteistoimintaan. Asemien suunnittelua on tehty yhteistyössä kaupungin eri virastojen ja laitosten asiantuntijoiden kanssa, mm. asemien pintayhteyksien osalta. Suunnitelmaratkaisuja on esitelty myös kiinteistöjen edustajille ja niitä on varmennettu simuloineilla.

Pisaraada lisää noin 6 500 uutta joukkoliikennematkaa arkivuorokaudessa, mikä vastaa noin 0,5 % kasvua Helsingin seudun joukkoliikenteen matkustajamäärissä. Hanke vähentää seudun joukkoliikennematkoihin kuluvaa aikaa yhteensä 2 900 tuntia vuorokaudessa. Käyttäjien aika- ja palvelutasohyödyt ovat hankkeen suurin hyötyerä, joka rahamääräiseksi muutettuna on noin 14 miljoonaa euroa vuodessa. Matkustajahyödyt kohdistuvat erityisesti pääkaupunkiseudun kaupunkiratojen varsille. Merkittävimmät reaalityökaloudelliset vaikutukset muodostuvat yhtäältä liikennepalvelun tuottajaan liikennöintikustannussäästöistä ja toisaalta väylänpitäjään kunnossapitokustannusten kasvusta.

Uusi kysyntä kuormittaa ensisijaisesti kaupunkiratajunia. Koko lähijunaliikenteeseen tehdään Pisaran myötä 6 900 uutta nousua, mikä vastaa 13 % kasvua junien käytössä (kuva 1).

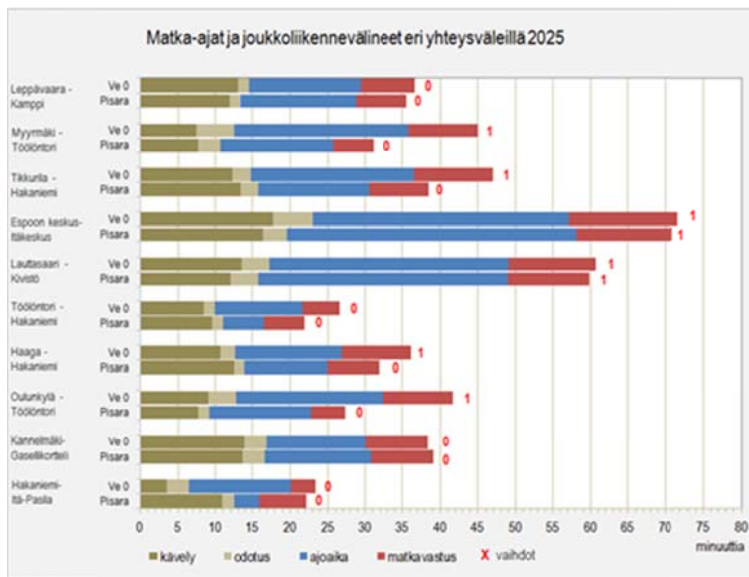


Kuva 1. Lähijunaliikenteen nousut vertailu- ja hankevaihtoehdossa v. 2025.



Kuva 2. Pisararadan vaikutukset eri joukkoliikennevälineiden käyttöön.

Kuvassa 3 on havainnollistettu esimerkkimatkojen avulla Pisararadan vaikutusta keskimääräisiin matka-aikoihin, jossa otetaan huomioon vuorotarjonnan jakautuminen mahdollisiin yksittäisiin nopeampiin yhteyksiin ja tiheämmin kulkeviin hitaampiin yhteyksiin. Kuva ei siis esitä nopeimpia matka-aikoja, vaan hankkeen vaikutuksia jos se vaikuttaa reitinvalintaan. Matka-ajoissa on eritelty liityntä- ja vaihtokävelyihin, odotukseen ja joukkoliikennevälineessä matkustukseen kuluva aika. Matkavastus kuvaa kävelyihin ja odotusaikoihin liittyvää lisävastusta joukkoliikennevälineessä käytettyyn aikaan nähden



Kuva 3. Pisararadan vaikutus keskimääräisiin matka-aikoihin

Hanke vähentää Helsingin seudulla henkilöautoliikenteen suoritteiden vähenemän seurauksena joitakin henkilövahinkoon johtavia tieliikenneonnettomuuksia vuositasolla. Pisara radan asemien sijainti ja sisäänkäyntiyhteydet vilkkaiden pääkatujen molemmin puolin vähentävät katujen ylittävien jalankulkijoiden määrää ja pienentävät kadun ylittävien onnettomuusriskejä. Näistä koituvat hyödyt eivät sisälly kannattavuuslaskelmaan.

Tieliikenteen onnettomuuksien määrä vähenee vuoden 2025 tilanteessa 2,3 onnettomuudella vuodessa, jonka seurauksena henkilöautoliikenteen onnettomuus-kustannukset alenevat 1,2 miljoonaa euroa vuodessa.

Asemille suunniteltavia pyöräpysäköintijärjestelyjä voidaan tarkentaa rakentamissuunnittelun yhteydessä, asemakaavan antamissa rajoissa. Nordenskiöldinkadun ja Pasilan aseman välisen pyörätien suunnitelmia on tarkennettu ratasuunnitelmassa ja väylän tasoa on nostettu ns. Baana-tasoon.

1.2.2 Vaikutukset maankäyttöön ja kaavoitukseen

Pisararata vahvistaa joukko- ja etenkin raideliikenteeseen tukeutuvan yhdyskuntarakenteen kehittämismahdollisuuksia sekä lisää Helsingin keskustan ja kanta-kaupungin houkuttelevuutta ja elinvoimaisuutta. Siten hanke osaltaan tukee raideliikenteeseen perustuvan yhdyskuntarakenteen strategista kehittämistavoitetta ja valtakunnallisia alueidenkäyttötavoitteita. Keskipitkällä aikavälillä maan arvo nousee erityisesti Pisararadan vaikutusalueella, minkä lisäksi maankäyttöhyötyjä syntyy myös laajemmalti raideliikennevyöhykkeellä.

Erityisesti kantakaupunkiin ja kaupunkiratasektoreihin sijoittuvien asuntojen, työpaikkojen ja muiden toimintojen kysyntä kasvaa saavutettavuuden parantumisen myötä. Helsingin keskustan ja kantakaupungin elinvoimaisuus paranee. Pisararadan asemien yhteyteen syntyy luontevasti maanalaisia tiloja kaupan ja palveluiden

tarpeisiin. Maanpäälliset toiminnot hyötyvät hankkeesta erityisesti asemien tuntumassa.

Samanaikaisesti ratasuunnitelman teon kanssa on Helsingin kaupunki tehnyt maanalaista asemakaavaa. Helsingin kaupunginvaltuusto on 17.6.2015 hyväksynyt Pissararadasta laaditun asemakaavan ja kaava on lainvoimainen ja oikeusvaikutteinen 7.8.2015 alkaen.

1.2.3 Meluvaikutukset

Hankkeen vaikutukset meluun on selvitetty yleissuunnitelmassa, ja aikaisemmin ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa (YVA). Rata-alueen muuttuessa melualueet muuttuvat hieman, mutta Pissaralla ei ole merkittäviä vaikutuksia melutason muutoksiin. Pitkällä aikavälillä junaliikenteen kasvu lisää rautatieliikenteen melua.

YVAN mukaan melutasot kasvavat Eläintarhan kentän alueella noin 1–2 dB, mikä on vähäinen muutos. Pissara-radalla liikennöivä kalusto siirtyy vaihtoehdon mukaisessa tilanteessa käyttämään nykyisten raiteiden länsipuolelle sijoitettavia uusia raiteita. Muutokset ratageometriassa sekä uuden tunnelin suuaukko saavat aikaan melutasojen kasvun radan länsipuolella, ja yli 55 dB alueen pinta-ala kasvaa. Eläintarhan kentän pohjoisosien melutasojen kasvuun vaikuttavat myös Nordenskiöldinkadun sekä Veturitien tieliikennemäärien kasvu. Alppipuiston puolella tunnelin suuaukko sekä uudet raiteet sijoittuvat nykyisten raiteiden itäpuolelle. Pissara-radon ja sitä käyttävän junakaluston vaikutukset ovat havaittavissa puiston melutasoissa radan läheisyydessä, koska alueella vallitseva melu on noin 1–3 dB voimakkaampaa kuin nykytilanteessa.

Pissararadon avorataosuuden aiheuttaman ympäristömelun tarkastelu ratasuunnitelmassa on tehty Tivolitien ja Pissilan aseman väliselle alueelle, kattaen mm. Alppipuiston, Eläintarhan urheilukentän ja Eläintarhan koulun ympäristöineen.

Ilman meluntorjuntatoimia Pissararadon junaliikenteen aiheuttaman melun lisäys nykytilanteeseen nähden on tarkastelualueella keskimäärin 1...4 dB. Torjuntaratkaisuna on selvitetty Alppipuiston puolelle radan varteen sijoitettavaa melukaidetta, Vauhtitien ratasillalle toteutettavia melukaiteita sekä Eläintarhan koulun pihaa suojaavia meluaitoja.

1.2.4 Vaikutukset ilmanlaatuun

Bussi- ja henkilöautoliikenteen väheneminen Helsingin ydinkeskustassa vähentää liikenteestä syntyvien ilman epäpuhtauksien määrää. Laskentaperusteina on käytetty liikennemallista saatuja lähijunien, bussien ja tieliikenteen suorite-muutostietoja.

Tieliikenteen energiankulutus alenee vähentyvän ajosuoritteen seurauksena noin 10 GWh vuodessa. Junaliikenteen energiankulutus kasvaa noin 18 GWh vuodessa, koska junayksiköiden kilometrisuoritteet kasvavat jonkin verran.

Pissararadalla ei ole merkittäviä välittömiä vaikutuksia liikenteen kokonaispäästöihin tai ilman laatuun. Sen sijaan välillisten maankäyttövaikutusten kautta hankkeella on päästöjen kehittymiseen myönteinen vaikutus.

1.2.5 Vaikutukset luontoon kasvillisuuteen ja eläimistöön

Tunneleiden rakentaminen muuttaa maa- ja kallioperää, mutta muutos ei aiheuta merkittäviä haittoja. Hankkeen alueella ei ole luokiteltuja pohjavesialueita. Kalliotunnelit tiivistetään niin, että niillä ei ole merkittäviä vaikutuksia pinta- ja pohjavesiin.

Hankkeen maanalaisilla osilla ei ole vaikutuksia kasvillisuuteen ja eläimistöön. Läntisen tunnelin suuaukko Eläintarhan alueella sijoittuu kallioalueen pohjoisosaan, jossa ei esiinny laajemmin rehevää lehtokasvillisuutta. Suuaukon kohdalla kasvillisuus on puoliavointa ja avointa kalliokasvillisuutta ja reunaosasta tavanomaista kulttuurivaikutteista kasvillisuutta. Rakentamisen seurauksena kallioalueen luonnontilaisen kaltaiset osat hieman supistuvat. Linnustolle aiheutuu haittaa rakentamisen aikana melusta ja häiriöstä. Radan valmistuttua linnustolle ei aiheudu oleellista haittaa.

Radalla on vaikutuksia Alppipuistoon. Se on kokonaisuudessaan hoidettua puisto-ympäristöä, jossa rata-alueen tuntumassa kasvaa yksittäin mm. suurikokoisia vaahteroita. Puistoalue supistuu länsireunasta ja yksittäisiä puistopuita joudutaan kaatamaan. Vaikutukset ovat kaupunkikuvallisia, eivätkä niinkään luonnon-ympäristöön liittyviä. Hankkeella ei ole kasvillisuuteen ja eläimistöön merkittäviä haitallisia vaikutuksia, joita pitäisi lieventää.

1.2.6 Vaikutukset vesistön käyttöön sekä pinta- ja pohjavesiin

Hankkeen mahdollisista vaikutuksista pohjavesiin merkittävin on pohjavedenpinnan aleneminen tunneliin tapahtuvien vuotojen seurauksena. Louhinta avaa kallion rakoja ja vedenjohtavuus lisääntyy. Vastaavasti merkittävin vaikutus pintavesiin on louhimisesta sekä ylijäämään ja -kiviaineksen käsittelystä ja läjittämisestä aiheutuva kiintoaineksen kulkeutuminen hulevesiin ja sitä kautta sadevesijärjestelmiin, viemäreihin ja vastaanottaviin vesistöihin. Kallion louhinnan yhteydessä räjähtämättömistä räjähdysaineista myös tyyppiyhdisteitä voi päätyä poraus- ja hulevesien mukana ympäristöön.

Suunnittelualueella suurin merkitys pohja- ja orsiveden pinnantason säilymisellä on keskustan savi- ja täyttömaalle puupaalujen varaan rakennetuille rakennuksille ja Vallilassa VR:n konepajan alueelle. Veden pinnan laskiessa puupaalujen yläosat alkavat helposti lahota. Riskinä on myös epätasainen maapohjan painuminen, mikä voi aiheuttaa vaurioita esimerkiksi rakennuksissa, johdoissa sekä katu- ja maa-rakenteissa. Savipeitteisissä laaksoissa paineellisen pohjaveden alueilla pohjaveden paineen aleneminen voi myös aiheuttaa maan epätasaista painumista. Alavilla savialueilla pohjavedenpinta on lähellä merenpinnan tasoa. Ranta-alueilla voi tapahtua meriveden hidasta rantaimetyymistä, mikä osaltaan estää pohjaveden alenemista. Meriveden korvaava vaikutus ehkäisee vedenpinnan laskua ja siitä johtuvia painumia, mutta pohjaveden suolaisuus tällä tavalla jonkin verran lisääntyy ranta-alueilla.

Ylävämmissä maastokohdissa tunnelivuotojen aiheuttama pohjavedenpinnan alenema on mahdollista, varsinkin rakentamisen aikana. Vuotoja kuitenkin tukitaan injektioinnein. Tukkimisesta huolimatta osa vuodoista jatkuu jossain määrin myös tunnelin käytön aikana. Vuotovesi ohjataan salaojituksen ja pumppausjärjestelmän

avulla viemäriverkkoon. Tunnelien rakentaminen ei vaikuta Alppipuiston teko-lammikoihin.

Meriveden, rankkasateiden ja putkirikkojen aiheuttamaa veden leviämistä nykyisissä ja suunnitelluissa rakenteissa on käsitelty ratasuunnitelman edellyttämällä tarkkuudella. Ratkaisut tarkentuvat rakentamissuunnittelussa.

Rakentamisen aikana tunnelin louhinnassa käytetään runsaasti vettä poraukseen ja tunnelin seinämien pesuissa. Tämä työnaikainen vedentarve on suurempi kuin tunneliin tulevat vuotovedet. Tunneliin vuotavilla vesillä ei ole vaikutusta Töölön-eikä Eläintarhanlahden vesipintoihin. Vedenpinnan määräävänä tekijänä on vallitseva merenpinnan korkeus, koska lahdet ovat suorassa yhteydessä mereen.

Sekä tunnelin porauksissa tarvittava että tunneliin vuotava vesi on luonnollisesti pumpattava pois tunnelista. Pumpattavassa vedessä on kiintoainetta, joka on hienojakoista kallion jauhautumisesta syntynyttä mineraaliainesta. Pois johdettavat vedet ohjataan laskeutusaltaan ja öljynerotuskaivon kautta viemäriverkkoon.

1.2.7 Vaikutukset maa-ainesvaroihin

Rakentamisen tuottama maa-aines pyritään hyödyntämään yhdyskuntarakentamisessa mahdollisimman lähellä syntypaikkaa, jolla voidaan korvata kauempaa tuotavaa kiviainesta. On tärkeää ajoittaa eri hankkeita siten, että irrotettava kiviaines voidaan hyödyntää täytemaana. Louheen käsittelyyn, väli-varastointiin ja loppusijoitukseen liittyviä ratkaisuja selvitetään yhdessä kaupungin asiantuntijoiden kanssa rakentamissuunnittelussa ja rakentamisajankohdan tarkentuessa. Samoin louhittavien ja uudelleen katettavien tunneliosuuksien suunnitelmat on tehty yhdessä kaupungin kaavoittajien kanssa. Ympäristösuunnitelmia tarkennetaan tarvittavilta osin rakentamissuunnittelussa mm. tehtävien lisäpohjatutkimusten antaman tiedon perusteella.

Pilaantuneiden maiden alueet on tiedostettu hankkeen toteuttamisessa. Työt toteutetaan siten, että mahdollisesti pilaantuneeksi todetut maat käsitellään asianmukaisesti ja siten estetään haitallisten aineiden vapautuminen ympäristön vesiin. Pohjaveden liike suunnittelualueen hienoaineksisessa maassa on joka tapauksessa vähäistä, eikä mahdollisten haitallisten aineiden kulkeutumista pohjaveden mukana laajemmalle ympäristöön pidetä uhkana.

1.2.8 Vaikutukset maisemaan, taajamakuvaan ja kulttuuriarvoihin

Hankkeella on merkittäviä haitallisia vaikutuksia maisemaan ja kulttuurihistoriaan Eläintarhan kentän kohdalla ja Alppipuistossa, joissa tunneliradan rakenteita johdetaan pintaan. Eläintarhan kentän kohdalla radan silta ylittää Vauhtitien, ja jonne tulee tunnelin suuaukko. Merkittäviä haittoja maisemaan ja kulttuurihistoriaan on Alppipuistossa, jossa rata kaventaa puistoa, muuttaa kevyen liikenteen reittien sijaintia ja jonne tulee tunnelin suuaukko. Tunnelin suuaukkorakenteiden suunnitelmia on tarkennettu yleissuunnittelussa esitetyistä ratkaisuisista vastaamaan paremmin alueiden vaatimaa kaupunkikuvallista laatutasoa.

Vaikutukset kaupunkikuvaan ja rakennusperintöön on otettu huomioon ratasuunnitelmassa uusien rakenteiden suunnittelussa siten, että ne sopeutuvat

mahdollisimman hyvin nykyiseen kaupunkikuvaan ja rakennusperintöön. Tavoitteen on ollut suunnitella asemien kulkuyhteydet mahdollisimman usein nykyisten kiinteistöjen kautta, ilman uusia rakenteita maan pinnalle. Vauhtitien sillan osalta järjestettiin myös erillinen arkkitehtikilpailu ennen ratasuunnitelman aloittamista. Kulttuuriympäristöön liittyvien haittojen estämisen ja lieventämisen osalta on suunnittelua tehty yhteistyössä kaupungin eri asiantuntijoiden kanssa.

1.2.9 Tärinävaikutukset

Radan liikennöinnin ei ole arvioitu aiheuttavan tärinävaikutuksia. Kohdassa 1.2.13 on arvioitu rakentamisen aikaisia vaikutuksia.

1.2.10 Vaikutukset ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen

Koska Pisara kulkee pääosin maan alla, ei siitä juuri aiheudu melu- tai tärinähaittoja asukkaille. Maanpäällinen osuus kulkee nykyistä ratalinjaa pitkin eikä radan välittömässä läheisyydessä ole tällä hetkellä asutusta.

Pisara radan maanpäälliset raiteet sijaitsevat kuitenkin Pasilassa lähellä suunniteltua tornitaloaluetta, mikä vaatii hyvän melun- ja tärinätorjunnan suunnittelun. Lisäksi kevyen liikenteen väylä siirretään kulkemaan tornitalon alta. Rata kulkee myös hyvin läheltä Eläintarhan koulua ja koulun pihaa joudutaan pienentämään. Lisäksi ajoyhteydet koululle pitää järjestää uudelleen.

Tunnelien suuaukot Eläintarhan alueella ja Alppipuistossa aiheuttavat haittoja alueiden virkistyskäytölle ja kevyelle liikenteelle. Alueiden läheisyydessä ei ole asutusta. Eläintarhan suuaukon kohdalla on ulkoilutie ja pururata. Pyörätie sijaitsee siltaosuudella. Pyöräilyn sujuva kulku on varmistettu.

Asemien sisäänkäynneistä ei pääsääntöisesti aiheudu häiriötä asumisviihtyvyydelle.

Ilmavaihtokuilut on sijoitettu siten, että niistä ei aiheudu merkittäviä haittoja asukkaiden viihtyvyyteen. Ne on sijoitettu pääsääntöisesti esimerkiksi olemassa olevien rakennusten yhteyteen tai sellaisiin kohtiin, jossa ei ole asutusta. Jos ajotunneleita jätetään pysyviksi huolto- ja pelastusteiksi, niillä on vähäisiä haitallisia vaikutuksia virkistysreitteihin.

Pisara-radalla ei ole merkittävää vaikutusta kaupungin ylläpitämien palveluiden verkkoon. Rata kuitenkin tukee sen läheisyyteen sijoittuvien palveluiden käyttöä, kun näiden saavutettavuus paranee. Myönteinen vaikutus on merkittävin seudullisten palveluiden ja laajan väestöpohjan palveluiden osalta.

Pisara-rata ei heikennä niiden ihmisten palveluiden saavutettavuutta, jotka asuvat muualla kuin Pisara-radon asemien läheisyydessä.

1.2.11 Kiinteistövaikutukset

Ratasuunnitelma sisältää lunastettavia alueita radan vieressä Alppipuiston alueella noin 3150 m². Lisäksi on tunneliosuudelle esitetty alueita joille tulisi hakea käyttöoikeutta yhteensä noin 462 300 m² alueelta.

Suunnitelmaratkaisuja on käyty läpi kiinteistöjen omistajien kanssa. Sopimusneuvottelut tarvittavista oikeuksista / rasitteista käydään läpi lähempänä rakentamisajankohtaa. Kriittisten kiinteistöjen osalta on tehty tarkemittauksia ratasuunnitelman yhteydessä.

1.2.12 Yhdyskuntatalous

Hankkeen kustannusarvio on 1 063 591 838 € (ALV 0%). Hankearvioinnissa oli laskettu hyöty-kustannussuhteeksi 0,5, sen hetken kustannusarviolla 956 milj. euroa.

1.2.13 Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Rakentamisen aikaisia häiriöitä asukkaille voi aiheutua louheenkuljetuksista, maanpäällisistä työmaista, työtukikohdista, niiden huoltoliikenteestä, valaistuksesta sekä porauksesta ja louhinnasta.

Tunnelin räjäytykset ja asemien työmaat toteutetaan siten, että niistä on mahdollisimman vähän häiriötä asukkaille ja herkille kohteille (esim. päiväkodit, terveysasemat, hammashoitolat, sairaalat). Louheenkuljetukset suunnitellaan siten, että niistä aiheutuu mahdollisimman vähän häiriötä ja liikenneturvallisuusriskejä asukkaille ja muille alueen käyttäjille (liikennejärjestelyt, opasteet). Työmaan vaikutuksia seurataan järjestelmällisesti ja toimintaa tarkistetaan seurannan ja palautteen perusteella.

Haittoja työmaan lähellä sijaitseville toiminnoille voidaan lieventää riittävällä ja oikeaan aikaan tehtävällä tiedottamisella, kuuntelemalla ennakkoon lähialueen toimijoita sekä sopimalla aikatauluista ja rakennustyön häiriötekijöihin liittyvistä rajoituksista.

Maanalaisen porauksen aiheuttama runkomelu voi olla häiritsevää lähirakennusten asukkaille. Varsinkin yöaikaan sen merkitys voi olla suuri, kun muuten on hiljaista. aiheuttaman runkomelun arviointi, esiselvitys” ehdotettuja ohjearvoja. Runkomelu vähenee rakenteissa siirtyessään kellarista ylärakenteisiin.

Poraamisen melu voi kuulua rakennusten kellareissa ja alimmissa kerroksissa. Yli 50 metrin etäisyydellä porausta ei juuri huomaa. Runkomeluun liittyvä värähtely on voimakkuudeltaan niin pientä, että sitä ei yleensä voi tavanomaisin mittauksin havaita rakennuksen tärinä, eikä se aiheuta minkäänlaista vaaraa rakenteille. Tutkimusten mukaan runkomelun suuruus voi olla lähellä ohjearvoja, kun etäisyys porauskohdasta häiriintyvään kohteeseen on vähemmän kuin 30 70 m.

Louhinnan lisäksi tärinää voivat aiheuttaa tiiviiden maakerrostumien ja roudan irrotus, rakenteiden paalutus, tukiseinien asentaminen ja raskas työmaaliikenne. Voimakas tärinä voi vaikuttaa nykyisiin maanvaraisiin pohjarakenteisiin. Keskustan alueella on vanhoja rakennuksia, joiden alkuperäiset perustukset on korvattu uusilla. Työ on tehty ahtaista kellaritiloista käsin ja kantavia rakenteita on voitu tukea puutteellisesti hiekkakerrosten varaan. Ympäristössä tehdyn louhinnan tärinä on saanut aikaiseksi muodonmuutoksia hiekkakerroksessa ja siihen tuetussa rakenteessa.

Lumisina talvina rakennustyömaiden aiheuttama tärinä voi saada työmaata lähellä olevien rakennusten kattolumet varoittamatta liikkeelle.

Rakentamisen aikaisten haittojen minimointi suunnitellaan rakentamissuunnittelun aikana. Ratasuunnittelun yhteydessä on suunniteltu yhdessä HKL:n kanssa raitiotieliikenteen työnaikaiset järjestelyt. HSY:n kanssa on käyty läpi rata-suunnitelman vaikutukset HSY:n verkkoon. Hankkeen aiheuttamat suorat muutokset vesihuollon järjestelmiin, kuten myös muihin kaupungin laitosten rakenteisiin sisältyvät projektin kustannusarvioon. Järjestelmien suunnittelusta ja rakentamisesta sovitaan erikseen myöhemmin.

Suunnitelmakartoilla on esitetty työmaatukikohdille tarvittavat alueet. Tarkempi työsuunnittelu tehdään rakentamissuunnittelussa.

1.2.14 Muut ratasuunnitelmassa tehdyt selvitykset ja tarkastelut

Helsingin kaupungin lausunnon mukaisesti on ratasuunnitelman yhteydessä tehty kattava riskien arviointi. Riskien arvioinnissa on tunnistettu liikenteeseen liittyviä näkökohtia. Suunnitelmaratkaisuissa on myös varauduttu häiriötilanteiden minimointiin ja hallintaan. Liikennevirasto selvittää ja suunnittelee liikenteellisiä asioita laajemmin pääkaupungin alueella yhteistyössä HSL:n kanssa.

1.3 Tavoitteet

Pisarakadalla tavoitellaan junaliikenteen palvelukyvyyn, kapasiteetin ja toimintavarmuuden parantamista. Pisarakata vapauttaa Helsingin rautatieasemalta raiteita kauko- ja taajamaliikenteelle sekä lyhentää Pisarakadan vaikutusalueella matkustavien ja kulkuvälinettä vaihtavien matkustajien matka-aikoja.

Kaupunkijunien siirtyessä käyttämään uutta Pisarakata niiden käännöt Helsingissä jäävät pois, jolloin junakierroista saadaan tehokkaampia ja vältetään häiriöherkät kulkuteiden risteämiset. Pisarakadalla tavoitellaan lisäksi toiminnallista kokonaisuutta, joka mahdollistaa kaupunkirataliikenteen ja kaukojunaliikenteen toimintavarmuuden ja täsmällisen liikennöinnin toisistaan riippumattomina liikennejärjestelminä siten, että häiriöt toisessa järjestelmässä eivät vaikuta toiseen.

Tavoitteet voidaan yksilöidä seuraavasti:

Ensisijaiset tavoitteet:

1. Helsingin ratapihan kapasiteetin riittämättömyydestä, talviolosuhteista sekä kaupunkirata- ja kaukojunaliikenteen liikennöintimallista johtuvien täsmällisyys-ongelmien poistaminen.
2. Kauko- ja lähijunaliikenteen tarjonnan kasvattaminen sekä junaliikenteen kasvun mahdollistaminen.
3. Helsingin seudun joukkoliikenneyhteyksien kehittäminen.

Toissijaiset tavoitteet:

4. Tie- ja katuliikenteen päästöjen vähentäminen.
5. Tie- ja katuliikenteen onnettomuuksien vähentäminen.
6. Yleisten maankäyttöhyötyjen tuottaminen Pissararadan vaikutusalueella eli HSL:n toiminta-alueella.

1.4 Ratatekniset lähtökohdat sekä radan nykytila

Helsingin ratapiha muodostaa rataverkon päätepisteen. Ratapihalle johtaa yhteensä 10 linjaraidetta: pää- ja rantaradalta kummaltakin neljä raidetta sekä lisäksi kaksi raidetta Ilmalan varikolta. Raiteet päättyvät 19 laituriraiteelle. Raiteiden käytön kannalta ratapiha jakautuu kaupunkiliikenteen ja toisaalta kaukoliikenteen ja muun lähiliikenteen käytössä oleviin raideryhmiin. Kaukoliikenne raiteet sijoittuvat ratapihan keskialueen pitkille laitureille. Kaupunkiliikenne on sijoitettu ratapihan laidoille.

Ratapihan kapasiteetti määräytyy laituriraiteiden ja ratapihalle johtavien linjaraitteiden kapasiteettien yhteisvaikutuksena. Päättävien raiteiden vuoksi lähtevien ja saapuvien junien kulkutiet joutuvat risteämään toisensa, mikä osaltaan rajoittaa ratapihan kapasiteettia. Nykyisellä liikenteellä ratapihan kapasiteetti on etenkin ruuhka-aikoina lähes täysin käytössä. Tämän vuoksi liikennöinti on herkkä häiriöille. Talvisin lisähaasteita tuovat lumi ja pakkanen.

1.5 Liikenteelliset lähtökohdat ja tavoitteet

Nykyinen liikennejärjestelmä

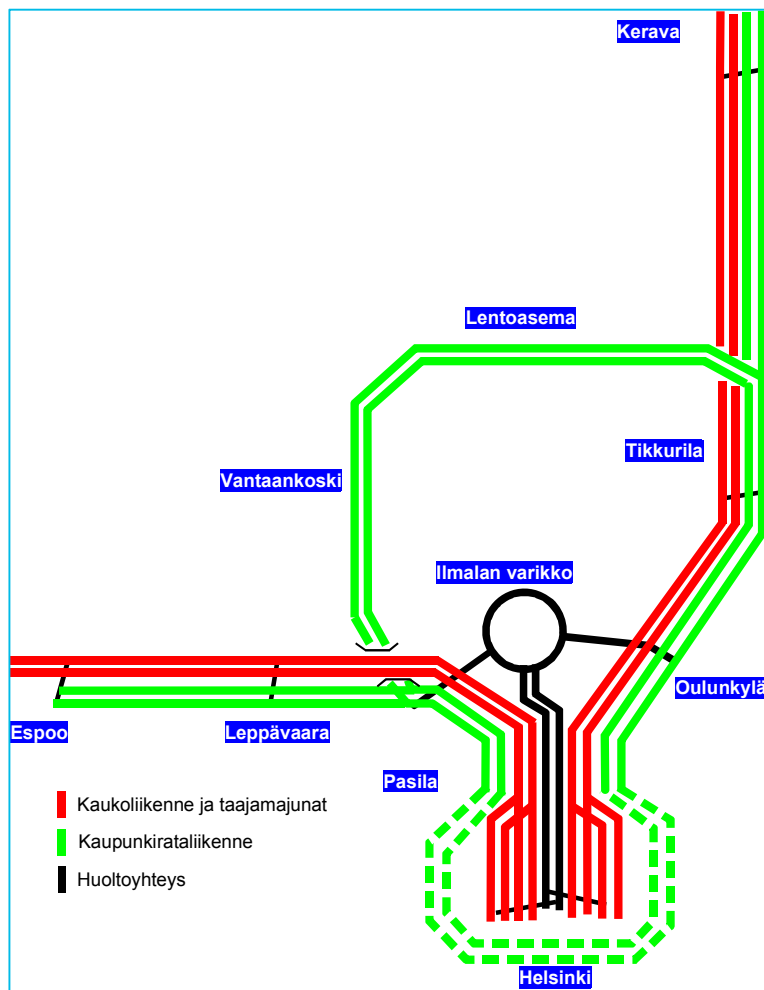
Nykyinen junaliikennejärjestelmä muodostuu pääradasta, Kehäradasta ja rantaradasta. Helsingin rautatieasemalla päättyvää kaukojunaliikennettä on pääradalla ja rantaradalla. Kehäradalla on ainoastaan lähiliikennettä (I ja P-linjat). Helsingin ja Leppävaaran sekä Helsingin ja Keravan välille on toteutettu kaupunkirataosuudet, joilla kaupunkirataliikenne (A-, I-, K-, N- ja T-linjat) on erotettu muusta lähi- ja kaukojunaliikenteestä. Kaukoraitteita liikennöivät kaukojunien lisäksi lähi- ja taajamajunat (S-, U-, L-, E-, Y-, H-, R- ja Z-junat).

Nykyisellä liikenteellä ratapihan kapasiteetti on etenkin ruuhka-aikoina lähes täysin käytössä. Tämän vuoksi liikennöinti on herkkä häiriöille. Ahtaan ratapihan korkea kuormitusaste lisää merkittävästi junaliikenteen häiriöherkkyyttä poikkeustilanteiden (esimerkiksi raide-, vaihde- ja kalustorikot) hallinnassa. Helsingin ratapihan ahtaudesta johtuvat myöhästymiset heijastuvat edelleen pitkin muuta rataverkkoa – Helsingissä ilmentyvät ongelmat laajentuvat usein valtakunnallisiksi mm. yhteysjunan odotusten, junakohtausten, kalustokiertojen ja henkilöstökiertojen

myötä. Helsingin ratapihan toiminnallisesta kehittämisestä huolimatta sen vastaanottokyky rajoittaa selvästi pitkällä aikavälillä junaliikenteen tarjonnan kasvattamismahdollisuuksia. Myös Huopalahden ja Helsingin välillä kaupunkiradan kapasiteetti on lähes täysin käytössä.

Pisarakiradan liikennejärjestelmä

Pisarakiradan valmistuttua Kehäradalla liikennöivät linjat yhdistyvät molempiin suuntiin liikennöiviksi rengaslinjoiksi. Vastaavasti nykyiset Keravalle ja Leppävaaraan (tulevaisuudessa Espooseen tai Kauklahteen) päättyvät linjat yhdistyvät heilurilinjoiksi, joiden pääteasemina ovat Kerava ja Espoo tai Kauklahti. Junat pysähtyvät kaikilla Pisarakiradan asemilla.



Kuva 4. Junien liikennöintimalli Pisarakiradan valmistuttua

Vuorotiheys on radan valmistuessa tiheimmillään 5 minuuttia, eli 12 junaa tunnissa kumpaankin suuntaan. Vuorokautinen junamäärä on noin 400 junaa/vrk. Liikennöivinä yksikköinä tulevat olemaan ensisijaisesti Sm5- ja niitä vastaavat junat.

Suunnittelussa on varauduttu liikenteen tihentämiseen myöhemmin siten, että junat voivat liikennöidä kolmen minuutin välein kumpaankin suuntaan.

Pisaraadan häiriöhallintaa on tarkasteltu erillisessä projektiryhmässä. Työssä keskityttiin Pisaraadan häiriöiden syiden liikenteelliseen tarkasteluun ja mahdolliset toimenpiteet rajattiin koskemaan raiteita ja vaihteita.

Kaupunkiradan junat (nykyisin tunnuksat A, K, N, I ja P) liikennöivät Pisaraadan raiteita ja asemia, kaikki muut junat (lähi- ja kaukoliikenne) käyttävät Helsingin päärautatieasemaa.

1.6 Liikennöinti

Pisaraata on kaksiraiteinen, sähköistetty, molempiin suuntiin linjasuojastettu ja kauko-ohjattu sekä kulunvalvonnalla varustettu henkilöliikenteen rata, jota liikennöidään lähiliikenteeseen tarkoitetuilla sähkömoottorijunilla.

Pääradan ja rantaradan kaupunkiraiteet johdetaan suoraan Pisaraadalle. Pääradan ja rantaradan kaupunkiraiteista muodostuu siten yhtenäinen Helsingin kantakaupungin alittava rengasmainen kaupunkirata. Lähtökohtana on, että ennen Pisaraadan toteutusta Pasilan aseman länsireunaan on rakennettu lisäraide, jonka myötä pääradan kaukoliikenteen käytössä on neljä laituriraidetta. Pisaraadan erkanemiskohtiin ja kullekin asemavälille suunnitellaan raiteenvaihtopaikat. Raiteenvaihtopaikat toteutetaan 1:9 vaihteilla.

Suunnittelussa varaudutaan ns. lentorataan tai vastaavaan hankkeeseen, jonka myötä pääradan kauko- ja taajamaliikenteen käytössä olisi yhteensä neljä linjaraidetta. Sen valmistuessa pääradalla tulee olla myös Helsingin ja Pasilan välillä kauko- ja taajamaliikenteen käytössä yhteensä neljä linjaraidetta.

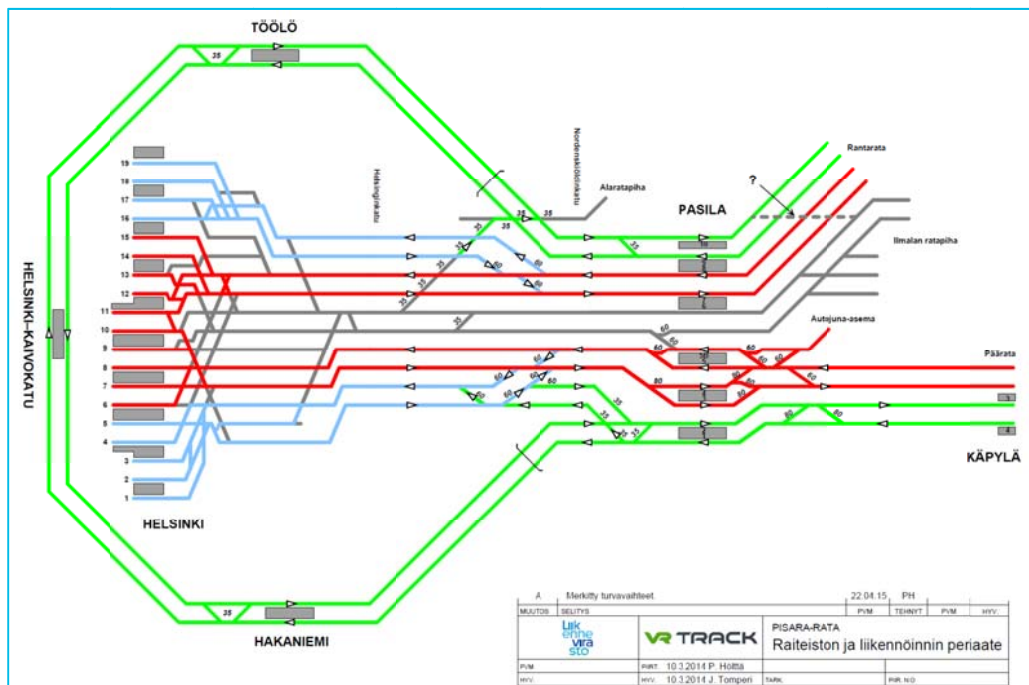
Kaupunkiliikenteen käytössä olevat Helsingin laituriraiteet sekä nykyiset kaupunkiraiteet Helsingin aseman ja Pisaraadan erkanemiskohtien välillä jäävät kauko- ja taajamajunien käyttöön. Järjestelyn myötä Helsingin raiteisto saadaan jaettava sekä pää- että rantaradan puolella toiminnallisesti kahteen erilliseen ryhmään.

Kauko- ja taajamaliikenteen raiteet haaroitetaan kahteen ryhmään Pisaraadan erkanemiskohdan eteläpuolelle suunniteltavien vaihteiden kautta. Vaihdeyhteydet suunnitellaan siten, että kumpaakin raideryhmää on mahdollista liikennöidä samanaikaisesti molempiin suuntiin. Vaihteiden poikkeavien suuntien suurin nopeus on 60 km/h. Yhteydet suunnitellaan siten, että kaupunkiraiteilla on vasemmanpuoleinen ja kaukoliikenneraiteilla oikeanpuoleinen liikennöinti. Vaihdeyhteydet tarvitaan siihen saakka kunnes mahdollisen lentokenttäradan tai vastaavan lisäraidehankkeen myötä pääradan kauko- ja taajamajunaliikenteen käytössä on neljä raidetta myös Pisaraadan erkanemiskohtien pohjoispuolella.

Helsingin asemalta suunnitellaan Pisaraadalle yhteydet, jotka palvelevat liikenteen syöttöä sekä Helsingistä käsin hoidettavaa ja kaupunkiraiteita käyttävää yöliikennettä (T- ja L-junat sekä Kehäradan yöliikenne) sekä poikkeustilanteita. Yhteydet toteutetaan erkanemiskohtiin rakennettavien vaihteiden kautta.

Pisarraradan valmistuttua Kehäradalla liikennöivät linjat yhdistyvät molempiin suuntiin liikennöiviksi rengaslinjoiksi. Vastaavasti nykyiset Keravalle ja Leppävaaraan (tulevaisuudessa Espooseen) päättyvät linjat yhdistyvät heilurilinjoiksi, joiden pääteasemina ovat Kerava ja Espoo. Junat pysähtyvät kaikilla asemilla.

Yksi mahdollinen malli liikenteen käynnistämiseksi Kehäradan rengaslinjoilla aamulla, on syöttää junat Helsingistä kaupunkiratalenkille. Vastaavasti liikenteen lopetus illalla tapahtuisi päättämällä viimeiset vuorot Helsinkiin. Keravan ja Espoon välisillä heilurilinjoilla liikennettä voidaan käynnistää Helsingin lisäksi myös molemmilta pääteasemilta. Lisäksi junia voidaan syöttää linjoille suoraan Ilmalan varikolta Oulunkylässä ja Ilmalassa olevien nykyisten vaihdeyhteyksien kautta. Liikenteen käynnistämistä ja lopetusta tarkastellaan laajemmin jatkossa osana kaupunkiratojen liikennöinnin suunnittelua.



Kuva 5. Pisarraradan ratasuunnitelman mukainen lopputilanne

Kuvassa 5 on esitetty Pisarraradan raiteistokaavio raiteenvaihtopaikkoineen sekä liityntäraiteet pääraataan. Kuvassa on esitetty myös tarvittavat uudet vaihdeyhteydet pääradan raiteille. Kuvassa on oletettu toteutetuksi Pasilan läntinen lisäraide ja eräät muut vaihdeyhteydet. Pääradan kaukoliikenneraiteilla on ratkaisussa Pasilassa kaksi laituriraidetta suuntaansa.

1.7 Suunnitelmien laatiminen ja vuorovaikutus

Pisaraaran suunnittelun vuorovaikutusta on tehty laajasti ja hanketta varten on pidetty projektitoimistoa Lasipalatsissa. Tilassa on voinut tutustua suunnitelmaluonnoksiin ja keskustella hankkeen vetäjien ja suunnittelijoiden kanssa. Lisäksi tila on toiminut projektin johdon työtilana ja projektin kokoustilana. Hanketta varten on myös perustettu Liikenneviraston ja Helsingin kaupungin yhteinen viestintäryhmä.

Hanketta ja asemakaavaluonnosta on esitelty yhteisissä yleisötilaisuuksissa 6.11. ja 11.11.2013. Lisäksi suunnitelmia on esitelty yleisötilaisuudessa 25.5.2015.

Hankkeen vuorovaikutusta varten on ylläpidetty hankesivustoa Liikenneviraston www-sivuilla sekä Facebook-sivustoa. Lisäksi on tuotettu esitteitä ja toimitettu tiedotuslehteä.

2 KAAVOITUS JA LIITTYVÄT HANKKEET

2.1 Kaavatilanne

Pisaraara sisältyy voimassa oleviin maakuntakaavaan ja yleiskaavaan sekä Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelmaan HLJ 2015. Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto käynnisti Pisaraaran asemakaavoituksen elokuussa 2012. Yleisötilaisuus järjestettiin 29.8.2012. Kaavoituksen vireilletulosta on ilmoitettu osallisille kaupunkisuunnitteluviraston asemakaavaosaston kirjeellä, jonka mukana lähetettiin osallistumis- ja arviointisuunnitelma. Vireilletulosta ilmoitettiin myös Helsingin Sanomissa, Hufvudstadsbladetissa ja Metrolehdessä vuonna 2012. Keväällä 2013 ratkaistiin Vauhtitien alikulkusillan ja sen lähiympäristön suunnittelukilpailu. Näyttelytilassa järjestettiin Kysy Pisaraarasta -tilaisuus 25.3.2013.

Asemakaavaluonnos laadittiin syksyllä 2013 aikaisemmin hyväksytyyn yleisuunnitelman pohjalta vuorovaikutusta varten. Asemakaavan muutosluonnos oli nähtävänä. Lisäksi suunnitteluhankkeen internet-sivulla oli vastaavat tiedotteet. Luonnokseen liittyvästä vuorovaikutuksesta julkaistiin lehti-ilmoitus 18.10.2013 kaupungin virallisissa ilmoituslehdissä. Luonnosta koskevia yleisötilaisuuksia pidettiin kolme erillistä seuraavasti: Eläintarha ja Alppipuisto 28.10.2013, Töölö ja keskusta 6.11.2013 sekä Hakaniemi ja Kallio 11.11.2013.

Uudenmaan ELY-keskus ja Helsingin kaupunki ovat todenneet neuvottelussa 11.3.2015, että ei ole tarvetta järjestää toista viranomaisneuvottelua.

Helsingin kaupunginvaltuusto on 17.6.2015 hyväksynyt Pisaraarasta laaditun asemakaavan ja kaava on lainvoimainen ja oikeusvaikutteinen 7.8.2015 alkaen.

Ratasuunnitelmassa on esitetty rataa, asemia ja teknisiä järjestelmiä varten tarvittavat käyttöoikeusalueen rajat. Raja noudattaa pääosin LR-alueen rajaa. Rakentamista varten tarvittavien tilapäisesti käyttöönotettavien työmaa-alueiden ehdotetut rajat on esitetty erillisissä työmaakartoissa.

2.2 Ratasuunnitelmaan liittyvät muut toimeksiannot ja hankkeet

Hankkeen suunnittelun kannalta oleellisia muita suunnitelmia ovat 29.1.2015 valmistunut Pasilan läntisen lisäraiteen ratasuunnitelma sekä huhtikuussa 2015 valmistunut Helsingin ratapihan toiminnallisuuden parantamissuunnittelu (HELRA-selvitys). Pääradalla Pasilan aseman pohjoispuolelle suunniteltujen uusien vaihteiden suunnitelma on valmistunut 2.7.2015. Osa vaihteista on toteutettu 2015.

Pisaratadan suunnittelun lähtökohtana on ollut, että Pasilan läntinen lisäraide ja pääradan Pasilan pohjoispuolen vaihteet on toteutettu.

3 MUUTOKSET YLEISSUUNNITELMAAN

Yleissuunnitelma on muuttunut merkittävästi pelastus- ja huoltotunnelin osalta, joka nykyisessä muodossaan tulee sijoittumaan varsinaisen ratatunnelin viereen, omana erillisenä tunneliputkena. Ajo- pelastus- ja huoltotunneliin tullaan myös sijoittamaan sähköteknisten järjestelmien pääkomponentit niille varattuihin tiloihin.

Yleissuunnitelmaan nähden merkittävimpiä muutoksia Helsinki-Kaivokadun asemalla ovat laiturin siirto 25 m länteen, neljännet liukuportaat laiturille, lippuhallitoiminnot parvitasoille, liukuporraskuilujen käänkö katukoordinaatistoon sekä poistumisreittien järjestely kokonaan alakautta ratatunnelien rinnalla kulkevaan huolto- ja pelastustunneliin.

Useiden suunnittelualojen osalta keskeisimmät muutokset yleissuunnitelmaan nähden ovat muutokset asemien tilaohjelmassa ja pohjapiirroksissa, ratageometrian muutoksissa, huolto- ja pelastustunnelissa sekä kuilu- ja savunpoisto-ratkaisuissa. Rakennustekniset muutokset johtuvat näistä muutoksista.

Vauhtitien alikulkusillan ja sen lähiympäristön suunnittelu pohjautuu yleissuunnitelman sijasta Liikenneviraston järjestämän suunnittelukilpailun voittaneeseen ehdotukseen ”Chicaner”.

4 SUUNNITELMAN KUVAUS

4.1 Ratatekniikka

Rantaradan puolella Pisaratata erkaneer nykyisistä kaupunkiraiteista Nordenskiöldinkadun eteläpuolella, mistä se johdetaan Eläintarhan urheilukentän kohdalla Vauhtitien ylityksen jälkeen tunneliin.

Pääradan puolella Pisaratata sijoittuu Pasilan asemalla nykyisten kaupunkiraiteiden (raiteet 1 ja 2) paikalle, erkaneer pääradasta Pasilan eteläpuolella, mistä se johdetaan Alppipuiston kohdalla tunneliin. Ratageometrian suunnittelussa on käytetty mitoitusnopeutena 80 km/h, ja mitoittava junapituus on ollut 225 metriä, mikä vastaa kolmea 75 metriä pitkää junayksikköä.

Minimiraidevälinä on käytetty 4,5 metriä. Raideväli on määräytynyt pääosin asemien sijainnin ja laiturileveyden sekä raiteenvaihtopaikkojen sijainnin perusteella. Kaarresäteen miniarvoa 420 m on käytetty sisemmällä raiteella Keskustan ja Hakaniemen asemien jälkeisillä osuuksilla. Radalla on tunneliosuudella Pasilan ja Töölön aseman välillä käytetty maksimipituuskaltevuutta 40 promillea. Muulla tunneliosuudella enimmäispituuskaltevuutena on käytetty 35 promillea. Asemat ovat vaakatasossa.

Radalla käytetään erillistä pituusmittausta, joka aloitetaan rantaradalta Sörnäisten risteys sillan kohdalta kilometritä 3, ja joka kasvaa ratalenkillä vastapäivään. Alkupaalun lukema on km 3+000. Pisararadan länsipuolen erkanemisvaihteista alkaa Pisararadan km-järjestelmän mukainen laskenta ja päättyy itäpuolen erkanemisvaihteisiin.

Työvaihesuunnittelu

Työvaihesuunnittelussa toimenpiteet on kohdistettu radan päälly- ja alusrakennetöihin, vaihdetöihin, maarakennustöihin, pohjanvahvistustöihin, silta- ja rakennetöihin, sähköratatöihin, turvalaitetöihin ja mahdollisiin muihin töihin.

Suunnitelmaratkaisut on suunniteltu vaiheistettavan siten, että pääradan ja rantaradan liikenteelle aiheutetaan mahdollisimman vähän häiriöitä. Vaiheistus perustuu siihen että tunneli on louhittu valmiiksi ennen raidetöiden aloittamista.

Tavoitteena on pitää liikennehäiriöiden kokonaisaika ja vaikutus mahdollisimman pienenä. Nykyisten raiteiden vieressä tehdään paljon pohjarakennus- ja sillan maatumakirakenteita jotka vaativat nykyisten raiteiden pitkiäkin liikennekatkoja.

Vaativimpien rakennustöiden osalta on päädytty ratkaisuun jossa itä ja länsipuolella pidetään heinäkuussa viikon ja kahden viikonlopun totaalikatko. Liikennekatkojen aikana kaupunkirataliikenne käännetään Pasilasta takaisin pohjoiseen, ja päärautatieasemalle matkustavat tai sieltä lähtevät matkustajat joutuvat vaihtamaan junaa Pasilassa. Liikennekatkojen aikana tehdään mahdollisimman paljon liikennettä häiritseviä, vaativimpia rakennustöitä, kuten siltojen maapenkereiden tukimuureja, radan paalulaattoja ja niiden tukiseiniä. Työt ajoitetaan siten, että pääradan ja rantaradan viikon katkot eivät ole samalla viikolla. Suurin osa töistä tehdään yö- tai viikonloppukatkoilla, raide kerrallaan.

4.2 Tunnelit

Ratatunneliosuus on kahden rinnakkaisen yksiraiteisen kallio- tai betonitunnelin muodostama kokonaisuus. Ratatunnelit yhdistäviä yhdystunneleita, joiden kautta ratatunneleista pelastautuminen tapahtuu, rakennetaan noin 150 m:n välein. Yhdystunnelit toimivat palo- ja savusuojattuina matkustajien kulkutienä rata-tunneleista sisäraiteen ali huolto- ja pelastustunneliin. Kalliotunneleiden päät varustetaan teräsbetonisilla suuaukko rakenteilla.

Huolto- ja pelastustunneli toimii poikkeustilanteissa matkustajille turvallisena tilana, jota pitkin voidaan siirtyä ulkoilmaan ajotunnelin kautta. Tunnelin leveys riittää samanaikaiseen poistumiseen ja pelastusajoneuvojen liikkumiseen.

Ratatunnelin ja asemien sähkö- ja teletiloista valtaosa on sijoitettu huolto- ja pelastustunnelin varrelle, joihin on pääsy junaliikenteen aikanakin. Asemaosuuden LVI-tilat sijaitsevat pääosin laituritason alapuolisella tekniikkatasolla.

Ajotunneli on yhteys maanpinnasta huolto- ja pelastustunneliin ratatunneleiden tasolle. Sitä käytetään sekä rakennusaikaisena työmaayhteytenä että myöhemmin huolto- ja pelastustoiminnassa.

4.3 Asemat

Kaikki asemat ovat kallioon louhittavia tunneliasemia. Kaikilla asemilla on 230 metriä pitkät välilaiturit. Asemia on kolme; Töölön, Helsinki-Kaivokadun (keskustan) ja Hakaniemen asemat. Näistä Helsinki-Kaivokatu ja Hakaniemi ovat yksiholvisia ja Töölö kaksiholvinen. Asemien kulkuyhteyksien kautta muodostuu uusia maanalaisia kulkureittejä. Ne rakennetaan lujitetun, tiivistetyn ja ruiskubetonoidun kalliotilan sisään.

4.3.1 Töölö

Töölön asema on kaksiholvinen välilaituriasema. Aseman laituritaso sijaitsee tasolla -17,30. Laituritason alapuolelle on suunniteltu teknisten tilojen kerros. Yhden kallioholvin kokonaisleveys ratatiloineen on 12.4 metriä ja korkeus n. 10 metriä laituritasosta.

Asemalta maan pinnalle suuntautuvat jalankulkuyhteydet kurottuvat kahteen pääsuuntaan, etelään Töölöntorille ja pohjoiseen Stadionin suuntaan. Aseman 230 metrin pituisen, 6.4 metrin levyisen laiturin päihin rakennetaan liukuporras- ja hissiyhteydet. Eteläinen yhteys johtaa parvitason -3.0 kautta Töölöntorin alla +10,00 tasolla sijaitsevaan lippuhalliin, josta on edelleen hissi- ja liukuporrasyhteydet maanpintaan. Pohjoisessa laskeudutaan liukuportailta ja hisseillä ratatunneleiden alapuolelle, tasolla -23.62 olevaan lippuhalliin, josta on edelleen hissi- ja liukuporrasyhteydet Paavo Nurmen sisäänkäyntiin.

Molemmat lippuhallit sijaitsevat yhden hissi- tai liukuporrasyhteyden päässä maanpinnasta ja yhden hissi- tai liukuporrasyhteyden päässä asemalaitureilta. Töölöntorilla suunnitelmaan sisältyy myös suora hissiyhteys torilta aseman laituritasolle.

4.3.2 Helsinki-Kaivokatu

Helsinki-Kaivokadun (Keskustan) asema sijoittuu Helsingin keskustan ydinalueen alle, syväälle keskustan monien kalliotilojen alapuolelle. Aseman jalankulkuyhteyksillä tavoitellaan ulottuvuutta moneen keskustan jalankulkuvirtojen kannalta oleelliseen suuntaan.

Aseman jalankulkuyhteydet liittyvät Pesararadan päärautatieasemaan, Rautatien-torin metroasemaan, Kolmensepänaukioon, Kampin keskukseen sekä Forumin kauppakeskukseen.

Keskustan asema on yksiholvinen välilaituriasema syväällä kalliossa. Aseman laituritaso sijaitsee tasolla -44.5, ja sen alapuolella on lisäksi teknisten tilojen kerros.

Kalliotilan kokonaisleveys ratatiloineen on 25.7 metriä ja suurin korkeus n. 27 metriä. Laiturin pituus on 230 metriä ja leveys 15 metriä.

Lippuhallitoiminnot sijoitetaan kahdelle ns. parvitasolle laiturin yläpuolelle. Liukuporras- ja hissiyhteydet liittävät aseman laituritason parvitasoihin, ja nämä edelleen maanpinnassa tai sen tuntumassa oleviin sisäänkäynteihin.

Aseman laituritason ja maan pinnan välille rakennetaan useita kulkuyhteyksiä. Osa sisäänkäynneistä tehdään maan pinnassa näkyviksi, osa avautuu olemassa oleviin maanalaisiin yleisötiloihin ja jalankulkuyhteyksiin.

Kolmensepänaukion sisäänkäynnin maanpäällinen osa sijoittuu Stockmannin tavaratalokiinteistöön, Mannerheimintien ja Aleksanterinkadun kulmaan. Sisäänkäynnin ovet sijoitetaan Mannerheimintien puolelle. Kaupunkikuvassa sisäänkäynti erottuu varsin pidättyvästi, koska kaikki maantason tilat ovat Stockmannin seinien sisäpuolella.

Metroaseman yhteytenä toimiva, parvitasolta luoteeseen lähtevä käytävä johtaa Rautatien metroaseman länsipään alle. Käytävältä nouseaan liukuportailta tai pystyhisseillä metrolaiturille nykyiseen kalliopilariin louhittavan uuden hissikuilun ja vanhaa kalliotilaa avartamalla tehdyn liukuporraskuilun kautta.

Pisararadan itäiseltä parvitasolta metroaseman suuntaan lähtevän käytävän varrelta nousevat rinnakkain liukuportaat ja vinohissit yhteisessä kuilussa joka johtaa asematunnelin yhteyteen rakennettavaan uuteen aulatilaa. Julkisten maanalaisten tilojen kaupunkikuvassa tulee sisäänkäynti näkyväksi oman avaran aulansa kautta. Opastus tähänkin sisäänkäyntiin on tuotava ylös katutilaan.

Narinkan sisäänkäynti on vanhan linja-autoaseman eteläpäädyssä, johon sijoitetaan neljään pystyhissiin perustuva sisäänkäynti. Hissiyhteys johtaa läntiselle parvitasolle. Kaksi hisseistä varustetaan palomieshisseiksi. Rakennuksen eteläpäätyyn tehdään merkittäviä rakenteellisia muutoksia, jotta hissikuilut sekä avara ja korkea aulatila voidaan toteuttaa. Suojelun piiriin tulevan rakennuksen osaksi rakentuva sisäänkäynti on suunniteltu siten, että se saa havaittavuutta julkisivun eteen pystytetyn 'kaksoisjulkisivun' avulla, mutta muutokset itse rakennuksen julkisivuun voidaan pitää minimissään.

Liukuporrasyhteys Pisararadan läntiseltä parvitasolta Kampin keskukseen sijoittuu Annanaukiolle laskeutuvan graniittisen ulkoportaan alle. Portaisiin kuljetaan Kampin keskuksen ja hotellikiinteistön saumakohtasta, johon liittyy hotelliin läpi johtava jalankulkukäytävä Forumin suunnasta.

Liukuporras- ja hissiyhteys Forumin kauppakeskuksen 2. kellarikerroksen tasolle avataan Pisararadan läntiseltä parvitasolta

Tekniset kuiluyhteydet rakennetaan ilmanvaihdon, paineentasauksen ja savunpoiston tarpeisiin. Simonpuistikkoon sijoitettava kuilurakennusten ryhmä palvelee aseman ilmanvaihtoa ja savunpoistoa. Kaupunkikuvallisista syistä sekä tulo- ja poistosäleikköjen etäisyysvaatimuksista johtuen kuilurakennuksien suuri volyyymi jaetaan useaan erilliseen pienempään osaan. Aseman laiturialueen ja ratatunnelien paineentasaus- ja samalla toinen savunpoistoyhteys suuntautuu

Baanalle. Pystykuilu nousee Baanan eteläsivun tuntumaan, ja poistoaukko säleikköineen sijoitetaan Baanan eteläsivun osaksi tehtävään betoni- ja kivipintaiseen rakenteeseen.

4.3.3 Hakaniemi

Hakaniemen asema toimii yhdessä vuonna 1982 valmistuneen metroaseman kanssa vaihtoasemaparina. Matkustajaennusteen mukaan valtaosa matkustajista on Pisararata - metro vaihtomatkestajia. Asemahalli on sijoitettu yhdensuuntaiseksi metron asemahallin kanssa, selvästi metroa syvemmälle ja sen länsipuolelle.

Hakaniemen asema on yksiholvinen välilaituriasema. Asemalaiturin leveys on 14 metriä ja pituus 260 metriä, josta junan pysähdysalueena toimiva suora osuus on 230 metrin pituinen.

Hakaniemen asemalla on kolme sisäänkäyntialuetta - pohjoinen, keskimäinen ja eteläinen, joissa kussakin on yhdestä kolmeen sisäänkäyntiä. Pohjoinen sisäänkäynti Toisella linjalla ja keskimäinen sisäänkäynti Hakaniemen torin alueella on osoitettu metron nykyisten sisäänkäyntien ja lippuhallien kautta. Eteläinen sisäänkäynti Siltasaarenkatu 8-10 kohdalla on kokonaan uusi ja se on sisällytetty Siltasaarenkatu 8-10 kiinteistöön. Kaikki matkustajaliikenteen reitit ovat esteettömiä ja niiden varrella on lippuhallipalvelut. Kaikilta lippuhallitasoilta on myöhemmin mahdollista rakentaa kulkuyhteyksiä ympäröiviin kiinteistöihin.

Kaikkien matkustajille tarkoitettujen tilojen lattiat, katot ja seinät on päällystetty kestävillä ja arkkitehtonisesti korkeatasoisilla pintamateriaaleilla. Tilojen yleis- ja arkkitehtoninen valaistus tehdään korkeatasoiseksi.

Hakaniemen osuudelle rakennetaan neljä kuilurakennusta teknisten järjestelmien tarpeisiin. Kuiluista kolme sijaitsee aseman yhteydessä ja yksi ajo- ja pelastustunnelin pohjoispäässä. Maanpäälliset osuudet on päällystetty kestävillä ja arkkitehtonisesti korkeatasoisilla materiaaleilla.

4.4 Tunneleiden suuaukot ympäristöineen

4.4.1 Vauhtitie

Vauhtitie on nykyisin pääkatu, jonka tavoitenopeus on 50 km/h. Liikennesuunnitelman pohjalta laaditussa uudessa ratkaisussa on sovellettu pääkatujen standardia rajoitetuin helpotuksin kaarteiden geometriaan. Ratasuunnitelmassa esitettävä ja "Chicaner" -konseptista jalostettu siltaratkaisu on sovitettu uuden katulinjauksen ja ratageometrian rajaamaan tilaan.

Tunnelin suuaukon suojarakenne noudattaa alkuperäistä kilpailuehdotusta. Suojarakenteen muoto ja mitat ovat tarkentuneet rata- ja kalliotekniikan asettamien vaatimusten mukaisesti.

Pohjarakenteet

Pohjavedenpinnan painetason on havaittu olevan suunnittelualueella maanpinnan tasossa tai paikoin maanpinnan tason yläpuolella. Paineellinen pohjavesi, alueen herkäät pohjavesiolosuhteet ja alueen sijoittuminen pehmeälle savikolle määrittelevät pohjarakenneratkaisut.

Sillan alittavan Vauhtitien rakennekerrosten alapintaan asennetaan pohjavesieristykseksi bentoniittimatto. Sillan maa- ja välituet perustetaan teräsputkipaalujen varaan. Rakenteiden pohjavesisuojausten läpivienteihin tehdään tarvittavat tiivistysrakenteet.

Sillan pohjoisen maatuen ja pääradan pengertä rajaavat kivikorimuurit perustetaan paalulaatan varaan.

Radan erkanemiskohtan rakentaminen edellyttää siltamaista erikoisrakennetta, joka sovitetaan yhteen nykyisten paalulaatta- ja paaluhatturakenteiden kanssa. Vaihtoehtoisesti nykyiset pengervahvistukset tulisi purkaa ja tilalle rakentaa uusi alikulkusillan maatukeen ja siipimuriin liittyvä tukimuri-paalulaatta.

Vauhtitien suuntainen suuri hulevesiviemärilinja (DN1600) tullaan mahdollisesti toteuttamaan ennen Pisararadan rakentamista. Ratkaisu sovitetaan tulevan radan rakenteisiin huomioimalla toteuttamisen kannalta edullisin alituskohta.

Katutila

Vauhtitien alikulkusillan kohdalla nykyistä ajoradan tasausta lasketaan noin metrillä. Jalankulku- ja pyörätien tasaus säilyy lähes ennallaan. Vauhtitien kuivatus liitetään uuteen DN1600 hulevesiviemäriin, joka johtaa Töölönlahteen.

Istutuksina on pysäköintialueella matalaa lehtipensasta ja käyttönurmikkoa siltä osin, kuin nykyistä katuvihreää ennallistetaan.

Alueen nykyisiä, radan alle jääviä pysäköintipaikkoja korvataan uusilla.

Luonto ja viherympäristö

Uuden sillan kupeeseen rakennettava puisto toimii porttina historialliseen puisto-osaan. Puisto johtaa luontevasti Kaupunginpuutarhan alueelle. Uudistettava pysäköintialue suunnitellaan niin, että nykyinen metsänreuna säilyy, ja sitä korostamaan istutetaan reunavyöhykkeeseen korkeita ja matalia pensaita sekä kukkivaa reunapuustoa. Puiston istutuksissa käytetään myös harvinaisempia pensas- ja puulajeja, jotka luontevasti soveltuvat alueelle.

Tunnelin rakentamisesta johtuva kallioleikkaus maisemoidaan niin, että maasto on nykyisen kallion tasossa. Suuaukon yläpuolelle tulevan suoja-aidan taakse luodaan uusi metsänreuna istuttamalla nopeasti kasvavia puulajeja hitaammin kasvavien joukkoon. Kun puut vähitellen kasvavat, ne harvennetaan luonnollisen näköiseksi metsänreunaksi.

Ratatunnelin itäpuolella olevaa maastoa muotoillaan loivilla luiskilla. Luiskat liittyvät hätäpoistumiskäytävään. Pelastustien ja ratatunnelin pystyseinän välille

rakennetaan kivikoritukimuuri. Myös nykyinen pääradan ratapenger rajataan sillan pohjoiseen maatukeen liittyvällä viuhkamaisella kivikorimuurilla.

Sillat ja taitorakenteet

Siltapaikalla Pissararadan raiteet erkanevat pääradasta ja ylittävät erittäin vinosti radansuuntaisen Vauhtitien. Rata on kaarteessa, ja raideväli kasvaa siirryttäessä kohti kalliotunnelia. Alittavan kadun tasausta on laskettu, jotta ajoradoilla saavutetaan vaadittava 4.8 metrin alikulkukorkeus.

Rakenteeltaan silta on kaksiaukkoinen jatkuva jännitetty betoninen kaukalopalkkisilta. Jännemitat ovat 36 (41) + 41 (36) metriä. Sillan kannen leveys kasvaa tunnelia kohti 17... 19,5 metriin. Kansirakenteen palkki on 2,9 metriä korkea ja keskiaatta n. 1 metriä paksu. Kiskot upotetaan sillan kanteen ERS kiinnitysjärjestelmän mukaisesti. Alikulkusilta perustetaan teräksisten porapaalujen varaa.

Alikulkusillan ja kalliotunnelin suuaukon suojarakenteen välissä on n. 45 metrin pituinen teräsbetoninen jatkuva laattasilta, joka perustetaan tukipaalujen ja kallioleikkauksen varaan. Sillan kannella on tavanomainen tukikerros.

Tunnelin suuaukon suojarakenne on holvimainen jäykkäkantainen teräsbetonikehä. Jännemitta vaihtelee 20:stä 23 metriin ja lakikorkeus on n. 9.5 metriä radan yläpuolella. Betonirakenteen paksuus vaihtelee 1.0–1.5 metrin välillä. Rakenne perustetaan välillisesti murskekerroksella kallion varaan. Suojarakennetta varten kallioon louhitaan n. 100 metriä pitkä ja 30 metriä leveä avoleikkaus.

Radan tunneliosuutta varten rakennetaan tunnelin suuaukon suojarakenteeseen hätäpoistumistiet molemmilta raiteilta. Poistumisteiden välittömässä yhteydessä on kokoontumisia varten vapaata katu- ja puistoaluetta yli 500 m².

Alueen nykyinen hulevesijärjestelmä puretaan ja uusitaan tarvittavilta osin.

Kadun, pysäköintialueiden ja puistoraittien valaistus uusitaan tarvittavilta osin. Ratkaisuissa pyritään yhdenmukaisuuteen Vauhtitien nykyisen katuvalaistuksen kanssa.

4.4.2 Alppipuisto

Puiston suunnitelma pyrkii ottamaan huomioon Alppipuiston historialliset arvot ja samalla palauttamaan sen nykyisen ilmeen mahdollisimman tarkasti. Ulkonäöllisesti suurin muutos Alppipuiston nykyiseen ilmeeseen aiheutuu kasvillisuuden poistumisesta tunnelin ja kevyen liikenteen väylän rakentamisalueelta. Myös kevyen liikenteen väylän korkeasta muurista puiston läntisellä reunalla tulee osa puistonäkymää. Massiivisen graniittikivimuurin ulkonäön vaikutusta pehmennetään mm. köynnösistutuksilla sekä muurin eteen palautettavalla nykyistä vastaavalla kasvillisuudella. Säilytettäväksi merkittyjen puiden suojelemiseen kiinnitetään huomiota myös rakentamisen aikana.

Kevyen liikenteen väylän ja Keisaripaviljongin väliin jäävä kapea alue tullaan porrastamaan, ja se maisemoidaan matalalla puiston muuhun kasvillisuuteen soveltuvilla istutuksilla. Samoin tunnelin katto tullaan maisemoimaan istutuksin.

Keisaripaviljonginkukkulan polkuverkostoa täydennetään. Uudet luiskat Nordenskiöldinkadun osalta maisemoidaan istutuksin. Koirapuisto säilyy nykyisellä paikallaan.

Nykyisen radan itäreunalle sijoittuu etelä-pohjoissuuntainen seudullinen kevyen liikenteen väylä. Pissararadan uusien raiteiden vuoksi raitti joudutaan siirtämään Keisaripaviljongin ja Eläintarhan koulun välisellä alueella. Alppipuiston kohdalla raitti sijoittuu suurelta osin noin 5 metriä korkean tukimuurin päälle. Nordenskiöldinkadun kohdalle rakennetaan uusi kevyenliikenteen silta. Rakennettavan raitin kokonaispituus on 820 m ja suurin pituuskaltevuus 5 %. Raitin leveys on Helsingin ”baanamitoituksen” mukainen pyöräkaista 3.50 m ja jalankulkukaista 2.0 metriä, ja se on asfalttipäällysteinen. Raitti kuivatetaan uudella hulevesiviemäröinnillä. Raitille rakennetaan rampit Viipurinkadulta (pituuskaltevuus 5%) ja Savonkadulta (8 %).

4.5 Geo- ja kallioteknikka

Ratasuunnittelun lähtötietona on ollut käytettävissä runsaasti lähtötietoja rakentamisalueen pohjaolosuhteista ja olevista rakenteista. Pissararatahanketta varten pohjaolosuhteiden määrittelyä on pyritty tarkentamaan geoteknisin ja kallioteknisin tutkimuksin, mukaan lukien pohjavesitilanteen analyysi. Olevien rakenteiden selvittämisellä ja rakennetun ympäristön mittauksilla on myös täydennetty geotekniselle suunnittelulle lähtötietona toimivia reunaehtoja.

Geoteknisessä suunnittelussa vaihtoehtotarkastelujen päätavoitteiden lisäksi ohjaavina tekijöinä ovat olleet kallio- ja rakenneteknisten reunaehtojen lisäksi mm. työnaikaisen liikenteen häiriöttömyys kuten esimerkiksi raitiotieliikenteen esteetön liikennöinti. Myös vaativien johtosiirtotarpeiden minimointi on ohjannut osaltaan suunnittelua. Varsinaisen radan geotekniset ratkaisut sijoittuvat pääosin kallionvaraiselle rataosuudelle ja kalliotilaan.

Ratasuunnitelman mukaisia pääosin erittäin vaativia kaivantoja on useita.

Pissararadan rakentamisen aikaiset merkittävät kaivannot ovat seuraavat:

- Tunnelin suuaukon kaivanto Eläintarhassa
- Kaupunginpuutarhan kaivanto
- Stadionin kaivanto
- Paavo Nurmen kaivanto
- Töölöntorin aseman kaivanto
- Runeberginkatu 60:n hissikuilu
- Pohjoinen savunpoistokuilu
- Eteläinen savunpoistokuilu
- Kivelänkadun kuilu
- Sandelsinkadun sisäänkäynti
- Oopperatalon sisäänkäynti
- Kolmen Sepän aukion kaivanto
- Narinkan sisäänkäynnin kaivanto
- Asematunnelin sisäänkäynnin kaivanto
- Forumin sisäänkäynnin kaivanto
- Simonpuistikon itäisen ja läntisen kuilun vaatima kaivanto

- Baanan kaivanto
- Siltavuorenrannan ajotunnelin kaivanto
- Lippuhallin ja Paasivuoren puistikon kaivanto
- Diakoniapuiston kaivanto
- Toisen linjan kuilut

Kalliotekniikka

Ratasuunnitteluvaiheessa yleissuunnitelman mukaisia ratkaisuja on tarkasteltu kalliiteknisestä näkökulmasta tutkimustulosten tarkennettua käsitystä kallioolosuhteista. Asemien ja tilojen loppujapiirrokset sekä ratageometria on muuttunut yleissuunnitelmasta, mikä on johtanut paikoin merkittävästi poikkeaviin ratkaisuihin (esim. Hakaniemen aseman yksiholvisuus).

Kallioolosuhteita on ratasuunnitelman aikana selvitetty olemassa olevan tiedon lisäksi lisätutkimuksilla. Tutkimukset ovat keskittyneet kalliopinnan korkeusaseman varmistamiseen ja kallion laadullisiin tutkimuksiin. Rakennussuunnitteluvaihetta varten on laadittu tutkimusohjelmia mm. kallion jännitystilan mittaamiseksi. Pesararadan rakennettavuuden kannalta merkittäviä kallion heikkousvyöhykkeitä sijaitsee keskustan aseman vaikutusalueella (Mannerheimintien ruhje ja Kampin ruhje), sekä Hakaniemen aseman kohdalla (Kauppahallin ruhje). Pesararata alittaa Kluuvin ruhjeeseen liittyvän painanteen, Kluuvin ruhjeen läpäisyssä kalliolaatu paljastui tutkimuksissa ennakkokäsityksiä paremmaksi.

Kalliotilat tiivistetään esi-injektoimalla ja lujitetaan mekaanisin lujitusrakentein. Lujitusrakenteiden suunnittelussa huomioidaan lujitusrakenteiden 100 vuoden suunnittelukäyttöikä, jonka varmistamiseksi alueella on tehty mm. pohjaveden kemian selvityksiä.

Kalliomekaanisia lujuuslaskelmia käytettiin ratasuunnitelmassa tilasuunnittelun tukena varmistamaan tilojen pysyvyys ja tekninen toteutettavuus sekä arvioimaan vaikutuksia jo rakennettuun ympäristöön. Laskelmia on tehty sekä yksinkertaistetuilla ja konservatiivisilla tasolaskennoilla että monimuotoisimmilla 3D tarkasteluina. Rakennussuunnitteluvaiheessa ohjelmoidaan kattavat seuranta-mittaukset.

Työnaikaisessa suunnittelussa huomioidaan kalliorakentamisen työnaikaisten häiriöiden minimointi mm. melun ja louhinnan värinävaikutusten osalta.

Avorataosuuden geotekniikka

Avorataosuus ulottuu pääradan länsipuolella km:lle 3+800 asti, missä Pesararadan raiteet ovat kallioleikkauksessa ja kalliotunneli alkaa. Pääradan itäpuolella avorataosuus alkaa km:ltä 9+767. Tällä kohdalla päättyy kallioleikkauksessa oleva betonirakenteinen tunneli.

Pehmeikköosuudella pohjanvahvistusratkaisu on pääosin paalulaatta. Laattaan liittyy yhtenäisenä rakenteena Alppipuiston raitin tukimuuri. Paalulaattaosuudelle on esitetty työnaikaisia ja pysyviä tukiseiniä.

Paaluina käytetään teräsbetonisia tukipaaluja. Kuitenkin Nordenskiöldin kadun eteläpuolella, olemassa olevien hattupaalujen alueella, kmv 10+106...10+158,

käytettävä paalutyyppeä on poraamalla asennettava teräsputkipaalu. Se on pääradan itäpuolella rakennusteknisesti ja työvaiheistuksen kannalta vaativin kohde.

Pohjanvahvistustoimenpiteet ovat pääosin samoja kuin yleissuunnitelmassa. Lisäyksenä on tullut kmv:lle 9+767...9+820 vesitiivis betonikaukalarakenne ja siihen liittyvä vesitiivis sulkuseinä. Näillä rakenteilla estetään pohjaveden virtaus radan rakenteisiin ja sitä kautta tunneliin, siltä osin kun radan rakenteet sijoittuvat suuaukon läheisyydessä pohjavedenpinnan alapuolelle.

Pohjanvahvistustoimenpiteet läntisellä avorataosuudella, Kmv 3+433...3+545 (Pisaran km-järjestelmässä) ja alaratapihan raiteella kmv 2+200...2+700 (alaratapihan km-järjestelmässä) ovat seuraavat:

- 3+432 - 3+520 (88 m) Vaahtolasi-kevennys
- 3+540 - 3+545 (5 m) Siirtymälaatta.
- 2+628 - 2+641 (13 m) Vaahtolasi-kevennys

Pohjanvahvistustoimenpiteet itäisellä avorataosuudella, Kmv 9+847...10+137 (Pisaran km-järjestelmässä) ovat seuraavat:

- 9+847 - 9+898 (51 m) Massanvaihto kaivamalla
- 9+875 - 9+935 (60 m) Porapaalu-ponttiseinä, maa-ankkurit
- 9+895 - 10+137 (242 m) Paalulaatta

Pääradan raiteita ja ratapengertä varten on asennettava työnaikaisia tukiseiniä kaivutöiden ja Pisararadan raiteiden rakennekerrosten rakentamisen ajaksi. Suunniteltu tukiseinätyyppi on lyömällä asennettava teräsponttiseinä joka on pääosin ankkuroitu nykyiseen ratapenkereeseen maa-ankkurein.

Työnaikaiset pohjarakenteet, Kmv 3+433...3+545 ja 9+847...10+137 (Pisaran km-järjestelmässä) ovat seuraavat:

- 3+473 - 3+545 (72 m) Teräspontti-seinä
- 9+935 - 10+137 (202) Teräspontti-seinä, maa-ankkurit

Pohjaveden hallinta

Pisararadan pohjavesien hallintaan liittyvä suunnittelu on jaettu neljään alueeseen: Töölö, Keskusta, Hakaniemi ja Vanha rata.

Pohjavesialueella tarkoitetaan sellaista suunnittelutyön alkuvaiheessa tunnistettua ja suunniteltavaan ratalinjaan yhteydessä olevaa laaja-alaista aluetta, jonka pohjavesiolosuhteiden tarkempi selvittäminen katsottiin hankkeen suunnittelun kannalta tarpeelliseksi. Pohjaveden hallintatoimenpiteiden ensisijaisena tavoitteena on estää Pisararadan rakentamisen ja käytön aikaiset pohjaveden pinnan tasoon tai painetasoon kohdistuvat vaikutukset. Pohjaveden laskun suhteen herkkiä ovat ensisijaisesti sellaiset alueet, joilla irtomaapeite sisältää merkittävässä määrin koheesiomaalajeja, kuten savea tai silttiä. Tällaisten hydrogeologisilta olosuhteiltaan herkkien alueiden tunnistaminen ja rajaaminen on ollut pohjaveden hallinnan suunnittelun lähtökohtana.

Pohjavesien hallinnan kannalta tärkeimmät riskikohteet ovat puupaalujen varaan perustetut rakennukset (puupaalujen kuivuminen ja lahoaminen pohjaveden pinnan tason laskiessa), sekä maanvaraisina perustetut rakennukset tai rakenteet ja piha- ja tiealueet (painumariskin kasvaminen). Rakentamisen aikana on erityisen tärkeää estää paineellisen pohjaveden suotautuminen työnaikaisiin kaivantoihin.

Suunnitelman laadinnassa on käytetty hyväksi kaikkea olemassa olevaa lähtöaineistoa ja suunnittelutyön edetessä kertynyttä tutkimustietoa: pitkät pohjavedenpinnan aikasarjat erityisesti Keskustan ja Hakaniemen alueilta, tutkimuskairaukset, ruhevyöhykkeiden sijainti ja maanpinnan korkeusmalli. Näiden tietojen avulla kyetään määrittämään mm. irtomaa-peitteen paksuus, maalajit, kalliopinnan taso ja pohjaveden kyllästämisen irtomaapeitteen paksuus. Keskustan ja Hakaniemen alueille on laadittu numeeriset pohjavesimallit, joita käytetään apuna pohjavesien hallinnan suunnittelussa.

Ensisijaisina menetelminä haitallisten pohjavesivaikutuksien ehkäisemiseksi ovat kallioperän esi- ja jälki-injektioinnit erityisesti keskustan aseman ympäristössä, sekä Kluuvin ruhjeen ja Mannerheimintien ruhjeen leikkaavilla tunneliosuuksilla. Painuma-herkillä ja puupaalutetuilla alueilla huolehditaan tarvittaessa pohjaveden lisäimeytyksillä, jotta orsivedenpinnan taso ei laske nykyisestä tasostaan. Pohjaveden pinnan tason alapuolelle ulottuvien kaivantojen pohjavesivaikutuksien pääasiallinen ehkäisymenetelmä on kaivannon tekeminen vesitiiviiksi. Työnaikaisen kaivannon ja sen tukiseinien vesitiiveyden todentaminen koeluonteisesti suoritettavan pumppauksen avulla ennen kaivutyön aloittamista on tarpeen kriittisissä kohteissa. Kriittisillä alueilla pohjaveden pinta ei saa alentua tunnelien vuotovesien seurauksena.

Yksityiskohtaisemmat kohdekohtaiset pohjaveden hallintasuunnitelmat laaditaan rakentamissuunnittelun yhteydessä, kaikkien muiden tekniikan alojen suunnitelmien tarkentuessa ja luodessa edellytykset yksityiskohtaisemmille pohjaveden hallintaa koskeville toimenpiteille. Pohjaveden pinnan tasoa tarkkaillaan kaikista ratalinjan läheisyydessä sijaitsevista pohjaveden havaintoputkista. Tarkkailu tulee jatkumaan ja tarkkailutiheyttä tullaan paikoin kasvattamaan. Jatkossa myös pohjaveden havaintoputkiverkostoa tullaan täydentämään kaikilla neljällä suunnittelualueella. Hakaniemeen on suunniteltu pohjaveden pumppauskoe, jolla saadaan lisätietoa ruhevyöhykkeiden ja maakerrosten vedenjohtavuudesta.

4.6 Runko- ja ympäristömelu

Suunnittelu kattaa Pissararadan raideliikenteen runkomelun selvityksen ja torjuntaratkaisut, avoradan ympäristömeluselvityksen ja torjuntaratkaisut, työmaa- ja louhintavaiheen ympäristö- ja runkomeluselvitykset sekä asemien talotekniikan ja kuilujen meluselvitykset ja torjuntaratkaisut koko ratalinjauksen osalta.

Raideliikenteen runkomeluselvitys

Pissararadan ratasuunnittelun osana tehdyn raideliikenteen runkomeluselvityksen tavoitteena on varmistaa, että junaliikenne ei tule aiheuttamaan runkomeluhaittoja ratalinjan ympäristössä sijaitseviin nykyisiin tai suunniteltuihin rakennuksiin eikä niissä oleskeleville ihmisille. Selvityksessä on kartoitettu Pissararadan runkomelualueet, joilla raideliikenteen runkomelu voi aiheuttaa mahdollista häiriötä

ympäröivissä rakennuksissa oleskeleville henkilöille, sekä osoitettu keinot joilla nämä runkomeluhaitat voidaan torjua.

Runkomelun torjunta perustuu ratarakenteisiin sijoitettaviin runkomelueristykseen, jotka vaimentavat kallioperän välityksellä ratatunneleista ja avoradalta ympäristöön kytkeytyvää värähtelyä.

Pisaraataan tarvitaan runkomelueristys lähes koko tunneliosuudelle, jotta runkomelu ei rajoita maankäyttöä eikä aiheuta haittoja radan ympäristön nykyisissä kiinteistöissä.

Rataosuuksille tarvittava runkomelueristys on mitoitettu niin, että kohdekohtaisesti asetetut runkomelun tavoitetasot eivät ylitä. Tarkastelussa on huomioitu sekä kaikki ratalinjauksen ympäristössä olevat nykyiset kohteet että alueiden kaavoitettu maankäyttö.

Runkomelueristys toteutetaan käyttäen ratarakenteisiin sijoitettavia sepelinalusmattoja. Ratasuunnitelmavaiheessa tehtyjen laskentojen ja mitoituksen perusteella Pisaraataan tarvitaan yhteensä noin 68 000 m² runkomelueristysmateriaalia. Tästä kokonaisuudesta noin 40 % on 10 dB peruseristystä. Tehokkaampaa 12 dB eristystä ja tehokkainta 16 dB eristystä tarvitaan kumpaakin noin 30 %.

Avorataosuuden ympäristömeluselvitys

Pisaraadan avorataosuuden aiheuttaman ympäristömelun tarkastelu on tehty Tivolitien ja Pasilan aseman väliselle alueelle, kattaen mm. Alppipuiston, Eläintarhan urheilukentän ja Eläintarhan koulun ympäristöineen.

Melualueet laskettiin seuraavissa käyttötilanteissa: 1) nykyinen tilanne nykyisellä rataverkolla, 2) ennustetilanne nykyisellä rataverkolla ja 3) ennustetilanne Pisaraadan rataverkolla.

Ilman meluntorjuntatoimia Pisaraadan junaliikenteen aiheuttaman melun lisäys nykytilanteeseen nähden on tarkastelualueella keskimäärin 1...4 dB. Torjuntaratkaisuihin on selvitetty Alppipuiston puolelle radan varteen sijoitettavaa melukaidetta, Vauhtitien ratasillalle toteutettavia melukaiteita sekä Eläintarhan koulun pihaa suojaavia meluaitoja.

Kuilujen savunpoistopuhaltimien ja asemien talotekniikan ympäristömeluselvitys

Pisaraadan kuilujen ja asemien taloteknisten laitteiden kaupunkialueelle aiheuttamaa melua on selvitetty laskennallisesti. Kuilujen alaosaan sijoitettavat tunnelien savunpoistopuhaltimet ovat meluntorjunnan kannalta selvästi merkittävimmät ja haasteellisimmat melulähteet. Muita tarkasteltuja ympäristömelulähteitä ovat asemien ilmanvaihto, asemien savunpoistojärjestelmä ja varavoimakoneiden pakoputkisto.

Meluselvityksen tulosten perusteella savunpoistopuhaltimien koekäytöt joudutaan tekemään päiväaikaan, koska yöaikainen koekäyttö johtaisi erittäin mittaviin meluntorjuntaratkaisuihin.

Savunpoistopuhaltimien meluntorjuntaan on mitoitettu äänenvaimentimet, joiden tuottama vaimennus A-äänitasoihin ΔLA on 20 dB tai 25 dB kuilukohtaisesta torjuntatarpeesta riippuen. Tällä mitoituksella kuiluja lähimpien asuntojen sisätiloihin kohdistuvat päiväajan keskiäänitasot $LA_{eq,7-22}$ ovat koekäyttöpäivinä välillä 35...45 dB. Katualueelle aiheutuvat toiminnan aikaiset melutasot $LA_{eq,T}$ ovat enimmillään 75...85 dB.

Jatkuvassa käytössä olevien taloteknisten laitteiden kuten asemien ilmanvaihdon aiheuttaman ympäristömelun tulee täyttää RAKMK C1:n vaatimus $LA_{eq} \leq 45$ dB lähimmässä altistuvassa kohteessa. Tämä on saavutettavissa tavanomaisin torjuntaratkaisuin.

Rakentamisvaiheen ympäristömelu- ja värähtelyselvitys

Rakentamisvaiheen ympäristö- ja värähtelyselvitys kattaa louhinnan ja rakentamisvaiheen töiden häiritsevyydestä tarkastelut kohteen ympäristössä oleskelevien ihmisten kannalta. Selvitys laaditaan vasta rakentamissuunnitteluvaiheessa, jolloin siihen tarvittavat muiden suunnittelualojen tuottamat lähtötiedot ovat käytettävissä.

Runkomelu- ja ympäristömeluvaatimusten vaikutukset työmaiden eri työvaiheiden toiminnalle selvitetään alueittain. Laskentoihin tarvittavat melupäästö- ja runkomelutiedot kerätään muissa vastaavissa kohteissa tehdyistä mittauksista.

Työmaa- ja louhintavaiheen kannalta merkittävin meluntorjuntakeino on toiminta-aikojen sekä räjäytyskokojen ja -määrien rajaaminen. Melun raja-arvoista ja toiminnan rajoituksista neuvotellaan ympäristöviranomaisen kanssa. Terveysvaikutusten minimoimiseksi erityisesti yöaikaisia toiminta-aikoja joudutaan todennäköisesti rajoittamaan, jotta rakentaminen ei kohtuutonta haittaa tai häiriötä radan ympäristön asukkaille.

4.7 Palotekniikka

Paloteknisen suunnittelun suunnittelualue kattaa Pissararadan kokonaisuudessaan Pissilan aseman eteläpuolelta nykyisen pääradan länsipuolella päättyen maantieteellisesti lähes samaan paikkaan pääradan itäpuolella. Suunnittelualue kattaa ratatunnelit ja niiden raiteenvaihtopaikat, huolto- ja pelastustunnelin ajoyhteyksineen, asemat maanalaisen ja maanpäällisten tilojen osalta sekä muut hankkeeseen liittyvät järjestelyt ja toimenpiteet, kuten Vauhtitien ja Nordenskiöldinkadun sillat ja niiden lähiympäristön. Lisäksi paloteknisessä suunnittelussa käsitellään edellä mainittujen rakenteiden liittyminen olemassa olevaan rakennuskantaan ja kunnallistekniikkaan.

Pissararadan yleissuunnitelman mukaan turvallisuusratkaisuissa sovelletaan ensisijaisesti Kehäradan ja Länsimetron periaatteita ottaen huomioon Pissararadan erityispiirteet.

Merkittävä muutos yleissuunnitelmaan on huolto- ja pelastustunneli, jota hyödynnetään sekä poistumisessa että operatiivisessa pelastustoiminnassa. Yleissuunnitelmavaiheessa ratatunnelin poistuminen on esitetty toiseen rata-tunneliin. Lisäksi poistumista varten on varattu pystykuiluja: esitetty suurin etäisyys hätäpoistumiskuilun ja aseman välillä on ollut 850 metriä.

Tämän hetken suunnitteluratkaisussa huolto- ja pelastustunneli muodostaa määräysten mukaisen turvallisen tilan, johon poistuminen ratatunneleista, asemalaitureilta ja osasta asemien ylemmiltä tasoilta osoitetaan. Huolto- ja pelastustunnelia pitkin pääsee poistumaan ajoyhteyksien kautta maanpinnalle. Ratatunneleista yhteydet huolto- ja pelastustunneliin on toteutettu yhdyskäytävien kautta. Suunnitelmissa yhdyskäytävien välinen etäisyys on noin 150 metriä.

Suunnitteluratkaisussa kumpikin ratatunneli on oma palo-osastonsa suuaukolta suuaukolle, eli niissä ei ole poikittaista palo-osastointia. Ratatunnelina käsitetään asemien kohdalla myös yleisölle avoimet laiturialueet. Huolto- ja pelastustunneli osastoidaan asemista ja ratatunneleista omaksi palo-osastokseen. Asemien tilat on jaettu palo-osastoihin.

Pelastuslaitoksen operatiivisessa toiminnassa hyödynnetään myös huolto- ja pelastustunnelia, jonka kautta on järjestetty sammutusreitti sekä asemille että ratatunneleihin.

Ratatunnelien savunpoisto järjestetään asemilta, ratatunnelin katossa olevien imupisteiden kautta.

Paloteknisten suunnitelmien tekstiosuuksissa käsitellään ja kuvataan Pissararadan tunnelien ja asemien palotekniset ratkaisut ja määritelmät, kuten tilojen palokuormat, paloluokat, palo-osastoinnit, syttymisen estäminen, palon kehittymisen rajoittaminen, palon leviämisen estäminen naapurirakennuksiin, poistumisturvallisuus sekä sammutus- ja pelastustehtävien järjestelyt.

Paloteknisen suunnitelman liitekuviissa esitetään muun muassa uloskäytävät, palo-osastoinnit, savunpoiston periaatteet sekä sammutus- ja pelastustehtävien järjestelyjä.

Simulointiraporteissa raportoidaan palo- ja poistumissimulointien tulokset.

4.8 Sähkörata- ja vahvavirtalaitteet

Pääradan sähköistysjärjestelmä on 1x25 kV, 50 Hz. Ratajohto varustetaan M-johdolla. Ratajohdon mitoitusnopeus pääraiteella on 80km/h. Tunneliosuus varustetaan yksiraiteisen radan imumuuntajilla.

Ajojohdin ratkaisussa päädyttiin kannattimelliseen ajojohtimeen. Kiintoajojohdinta puoltavia asioita oli lähinnä parempi tehonsiirtokyky ja sen vaatima pienempi tunnelikorkeus. Laskelmissa kannattimellisen ajojohtimen tehonsiirtokyky osoittautui riittäväksi ja kun tunnelin korkeus määräytyi poikkipinta-alan johdosta riittävän korkeaksi, ei kiintoajojohdintamelle ollut tarvetta. Lisäksi käyttökokemukset Suomessa ovat vähäiset kiintoajojohdintamelle.

Ratajohtoerottimien sijoitus huolto tunneliin todettiin selkeästi kalliimmaksi ja turvallisuuden kannalta haastavaksi. Merkittäviä etuja järjestelylle ei havaittu joten päädyttiin perinteiseen ratkaisuun sijoittaa erottimet ratatunneliin.

Tehotarkastelu perustui suunnitelmavaihtotarkastelujen Open Track -simulointien tietoihin. Kriittisin tarkastelu suoritettiin simulontitilanteessa jossa 3 kpl sm5 junia ajoi 3 minuutin välein molempiin suuntiin.

Tarkastelussa kävi selväksi, että viimeistään kaukotulevaisuudessa nykyisten syöttöasemien teho on riittämätön, ja Helsingin alueelle tarvitaan yksi 12,5 MW muuntaja lisää.

Ratajohdon siirtokyvystä tunnelissa todettiin kriittiseksi imumuuntajat, joiden tehotarve ylitti nykyisten muuntajien tehon. Tehot ylittyivät varasyöttötilanteessa jossa, tehoa syötettiin tunnelissa olevien erotusjaksojen yli. Tilanne saatiin hallintaan suunnittelemalla eri varasyöttötilanteet uudelleen, jolloin erotusjaksojen yli ei tarvinnut syöttää virtaa, jolloin pitkittäiserottimet erotusjaksojen yli voitiin jättää pois

Normaalitilanteessa Oulunkylän syöttöasema syöttää sähkön Pasilan pohjoispuoleisen pääradan ja Pissararadan itäisen osuuden sähköradalle. Pissararadan läntistä osuutta on myös mahdollista syöttää Kilterin syöttöasemalta ja tulevaisuudessa mahdolliselta Kilon syöttöasemalta.

Ratajohdon suunnittelun pylvässijoitus pohjautuu pitkälti yleissuunnitelman mukaiseen. Poikkeamia on tullut mm. Alppilan puiston raitin asettamista sähköturvallisuustekijöistä, jossa itse raitin sekä siellä olevan hyökkäystien johdosta ulomman raiteen raitinpuoleiset pylväät on korvattu vastapuolelle sijoitetuilla ulokeportaaleilla. Myös työnvaiheistuksesta johtuen joitain itäisen liitynnän yksittäisiä pylväitä on korvattu ulokeportaaleilla.

Vaihteenlämmitykset on suunniteltu erotusmuuntajakohtaisella säätöjärjestelmällä, jossa lämmitys teho otetaan ratajohdosta.

4.9 Turvalaite ja liikenteenohjaus

Pissararadan suunnittelutyö on jakautunut turvalaitteiden näkökulmasta kahteen erilliseen osa-alueeseen. Suunnittelualue on jaettu varsinaiseen Pissararataan (uusi tunneliosuus ja liitynnän avorataosuudet) sekä Helsingin ratapihan muutoksiin. Turvalaite- ja liikenteenohjaussuunnittelun kannalta näillä osa-alueilla suunnittelun lähtökohdat ovat hyvin erilaiset. Uudella Pissararadalla suunnitellaan uutta turvalaitejärjestelmää uuteen rakennettavaan henkilöliikenteen tunneliin ja Helsingin ratapihalla suunnitellaan muutoksia erittäin vilkkaasti liikennöityyn ratapihaan. Helsingin ratapihan muutosten suunnitteluun vaikuttaa merkittävästi ratapihalla nykyisin käytössä olevat tekniset järjestelmät ja niiden muutos-/kehitysmahdollisuudet.

Suunnittelun lähtökohtana on tilanne, jossa Pasilan läntinen lisäraide on toteutettu. Työvaihesuunnittelussa on huomioituna myös osa suunnitteilla olevan Pasilan pohjoisen raiteenvaihtopaikan vaihdeyhteyksistä. Suunnittelualueeseen kuuluu Pissararata ja Helsingin ratapiha. Suunnittelualue rajautuu Rantaradalla Ilmalan aseman tulo-opastimiin (n. 5+310) ja pääradalla Oulunkylän suunnasta noin ratakilometrille 4+800. Junien vuorovälinä on käytetty kolmea minuuttia.

Turvallaitteisiin liittyvät vaatimukset ovat osaltaan vaikuttaneet mm. tunnelin louhinnan suunnitteluun. Suunnitelmien onnistuneen yhteensovituksen tuloksena turvallisten opastinnäkemien saavuttaminen tunneliosuudella vaatii vain maltillisia lisälouhintoja tunneliin.

Pisara radalle on suunniteltu uusi tietokoneasetinlaite. Opastinjärjestelmänä on käytetty uutta yhdistelmäopastinta (OJ2010). Tulevaisuuden kapasiteettivaatimusten varmistamiseksi hyödynnetään tunneliosuudella myös ennakkotietoa toistavia opastimia (laituriopastimet), joilla minimijunavälejä saadaan lyhennettyä ja kapasiteettia nostettua. Vapaanaolon valvonta on suunniteltu toteutettavan akselinlaskijoilla. Pisara radan turvalaitejärjestelmä on suunniteltu liitettäväksi Etelä-Suomen kauko-ohjausjärjestelmään (ESKO). Tunneliosuuden turvalaite-suunnitteluun vaikuttavia erityispiirteitä ovat radan jyrkät pituuskaltevuudet, kaarteiden pienet säteet ja kapeat tunnelit.

Suunnittelun aikana tunnistetut poikkeamat nykyisistä suunnittelua ohjaavista Liikenneviraston ohjeista on kirjattu ylös ja ne on käsitelty suunnittelutyön riskienhallinnassa. Ohjepoikkeamiin ja tehtyihin suunnitteluratkaisuihin on saatu Liikenneviraston poikkeuslupa.

Helsingin ratapihan muutokset ja liityntävaihteet/-raiteet on suunniteltu toteutettavaksi nykyiseen Helsingin releasetinlaitteeseen. Opastinjärjestelmänä käytetään nykyistä ratapihalla käytössä olevaa järjestelmää. Vapaanaolon valvonta on suunniteltu toteutettavan raidevirtapiireillä, kuten ratapihan alueella nykyisin on tehty. Ratapihan turvalaitesuunnitteluun vaikuttavia erityispiirteitä ovat mm. kaarteiden vaikutus opastinten näkemiin, runsaat vaihdeyhteudet, lyhyet opastinetäisyydet, toiminnallisuus- ja liikennöintivaatimukset, vanhojen järjestelmien kehitysmahdollisuudet (mm. opastinjärjestelmä ja junien kulunvalvonta) ja muutosten toteutettavuuden huomioiminen.

4.10 Katusuunnittelu

Paavo Nurmen aukio

Paavo Nurmen sisäänkäynnin ja Kisahallin väliin tehdään yksisuuntainen pyörätie Paavo Nurmen tieltä Mannerheimintielle. Sisäänkäyntirakennuksen eteläpään sijoitetaan pyöräpysäköintipaikat.

Töölöntori

Taksien liityntäpysäköintipaikat sijoitetaan nykyisille paikoilleen torin länsipään ja Sandelsinkadulle torin etelälaidalle tulee pysäkit saattoliikennettä varten. Torin länsipään jalankulkualue sisäänkäyntirakennuksen ympärillä laajenee nykyisestä. Torialueen sisäänkäyntien yhteyteen tulee polkupyöräpysäköintipaikat.

Runeberginkadun ajoradan, kanavointien ja länsipuolisten pysäköintipaikkojen linjauksia muutetaan torialueen laajentumien vuoksi. Kaistajärjestelyt ja raitiotien linjaukset pysyvät ennallaan.

Sandelsinkadulla ja Töölöntorinkadulla pysäköintipaikkoja muutetaan vinopysäköintipaikoiksi, koska nykyisiä kadunvarsipaikkoja poistuu toriaukion laajentumisen ja saattoliikennepaikkojen myötä.

Simonpuistikko

Simonpuistikon länsipäässä on siihen liittyvän hotelli kiinteistön huoltopihan kohdalla poistettu katupuu ja kavennettu tukimuurilla rajattua istutusallasta, jotta tukimuurin ja tulevan kuilurakenteen väliin jää riittävä leveys huoltopihan ajoyhteydelle.

Kaivokatu välillä Mannerheimintie – Postikatu (Valtakulma)

Kaivokadun alle Valtakulman kohdalla rakennetaan Pissararadan Keskustan asemalta metroon johtava maanalainen tunneli, jonka rakenteet ulottuvat noin metrin syvyyteen kadun pinnasta. Tunnelin rakentaminen tapahtuu tuetussa avokaivannossa. Tunnelista ei tule kadulle uusia maanpäällisiä rakenteita.

Kaivokadun geometria ja päällysrakenteet tehdään tunnelin rakentamisen jälkeen voimassa olevan katusuunnitelman mukaiseksi. Kadun pinnoitteet rakennetaan esteettömyyden erikoistason määräyksiä noudattaen. Kadun hulevesiviemäriintä liitetään siirrettävään sekavesiviemäriin.

Johtosiirtojen ja avokaivannossa tehtävien rakentamistöiden aikana katuosuus on suljettu raitiotieliikennettä lukuun ottamatta kaikelta muulta ajoneuvoliikenteeltä. Ajoneuvoliikenne ohjataan Postikadun kautta, ja rautatieaseman kohdalla Kaivokatu muuttuu yksiajorataiseksi ja kaksikaistaiseksi Keskuskadun liittymään saakka.

Raitiotielle rakennetaan apusillat kaivannon ylitystä varten, jolloin raitioliikenteelle aiheutuu lyhyitä toimintakatkoja. Bussiliikennettä varten tarvitaan erityisjärjestelyjä, jotka suunnitellaan tarkemmin ennen rakentamista yhdessä HKL:n kanssa.

Kevyen liikenteen yhteydet turvataan, ja kulku järjestetään kadulla oleviin kiinteistöihin.

Mannerheimintie ja Kolmen Sepän patsaan aukio

Mannerheimintien itälaidalle tulee Pissararadan Keskustan asemalta Stockmannin liikerakennukseen johtava maanalainen tunnelinyhteys, jonka rakentaminen tapahtuu Kolmen Sepän patsaan alueella tuetussa avokaivannossa.

Lopputilanteessa kadulle ei tule uusia maanpäällisiä rakenteita, joten tunnelin valmistumisen jälkeen katualue rakennetaan ennalleen voimassa olevien katusuunnitelmien mukaiseksi. Kadun kuivatusrakenteiden muutoksena hulevesikaivot ja raitiotien kiskokaivot liitetään tunnelin kohdalta kadun länsireunalle siirrettyyn viemäriin.

Maanalaisen käytävän rakentaminen ja sen vaatimat johtosiirrot edellyttävät Kaivokadun ja Pohjoisesplanadin välillä työnaikaisia liikennejärjestelyjä Simonkadun ja Pohjoisesplanadin välillä. Liikennejärjestelyt toteutetaan kahdessa päävaiheessa:

Johtosiirtojen aikana Mannerheimintien läntinen ajorata suljetaan ja ajoneuvoliikenne ohjataan kaksisuuntaisena itäiselle ajoradalle. Raitiotien kohdalle ei tule rakentamistoimenpiteitä johtojen alituksia lukuun ottamatta, joten raitioliikenne voi olla toiminnassa pääosin koko rakentamisen ajan. Pyörätie on käytössä ainakin kadun itälaidalla ja myös toisella puolella, mikäli kaivannolta jää sille tilaa.

Jalkakäytävät toimivat nykyisellään kadun reunoilla, ja Mannerheimintien ylitystä varten tehdään tarvittavat tilapäisjärjestelyt.

Kaivantovaiheessa Mannerheimintien itäinen ajorata suljetaan Simonkadun ja Aleksanterinkadun välillä, ja autoliikenteen käytössä on läntinen ajorata kaksisuuntaisena. Aleksis Kiven katkaisevan kaivanto-osuuden ylitys tehdään väliaikaisen apusillan avulla, jolloin raitioliikenteelle aiheutuu lyhyitä toimintakatkoja.

Siltavuorenrannan ajotunnelin suuaukkoalue

Keskustan ajotunneli liittyy katuverkkoon Siltavuorenrannan ja Kirjatyöntekijänskadun liittymässä Kirjanpuiston länsipäässä. Suuaukkorakenne sijoittuu nykyiseen graniittitukimuriin, johon tehdään tarvittavat rakennemuutokset. Ajoyhteyttä varten liittymää laajennetaan hieman muuttamalla reunakivilinjaa.

Siltasaarenkatu Hakaniementorin kohdalla

Pisaratietä varten kadun alle Siltasaarenkadun ja Paasivuorenkadun kulmassa rakennetaan liukuporrasyhteys tuetussa avokaivannossa, jolloin Siltasaarenkadun läntinen ajorata joudutaan katkaisemaan. Tätä ennen tehdään tarvittavat johtosiirrot omana vaiheena.

Lopputilanteessa kadulle ei tule uusia maanpäällisiä rakenteita, joten kadun alapuolisten rakenteiden valmistumisen jälkeen katualue rakennetaan ennalleen nykytilanteen mukaiseksi. Kadun kuivatusta varten tehdään tarvittavat hulevesiviemäröinnin muutokset.

Johtosiirtojen ja avokaivannossa tehtävien rakentamistöiden aikana joudutaan tekemään muutoksia linja-auto- ja ajoneuvoliikenteen osalta. Raitiotielinjalle ja sen pysäkeille ei aiheudu muutoksia.

Paasivuorenkatu ja Paasivuoren puistikko

Paasivuorenkadun päällysrakenteet ja Paasivuoren puistikko tullaan säilyttämään ominaisuuksiltaan nykytilanteen kaltaisena.

Diakoniapuiston ajotunnelin suuaukkoalue

Helsinginkadun ajoradan lännestä itään johtava kaista varataan louhekuljetuksille ja muulle työmaaliikenteelle. Helsingin kadun muu lännestä itään päin kulkeva autoliikenne johdetaan Kolmannen linjan ja Alppikadun kautta.

Raitiotiepysäkit ja suojatiet siirretään työmaa-alueen liittymien kohdalta itään päin.

4.11 Ympäristösuunnittelu

Katujen ja puistojen suunnittelun lähtökohtana on turvallinen, kestävä, toimiva, viihtyisä ja esteetön ympäristö. Kohteiden kaupunkikuvallinen ilme pyritään säilyttämään jokaisessa kohteessa pääasiassa ennallaan. Muutamissa kohteissa voidaan toiminnallisista ja teknisistä syistä esittää suunnittelijan hieman nykytilanteesta poikkeavia ratkaisuja. Erityisesti asemien sisäänkäyntien ympäristön rakentamisessa noudatetaan kohteiden luonteeseen sopivaa hyvää laatutasoa.

Valaistuksen osalta kohteissa uusitaan tarvittavat pylvää ja valaisimet. Uudet valaisimet toteutetaan alkuperäisen ilmeen mukaisilla ratkaisuilla.

Kaupunginpuutarhaan tulee avokaivanto Pissararadan ratatunnelin rakentamista varten, ja alueelle sijoitetaan työmaatukikohta. Puutarha-alueella puretaan nykyisiä rakennuksia ja kasvihuoneita joudutaan purkamaan avokaivannon kohdalta, mutta purkutöiden laajuus tarkentuu myöhemmässä vaiheessa. Myös nykyinen suojeltava tukimuuri joudutaan purkamaan. Alueella on useita arvokkaita puita, jotka on suojattava vahingoittumiselta.

Rakentamisen jälkeen piha-alue palautetaan mahdollisimman lähelle nykytilannetta ja tukimuuri ennallistetaan. Kaupunginpuutarha on rakentumassa uudelleenkokonaisuudeksi, jonka tuleva käyttö selviää myöhemmin.

Stadionin eteläpään edustalle tulee rakentamisen ajaksi avokaivanto ja työmaa-alue. Nykyisen pysäköintialueen ja Mäntymäen tunnelin ajoyhteyden ja varikkoalueen päällysrakenteet palautaan ennalleen, päällystevauriot ja kuivatusrakenteet korjataan. Viheralueet palautetaan nykyiseen ilmeeseen nurmetuksen ja korvaavien istutusten avulla.

Töölöntorin luonne pyritään säilyttämään nykytilanteen mukaisena. Torialue toteutetaan saha-alueen noppakivipäällysteenä. Pintakäsittelyssä on huomioitu alueen miellyttäväisyys jalankulkuympäristönä. Torin länsipään jalankulkualue sisäänkäyntirakennuksen ympärillä erotetaan torialueesta asfalttipäällysteellä.

Asema-alue on esteettömyyden erikoistason aluetta, ja suunnittelussa tullaan ottamaan huomioon aseman ja sen lähimpien joukkoliikenneyhteyksien saavuttaminen esteettömästi.

Diakoniapuistosta muodostuu nykyistä rakennetumpi kokonaisuus uuden ajotunnelin sisäänkäynnin sekä siihen liittyvän puistorakentamisen tuloksena. Helsinginkadulta avautuu jatkossa näkymiä Alppikadun suuntaan. Näkymiä avaamalla siistitään Helsinginkadun puoleista kadun rajausta sekä tuodaan paremmin esiin kohteen erityispiirteinä olevaa avokallioaluetta. Helsinginkadun puoleinen reuna muokataan avoimeksi nurmialueeksi. Puiston länsi- ja itäpuoliset reuna-alueet pidetään kasvillisuuspeitteisenä. Länsipuolen kapeaksi jäävää kasvillisuusaluetta täydennetään puuistutuksin.

Paavo Nurmen aukion puistoalueelle sijoitettava sisäänkäynti muuttaa merkittävästi ympäristön luonnetta. Sisäänkäyntirakennuksen ympäristö jää osittain Mannerheimintietä reunustavaa kevyen liikenteen väylää alemmalle korkotasolle. Korkeat rajaavat alueen selkeästi itsenäiseksi aukiotilaksi. Aukiotila erotetaan ympäröivästä alueesta käyttämällä luonnonkivipäällysteitä.

4.12 Johtosiirrot

Suunnittelukohteina ovat Pissararadan aiheuttamat kaikki johtosiirrot olemassa oleviin maanalaisiin rakenteisiin sekä johtosiirrot olemassa olevissa rakennuksissa.

Johtosiirtoja on käyty läpi operaattoripalavereissa sekä kirjeenvaihdolla operaattoreiden kanssa. Johtosiirtoja on selvitetty kaupungin eri virastojen ja johtojen omistajien kanssa.

Ratasuunnitteluvaiheessa johtosiirtojen osalta pääpaino on ollut:

- tunnistaa siirrettävät johtokohteet
- tunnistaa kaavaan muutoksia aiheuttavat kohteet
- löytää johtosiirroille toteutuskelpoinen hyväksyttävä ratkaisu
- määrittää johtosiirroille tarvittavat tilanvaraukset
- määrittää tarvittaville johtosiirroille kustannukset

Johtosiirtokohteiden sijainnit on esitetty yleiskartalla. Yhteensä maanalaisia tai tunneleissa olevia johtosiirtoja on tunnistettu tarvittavan 23 eri kohteessa. Lisäksi tunnistettiin useita rakennusten sisäisiä johtosiirtotarpeita.

4.13 Talotekniset sekä sähkö- ja automaatiojärjestelmät

4.13.1 Talotekninen suunnittelu

Yleissuunnitelmaan nähden merkittävimmät muutokset liittyvät palovesijärjestelmään sekä sulkutilojen, yhdyskäytävien ym. ylipaineistuksiin.

Ilmanvaihto

Jokaisen kolmen aseman laiturialueelle johdetaan suodatettua ja lämmitettyä tuloilmaa, joka jakaantuu ratatunneleihin junien kehittämän mäntävaikutuksen avulla sekä painovoimaisesti.

Huoltoaikoina riittävä ilmanvaihto taataan käyttämällä ratatunneleiden savunpoistojärjestelmän suuntapainepuhaltimia osateholla.

Huolto- ja pelastustunneliin puhalletaan Helsingin keskustan aseman kohdalla lämmitettyä tuloilmaa. Ajotunneleiden suuaukoilla sekä Alppipuiston savunpoistokuilussa on poistoilmapuhaltimet, joiden avulla ilma johdetaan ulos.

Yhdystunneleissa on koneellinen ilmanvaihto. Tuloilma johdetaan yhdystunneleihin huolto- ja pelastustunnelista. Poistoilma johdetaan huolto- ja pelastustunneliin. Yhdystunneleissa ei ole savunpoistoa eikä niitä ylipaineisteta ylipaineistuspuhaltimilla.

Savunpoisto

Ratatunneleiden sekä huolto- ja pelastustunnelin savunpoistojärjestelmä on koneellinen, eikä sitä ole integroitu ilmanvaihtojärjestelmiin. Savunpoistopuhaltimet ovat ns. kaksisuuntapuhaltimia, jolloin niitä voidaan käyttää joko savunpoisto- tai korvausilmapuhaltimina.

Ratatunneleiden savunpoisto on suunniteltu asemien kohdalla sijaitsevien imupisteiden kautta.

Huolto- ja pelastustunnelin savunpoisto on suunniteltu asemien savunpoistokuiluja ja -puhaltimia hyödyntäen. Imupisteet sijaitsevat Töölössä, Helsingin keskustan asemalla ja Hakaniemessä. Lisäksi huolto- ja pelastustunnelin itäisestä päädyistä on järjestetty savunpoisto Alppipuiston kuilun kautta. Jokaista kuiluyhteyttä voidaan käyttää myös korvausilman tuottamiseen huolto- ja pelastustunneliin.

Ratatunnelit ja huolto- ja pelastustunneli varustetaan suuntapaine puhaltimin.

Perus- ja sadevesien poisto

Ratatunneleiden perusvesien poisto tapahtuu kaksiputkijärjestelmällä. Tunneliosuuksien alimpiin kohtiin on sijoitettu perusvesialtaat, joiden varoallastilavuus on mitoitettu 24 tunnin virtaaman mukaan myös huolto- ja pelastustunnelin vuotovedet huomioiden. Altaat ovat kallioaltaita, mutta niiden yhteydessä olevat pumppaamotilat ovat vesitiiviitä betonialtaita.

Ratatunneleiden perusvesialtaiden vesi pumpataan asemien vuotovesialtasiin, sieltä parvitasolle sijoitettuihin perusvesipumppaamoihin ja edelleen maanpinnalle sadevesiviemäriin.

Asemilla sijaitsevat perusvesialtaat, jotka toimivat myös varavoiman jäähdytysveden säiliöinä, ovat vesitiiviitä. Asemien perusvesialtaat on mitoitettu 90 minuutin sammutusvesimäärän mukaan.

Huolto- ja pelastustunnelin vuotovedet johdetaan pumppaamojen kautta ratatunneleiden perusvesialtasiin.

Ajotunneleiden suuaukkojen ovien edessä on linjakuivaimet. Linjakuivaimiin kertyvät sadevedet pumpataan maanpinnalle.

Ajotunneleissa on kuivatusjärjestelmä. Vuotovedet johdetaan huolto- ja pelastustunnelin kuivatusjärjestelmään.

Palovesijärjestelmä

Palovesijärjestelmä on mitoitettu automaattisen sammutuslaitteiston ja palokunnan sammutusveden yhtäaikaiseen käyttöön.

Töölön ja Hakaniemen aseman lähetyville huolto- ja pelastustunneliin on suunniteltu palovesialtaat ja -pumppaamot, jotka palvelevat ratatunneleissa sijaitsevia paloposteja ja automaattisella palonsammutusjärjestelmällä varustettavia asematiloja.

Altasiin toteutetaan täyttöputki kaupungin vesijohdosta ilmavälillä ilman kiinteää liitosta siten, että kaupungin vesijohdoille ei aiheudu saastumisvaaraa.

Huolto- ja pelastustunnelin täyttökerrokseen sijoitettavan muovisen palovesijohdon runkojohdosta on suunniteltu paineelliset haarat yhdystunneleiden alimmille tasoille. Sieltä on sulkuventtiilein varustettu kuivahaarat molempiin ratatunneleihin.

4.13.2 Sähkö- ja automaatiojärjestelmä

Hankkeessa tutkitut vaihtoehdot SA-järjestelmien kannalta ovat:

- Vaihtoehto 1 SA-tilat sijoitetaan yhdystunneleihin sekä aseman sisäisiin tiloihin
 - Vaihtoehto 2 Asemien SA-tilojen sijoitusperiaatteet HUPE:n yhteyteen asemilla ja yhdystunnelin kohdalle ratatunnelissa
- Vaihtoehto 2 valittiin suunnittelun perustaksi

Valitulla vaihtoehdolla tavoitellaan parasta mahdollista vaihtoehtoa tarkasteltaessa matkustajaturvallisuutta ja kustannustehokkuutta sekä huoltovarmuutta liikenteen ollessa käynnissä. Valitussa vaihtoehdossa matkustajat pääsevät poikkeustilanteessa poistumaan turvalliseen tunneliin hallitusti käyttämättä tarpeettomasti osin vaikeakulkuista ratatunnelia poistumiseen. Lisäksi pystykuilujen rakentamisen tarve poistuu. Näin vältetään myös kaupunkiarkkitehtuuriin soveltumattomien kuilurakennusten rakentamista, mikä osaltaan helpottaa kaavoitusprosessia ja pienentää kustannuksia. Tämän lisäksi radan huoltotoimenpiteitä voidaan tehdä ilman liikenteen katkaisemista.

Huolto- ja pelastustunnelia voidaan myös käyttää logistiikkaan sekä rakentamisen että tulevaisuudessa liikennöinnin aikana.

Erillisen tunnelin louhinta aiheuttaa rakentamisvaiheessa lisäkustannuksia, mutta elinkaaren kustannuksia vertaamalla tämä on todettu kannattavaksi. Ratkaisuksi valikoitui sähköjärjestelmien päälaittilojen sijoittaminen huolto- ja pelastustunnelin tekniikkablokkeihin.

Nykyisen raiteen läheisyydessä on huomioitava liikenteenhoidon sovittaminen työvaiheisiin. Vastaavasti tulee huomioida myös muu liikenne (ajoneuvo, henkilö), kun työtä tehdään katujen, puistojen tms. läheisyydessä olevilla alueilla. Vaiheistus tehdään liikennöityjen alueiden kohdilla liikennöinnin näkökulmasta siten, että yhdessä työvaiheissa esitetään kyseisessä liikennöintitilanteessa tehtävät työt.

5 ERILLISTARKASTELUT

Vaihtoehtotarkastelut ovat liittyneet pääosin arkkitehtisuunnitelmien vaihtoehtojen rakennetekniseen tarkasteluun ja vähäisemmässä määrin kallio- ja geoteknisten vaihtoehtojen rakennetekniseen tarkasteluun. Huomattavimmat erilliset rakennetekniset tarkastelut ovat:

- Kadun alaiset kulkuyhteydet ja tilat
- Louhinta aseman pystypinnoilla
- Sisäraiteen alitus
- Aseman savunpoistokanava
- Alppipuiston betonitunneli

5.1 Kaksoisraidetunneli

Suunnittelun alkuvaiheessa tehtiin vertailu valitun kahden erillisen yksiraiteisen ratatunnelin ja yhden kaksiraiteisen ratatunnelin välillä. Suunnittelua jatkettiin kahden erillisen ratatunnelin ja erillisen huolto-/pelastustunnelin järjestelmällä.

5.2 Ilmalan vaihdekuja

Pisara radan ratasuunnitelman yhteydessä on selvitetty erillisenä suunnittelu-kohteena vaihdeyhteyden toteuttamista rantaradan raiteiden ja Ilmalan varikon välille.

Vaihdekujan tarkoitus on muodostaa suora yhteys Ilmalan varikon lähiliikennekaluston raiteilta rantaradan kaupunkiraiteille ja niiltä edelleen Pissararadan ja Kehäradan muodostamalle rengaslinjalle. Vaihdekuja palvelisi siten kaluston siirtoja varikon ja kaupunkiratalenkin välillä. Siirrot voivat liittyä liikenteen käynnistämiseen tai lopettamiseen, kaluston kiertoihin kaluston vikaantumisiin tai erilaisiin häiriötilanteisiin. Ilmalan vaihdekuja ei ole osa hyväksyttävää ratasuunnitelmaa, vaan sen jatkosuunnittelu tapahtuu toisen hankkeen yhteydessä.

6 JATKOTOIMENPITEET

Rakentamissuunnitelmien laatiminen on käynnistetty. Ratasuunnitelman laatimisen yhteydessä on tunnistettu jäljempänä esitetyjä jatkosuunnitteluun liittyviä asioita. Rakennesuunnittelun osalta jatkosuunnittelussa selvitettävät tärkeimmät asiat ovat:

- Liittymät oleviin kiinteistöihin
- Rakentamisaikaiset vaikutukset oleviin kiinteistöihin
- Elementtirakentaminen
- Vaiheittain rakentaminen
- Metroasemien VSS-rajojen suunnitelmien kehittäminen
- Savunpoistojärjestelmän rakenteiden kehittäminen
- Työvaihesuunnitelmien tarkentaminen

Töölön aseman kulkuyhteyksien osalta on esitetty varauksina Sandelsin, Oopperan ja Runeberginkatu 60:n sisäänkäyntejä. Helsinki-Kaivokadun aseman osalta on kulkuyhteysvarauksena esitetty Forumin sisäänkäyntiä. Jatkosuunnittelussa selvitetään näiden varausten toteutettavuutta.

Alueen 1 osalta jatkosuunnittelussa tarkennetaan mm. seuraavia teknisiä ratkaisuja:

- tunnelin infrastruktuuriosajärjestelmiä ja erityisesti paloturvallisuutta koskevien ratkaisujen vaatimustenmukaisuus;
- pohjavedensuojauksen laajuus ja siltä edellytettävät rakenteelliset ratkaisut, huomioiden DN 1600 hulevesiviemärin sijainti ja rakentamisen vaikutukset;
- radan erkanemiskohdan pengervahvistuksen ratkaisut ja niihin liittyen tarkennettu työvaiheistus;
- kiintoraiteen talviolosuhteiden tekniset vaatimukset.

Erkanemiskohdan alueelta tarvitaan täydentävää ja tarkentavaa tietoa etenkin maaperän vedenjohtavuudesta ja pohjavesiolosuhteista sekä kalliopinnan sijainnista ja saven kokoonpuristuvuusominaisuuksista. Pääradan pengervahvistusten rakenteiden sijainti on selvitettävä mittamalla ja kaivamalla koekuoppia.

Turvallisuussuunnittelussa seuraavissa suunnitteluvaiheissa on Helsingin ratapihan osalta huomioitava tarkemmin mm. yhteensovitus ratapihalle mahdollisesti tehtävien muiden kehityshankkeiden kanssa, junien kulunvalvonnan toteutustapa, haasteet

yhdistelmäopastimien ja vanhan asetinlaitteen yhteensovituksessa sekä ratapihalla tehtävät nykyisistä ohjeista poikkeavat suunnitteluratkaisut. Myös liikennemallin tarkentaminen (liikenteelliset vaatimukset), häiriötilanteiden hallinta ja tarkempi työvaiheistus ovat merkittävässä roolissa jatkosuunnittelussa.

Pisara-radan osalta tarkennusta vaativat mm. savu-/palo-ovien toiminnan tarkentaminen, junien kulunvalvonnan suunnittelu, liikenteenohjauksen toimintamahdollisuudet ja toimintaohjeet erilaisissa häiriötilanteissa sekä yleisesti tunnelin erityispiirteiden vaikutusten huomioiminen kaikessa suunnittelussa (esim. opastinten huoltomenettelyjen tarkennus). Seuraavassa suunnitteluvaiheessa tulee huomioida tarkemmin myös Euroopan unionin rautatiejärjestelmän rautatietunneleiden turvallisuutta koskevan yhteentoimivuuden teknisen eritelmän (SRT YTE) vaatimukset kuumakäynti-ilmaisimista.

Katusuunnittelussa rakenteet ja niiden kuivatukset suunnitellaan tarkemmin katu- ja rakennussuunnitelmien laatimisvaiheessa, kun myös kadun alle tulevien rakenteiden suunnitelmat täydentyvät ja tarkentuvat. Samoin työnaikaisten liikennejärjestelyjen suunnitelmia täydennetään rakentamisen työvaiheistukseen tarkentuessa.

Hanketta suunniteltaessa on huomioitava erityisesti, että SA-järjestelmien tilavaraukset ovat riittävät määräysten ja vaatimusten mukaisten rakenteiden ja järjestelmien toteuttamiseksi. Tällaisia ovat esim. poistumistiemahdollisuudet tunnelista riittävän usein, opastinten näkemä-vaatimusten varmistaminen tunnelin kaarteisuudesta huolimatta, riittävät poistumistielevyydet raiteiden vieressä sekä hyökkäysteillä.

Ratasuunnitelman yhteydessä on tehty työmaa-alue-suunnitelmat joille haetaan tilapäistä käyttöönottoa. Niiden sijainti ja laajuus tarkentuu jatkosuunnittelussa.

7 RISKIEN ARVIOINTI

Pisara-radan ratasuunnitelmavaiheen riskienhallintaa on tehty vuonna 2014 suunnittelijoiden täyttämien riskipäiväkirjojen ja haastatteluiden avulla sekä keväällä 2015 pidetyissä riskienhallintatyöpajoissa. Suunnitteluun liittyvien riskien käsittelyä varten on pidetty riskienhallintatyöpajoja 6 kpl tekniikka- aloittain, 3 kpl maantieteellisesti eri ryhmiin jaettuna ja 1 kpl projektinhallintaa koskien.

Ensimmäiset työpajat on aloitettu aivoriihellä, jossa kunkin tekniikka-alan pääsuunnittelijat ovat miettineet omaan tekniikka-alaansa liittyviä merkittävimpiä riskejä hankkeelle tunnistamalla vaara- ja haittatekijöitä omalta vastuualueeltaan. Aivoriihen jälkeen on avattu keskustelu kaikkien työpajaan osallistuvien kesken tunnistetuista vaara- ja haittatekijöistä sekä niistä aiheutuvista riskeistä. Riskin suuruuden määrittäminen on perustunut Liikenneviraston riskienhallintamatriisiin hyödyntämiseen. Riskien merkittävyyttä on arvioitu keskustelun avulla työpajoissa. Lisäksi on keskusteltu eri tekniikka-alojen ja/tai eri maantieteellisten alueiden rajapintariskeistä sekä muista, kaikille yhteisistä riskeistä ja niiden hallintakeinoista. Työpajojen lopuksi on käsitelty aiemmissa suunnitteluvaiheissa käsiteltyjen riskien ajantasaisuutta.

Riskienhallinnan jatkotyöpajat on pidetty maantieteellisesti suunnittelualueittain, jolloin työpajoissa ovat olleet läsnä eri tekniikka-alojen asiantuntijat. Näissä työpajoissa on käyty läpi tammi-helmikuun aikana käsiteltyjen riskien ajantasaisuus ja niihin liittyvien hallintatoimenpiteiden tilanne ja riittävyys sekä mahdolliset uudet riskit.

Ratasuunnitelmavaiheen riskienhallinnassa avoimiksi riskeiksi rakentamissuunnitteluun jäi 74 riskiä.

Merkittäviksi riskeiksi on arvioitu seuraavat viisi riskiä:

- Puutteelliset tiedot olemassa olevien rakennusten perustuksista voivat aiheuttaa rakennevaurioita toteuttamisen aikana tai suunniteltua tekniikkaa/laitteita ei saada sijoitettua ko. tiloihin. Toteutuksen aikana tulee merkittäviä kustannusvaikutuksia suunnitelmamuutoksista ja uudelleensijoituksista.
- Pissararadan suunnitelmien toteuttaminen Alueen 1 pääradan erkanemiskohtaan voi aiheuttaa pääradan rautatieliikenteelle ongelmia, jos valitaan tekninen ratkaisu, joka on riskialtis toteuttaa.
- Kalliorakenteiden toteuttaminen on kallista liian ohuiden kalliokattojen vuoksi. Kustannus- ja aikatauluvaikutuksia toteutusvaiheessa.
- Hankkeen kustannusarvioon sisältyy epävarmoja osia. Kustannusarvio ei pidä paikkaansa tai ylittyy rakentamisen aikana.
- Pohjaveden pinta alenee herkillä alueilla toteutuksen aikana. Mahdollisten painumien syntyminen toteutuksen aikana tai puisten perustusten vaurioituminen.

Riskejä on hallittu ja hallitaan suunnittelun edetessä

- toteuttamalla suunnittelutyössä selkeät suunnitelmat ja perustelut suunnitelmien vaikutuksista tilaajalle ja muille päättäjille.
- ohjelmoimalla suunnittelun ja päätöksenteon tueksi lisäselvityksiä, mittauksia, tutkimuksia
- ottamalla urakoitsijavalinnassa huomioon osaaminen kallion louhinnasta
- ottamalla kustannusarvioissa huomioon riskivaraukset sekä
- riittäväällä ja asiantuntevalla valvonnalla toteutuksen aikana.

Kohtalaiset riskit koskivat pääsääntöisesti suunnitteluun liittyviä asioita ja epävarmuustekijöitä, jotka tulevat tarkentumaan suunnittelun edetessä ja ne voidaan ratkaista rakentamissuunnitelmavaiheen suunnittelutyössä tai projektinhallinnassa, kun projektin etenemisestä on päätetty tarkemmin. Kohtalaisia riskejä on yhteensä 38 kpl.

Suunnitteluun liittyvien riskien lisäksi käytön aikaisia riskejä on käyty läpi YTM-asetuksen (EY 352/2009) mukaisen riskienhallintaprosessin avulla. Käytön aikaisten riskien käsittelyssä on otettu huomioon Liikenneviraston ohjeen RATO 18 Rautatietunnelit mukainen liikenteen riskianalyysi ja Trafín määräys Rautatietunnelit (SRT YTE) riskiskenaarioiden tarkastelu. Tätä työtä on laajennettu YTM-työpajoissa

(yht. 4 kpl) tunnistamalla muita käytön aikaan liittyviä rautatiejärjestelmän turvallisuutta uhkaavia vaara- ja haittatekijöitä.

Pisara-radan riskienhallintaryhmä on kokoontunut 7 kertaa ratasuunnitelmavaiheen aikana. Riskienhallintaryhmä on koostunut Liikenneviraston ja Helsingin kaupungin projektivastaavista, Liikenneviraston riskienhallinta-asiantuntijoista, Pisara-radan suunnitteluttajakonsultin avainhenkilöistä sekä riskienhallintakonsulteista. Ratasuunnitelmavaiheen riskienhallinnan toimintamalli ja raportointi on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Ratasuunnitelmavaiheen riskienhallinnan toimintamalli

8 HANKEARVIOINTI

Pisara-rata sisältyy voimassa olevaan Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelmaan (HLJ 2015), valtion ja Helsingin seudun kuntien väliseen MAL-aiesopimukseen vuosille 2012–2015, eduskunnan vuonna 2012 hyväksymään liikennepoliittiseen selontekoon sekä valtion ja Helsingin seudun kuntien väliseen sopimukseen suurten infrahankkeiden tukemiseksi ja asumisen edistämiseksi.

Pisara-radan hankearviointi valmistui 12.11.2014 ja hankkeen kustannusennusteena on siinä käytetty vuoden 2020 hintatasossa 956 miljoonaa euroa (MAKU 152, 2005=100), josta rataosien osuus on noin 57% ja asemien 43 %. Pisara-radan rakentaminen kestää arviolta 7 vuotta. Hanke edellyttää lisäksi Espoossa ja Keravalla kääntöraidejärjestelyjä, joiden kustannuksiksi on aiemmin arvioitu noin 17 miljoonaa euroa.

Hankearviointityössä on päivitetty kauttaaltaan vuonna 2011 yleissuunnitelman ja YVA-prosessin yhteydessä laadittu Pissararadan hankearviointi vastaamaan muuttunutta suunnittelutilannetta ja tuoreinta hankearvioinnin ohjeistusta. Pissararadan vaikutuksia on selvitetty ja arvioitu Helsingin seudun työssäkäyntialueen laajuudelta tilanteessa, jossa Pissilan läntinen lisäraide on toteutettu ja Helsingin ratapihan toiminnallisuutta on parannettu ns. HELRA-suunnitelman mukaisesti. Siten arviointiasetelma kuvaa Pissararadan vaikutuksia tilanteessa, jossa raideliikenteen toimintaedellytyksiä on jo ilman Pissararataa parannettu merkittävästi nykyisestä.

Pissararadan myötä kaupunkirataliikenteen palvelualue laajenee Helsingin kantakaupungissa, jonka saavutettavuus paranee. Useimmat junamatkustajat pääsevät aiempaa nopeammin ja lähemmäksi määränpäättä Helsingin kantakaupungissa. Pissararadan uusilla asemilla on vuoden 2025 ennustetilanteessa arkivuorokaudessa noin 160 000 käyttäjää. Viikkain uusista Pissararadan asemista on Hakaniemi, jolla arvioidaan olevan noin 83 000 päivittäistä matkustajaa.

Pissararata lisää noin 6 500 uutta joukkoliikennematkaa arkivuorokaudessa, mikä vastaa noin 0,5 % kasvua Helsingin seudun joukkoliikenteen matkustajamäärissä. Hanke vähentää seudun joukkoliikennematkoihin kuluva aikaa yhteensä 2 900 tuntia vuorokaudessa. Käyttäjien aika- ja palvelutasohyödyt ovat hankkeen suurin hyötyerä, joka rahamääräiseksi muutettuna on noin 14 miljoonaa euroa vuodessa. Matkustajahyödyt kohdistuvat erityisesti pääkaupunkiseudun kaupunkiratojen varsille. Merkittävimmät reaalityöedellytykset vaikutukset muodostuvat yhtäältä liikennepalvelun tuottajaan liikennöintikustannussäästöistä ja toisaalta väylänpitäjään kunnossapitokustannusten kasvusta.

Hankkeen hyöty-kustannussuhde (HK-suhde) on noin 0,5, joka jää selvästi alle yhteiskuntataloudellisen kannattavuusrajan. Hankearviointi on tehty marraskuun 2014 kustannusarvion pohjalta. Ratalenkin matka-ajan nopeuttaminen yhdellä minuutilla nostaa HK-suhteen arvoon 0,6.

Pissararata yhdessä turvalaite- ja kulunvalvontatekniikan uusinvestointien kanssa voi mahdollistaa kaupunkirataliikenteen vuorovälien tihentämisen nykyisestä, millä on arvioitu olevan hyvin myönteisiä vaikutuksia junaliikenteen palvelutasoon ja käyttöön. Kaupunkirataliikenteen tihentäminen on maankäytön ja liikennejärjestelmän kehittämispotentiaaliin liittyvä strateginen valinta, joka edellyttää jatko-selvityksiä ja -suunnittelua.

9 RAKENTAMISKUSTANNUKSET

9.1 Kustannuslaskelmien perusteet

Pisarakaradasta on laadittu kustannusarviot ratasuunnitelmien perusteella erikseen kustakin asemasta ja muista rataosista.

Asemat

Kustannusarviot perustuvat ratasuunnitelmavaiheen arkkitehti-, rakenne- ja geosuunnitelmiin. Varsinaisia louhintasuunnitelmia ei ollut käytettävissä. Louhintaprofiilit on arvioitu pääosin arkkitehti- ja rakennesuunnitelmien perusteella.

Asemien kustannusarviot sisältävät asemien louhinnat sekä rakennustekniset työt. LVIS-kustannukset on asemissa ko. suunnittelijoiden arvioiden mukaisina. Louhinnat on laskettu suunnitelluilla tai arvioituilla louhintaprofiileilla profiilityypeittäin lujituksineen.

Louhintakustannukset on arvioitu Länsimetrossa käytettävissä olleilla tiedoilla. Länsimetrossa varsinainen louhinta siihen liittyvine työmaakustannuksineen, kuljetuksineen, rajoitteineen ja kaivantoineen sekä urakoitsijan kustannuksineen sisältyivät kokonaishintaiseen osuuteen. Tästä kokonaishinnasta on laskettu ratatunnelille, ajotunnelille, asemalle ja kuilulle (ratalinjoilla) kaikissa urakoissa louhinnan kustannus €/m³tr ja näille keskiarvot. Asemien osalla ei ollut käytettävissä erittelyä eri louhintaprofiileille, vaan koko asemalouhinta pienine tunneleineen, kuiluineen ja avolouhintoineen oli samassa kokonaishinnassa ja siten yhdellä yksikköhinnalla. Lujitusten ja tiivistysten osuus ei sisällynyt kokonaishintoihin, vaan niistä oli kaikissa urakoissa yksikköhinnat, joista tähän hinnoitteluun laskettiin keskiarvot.

Kunkin profiilityypin louhinta ja louheen kuljetus on arvioitu käyttäen vertailutietona Länsimetrossa käytettävissä ollutta lähinnä vastaavan profiilikoon mukaista kustannusta €/m³tr, joissakin tapauksissa soveltamalla erilaiseen profiilikokoon. Lujitus ja tiivistys on laskettu kullekin lujitusprofiilille näiden määrien mukaisilla yksikköhinoilla. Yksikköhintoina on käytetty Länsimetron vastaavien yksikköhintojen keskiarvoja. Näistä louhinnan ja lujituksen hinnoista on muodostettu kullekin louhintaprofiilille kussakin lujitusluokassa yksikkökustannus. Lisäksi Töölön ja Hakaniemen asemilla on laskettu hieman lisäkustannusta vaiheistukselle ja tärinärajoituksille, Hakaniemessä rajoitteille suurempi lisäkustannus. Keskustan asemalla on laskettu louhinnan lisäkustannuksia vaiheistuksille ja rajoitteille enemmän kuin muilla asemilla. Mahdollisia sakkoja tai muita lisäkustannuksia metroliikenteen vaikutuksesta ei ole huomioitu.

Asemien rakennusteknisten töiden määrät on laskettu rakennusosittain ratasuunnitelman arkkitehti- ja rakennesuunnitelmista käytettävissä olleilta osilta. Osa määristä ja rakenteista on arvioitu hyödyntäen Länsimetron rakennetietoja soveltuvilta osin.

Asemien rakennusteknisten töiden rakennusosien yksikkökustannuksina on käytetty Länsimetron asemien urakkatarjouksista laskettuja kunkin määräävän rakennusosan yksikköhintoja ja niiden keskiarvoja. Betonisten rakennusosien hinnoittelussa on huomioitu suunnitelmissa esitettyjä rakennepaksuuksia sekä rauditusmääriä. Länsimetrossa asemien rakennusurakat ovat pääosin yksikköhintaurakoita, joissa yksikköhintaan sisältyy kaikki työmaan ja urakoitsijan kustannukset. Samoin hissien ja liukuportaiden kustannuksina on käytetty Länsimetrossa saatavissa ollutta vertailutietoa.

Asemien kustannusarvioihin ei ole lisätty työmaakustannuksia tai urakoitsijan kustannuksia, koska Länsimetron viitehinnoissa nämä olivat mukana. Asemien kustannusarvioissa on lisäksi suunnittelukustannukset 2,5 %, rakennuttamisen kustannukset 5 % ja riskivaraus 5 %.

Rataosa ja ajotunnelit

Rataosan louhinnat on laskettu perustuen rataprofiileihin lujitustyyppineen. Kaarteiden, puhaltimien ja palopostien vaatimia lisälouhintoja on pyritty huomioimaan. Rataosan louhinnan hinnoittelu on tehty Länsimetrosta saaduilla hintatiedoilla kuten asemat. Lisäkustannuksena on huomioitu hieman vaiheistusta ja rajoitteita osalla ratatunneleista. Pelastus- ja ajotunneleissa louhintamäärät perustuvat louhintaprofiileihin huomioiden savunpoiston korotukset ja sähkötilojen levennykset. Hinnoittelu perustuu Länsimetron ajotunnelien hintoihin samalla perusteella kuin asemissa.

Rataosan päällysrakenteet ja alusrakenteet on laskettu ratasuunnittelijan arvioimilla määrillä. Louhinnan toleransseja ei ole huomioitu, kuten ei asemilla tai ajotunneleissakaan.

Betonitunnelit ajotunnelien suuaukoille, radan suuaukolle kmvälillä 9+600 – 9+800 ja Stadionin ja Puutarhan kaivantoihin on laskettu käytettävissä olleiden suunnitelmien perusteella.

Rataosan päällys- ja alusrakenteiden hinnoittelu perustuu pääosin Foren yksikkökustannuksiin. Pelastustunnelien ja betonitunnelien rakennusosien hinnoitteluperusteena on käytetty Länsimetron vastaavien yksikköhintojen keskiarvoja.

Rataosien kuilu ja yhdystunnelit on laskettu louhinnan osalta kuten muutkin louhinnat. Rakennustekniset työt on laskettu ja hinnoiteltu pääosin kuten asemat eli perustuen Länsimetron vastaaviin suunnitelmiin.

Melun- ja värinäntorjunnan määrät ja hinnat perustuvat ko. suunnittelijan ilmoittamiin arvioihin.

Ratatunnelin suuaukon lämmöneristysrakente on laskettu rakennetyypin mukaan arvioituilla yksikkökustannuksilla, mutta lämmöneristeestä ei ollut saatavilla kunnollista hintatietoa Länsimetrosta.

Alueiden 1 ja 2 määrätiedot ja hinnoittelun perusteet on saatu ko, alueiden suunnittelijoilta. Hinnoittelu perustuu siten pääosin Foren hintatietoihin.

Johtosiirtojen määrät ja kustannusarviot perustuvat ko. suunnittelijan ilmoittamiin arvioihin eikä niitä ole tarkennettu.

Katualueiden määrä- ja kustannustiedot on saatu suunnittelijalta ja joiltakin osin sovellettu suunnitelmiin. Hinnoittelu perustuu siten pääosin Foren hintatietoihin.

LVI- ja sähkösuunnittelijat ovat arvioineet talotekniikan kustannuksia perustuen Länsimetron viitetietoihin. Nämä heidän ilmoittamat kustannusarviot on siirretty asemien ja rataosan sekä ajotunnelin kustannusarvioihin.

Turvallisuuden kustannukset perustuvat ao. suunnittelijan laatimaan kustannusarvioon.

Sähköratarakenteiden kustannuksia perustuvat suunnittelijan laatimaan kustannusarvioon. Helsingin ratapihan muutostöiden kustannukset perustuvat ao. suunnittelijan laatimaan arvioon.

Maa- ja kalliotutkimuksiin on varattu kustannuksia rakennuttajan ja suunnittelijoiden ilmoitusten mukaisina.

Rataosan kustannusarviossa ei ole lisäkustannuksena työmaatehtäviä, mutta rakentamisen johtotehtävät 5 % ja urakoitsijan yritystehtävät 10 % on laskettu mukaan. Foren rakennusosalaskennassa tavanomaisesti käytetty työmaatehtävien lisäkustannus 5 % on poistettu tästä, koska louhinnan osuus rataosan kustannusarviosta on noin kolmannes ja sen kustannuksiin sisältyy työmaakustannukset ja urakoitsijan kustannukset hinnoittelu-perusteiden mukaisesti.

Suunnittelukustannuksiksi on arvioitu 2,5%, rakennuttamisen kustannuksiksi 5 % ja riskivarausta 5 %.

Riskit

Kustannusarvion riskinä voidaan pitää keskeneräisiä, puutteellisia ja ristiriitaisia suunnitelmia ja niistä laskettuja määrätietoja.

Hinnoittelun osalla riskinä voidaan pitää erityisesti louhinnassa vaativien olosuhteiden ja louhintarajoitteiden vaikutusta louhintakustannukseen.

Foren mukaiset yksikkökustannukset eivät välttämättä sovellu kaikilta osin tämän tyyppisen hankkeen hinnoitteluun. Siten esimerkiksi rataosien hinnoittelussa rakenteissa (raiteet) ja rakennekerroksissa voi olla pieni riski työolosuhteista johtuen.

Johtosiirrot, tuennat ja muutokset oleviin rakennuksiin voivat olla sekä määrällisesti että kustannusten osalta riskitekijä, koska näistä ei ole vielä riittävästi tietoa.

9.2 Rakentamiskustannukset

kustannusindeksi MAKU=137 (2005=100) ja

MAKU=130 (2010=100)

MAKU=137 (2005=100)

Muutokset nykyisille raiteille	8 648 407 €
Päällysrakenne yhteensä	9 255 231 €
Alusrakenne yhteensä	5 424 929 €
Raiteenvaihtopaikat	3 303 471 €
RATA YHTEENSÄ	26 632 038 €
ALUE1	15 804 520 €
ALUE2	10 003 990 €
Kalliotunnelit yhteensä	103 881 192 €
Betonitunnelit yhteensä	23 223 577 €
Yhdystunnelit yhteensä	27 896 521 €
Poistumistie- ja tekniikkakuilut	560 641 €
Maa- ja kalliorakenteet yhteensä	10 448 785 €
Ajotunnelit	76 151 670 €
LVIAS	41 694 549 €
Kuivatus	1 338 400 €
Muutokset nykyisiin rakenteisiin yhteensä	17 026 000 €
TUNNELIT YHTEENSÄ	302 221 335 €
SÄHKÖRATARAKENTEET YHTEENSÄ	5 702 000 €
TÖÖLÖN ASEMA YHTEENSÄ	96 212 780 €
HELSINKI-KAIVOKADUN ASEMA YHTEENSÄ	159 781 270 €
HAKANIEMEN ASEMA YHTEENSÄ	109 433 249 €
Turvallitteet	8 988 907 €
Helsingin ratapihan muutokset	11 042 610 €
TURVALAITTEET YHTEENSÄ	20 031 517 €
MAISEMANHOITO	487 285 €
ERITYISKOHTEET	3 584 275 €
MELUN- JA TÄRINÄNTORJUNTA YHTEENSÄ	3 651 875 €
MAA-JA KALLIOTUTKIMUKSET	762 734 €
RAKENNUSOSAT YHTEENSÄ	754 308 868 €
TYÖMAATEHTÄVÄT	60 280 001 €
TILAAJATEHTÄVÄT (2,5% + 5%)	62 112 481 €
RISKIVARAUS (5%)	41 747 600 €
KOKO HANKE YHTEENSÄ (ALV 0%) MAKU= 137,00 (2005=100)	918 448 950 €
KOKO HANKE YHTEENSÄ (ALV 0%), MAKU=130 (2010=100)	1 063 591 838 €

10 SUUNNITTELUORGANISAATIO

Alla on esitetty hankkeen ohjaus- ja hankeryhmään kuuluneet henkilöt sekä hankkeeseen osallistuneet suunnittelijat sekä mittauksista ja pohjatutkimuksista vastanneet yhtiöt.

Hankkeen ohjausryhmään kuuluvat:

Kari Ruohonen, Liikennevirasto
 Mervi Karhula, Liikennevirasto
 Jussi Lindberg, Liikennevirasto
 Heidi Mäenpää, Liikennevirasto
 Esa Sirkiä, Liikennevirasto
 Tuula Saxholm, Kaupunginkanslia
 Olavi Veltheim, Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto
 Reetta Putkonen, Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto
 Jukka Tarkkala, Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto
 Tero Anttila, HSL
 Tuomo Talola, Sweco PM Oy

Hankeryhmään kuuluvat:

Jussi Lindberg, Liikennevirasto
 Siru Koski, Liikennevirasto
 Auri Halinen, Trafi
 Jukka Tarkkala, Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto
 Juha Viljakainen, Kaupunginkanslia
 Pasi Lehtiö, Helsingin kiinteistövirasto / tonttiosasto
 Markku Granholm, Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto
 Artturi Lähdetie, HKL
 Jussi Luomanen, Helsingin rakennusvirasto
 Janne Prokkola, Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto
 Jari Panhelainen, Senaatti-kiinteistöt
 Topi Simola, VR-Henkilöliikenne
 Arto Siitonen, HSL
 Tuomo Talola, Sweco PM Oy

Hankkeen suunnitteluttajakonsulttina on toiminut Sweco PM Oy ja alikonsulttina Ramboll Finland Oy, VR Track Oy ja Massive Dynamic Oy.

Suunnittelusta ovat vastanneet:

ARK1, Arkkitehti- ja pääsuunnittelu, Töölö / Arkkitehdit Davidsson Tarkela Oy
 ARK2, Arkkitehti- ja pääsuunnittelu, Keskusta / Työyhteenliittymä CJN-Arkkigraf
 ARK3, Arkkitehti- ja pääsuunnittelu, Hakaniemi / PES-Arkkitehdit Oy
 KAT1, Kallio-ja geotekninen suunnittelu, Töölö / Pöyry Finland Oy
 KAT2, Kallio-ja geotekninen suunnittelu, Keskusta / Saanio & Riekkola Oy
 KAT3, Kallio-ja geotekninen suunnittelu, Hakaniemi / Saanio & Riekkola Oy
 RATA, Ratasuunnittelu / SITO Oy

TL, Liikenteenohjaus -ja turvalaitesuunnittelu / Proxion Plan Oy
Riskienhallinnan asiantuntijapalvelu / Ramboll CM Oy
KATU, Katu- ja liikenne- sekä ympäristösuunnittelu / FKW Konsulttiryhmä
JOHS, Johtosiirtosuunnittelu / Pöyry Finland Oy
RM, Runkomelusuunnittelu / Akukon Oy
ALUE1, Vauhtitien ja sen lähiympäristön suunnittelu / Pöyry Finland Oy
RS, Sähköratasuunnittelu / Proxion Plan Oy
PALO, Palotekninen suunnittelu / L2 Paloturvallisuus Oy
RAK1, Rakennesuunnittelu, Töölö / Pöyry Finland Oy
RAK2, Rakennesuunnittelu, Keskusta / Konsulttiryhmä Sipti – Pohjatekniikka
RAK3, Rakennesuunnittelu, Hakaniemi / FKW Konsulttiryhmä
ALUE2, Nordenskiöldinkadun ylittävät sillat ja alue / FKW Konsulttiryhmä
SA, Talotekninen sähkö- ja automaatiosuunnittelu / Nissinen Niemistö Granlund
LVI, Talotekninen LVI-suunnittelu / Granlund Oy
RV, Radioverkkosuunnittelu / Oy Omnitele Ab
ISA asiantuntijapalvelu / Bureau Veritas
Tietomallin ylläpitopalvelu / Vianova Systems Finland Oy
Ratasuunnitelman vaatimuksenmukaisuus / VR Track Oy
Hankearvioinnin päivitys ratasuunnitteluvaiheessa / Strafica Oy
Paloteknisten suunnitelmien kolmannen osapuolen tarkastukset / VTT

Tutkimuksista ovat vastanneet:

Maaperätutkimukset, Osahankinta 1 / Taratest Oy
Maaperätutkimukset, Osahankinta 1 / GeoUnion Oy
Kallioperätutkimukset, Osahankinta 2 / Suomen Malmi Oy
Kallioperätutkimukset, Osahankinta 2 /
Konsortio: Destia Oy, Pöyry Finland Oy, SITO Oy
Maanalaisista tiloista ja kellareista tehtävät maa- ja kallioperätutkimukset,
Osahankinta 3 / Suomen Malmi Oy

Mittauksista on vastannut:

Mittauspalvelut / GeoUnion Oy