



TURUN RAITIOTIEN YLEISSUUNNITELMA SATAMA-VARISSUO

11.5.2023

ESIPUHE

Työssä on laadittu raitiotien yleissuunnitelma välille Satama-Varissuo. Yleissuunnitelman laadinnan yhteydessä on myös arvioitu erilaisia linjausvaihtoehtoja keskustassa, Tuomiokirkon kohdalla ja Varissuolla. Raitiotien yleissuunnitelman tavoitteena on täydentää aiempia raitiotiesuunnitelmia, parantaa raitiotien toteutussuunnitteluvalmiutta sekä arvioida raitiotien vaikutuksia. Yleissuunnitelman laatiminen perustuu kaupunginvaltuuston keväällä 2020 tekemään päätökseen. Raitiotien rakentamisesta päätetään myöhemmin kaupunginvaltuustossa toteutussuunnitelmien ja tarkennettujen kustannusarvioiden perusteella.

Työtä ovat ohjanneet ohjausryhmä ja projektiryhmä. Ohjausryhmään ovat kuuluneet seuraavat Turun kaupungin edustajat:

| | |
|------------------|----------------|
| Timo Hintsanen | Turun kaupunki |
| Jarkko Virtanen | Turun kaupunki |
| Valtteri Mikkola | Turun kaupunki |
| Christina Hovi | Turun kaupunki |
| Jyrki Lappi | Turun kaupunki |
| Sirpa Korte | Turun kaupunki |
| Juha Jokela | Turun kaupunki |
| Susan Nymander | Turun kaupunki |
| Kimmo Suonpää | Turun kaupunki |

Projektiryhmään ovat kuuluneet seuraavat Turun kaupungin, ELY-keskuksen ja Varsinais-Suomen liiton edustajat:

| | |
|-------------------|-------------------------|
| Juha Jokela | Turun kaupunki |
| Susan Nymander | Turun kaupunki |
| Jaana Mäkinen | Turun kaupunki |
| Lauri Jorasmaa | Turun kaupunki |
| Andrei Panschin | Turun kaupunki |
| Mika Rajala | Turun kaupunki |
| Seppo Kemppainen | Turun kaupunki |
| Matti Kiljunen | ELY-keskus |
| Noora Mäki-Arvela | ELY-keskus |
| Heikki Saarento | Varsinais-Suomen liitto |
| Virpi Mamia | Varsinais-Suomen liitto |
| Salla Murmann | Varsinais-Suomen liitto |

Lisäksi työtä ovat olleet ohjaamassa jokaisen suunnitteluosa-alueen omat pienryhmät. Kaikissa pienryhmissä ovat olleet mukana Turun kaupungin edustajista Juha Jokela ja Susan Nymander. Heidän lisäksi pienryhmätyöskentelyä ovat ohjanneet:

- Design Manual: Jyri Kuparinen, Tuuli Vesanto, Nea Tuominen, Marie Nyman ja Tomi Hangisto (Turun kaupunki)
- Geo ja arkeologia: Tanja Ratilainen (Turun museokeskus), Kari Uotila (Muuritutkimus Oy)
- Johtosiirrot ja ratasähkö: Tuomas Jalonen, Petri Elo ja Petri Ahti (Turun vesihuolto), Lauri Varjus, Arto Ahonen, Janne Stranden ja Jani Uitti (Turku Energia)
- Liikennesuunnittelu: Jaana Mäkinen, Lauri Jorasmaa ja Taneli Pärssinen (Turun kaupunki)
- Melu ja ääni: Jaana Mäkinen ja Christiane Eskolin (Turun kaupunki)
- Vaikutustenarviointi: Lauri Jorasmaa, Andrei Panchin ja Jaana Mäkinen (Turun kaupunki)
- Kustannus- ja päästölaskenta: Miika Meretoja
- Vuorovaikutus: Seppo Kemppainen, Jukka Torikka, Anri Niskala ja Saana Lehtinen (Turun kaupunki)

Työn aikana asukkaita ja keskeisiä sidosryhmiä osallistettiin kahdessa vaiheessa: yleissuunnitelman laadinnan alkupuolella syksyllä 2021 ja yleissuunnitelman laadinnan loppupuolella keväällä 2022. Molemmissa vaiheissa toteutettiin kysely asukkaille sekä järjestettiin sidosryhmätilaisuus keskeisille sidosryhmille. Keväällä 2022 järjestettiin lisäksi elinkeinoelämän keskustelutilaisuus.

WSP Finland Oy on ollut työssä konsulttina. Konsultilla työstä ovat vastanneet:

| | | | |
|------------------------|---|-------------------------|----------------------------|
| Juhani Bäckström | Projektipäällikkö | Leena Gruzdaitis | Vuorovaikutus |
| Annakaisa Lehtinen | Projektikoordinaattori | Antti Silvennoinen | Siltasuunnittelu |
| Jari Laaksonen | Pääsuunnittelija | Anne Eriksson | Suunnittelija |
| Esa Karvonen | Liikennesuunnittelu | Juhani Mutikainen | Suunnittelija |
| Juha Väänänen | Johtosiirtosuunnittelu | Malgorzata Szczypka-van | Suunnittelija |
| Mira Linna | Kustannus- ja päästölaskenta | Heeswijk | |
| Jari Aaltonen | Kustannus- ja päästölaskenta | Kaisuliina Vihanti | Suunnittelija |
| Pia Salmi | Design Manual | Elmeri Kari | Avustava suunnittelija |
| Olivia Mahlio | Design Manual | Ritva Anttila | Avustava suunnittelija |
| Mauri Koskinen | Tärinävaikutukset | Nea Purontakanen | Avustava suunnittelija |
| Ilkka Niskanen | Meluvaikutukset | Elli Happonen | Avustava suunnittelija |
| Susanna Hjelm | Meluvaikutukset | Sofia KiiKKerä | Avustava suunnittelija |
| Joel Lindholm | Meluvaikutukset | Jokke Katajamäki | Avustava suunnittelija |
| Timo Birling | Geosuunnittelu | Alexi Ojanperä | Avustava suunnittelija |
| Atte Supponen | Vaikutusten arviointi | Eero Ruhanen | Avustava suunnittelija |
| Ruut Haapamäki | Vaikutusten arviointi | Lasse Eerikäinen | Avustava suunnittelija |
| Alex Oljemark | Vaikutusten arviointi | Jouni Mikkonen | Asiantuntija, Kustannukset |
| Samuli Kyytsönen | Vaikutusten arviointi | Riikka Kallio | Asiantuntija, Pyöräily |
| Katja Koskela | Vaikutusten arviointi | Elisa Huotari | Asiantuntija, Esteettömyys |
| Jouni Heinänen | Vaikutusten arviointi | Ilari Jounila | Raportin taitto |
| Sara Caetano | Vaikutusten arviointi | Tuomas Vuorinen | Havainnekuvat |
| Simo Airaksinen | Liikennöinti, yhteiskaistat ja -pysäkit | | |
| Henri Miettinen | Liikennöinti | | |
| Risto Jounila | Yhteiskaistat ja -pysäkit | | |
| Riku Nevala | Toimivuustarkastelut | | |
| Abdulrahman Al-Metwali | Liikennöinti, Toimivuustarkastelut | | |
| Pasi Metsäpuro | Paikkatietotarkastelut | | |

WSP:n alikonsulttina työssä ratasähkösuunnittelusta vastasi Ratatek Oy. Heiltä työssä olivat mukana Rauno Lipponen, Heino Gröhn ja Juha Jussila. Työ alkoi kesäkuussa 2021 ja päättyi huhtikuussa 2023.

SISÄLTÖ

| | | | |
|---|-----------|---|------------|
| Esipuhe | 2 | 7.4 Raitiotien rakentamisen kokonaispäästöt | 67 |
| Tiivistelmä | 5 | 7.5 Skenaariotarkastelu: pintamateriaalien päästöt | 68 |
| 1 Yleissuunnitelman lähtökohdat ja tavoitteet | 8 | 8 Arkeologiset kaivaukset | 70 |
| 2 Raitiotielinjausten kuvaukset | 14 | 9 Pilaantuneet maat | 74 |
| 2.1 Satama-Varissuo raitiotielinja | 15 | 10 Vaikutusten arviointi | 76 |
| 2.2 Linjausvaihtoehdot keskustassa | 16 | 10.1 Vertailuasetelma | 77 |
| 2.3 Linjausvaihtoehdot Tuomiokirkolla | 17 | 10.2 Vertailuvaihtoehto (runkobussijärjestelmä VEO+) | 78 |
| 2.4 Linjausvaihtoehdot Varissuolla | 18 | 10.3 Maankäyttö | 79 |
| 3 Vuorovaikutus | 19 | 10.4 Raitiotien liikenne-ennustet ja matkustajamäärät | 84 |
| 3.1 Vuorovaikutus syksyllä 2021 | 20 | 10.5 Elinkeinoelämä | 85 |
| 3.2 Vuorovaikutus keväällä 2022 | 21 | 10.6 Kiinteistötaloudelliset vaikutukset | 87 |
| 4 Design Manual | 23 | 10.7 Kaupunkitilan kaupunkikuva ja kulttuuriympäristö | 88 |
| 5 Raitiotien suunnitteluratkaisut | 33 | 10.8 Meluvaikutukset | 90 |
| 5.1 Suunnitteluperiaatteet | 34 | 10.9 Tärinävaikutukset | 92 |
| 5.2 Katukohtaiset suunnitteluratkaisut | 38 | 10.10 Vaikutukset luontoon | 93 |
| 6 Raitiotien liikennöinti | 47 | 10.11 Rakentamisen aikaiset vaikutukset asukkaille ja yrityksille | 96 |
| 6.1 Vuoroväli ja liikennöinti-aika | 48 | 10.12 Liikenteelliset vaikutukset, toimivuustarkastelut | 97 |
| 6.2 Nopeus ja matka-aika | 49 | 10.13 Vaikutukset joukkoliikenteen palvelutasoon ja saavutettavuuteen | 99 |
| 6.3 Varikon toiminnot | 51 | 10.14 Alueellinen eriytyminen | 101 |
| 6.4 Yhteiskaistat ja -pysäkit | 52 | 10.15 Vaikutukset liikenneturvallisuuteen ja esteettömyyteen | 102 |
| 6.5 Bussilinjaston muutokset | 54 | 10.16 Kulkutapaosuudet ja kestävien kulkutapojen matkamäärät | 103 |
| 6.6 Kaluston ominaisuudet | 56 | 10.17 Liikenteen ilmastovaikutukset | 104 |
| 6.7 Kalusto- ja kuljettajamäärä | 57 | 10.18 Yhteiskuntataloudellinen kannattavuuslaskelma | 105 |
| 6.8 Liikennöintikustannukset | 58 | 10.19 Kuntataloudelliset vaikutukset | 107 |
| 7 Rakentamiskustannukset ja -päästöt | 61 | 10.20 Linjausvaihtoehtojen arviointi | 111 |
| 7.1 Raitiotien rakentamis- ja ylläpitokustannukset | 62 | 10.21 Raitiotien tavoiteverkon arviointi ja pysäkkikonsepti | 113 |
| 7.2 Varikon rakentamiskustannukset | 65 | 10.22 Raitiotiehankkeen kokonaisarviointi | 115 |
| 7.3 Kustannusten vertailu edellisiin laskentoihin ja muihin hankkeisiin | 66 | 11 Jatkosuunnittelu | 117 |
| | | 11.1 Toteutusmuoto ja aikataulu | 118 |
| | | 11.2 Jatkossa huomioitavia asioita | 119 |
| | | 11.3 Riskienhallinta | 120 |

TIIVISTELMÄ

Työssä on laadittu raitiotien yleissuunnitelma välille Satama-Keskusta-Varissuo. Yleissuunnitelma täydentää aiempia Turun raitiotiesuunnitelmia ja parantaa raitiotien toteutussuunnitteluvaihtoehtoja. Raitiotie on kokonaisvaltainen kaupunkikehityshanke, joka määrittää Turun ja kaupunkiseudun kehitystä vuosikymmenien päähän. Raitiotie yhdistyy kaupungille tärkeisiin strategisiin tavoitteisiin ja hankkeisiin, kuten Tiedepuistoon, keskustan kehittämiseen ja Tunnin junaan. Raitiotie on osa yleiskaavan joukkoliikenteen laatuikäväverkostoa ja siten keskeinen osa Turun liikennejärjestelmää.

Työn suositukseksi esitetään alla olevan kuvan mukaista linjausta, joka kulkee Satamasta Humalistonkatua Kauppatorille päätyen Varissuolla Pelttarinkadulle. Raitiotie

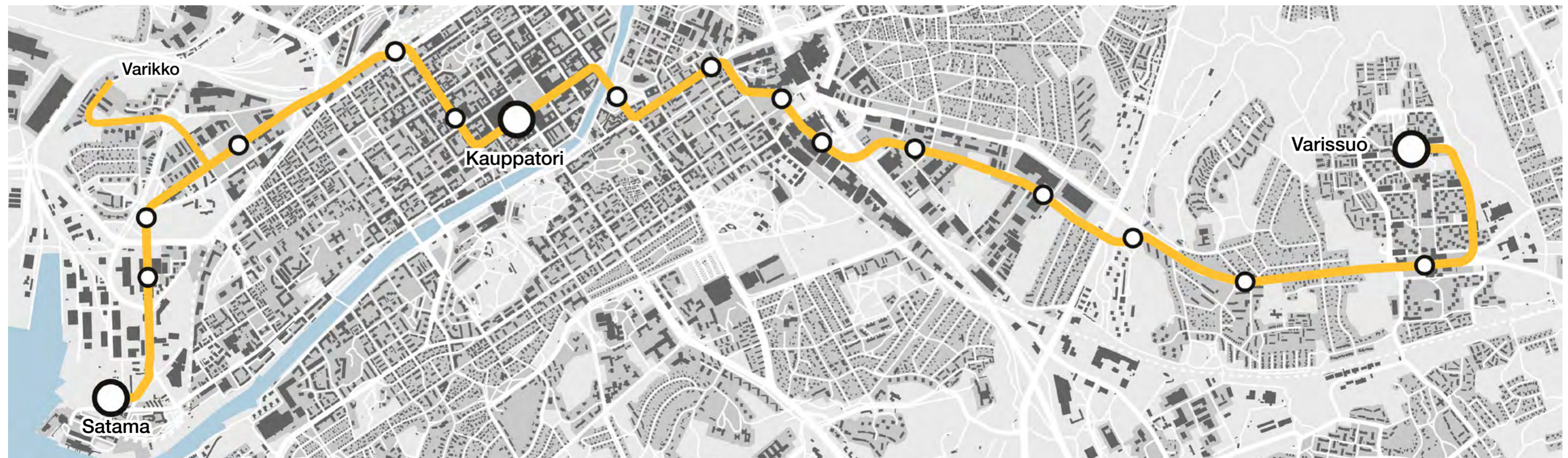
on koko osuudeltaan kaksiraiteinen ja radan kokonaispituus ilman varikkoyhteyttä on 11 km. Linjalla on 17 pysäkkiparia. Raitiotietä liikennöidään yhdeltä varikolta Iso-Heikkilästä. Raitiotie on suunniteltu siten, että se on jatkossa laajennettavissa Raision, Runosmäen, Hirvensalon ja Skanssin suuntiin. Varissuolla voidaan valita pidempi, Kraatarinkadulle päättyvä linjausvaihtoehto, mikäli alueella halutaan tavoitella kokonaisvaltaisempaa uudistusta ja imagon nostoa. Alueen ilmeen ja imagon kohentaminen edellyttää kuitenkin myös muita toimenpiteitä, kuten esimerkiksi rakennuskannan uudistamista. Jos poliittinen tahtotila on laajentaa raitiotietä nopeasti ensimmäisen vaiheen jälkeen Runosmäen ja/tai Raision suuntaan, niin tällöin voidaan valita haarautettu linjausvaihtoehto jatkosuunnitteluun.

Haarautuvassa vaihtoehdossa joka toinen raitiotievuoro kulkee Varissuolta Eerikinkadun ja Humalistonkadun kautta Satamaan ja joka toinen raitiotievuoro Kauppiaskadun, Maariankadun ja Aninkaistenkadun kautta Matkakeskukselle.

Kalustona ovat modernit raitiovaunut, joiden pituus on ensi vaiheessa 30 metriä. Raitiovaunuja pidennetään myöhemmin 37 metriä pitkiksi vastaamaan vuodelle 2050 arvioitua matkustajamääriä. Suositusvaihtoehdossa matka-aika sataman ja Varissuon päätepysäkkien välillä on noin 35 minuuttia. Satamasta keskustaan matka-aika on noin 13 min ja keskustasta Varissuolle noin 22 min. Linjaa liikennöidään tiheimmillään 7,5 minuutin välein. Suunnitteluratkaisuilla ja kaluston ominaisuuksilla on varmistettu raitiotien mahdollisimman

häiriötön ja luotettava liikennöinti. Työssä on kiinnitetty erityistä huomiota siihen, että raitiotie nivoutuu mahdollisimman hyvin ympäröiviin kaupunkitiloihin. Tätä varten on laadittu Design Manual, jossa on määritetty katujen pintamateriaalit, kalusteet ja varusteet, ajolanka- ja valaisinpylväät, valaistuksen laatu ja kaupunkikasvillisuuden periaatteet. Design Manual toimii lähtökohtana seuraavissa suunnitteluvaiheissa.

Raitiotie kulkee kaupungin merkittävien maankäytön ja kaupunkikehittämisen kokonaisuuksien läpi kytkien yhteen muun muassa Sataman, Linnakaupungin, Keskustan, Tiedepuiston yliopisto- ja terveyskampuksineen sekä Varissuon. Sen vaikutusalueella, 600 metrin säteellä pysäkeistä, on ennustettu olevan noin 72 000 asukasta ja 53 000 työpaikkaa vuonna 2050, mikä



Suosituslinjauksen reitti ja pysäkit.

olisi noin 30 % Turun asukkaista ja noin 45 % Turun työpaikoista vuonna 2050.

Raitiotietä on työn aikana verrattu runkobussijärjestelmään. Raitiotielle on asetettu viisi tavoitetta, joista neljään raitiotien arvioidaan vastaavan parhaiten. Tavoitteiden on arvioitu toteutuvan jatkossa esitetyn mukaisesti.

Kaupungin kilpailukyky, kasvu ja keskustan vetovoima paranevat raitiotien myötä. Raitiotien pysyvyys tuo ennakoitavuutta ja luottamusta rakennuttajille, asukkaille, yrityksille ja sijoittajille Turun alueen pitkäjänteiseen kehittämiseen. Raitiotie nostaa investointihalukkuutta sen vaikutusalueella nopeuttaen hankkeiden toteutumista ja luoden palvelukeskittymiä pysäkkiympäristöihin. Esimerkiksi Tampereella raitiotien varren maankäytön toteutuminen on ollut odotettua nopeampaa. Kilpailussa yrittäjistä ja työllistävästä yrityksestä menestyvät ne kaupungit, jotka onnistuvat houkuttelemaan eniten asukkaita muuttamaan ja pysymään paikkakunnalla. Työvoiman saatavuutta edistää raitiotiehen sitoutuva asuinrakentaminen sekä pehmeät vetovimatekijät, kuten laadukas ja kestävä julkinen liikenne, viihtyisät ympäristöt sekä autoista vapaat kävelykeskustat. Raitiotiellä on hyvä imago, tunnistettava reitti ja helppokäyttöinen palvelu, minkä vuoksi reitin varren alueet keskustan ulkopuolellakin ovat helposti saavutettavissa paikallisille, vierailijoille ja matkailijoille. Modernin eurooppalaisen kaupungin yksi tunnuspiirre on raiteet ja raitiotiejärjestelmä. Myönteinen kierre vahvistaa Turun ja kaupunkiseudun kasvua, kiinnostavuutta ja tunnettuutta.

Raitiotien heikkous on rakentamisen aikaiset haittavaikutukset, jotka ovat merkittäviä erityisesti keskustaan sijoittuneille yrityksille.

Raitiotien arvioidaan tukevan kestävä kaupunkirakenteen kehittymistä runkobussivaihtoehtoa paremmin. Turku on kasvanut viimeisen kymmenen vuoden aikana keskimäärin noin 1800 asukkaalla vuodessa. Vuonna 2050 Turussa ennustetaan olevan 243 000 asukasta. Raitiotie edellyttää ja mahdollistaa tiivistä kaupunkirakennetta, mikä tukee Yleiskaavan 2029 tavoitetta kasvun keskittämistä joukkoliikennekäytävälle. Samalla liikkumisen aiheuttamat päästöt vähenevät. Satama-Varissuo raitiotien varrella sijaitsee Turun merkittävimmät kaupunkikehityskohteet Tiedepuisto, Linnakaupunki ja keskustan kehittäminen. Raitiotien vaikutusalueelle arvioidaan toteutuvan noin 35 % enemmän asunto-, toimisto- ja liiketilarakentamista vuoteen 2050 mennessä verrattuna runkobussivaihtoehtoon. Raitiotien varrelle sijoittuva rakentaminen on kestävien liikkumistapojen kannalta edullista.

Liikenneyhteyksillä ja saavutettavuudella on vahva yhteys alue- ja kaupunkikehitykseen. Liikennepoliittiset ratkaisut, kuten merkittävät joukkoliikenneinvestoinnit, stimuloivat monin eri tavoin kaupunkikehitykseen, sillä ne luovat myönteisiä muutosvaikutuksia ei-liikenteellisille, taloudellisille ja sosiaalisille vaikutuksille. Liikennehankkeilla on suoria ja epäsuoria vaikutuksia kaupunkikehitykseen, ja ne voivat toimia alue- ja kaupunkikehittämisen kiihdyttiminä. Raitiotie voi siten vaikuttaa alueiden

eriytymiskehitykseen parantamalla joukkoliikenteen saavutettavuutta ja avaamalla uuden maankäytön toteutumismahdollisuuksia. Uudella asuntotuotannolla voidaan ajan kanssa vaikuttaa yksittäisen alueen eriytymiskehitykseen. Raitiotielinja ja uusi asuntotuotanto eivät kuitenkaan riitä yksin kääntämään eriytymiskehitystä, sillä eriytymisen kääntäminen tai lievittäminen edellyttää lisäksi muuta eriytymisvaarassa olevan alueen pitkäjänteistä kehittämistä laajalla toimenpidevalikoimalla.

Raitiotien ilmastovaikutukset koostuvat rakentamisajan ja käyttöajan vaikutuksista. Käyttöaikana raitiotie parantaa sekä kaupunkirakenteen että liikennejärjestelmän kehittämisen vuoksi kestävien kulkutapojen kilpailukykyä vähentäen liikkumisen päästöjä. Raitiotien rakentamisesta aiheutuu merkittävästi ilmastopäästöjä, nyky menetelmillä noin 77,5 kilotonnia CO₂-ekvivalenttia. Mikäli raitiotien rakentamisen päästöt jakautuisivat tasan viidelle vuodelle, raitiotien rakentamisen osuus Turun ilmastosuunnitelman vuoden 2029 tavoitteellisista päästöistä on noin 13 %. Toteutussuunnittelun ja rakentamisen aikaisilla valinnoilla voidaan vaikuttaa kymmeniä prosentteja rakentamisen päästöihin Raitiotien rakentamisesta nyky menetelmin aiheutuvien ilmastopäästöjen voidaan arvioida kuitenkin kumoutuvan vasta hyvin pitkän ajan kuluessa käytön aikana saavutettavilla päästövähennyksillä. Rakentamisen aikaisten päästöjen vähentäminen on siten ilmastovaikutusten kannalta olennaista.

Kaupungin ja asukkaiden viihtyvyys ja hyvinvointi paranevat raitiotien yhteydessä

usein ”seinästä seinään” peruskorjattavien ja parannettavien laadukkaiden katutilojen sekä viher- ja oleskelualueiden uudistamisen myötä. Kaupunkikuvaa kuitenkin heikentävät raitiotiehen liittyvät ajolangat ja sähkönsyöttöasemat. Raitiotien luotettavuus, esteettömyys, turvallisuus ja helppous sekä autottoman elämän mahdollisuus sopivat kaikille ikäryhmille.

Sujuvan liikennejärjestelmän ja houkuttelevan joukkoliikenteen osalta raitiotie lisää runkobussivaihtoehtoa enemmän joukkoliikenteen käyttöä ja vastaa erityisesti pitkällä aikavälillä paremmin liikennemäärien kasvuun. Raitiotiellä ennustetaan olevan noin 22 000 nousijaa vuorokaudessa vuonna 2030 ja noin 43 600 nousijaa vuorokaudessa vuonna 2050. Raitiotien vahvuksina bussiliikenteeseen verrattuna ovat laatutekijät kuten liikennöinnin luotettavuus, esteettömyys, reitin hahmotettavuus, matkustusmukavuus ja suuri välityskyky. Raitiotien hyödyt ulottuvat alueellisen ja valtakunnallisen liikennejärjestelmän solmupisteiden kautta raitiotien reittiä laajemmalle alueelle. Raitiotien toteutuksen yhteydessä parannetaan merkittävästi pyöräilyn olosuhteita parantamalla olemassa olevia pyörävyliä ja rakentamalla uusia.

Keskustan joukkoliikennekaistoilla kehitetyn runkobussijärjestelmän matka-ajat ovat kilpailukykyisiä raitiotien kanssa, jos merkittävää ketjuuntumista ei tapahdu. Pitkällä aikavälillä runkobusseilla on riski ketjuuntumiselle, kun vuoroväliä joudutaan tihentämään alle viiden minuutin. Vaikka liikenne-ennusteen mukainen huipputunnin matkustajakuormitus on esimerkiksi

”Joukkoliikenteen suunnittelupohje HSL-liikenteessä 2016” mukaan järjestettävissä nivelbusseilla viiden minuutin vuorovälillä, Varissuon bussien ruuhkaisuudesta annetaan Fölille palautetta jo nykytilanteessa. Erityisesti yksittäiset vuorot voivat olla ruuhkaisia. Runkobussijärjestelmän kapasiteetti ei riitä, jos joukkoliikenteen matkustajamäärät kasvavat kaupungin tavoitteiden mukaisesti eli enemmän kuin matkustajamääräennusteissa.

Turun ja kaupunkiseudun ennustettu asukas- ja työpaikkamäärän kasvu lisää kaikkien kulkutapojen liikennemääriä. Jalankulun, pyöräilyn ja joukkoliikenteen matkamäärien ennustetaan kasvavan suhteellisesti enemmän kuin autoliikenteen sekä raitiotievaihtoehdossa että runkobussivaihtoehdossa. Kumpikin vaihtoehto heikentää jonkin verran henkilöautoliikenteen sujuvuutta, koska henkilöautoliikenteen kaistamääriä joudutaan vähentämään. Suositelussa reittivaihtoehdossa Humalistonkatu välillä Eerikinkatu-Puutarhakatu muutetaan joukkoliikennekaduksi, jolloin Käsityöläiskatu ottaa Humalistonkadun autoliikenteen nykyistä roolia.

Taloudellisen kestävyuden kannalta runkobussivaihtoehto on raitiotietä kannattavampi investointi käytetyillä oletuksilla. Raitiotiehankkeen infrastruktuurin ja varikon kustannusarvio on 333 M€ käsittäen radan rakentamisen 242 M€, varikon ja varikko-yhteyden 54 M€, arkeologiset kaivaukset 25 M€, pilaantuneiden maiden poistot 10 M€ ja maanhankinnan 2 M€. Kalustokustannukset ovat noin 39 M€, jotka sisältyvät liikennöintikustannuksiin. Kustannuksiin

sisältyy arvioitu valtion rahoitusosuus, jonka on oletettu olevan 30 % (pois lukien kalusto). Runkobussijärjestelmään liittyvät investoinnit ovat 95 M€.

Kaikki raitiotievaihtoehdot jäävät selkeästi alle yhteiskuntataloudellisen kannattavuusrajan. Hankkeen merkittävin yhteiskuntataloudellinen hyötyerä on kuluttajan ylijäämä, joka tarkoittaa käytännössä matkustajien aika- ja palvelutasohyötyjä. Yhteiskuntataloudellisessa laskelmassa aikasäästöt ovat suuremmat kuin liikennöintikustannusten kasvu, mutta ne eivät maksa takaisin hankkeen korkeaa investointikustannusta. Joukkoliikennejärjestelmän liikennöintikustannukset kasvavat raitiotien myötä merkittävästi, koska erityisesti sataman suunnalla ei saada merkittäviä säästöjä bussilinjaston karsimisesta. Aiempien selvitysten perusteella Raision ja Runosmäen suunnilta karsimispotentiaali olisi suurempi.

Raitiotien kumulatiiviset pääoma- ja käyttö-taloudelliset vaikutukset kuntatalouteen 30 vuoden aikana ovat negatiiviset. Kuntatalouden kannalta reittivaihtoehdoista paras on Humalistonkadun reittivaihtoehto. Kuntatalouden kannalta raitiotien merkittävimmät vaikutukset aiheutuvat kasvavista tonttien myyntituloista ja maankäyttösopimus-korvauksista, kasvavista joukkoliikenteen lippituloista, kasvavista joukkoliikenteen liikennöintikustannuksista, raitiotien infrastruktuurin ja varikon poistoista ja korkokuluista. Tulee myös huomata, että raitiotien yhteydessä joukkoliikenneinvestoinnin lisäksi investoidaan huomattavasti kunnallistekniikkaan, jalankulku- ja pyöräilyihin sekä autoliikenteen järjestelyihin.

Kuntatalouslaskelmaan sisältyy merkittäviä epävarmuustekijöitä monien olettamusten sekä pitkän tarkasteluajavälin vuoksi. Merkittävä kuntatalousvaikutus on muun muassa raitiotien vaikutuksella Turun asukasmäärään, Turun väestöprofiililla, korkokannalla ja rakentamiskustannuksilla. Esimerkiksi mikäli raitiotie- ja runkobussivaihtoehtojen asukasmääräero olisi vuonna 2050 oletetun 4300 asukkaan sijaan 10 000 - 15 000 asukasta, voisi erittäin karkean laskelman perusteella raitiotien suositeltu reittivaihtoehto VE1 olla kuntatalouden kannalta runkobussivaihtoehtoa kannattavampi 30 vuoden kumulatiivisessa tarkastelussa.

Mikäli raitiotietä verrataan runkobussivaihtoehdon sijaan nykytilanteeseen, erityisesti kiinteistötaloustulot ovat moninkertaisia runkobussivertailuun nähden. Reitin varren kiinteistötaloustuloilla, lippituloilla ja rakentamisesta palautuvilla verotuloilla voitaisiinkin karkean arvion mukaan kattaa raitiotien suositellun reittivaihtoehdon kuntatalousvaikutukset 30 vuoden aikana, vaikka rakennusoikeuden arvolla tarkistetuista kiinteistötaloudellisista tuloista vähennettäisiin sataman kehittämiselle korva-merkityt tulot sekä pääosin jo toteutuneet kiinteistötaloustulot.

1

YLEISSUUNNITELMAN LÄHTÖKOHDAT JA TAVOITTEET

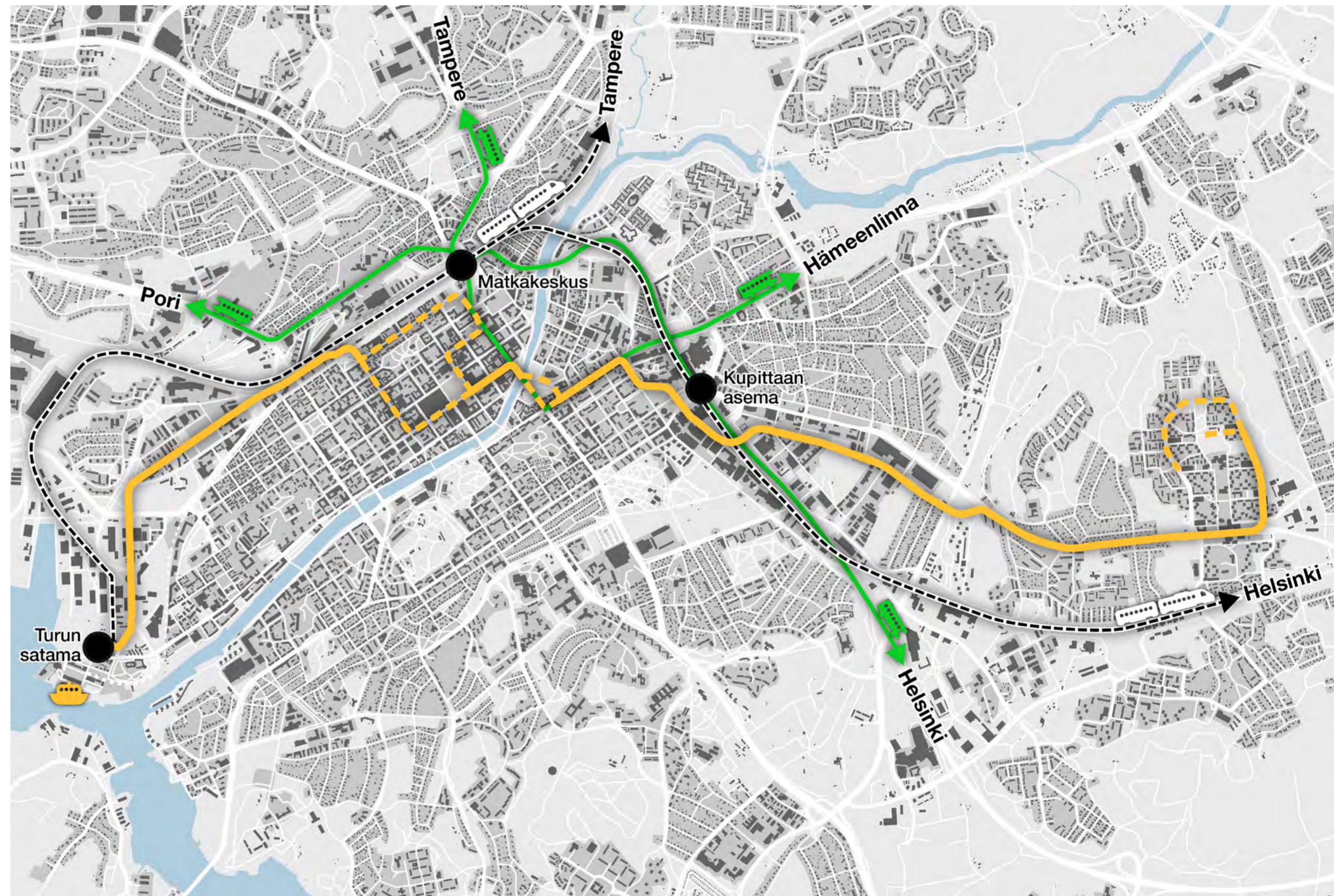
Yleissuunnitelman laadinnan lähtökohtina ovat toimineet Kaupunkistrategia (Turku 2030-luvulla), Ilmastosuunnitelma 2029, Yleiskaava 2029 sekä raitiotien aikaisemmat yleissuunnitelmat ja muut selvitykset.

SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

Suunnittelun lähtökohtana on kaupunkikehityshankkeena toteutettava raitiotie, jonka tarkoituksena on kokonaisvaltaisesti ja kustannustehokkaasti kehittää kaupunkirakennetta, liikennejärjestelmää sekä alueen vetovoimaa ja houkuttelevuutta. Raitiotie määrittää kaupunkiseudun kehitystä vuosikymmenien päähän. Raitiotie yhdistyy kaupungille tärkeisiin strategisiin tavoitteisiin ja hankkeisiin kuten Tiedepuistoon, keskustan kehittämiseen, Tunnin junaan ja hiilineutraaliuteen.

Raitiotie on osa seudullisen liikennejärjestelmän kehittämistä. Tiheävuoroiset runkobussilinjat ja raitiolinjat yhdistyvät joukkoliikenteen tärkeimmissä solmupisteissä Kauppatorilla, matkakeskuksessa ja Kupittaaan asemalla toisiinsa. Raitiotie yhdistyy näiden lisäksi maakunnalliseen ja valtakunnalliseen liikennejärjestelmään matkustajasataman sekä tavoiteverkossa lentoaseman ja alueellisen junaliikenteen kautta. Matkaketjut paranevat muun muassa kehärunkolinjan ja liityntäliikenteen kehittämisen myötä.

Kuvassa 1.1 on havainnollistettu raitiotien liittymistä valtakunnalliseen liikennejärjestelmään.



Kuva 1.1 Raitiotien liittyminen valtakunnalliseen liikennejärjestelmään.

TURKU 2030-LUVULLA

Turun kaupunkistrategia Turku 2030-luvulla hyväksyttiin kaupunginvaltuustossa 14.2.2022. Kaupunkistrategia määrittää kaupungin tavoitteet ja miltä Turku näyttää ensi vuosikymmenellä.

Painopisteitä on kahdeksan: sujuva arki, kestävä kasvu, hyvinvointi, elinvoima, luonto ja ilmasto, koulutus, kulttuuri ja kansainvälisyys. Raitiotien näkökulmasta voidaan nostaa esille muun muassa seuraavia asioita:

- Kaupunkilainen tai matkailija löytää häntä kiinnostavat palvelut helposti ja oikeaan aikaan.
- Luomme hyvää arkea ja mahdollisuuksia merkitykselliseen ja onnelliseen elämään. Se tarkoittaa viihtyisiä, saavutettavia ja turvallisia asuinalueita, ihmisten erilaisia elämäntilanteita tukevia palveluita, sekä mahdollisuuksia virkistykseen, työhön ja itsensä kehittämiseen. Turun erilaiset asuinalueet ovat houkuttelevia ja alueiden eriarvoisuus on vähentynyt merkittävästi.
- Turku ja Turun seutu kasvavat vähintään samaa vauhtia muiden suurten kaupunkiseutujen kanssa.
- Turun asema kansainvälisen matkailun veturina ja liikenteen solmukohtana on vahva.
- Edistämme työllisyyttä ja yrittäjyyttä esimerkiksi hankinnoissa, infrastruktuurissa, opetussuunnitelmissa ja liikennetarkoituksissa.
- Kuuntelemme ja kohtaamme nykyisiä ja tulevia kaupunkilaisia sekä tarjoamme aitoja keinoja osallistua ja vaikuttaa palveluihin ja päätöksentekoon.

ILMASTOSUUNNITELMA 2029

Turun kaupungin ilmastosuunnitelma 2029 hyväksyttiin kaupunginvaltuustossa 16.5.2022. Päämääränä on toteuttaa yhdessä tavoite hiilineutraalista kaupunkialueesta 2029 ja varautua ilmastonmuutoksen vaikutuksiin sekä vahvistaa Turun asemaa ilmastoratkaisujen kansainvälisenä edelläkävijänä. Raitiotien näkökulmasta voidaan nostaa esille erityisesti vähähiilinen kestävä liikkuminen ja kestävä kaupunkirakenne.

Kestävä liikkuminen

Ilmastopolitiikan päätavoitteiden saavuttamiseksi Turun tie- ja katuliikenteen kasvihuonekaasupäästöjä pyritään vähentämään vähintään 50 prosenttia vuoden 2015 tasosta vuoteen 2029 mennessä. Jalankulun, pyöräilyn ja joukkoliikenteen osuutta lisätään aktiivisin toimin Yleiskaavan 2029 tavoitteiden mukaisesti. Turun yleiskaavan sekä kaupunkiseudun Rakennemallin mukainen tavoite kestävien kulkumuotojen osuudelle on yli 66 prosenttia vuonna 2030.

Ilmastosuunnitelmassa todetaan, että joukkoliikenteen kehittäminen ja käytön lisääminen on tärkeä keino vähentää liikkumisen aiheuttamia kasvihuonepäästöjä. Samalla myös kasvavan joukkoliikenteen aiheuttamien päästöjen vähentäminen on merkittävä ja esimerkillinen ilmastotoimi. Turun joukkoliikenteestä tehdään hiilineutraali palvelu vuoteen 2029 mennessä.

Runkolinjasto otetaan käyttöön suunnitellusti viimeistään 1.7.2025. Raitiotien toteuttamisesta päätetään suunnitelmien valmistuttua (pormestariohjelman). Joukkoliikennepalvelusta viestitään aktiivisesti ja sen käyttöä tuetaan kampanjoilla ja valistuksella. Joukkoliikenne on vahva ja luonteva osa matkaketjuja ja liikkuminen palveluna -konseptien kehittämistä ja toteuttamista. Matkaketjuja edistetään luomalla niin kutsuttuja liikkumispisteitä, joissa on helppo vaihtaa kulkuvälineestä toiseen.

Kestävä kaupunkirakenne

Turun kaupungin ilmastotavoitteiden saavuttaminen edellyttää kestävästä yhdyskuntarakenteen kehitystä koko toiminnallisella kaupunkiseudulla sekä vähähiilisen rakentamisen toteuttamista niin talo-, infra- kuin esirakentamisenkin osalta. Kaupunkirakenne vaikuttaa energian ja liikkumisen sekä infra- ja esirakentamisen päästöihin.

Turun kaupungin rajojen sisällä yhdyskuntarakenteen kestävä kehitys ohjataan kaavoituksella, maankäytöllä, liikennesuunnittelulla, rakentamisella ja näihin liittyvillä kehityshankkeilla. Turun yleiskaava 2029 tukee hiilineutraaliuden saavuttamista sekä ilmastonmuutokseen varautumista. Yli 85 % asemakaavojen asuinkerrosalasta sijoittuu yleiskaavan tavoitteiden mukaisesti tiivistyväälle kestävä kaupunkirakenteen vyöhykkeelle.

TURUN YLEISKAAVA 2029

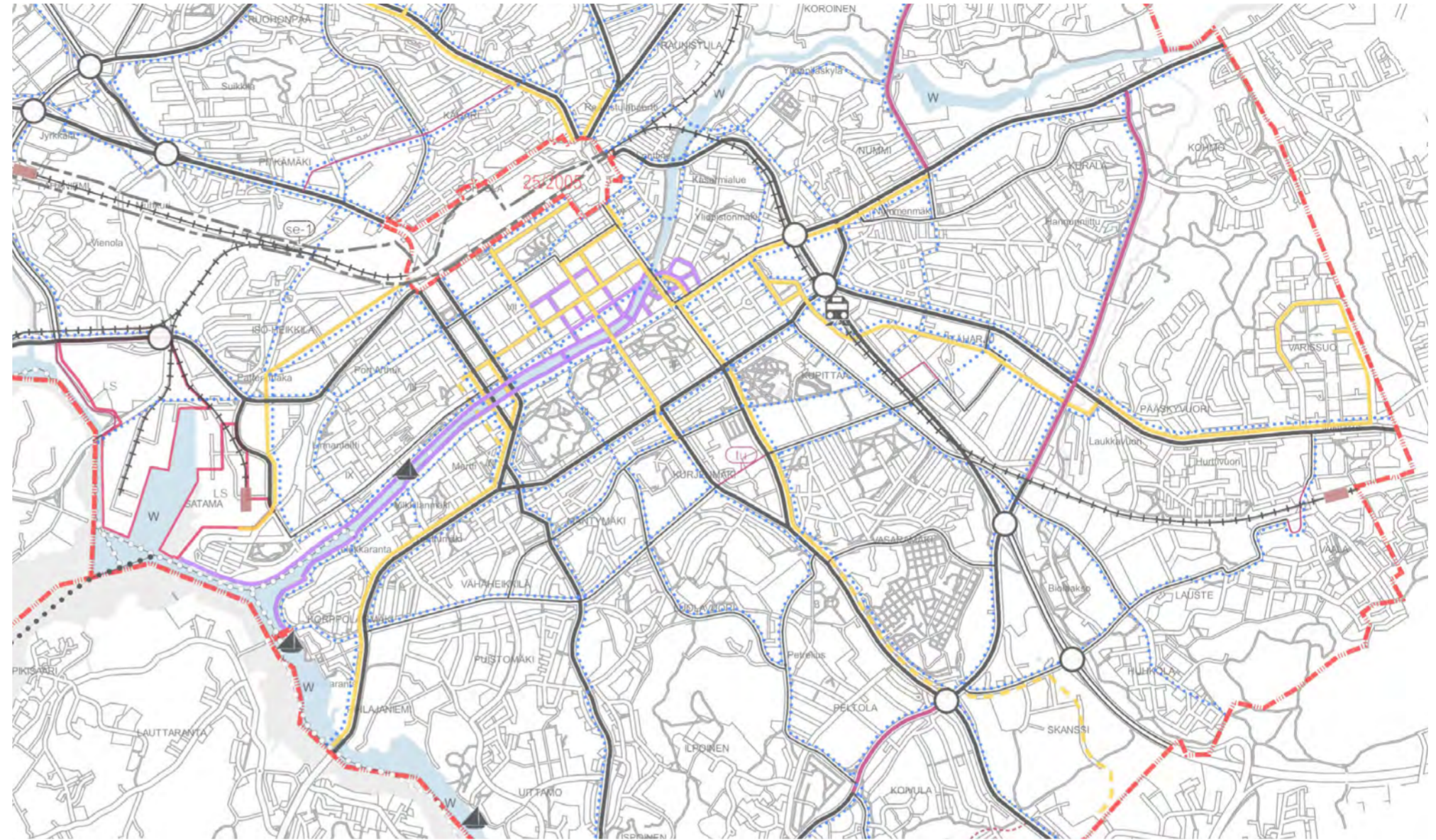
Yleiskaava on yleispiirteinen suunnitelma, jolla ohjataan kaupunkiympäristön ja liikeneratkaisujen kehittämistä sekä eri toimintojen yhteensovittamista. Tavoitteena on toimiva ja taloudellinen sekä turvallinen ja viihtyisä, eheä yhdyskuntarakenne.

Nykyinen yleiskaava (Yleiskaava 2020) on tullut voimaan vuonna 2004. Uuden yleiskaavan valmistelua ohjaavat Turun kaupunkistrategia, Turun kaupunkiseudun maankuntakaavat sekä kuntien yhteisesti laatima Turun kaupunkiseudun rakennemalli 2035. Yleiskaava 2029:n päämääränä on Turun aseman, vetovoiman ja kilpailukyvn vahvistaminen.

Yleiskaavassa on laadittu ehdotus joukkoliikenteen verkosta, pyöräilyn pääverkosta ja keskustan kävelyalueesta sisältäen joukkoliikenteen laatukäytävät (kuva 1.2). Raitiolinjat muodostavat toteutuessaan osan laatukäytävistä.

Turun kaupunkiseudun liikennejärjestelmäsuunnitelma 2020

Turun kaupunkiseudun liikennejärjestelmän tavoitteena on olla kestävä ja vähäpäästöinen, kilpailukykyinen ja vetovoimainen sekä turvallinen ja terveellinen. Yhtenä neljästä kehittämisteemasta on vahva joukkoliikennekaupunki, jonka runkona toimisi muun muassa runkobussilinjasto, kaupunkialueen raitiotielinjasto ja alueellinen junaliikenne.



Joukkoliikenteen laatukäytävä

Korkean palvelutason joukkoliikennereitti. Katua kehitetään erityisesti joukkoliikenteen laatua ja pysäkkien saavutettavuutta parantaen.

Joukkoliikenteen laatukäytävän varaus

Korkean palvelutason joukkoliikennereitin varaus. Merkinnällä osoitetaan raitiotien pidemmän aikavälin tavoiteverkko. Katua kehitetään erityisesti joukkoliikenteen laatua ja pysäkkien saavutettavuutta parantaen.

Pyöräilyn pääverkosto

Pyöräilyn pääverkostoa kehitetään sujuvan, nopean ja tasavauhtisen arkipyöräilyn mahdollistamiseksi. Osa reiteistä on seudullisia laatukäytäviä. Sijainti on ohjeellinen.

Keskustan kävelyalue

Kävelyalue tulee toteuttaa ensisijaisesti jalankulkua palvelevana ympäristönä. Moottoriajoneuvoliikenteen läpikulkua rajoitetaan nopeusrajoituksen lisäksi tarvittaessa rakenteellisin keinoin. Huoltoliikenteen tarpeet otetaan huomioon yksityiskohtaisessa suunnittelussa.

Rautatie

Raideliikennepaikka

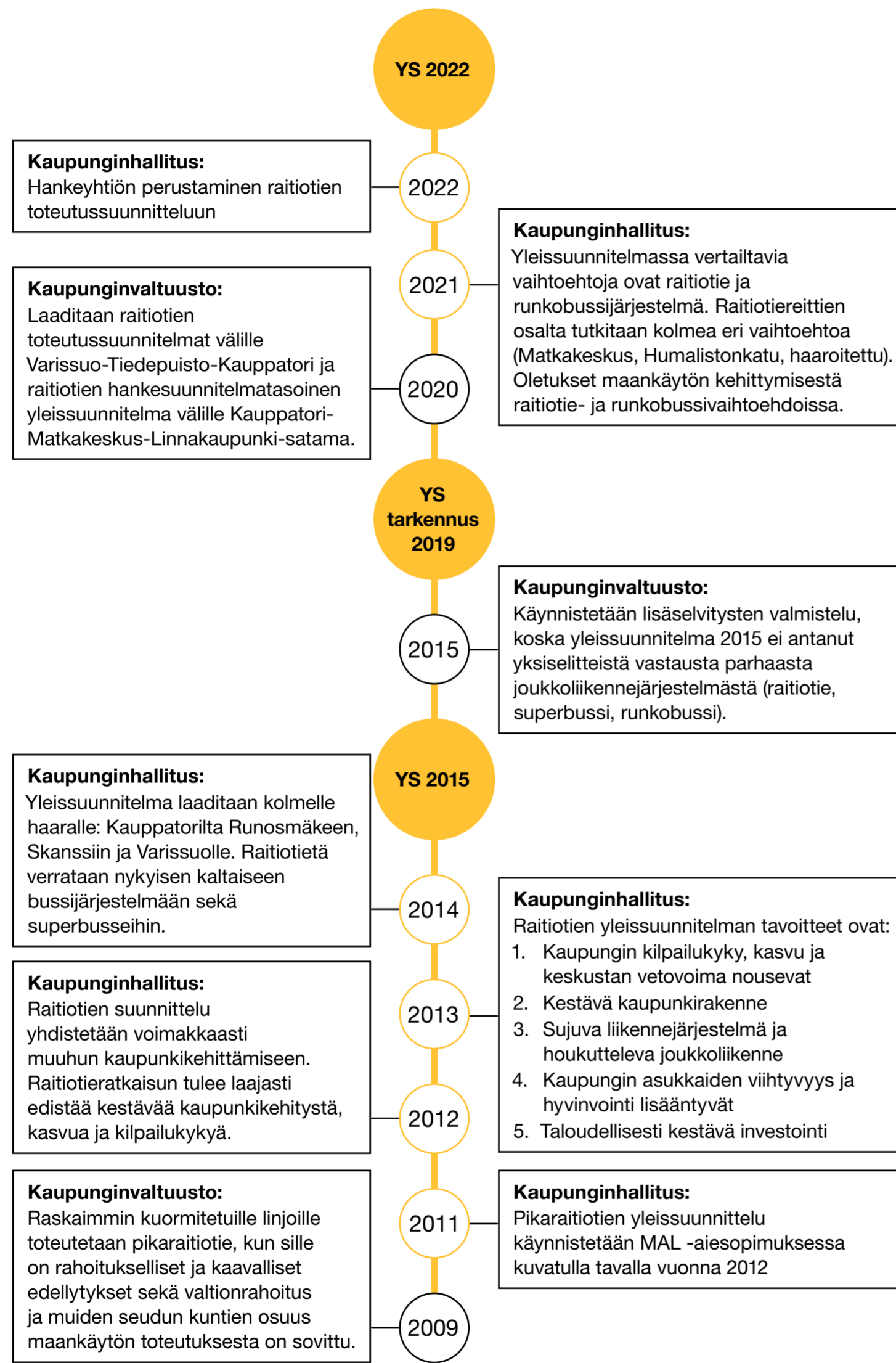
Uusi raideliikennepaikka

Paikallisjunaliikenteen asema. Sijainti on ohjeellinen.



Rautatieasema

Kuva 1.2 Yleiskaava 2029. Liikenne. Ehdotus 1.8.2022.



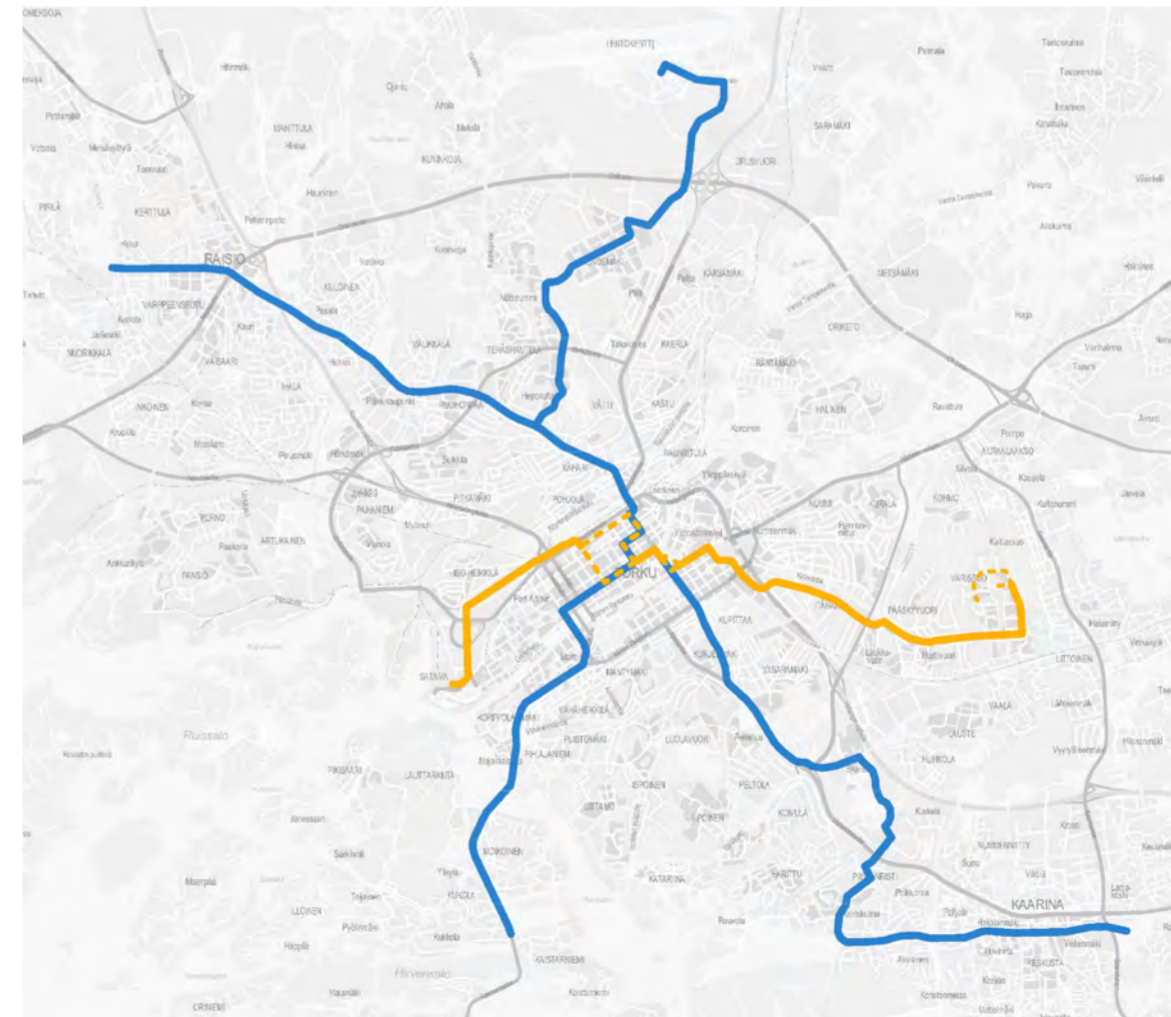
Kuva 1.3 Turun raitiotiehen liittyviä merkittäviä päätöksiä.

RAITIOTIEN YLEISSUUNNITELMAT 2015 JA 2019

Turun seudun joukkoliikenne 2020–selvityksen valmistuttua Turun kaupunginvaltuusto teki joulukuussa 2009 pikaraitiotien toteuttamista koskevan periaatepäätöksen, jonka mukaan raskaimmin kuormitetuille linjoille toteutetaan pikaraitiotie, kun rahoitukselliset ja kaavalliset edellytykset sekä valtion rahoitus ja muiden seudun kuntien osuus toteutuksesta on sovittu. Lisäksi päätöksessä todettiin, että pikaraitiotien toteuttaminen ja siihen liittyvä maankäytön kehittäminen ratkaistaan kaupunkiseudun rakennemallissa. Tämän jälkeen on tehty lukuisia päätöksiä kaupunginvaltuustossa ja kaupunginhallituksessa. Kaupunginhallitus päätti muun muassa marraskuussa 2012, että raitiotien yleissuunnittelun

lähtökohtana on integroituna kaupunkikehityshankkeena toteutettava raitiotieratkaisu. Raitiotien suunnittelu yhdistetään voimakkaasti muuhun kaupunkikehittämiseen ja raitiotien tulee laajasti edistää kestävästä kaupunkikehitystä, kasvua ja kilpailukykyä. Superbussijärjestelmä ja runkobussijärjestelmä ovat olleet raitiotielle vaihtoehtoisia ratkaisuja.

Turun raitiotien yleissuunnitelma valmistui huhtikuussa 2015 linjoille Varissuo-Runosmäki ja Skanssi-Matkakeskus. Linjavaihtoehtoja selvitettiin kaikilla Turun kaupunkiseudun rakennemallissa 2035 esitetyillä raitiotien tavoiteverkon reiteillä kuvan 1.4 mukaisesti. Turun raitiotien



Kuva 1.4 Turun seudun raitiotien tavoiteverkko.

yleissuunnitelman tarkennus valmistui tammikuussa 2019 linjoille Varissuo-Runosmäki, Varissuo-Raisio, Varissuo-Länsikeskus ja Varissuo-Matkakeskus. Lisäksi laadittiin suunnitelmia Hirvensalon ja Linnakaupungin linjoille. Yleissuunnitelman tarkennuksessa neljään viidestä asetetusta tavoitteesta vastasi parhaiten raitiotie. Talouden kannalta superbussi oli käytetyillä oletuksilla kannattavampi investointi raitiotien suuren alkuinvestoinnin vuoksi, mikäli superbussin välityskyky riittää koko 30 vuoden tarkasteluajavälillä. Runkobussi vastasi asetettuihin tavoitteisiin huomattavasti paremmin kuin superbussi tai raitiotie. Superbussin merkittävimmiksi riskeiksi todettiin muun muassa seuraavia

- Tavoiteltujen vaikutusten saavuttamisesta muun muassa kaupunkikehityksen osalta ei ole samanlaista varmuutta kuin raitiotievaihtoehdossa.
- Turun ennustettua nopeampi kasvu tai superbussia ennustettua suuremmat matkustajamäärät edellyttävät suunniteltua tiheämpää vuoroväliä, muutoksia linjastorakenteessa tai superbussivaihtoehdon muuttamista raitiotieksi. Superbussin raitiotieksi muuttaminen lisäisi merkittävästi superbussivaihtoehdon kustannuksia, mikäli muutos pitäisi tehdä lyhyellä aikavälillä eikä tehtyjä superbussi-investointeja ehditä hyödyntämään täysimääräisesti.
- Suunniteltua viittä minuuttia tiheämpi vuoroväli voisi aiheuttaa liikenteellisiä haasteita bussien ketjuuntumisen sekä pysäkkien ja liittymien ruuhkautumisen muodossa.
- Epävarmuudet kaksinivelsähköbussien teknisen ja toiminnallisen kehittymisen sekä käyttökustannusten osalta.

Kaupunginvaltuusto päätti huhtikuussa 2020, että Turun raitiotien yleissuunnitelman tarkennus otetaan jatkosuunnittelun pohjaksi siten, että laaditaan raitiotien toteutussuunnitelmat välille Varissuo-Tiedepuisto-Kauppatori ja raitiotien hanke-suunnitelmatasoinen yleissuunnitelma välille Kauppatori-Matkakeskus-Linnakaupunki-satama. Lisäksi kaupunginhallitus oikeutettiin päättämään yleissuunnitelman jälkeen toteutussuunnittelun käynnistämisestä välille Kauppatori-Matkakeskus-Linnakaupunki-satama.

Kaupunginhallitus päätti tammikuussa 2021, että yleissuunnitelmassa vertailtavia vaihtoehtoja ovat raitiotie ja runkobussijärjestelmä sekä päätti vaikutusten arvioinnissa käyttävät oletukset. Lisäksi päätettiin, että raitiotiereittien osalta tutkitaan kolmea eri vaihtoehtoa

- Varissuo-Kauppatori-Matkakeskus-Satama
- Varissuo-Kauppatori-Humalistonkatu-Satama
- Haaroitettu vaihtoehto, jossa toinen linja kulkee Varissuo-Kauppatori-Humalistonkatu-Satama reittiä ja toinen Varissuo-Kauppatori-Matkakeskus reittiä.

RAUTATIEVERKOSTON HYÖDYNTÄMINEN RAITIOLIIKENTEESSÄ

Raitiotien aiempien suunnitteluvaiheiden yhteydessä on noussut esiin ajatus olemassa olevan rautatieverkoston hyödyntämisestä osana raitioliikenneverkkoa (ns. duoraitiotie), mikä edellyttäisi raitiotieverkolla 1524 mm raideleveyttä. Turun raitiotien yleissuunnitelmassa vuonna 2015 esitettiin valittavaksi 1435 mm raideleveys, mikä voisi mahdollistaa edullisemmat vaunuhankinnat sekä synergiahyötyjä Tampereen raitiotien kanssa. Paikallisjunaliikenteen liikennöinti osalla reittejä on mahdollista toteuttaa duokalustolla, mutta paikallisjunaliikenne ei korvaa raitioliikennettä eikä liittymistä katuverkon raitiotiehen tavoitella alla mainituista syistä. Sen sijaan liityntäyhteydet matkakeskuksesta ja Kupittaa asemalta seudulliseen joukkoliikennejärjestelmään pyritään saamaan mahdollisimman hyviksi. Duoliikenteen haasteiksi on todettu seuraavia:

- Raitioliikenteen lähtökohtana on ollut tiheävuoroinen (päiväaikaan oletuksena käytetty 7,5 minuutin vuoroväliä) liikenne helppokäyttöisyyden vuoksi. Valtion suurelta osin yksiraiteisella rataverkolla paikallisjunaliikenteellä on tavoiteltu huomattavasti harvempaa vuoroväliä (esimerkiksi tunnin vuoroväliä). Harvemman vuorovälin liikenne on huomattavasti helpompaa saada sovitettua muun rautatieliikenteen joukkoon.
- Raitioliikenteellä on huomattavasti tiheämpi pysäkkiväli kuin paikallisjunaliikenteellä. Satama-Varissuo raitiotiellä on vaihtoehdosta riippuen 17-20 pysäkkiä, kun esim. yleiskaavaehdotuksessa

on neljä paikallisjunaliikenteen asemaa Satama-Varissuo välillä. Mikäli pysäkkejä valtion rataverkolle haluttaisiin lisätä, tulisi tutkia miten tiheävuoroinen monilla pysäkeillä pysähtyvä duoraitioliikenne sopisi rautatieliikenteen sekaan.

- Nykyiset rautatiet eivät sijaitse nykyisen ja suunnitellun tehokkaan maankäytön kannalta optimaalisesti. Mikäli katuverkon raitiotietä rakennettaisiin esimerkiksi päärautatieaseman ja Kupittaa aseman välille ja muualla käytettäisiin valtion rautatieverkkoa, reitti ei kulkisi tehokkaimmin kaavoitettujen uusien alueiden kuten satamassa Herttuankulman ja Kirstinpuiston läpi eikä Tiedepuistossa kehittyvän Itäharjun alueen läpi. Varissuon pohjoisosat sijaitsevat yli 1,5 km etäisyydellä rautatiestä.
- Jos haluttaisiin päästä rautatieverkolta katuverkolle esimerkiksi Kupittaaalle ja Kauppatorille, niin pääsy olisi teknisesti haastavaa muun muassa Kupittaaan korkeusasemien vuoksi.
- Salon suunnalla radan tavoiteltu nopeustaso ei mahdollista duokaluston käyttöä, minkä vuoksi kaikki lähijunaliikenteen kalusto ei voisi olla duokalustoa eikä siten myöskään päästä katuverkolle
- Raitiotiellä on yhteispysäkkejä bussien kanssa. Keskustassa joukkoliikennepysäkit ovat erittäin kuormitettuja. Joukkoliikennelinjojen ja vuoromäärien lisääminen saattaisi johtaa ruuhkautumiseen tai rajoittaa muiden joukkoliikennelinjojen pääsyä keskeisimmille ja ruuhkaisimmille alueille.

2

RAITIOTIELINJAUSTEN KUVAUKSET

Yleissuunnitelman laadinnan yhteydessä on tutkittu erilaisia linjausvaihtoehtoja keskustassa, Tuomiokirkon kohdalla ja Varissuolla. Tässä luvussa on esitetty Satama-Varissuo raitiotielinja sekä tutkitut linjausvaihtoehdot pääpiirteissään. Tarkemmat suunnitelmakuvaudet löytyvät luvusta 5 ”Raitiotien suunnitteluratkaisut” ja vaikutustenarvioinnin tulokset luvusta 10 ”Vaikutusten arviointi”.

2.1 SATAMA-VARISSUO RAITIOTIELINJA

Raitiotie kulkee linjausvaihtoehdosta riippuen noin 11,0–12,4 km kilometrin matkan Satamasta keskustan kautta Varissuolle. Reitillä on 17–20 pysäkkiä linjausvaihtoehdosta riippuen. Kuvassa 2.1 on esitetty yleiskuva Satama-Varissuo raitiotielinjasta linjausvaihtoehtoineen.

Raitiotien päätepysäkki lännessä on Satamassa. Satamasta raitiotielinja kulkee Satamakatua ja Juhana Herttuan Puistokatua pitkin kohti Iso-Heikkilää. Raitiotiellä on pysäkit Herttuankulman ja Vaasanpuiston kohdalla. Vaasanpuiston pysäkin jälkeen raitiotielinja kääntyy kohti keskustaa ja jatkaa vain raitiovaunuille, pyöräilijöille ja kävelijöille tarkoitettulla katuosuudella Kirstinpuiston alueen läpi aina nykyiselle päärautatieasemalle saakka. Kirstinpuistossa on yksi raitiovaunupysäkki ja seuraava on nykyisen päärautatieaseman kohdalla.

Tämän jälkeen raitiotielinjalle on kolme toisilleen vaihtoehtoista linjausta Rautatien ja Kauppatorin välillä, mitkä on kuvattu tarkemmin luvussa 2.2. ”Linjausvaihtoehdot keskustassa”. Eerikinkadulla Kauppatorin ja Uudenmaankadun välillä raitiotie kulkee

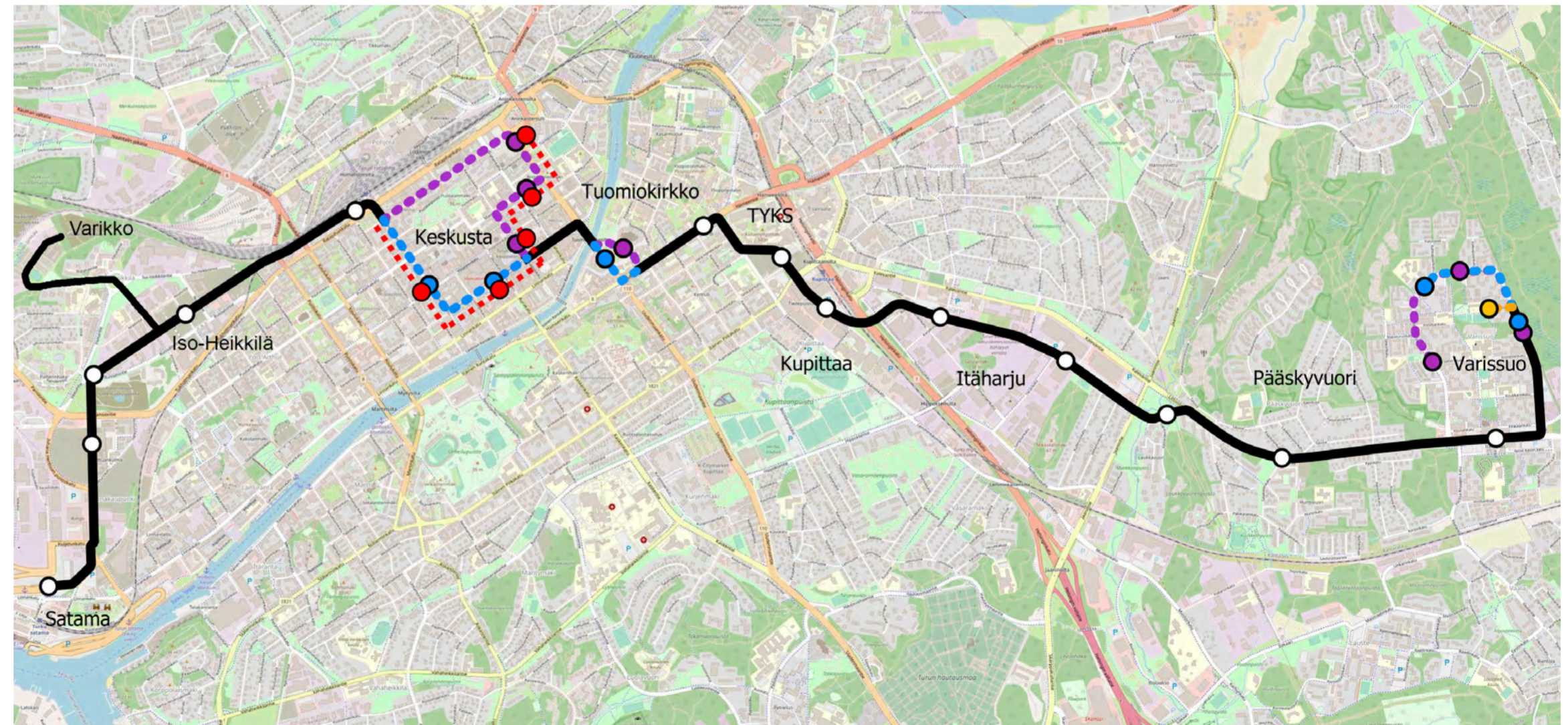
kadun keskellä pääosin omalla kaistallaan. Tällä osuudella ei ole raitiovaunupysäkkejä. Tuomiokirkon alueella raitiotielinjalle on kaksi toisilleen vaihtoehtoista linjausta, mitkä on kuvattu tarkemmin luvussa 2.3. ”Linjausvaihtoehdot Tuomiokirkolla”.

Tuomiokirkon alueen jälkeen raitiotielinja jatkaa matkaa Hämeenkatua pitkin aina Kiinamylynkadulle saakka. Hämeenkadulla on raitiovaunupysäkki Yliopistonmäen kohdalla juuri ennen Kiinamylynkatua. Yliopiston pysäkin jälkeen raitiotielinja kääntyy Kiinamylynkadulle, josta se jatkaa Joukahaisenkatua pitkin Turun yliopistollisen

keskussairaalan (TYKS) ohi ja Kupittaaan alueen läpi aina Helsingin valtatie ylittävälle uudelle sillalle. Raitiovaunupysäkit sijoituvat tällä osuudella Joukahaisenkadulle lähelle Sirkkalankadun risteystä ja juuri ennen Helsinginkadun ylittävää uutta siltaa.

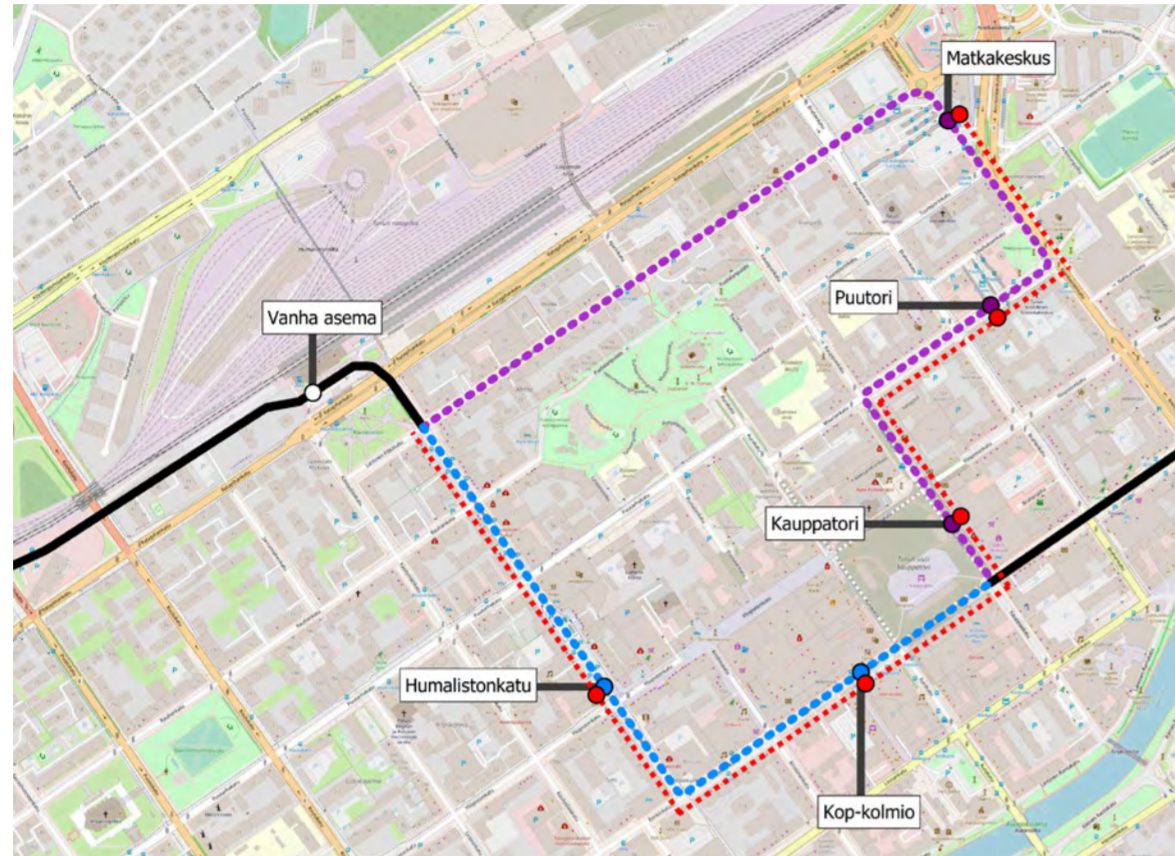
Helsinginkadun ylittävän sillan jälkeen seuraavat kaksi raitiovaunupysäkkiä ovat Itäharjulla Voimakadun uudella asuinalueella. Kolmas pysäkki Itäharjun alueella sijoittuu Jaanintien ja Littoistentien liittymän välittömään läheisyyteen Laukkavuoren kohdalle. Laukkavuoren pysäkin jälkeen raitiotielinja jatkaa matkaa Littoistentietä pitkin aina

Varissuon liikekeskukselle saakka. Littoistentiellä raitiovaunupysäkit sijoittuvat Hurrivuoren kohdalle ja Varissuon liikekeskukselle. Varissuon liikekeskuksen jälkeen raitiotielinja kääntyy Varissuolle Karvas-kunkadulle. Varissuolla raitiotielinjalle on kolme toisilleen vaihtoehtoista linjausta, mitkä on kuvattu tarkemmin raportin luvussa 2.4. ”Linjausvaihtoehdot Varissuolla”.



Kuva 2.1 Raitiotien linjausvaihtoehdot.

2.2 LINJAUSVAIHTOEHDOT KESKUSTASSA



Kuva 2.2 Linjausvaihtoehdot keskustassa.

Yleissuunnitelmassa on tutkittu kolmea linjausvaihtoehtoa keskustassa Rautatien ja Kauppatorin välisellä osuudella. Keskustassa raitiotie voi kulkea joko Eerikinkadun ja Humalistonkadun kautta tai vaihtoehtoisesti Kauppiaskadun, Maariankadun, Aninkaistenkadun, Matkakeskuksen ja Läntisen Pitkädun kautta. Lisäksi on tarkasteltu linjausvaihtoehtoa, jossa linja haarautuu siten, että joka toinen raitiotievuoro kulkee Varissuolta Eerikinkadun ja Humalistonkadun kautta Satamaan ja joka toinen raitiotievuoro Kauppiaskadun, Maariankadun ja Aninkaistenkadun kautta Matkakeskukselle.

Kuvassa 2.2 on yleiskuva linjausvaihtoehdoista keskustassa.

VE1 Humalistonkatua pitkin kulkeva linjausvaihtoehto

Humalistonkadulla Puutarhakadun ja Ratapihankadun välillä raitiotie kulkee ajoradalla yhdessä auto- ja bussiliikenteen kanssa. Raitiotien rakentamisen myötä Humalistonkatu Eerikinkadun ja Puutarhakadun välillä rauhoitetaan pelkästään raitiotie- ja bussiliikenteelle. Joukkoliikennekaistalla on kuitenkin sallittu huolto- ja taksiliikenne sekä tonteille ajo. Humalistonkadulla pyöräilijöille ja kävelijöille on pyörätie ja jalkakäytävä molemmin puolin katua. Raitiotiepysäkki sijoittuu Humalistonkadulla Yliopistonkadun ja Puutarhakadun välille. Bussipysäkit poistuvat raitiotien rakentamisen myötä Humalistonkadulta ja siirtyvät Puutarhakadulle. Lisäksi raitiotien rakentamisen myötä Humalistonkadulta poistuu autojen

kadunvarsipysäköintiä. Käsityöläiskatu korvaa Humalistonkadun nykyistä roolia autoliikenteen verkossa.

Eerikinkadulla raitiotie ja bussit kulkevat pääosin joukkoliikennekaistalla. Autoliikenteelle on yksi kaista suuntaansa Eerikinkadulla Humalistonkadun ja Kristiinankadun välillä. Muutoin Eerikinkatu on rauhoitettu pelkästään raitiotie- ja bussiliikenteelle Kauppatorin ympäristössä. Joukkoliikennekaistalla on kuitenkin sallittu huolto- ja taksiliikenne sekä tonteille ajo. Eerikinkadulla on jalkakäytävä molemmin puolin katua, mutta pyöräily tapahtuu ajoradalla. Raitiotiepysäkki sijoittuu Eerikinkadulla Aurakadun ja Kristiinankadun välille. Bussipysäkit sijoittuvat Kauppatorille.

VE2 Matkakeskuksen kautta kulkeva linjausvaihtoehto

Läntisellä Pitkädun raitiotie kulkee ajoradalla yhdessä auto- ja bussiliikenteen kanssa. Läntisellä Pitkädun raitiotie kulkee molemmin puolin katua, mutta pyöräily tapahtuu ajoradalla raitiotieliikenteen kanssa samoilla kaistoilla. Läntisellä Pitkädun raitiotie ei ole raitiotie- tai bussipysäkkejä. Raitiotiepysäkki sijoittuu Matkakeskukselle nykyisen linja-autoaseman kohdalle palvelun vaihtoyhteyksiä paikalliseen ja pitkän matkan bussiliikenteeseen sekä junaliikenteeseen. Matkakeskukseen sijoittuu tulevaisuudessa raitiotiepysäkin lisäksi bussiterminaali ja rautatieasema.

Aninkaistenkadulla ja Maariankadulla raitiotie kulkee paikoittain joukkoliikennekaistalla bussien kanssa ja paikoittain omalla kaistallaan. Autoliikenteelle on yksi kaista

suuntaansa ja kävelijöille jalkakäytävä molemmin puolin katua. Aninkaistenkadulla pyöräilijöille on pyörätie molemmin puolin katua, mutta Maariankadulla pyöräily tapahtuu ajoradalla. Raitiotiepysäkki sijoittuu keskelle Maariankatua Puutorin edustalle. Bussipysäkki sijoittuu Maariankadulle Brahenkadun ja Kauppiaskadun välille.

Kauppiaskadulla raitiotie ja bussit kulkevat joukkoliikennekaistalla. Raitiotien rakentamisen myötä Kauppiaskatu Eerikinkadun ja Maariankadun välillä rauhoitetaan pelkästään raitiotie- ja bussiliikenteelle. Joukkoliikennekaistalla on kuitenkin sallittu huolto- ja taksiliikenne sekä tonteille ajo. Pyöräilijöille ja kävelijöille on pyörätie ja jalkakäytävä molemmin puolin katua. Raitiotie- ja bussipysäkit sijoittuvat Kauppatorille.

VE3 Haarautuva linjausvaihtoehto

Tässä linjausvaihtoehdossa raitiotielinja haarautuu siten, että joka toinen raitiotievuoro kulkee Varissuolta Eerikinkadun ja Humalistonkadun kautta Satamaan ja joka toinen raitiotievuoro Kauppiaskadun, Maariankadun ja Aninkaistenkadun kautta Matkakeskukselle.

Suunnitelmaratkaisut haarautuvassa linjausvaihtoehdossa ovat Humalistonkadun, Eerikinkadun, Kauppiaskadun, Maariankadun ja Aninkaistenkadun osalta samat kuin edellä kuvatuissa Humalistonkatua pitkin ja Matkakeskuksen kautta kulkevissa linjausvaihtoehdoissa. Linjausvaihtoehdon erona edellisiin on se, että haarautuva linjausvaihtoehto ei kulje Läntistä Pitkädun raitiotie- ja bussipysäkkiä on Matkakeskuksella.

2.3 LINJAUSVAIHTOEHDOT TUOMIOKIRKOKKOLA

Yleissuunnitelmassa on tutkittu kahta linjausvaihtoehtoa Tuomiokirkon kohdalla. Tuomiokirkon kohdalla raitiotie voi kulkea Uudenmaankatua pitkin tai vaihtoehtoisesti Tuomiokirkon läpi.

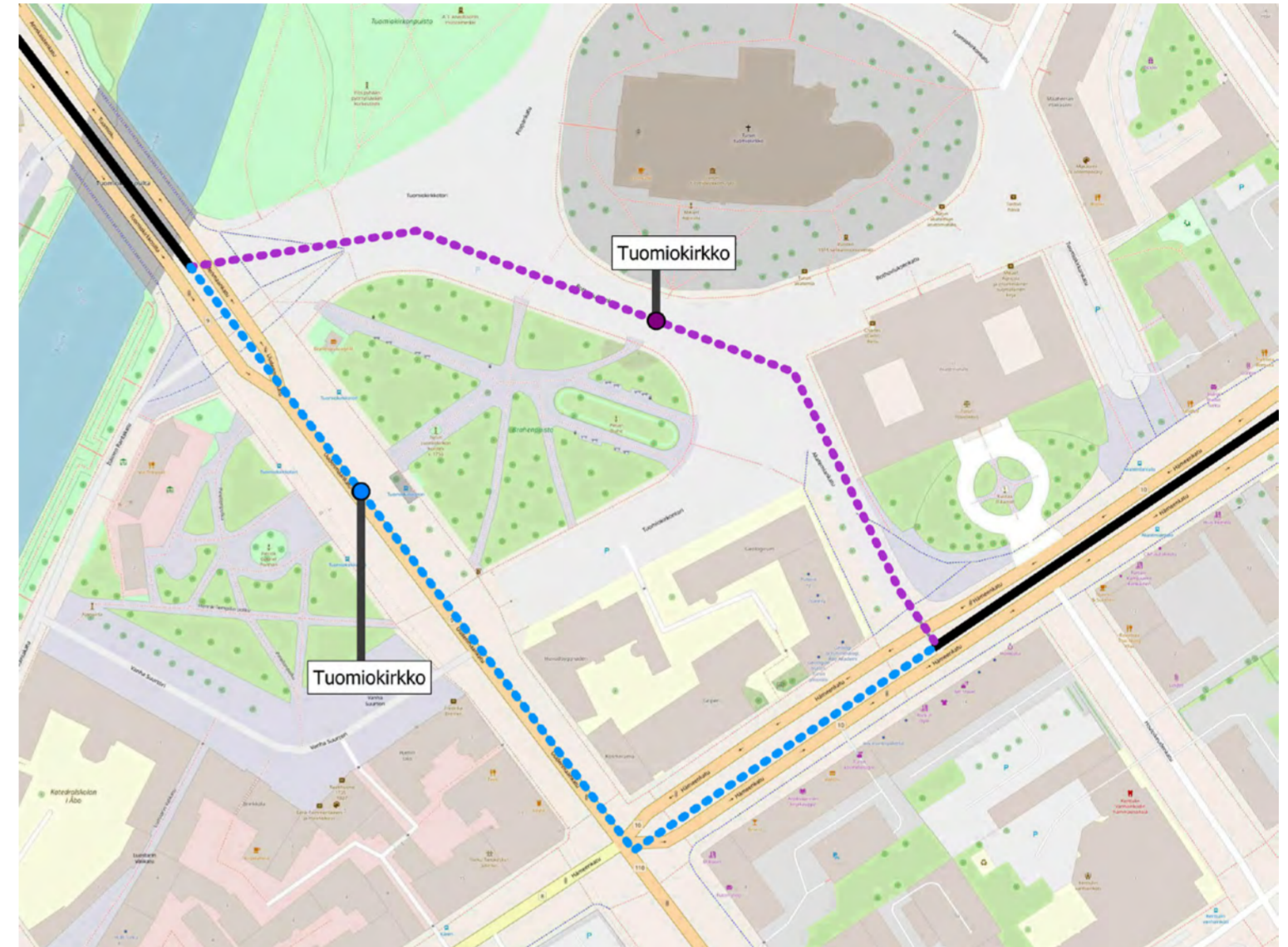
Kuvassa 2.3 on yleiskuva linjausvaihtoehdoista Tuomiokirkolla. Tämän jälkeen on tarkempi kuvaus jokaisesta linjausvaihtoehdosta pääpiirteissään.

Uudenmaankatua pitkin kulkeva linjausvaihtoehto

Uudenmaankadulla raitiotie ja bussit kulkevat joukkoliikennekaistalla keskellä katua. Autoliikenteelle on yksi kaista suuntaansa, pyöräilijöille ja kävelijöille pyörätie ja jalkakäytävä molemmin puolin katua. Raitiotie- ja bussipysäkki sijoittuu Uudenmaankadun keskelle Tuomiokirkon ja Vanhan Suurtorin puistojen kohdalle. Uudenmaankadun bussipysäkki palvelee ainoastaan paikallisliikenteen busseja. Pitkän matkan bussiliikenne pysähtyy uusilla bussipysäkeillä Aninkaistenkadulla.

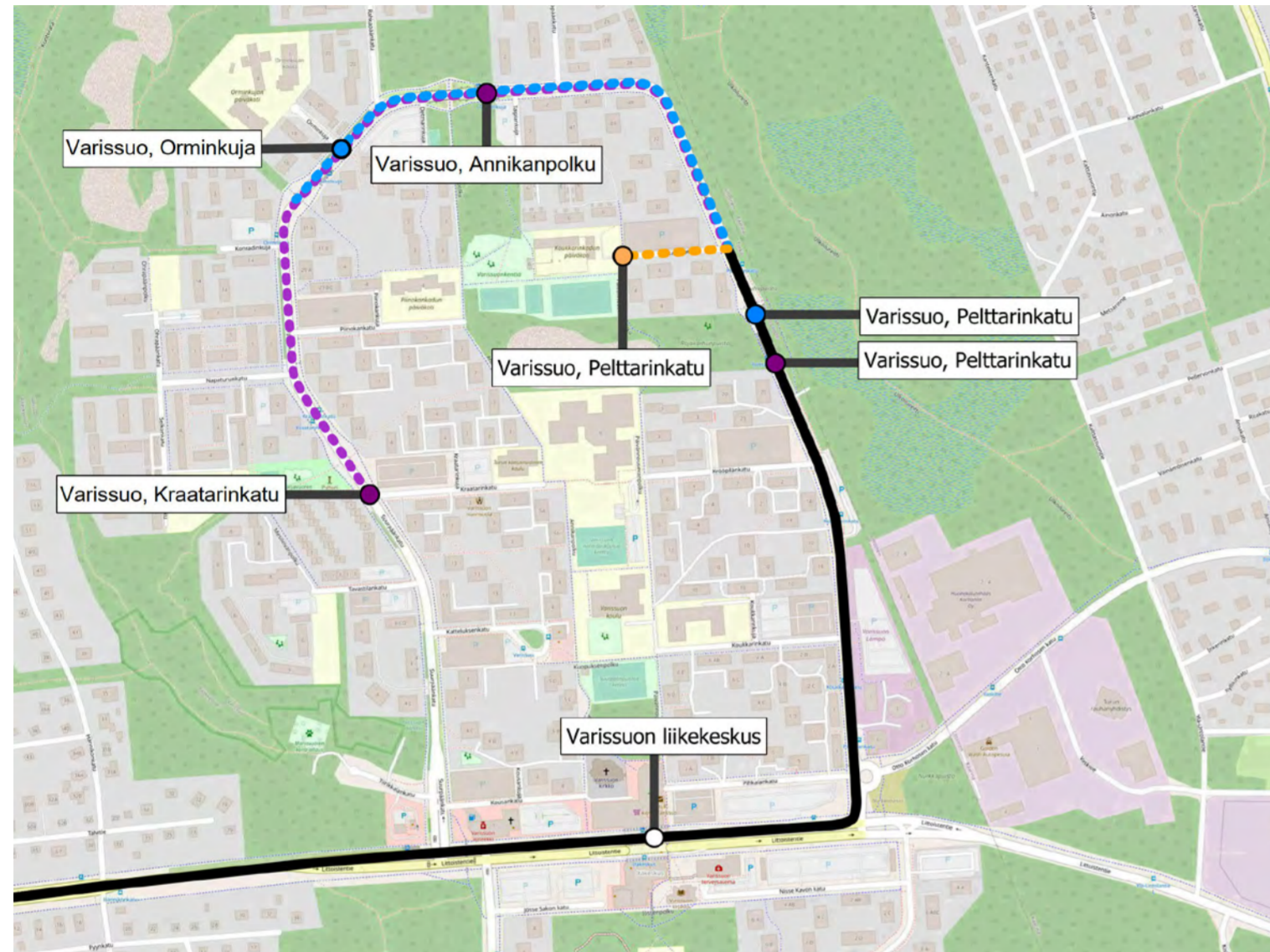
Tuomiokirkon läpi kulkeva linjausvaihtoehto

Tuomiokirkon läpi kulkevat raitiotie sekä pyöräilijät ja kävelijät. Bussit ja autoliikenne kulkevat Uudenmaankadulla. Uudenmaankadulla autoliikenteelle on pääosin yksi kaista suuntaansa, pyöräilijöille ja kävelijöille pyörätie ja jalkakäytävä molemmin puolin katua. Akatemiankadun ajoyhteys Hämeenkadulle katkaistaan. Raitiotiepysäkki sijoittuu Tuomiokirkon ja Brahenpuiston väliin. Bussipysäkki sijoittuu Uudenmaankadulle.



Kuva 2.3 Linjausvaihtoehdot Tuomiokirkolla.

2.4 LINJAUSVAIHTOEHDOT VARISSUOLLA



Kuva 2.4 Linjausvaihtoehdot Varissuolla.

Yleissuunnitelmassa on tutkittu kolmea linjausvaihtoehtoa Varissuolla (kuva 2.4), jotka poikkeavat toisistaan pituudeltaan, pysäkimäärältään ja pysäkkien sijaintien osalta. Raitiotie voi kulkea Varissuon liikekeskuksesta Karvataskunkatua pitkin Pelttarinkadun päähän nykyisen Pelttarin kentän alueelle, jolla sijaitsee raitiotien päätepysäkki. Vaihtoehtoisesti raitiotie voi kulkea Varissuon liikekeskuksesta Karvataskunkatua ja Suurpääkatua pidemmälle niin, että raitiotien päätepysäkki sijoittuu joko Orminkujan tai Kraatarinkadun kohdalle.

Pelttarinkadun linjausvaihtoehdossa raitiotiellä on 2 pysäkkiä Varissuolla, Orminkujan linjausvaihtoehdossa raitiotiellä on 3 pysäkkiä Varissuolla ja kaikkein pisimmässä linjausvaihtoehdossa, Kraatarinkadun linjausvaihtoehdossa raitiotiellä on 4 pysäkkiä Varissuolla.

Karvataskunkadulla raitiotie kulkee ajoradalla yhdessä auto- ja bussiliikenteen kanssa. Pyöräilijöille ja kävelijöille on pyörätie ja jalkakäytävä Karvataskunkadun länsipuolella. Kaikissa Varissuon

linjausvaihtoehdossa Karvataskunkadulla on kaksi bussipysäkkiä suuntaansa, ensimmäinen Koukkarinkadun kohdalla ja toinen Pelttarinkadun kohdalla. Orminkujan ja Kraatarinkadun linjausvaihtoehdoissa raitiotiepysäkki sijoittuu Karvataskunkadulla Krööpilänsäntien ja Pelttarinkadun välille.

Suurpääkadulla raitiotie kulkee ajoradalla yhdessä auto- ja bussiliikenteen kanssa. Pyöräilijöille on pyörätie Suurpääkadun etelä-/itäpuolella. Kävelijöille on jalkakäytävä molemmin puolin katua.

Orminkujan linjausvaihtoehdossa raitiotiepysäkki sijoittuu Orminkujan ja Konradinkujan välille. Orminkujan linjausvaihtoehdossa Suurpääkadulla on bussipysäkit Annikanpolun kohdalla ja Orminkujan raitiotiepysäkin kohdalla.

Kraatarinkadun linjausvaihtoehdossa Suurpääkadulle sijoittuu kaksi raitiotiepysäkkiä, ensimmäinen Annikanpolun kohdalle Valkiapäänsäntien ja Rahkapäänsäntien välille ja toinen Napaturunkadun ja Kraatarinkadun välille. Kraatarinkadun linjausvaihtoehdossa Suurpääkadulla on bussipysäkit Annikanpolun kohdalla, Konradinkujan ja Napaturunkadun välillä ja Kraatarinkadun raitiotiepysäkin kohdalla.

Pääosin raitiotie kulkee Varissuolla nykyisellä katualueella. Merkittävimminä muutoksina nykytilanteeseen on Karvataskunkadun ja Suurpääkadun alittavien nykyisten alikulkujen poistuminen raitiotiereitin kohdalla, Orminkujan ja Kraatarinkadun vaihtoehdoissa Suurpääkadun länsireunan pyörätien poistuminen, Pelttarinkadun

linjausvaihtoehdossa tarve leventää katualuetta Pelttarinkadun päässä sekä Orminkujan linjausvaihtoehdossa tarve leventää katualuetta Suurpääkatu 37 tonnin puolelle ja pysäköintialueelle. Nykyiset alikulut Karvataskunkadulla ja Suurpääkadulla ovat käyttökänsä loppupuolella ja vähäisen käytön takia ne tulisivat todennäköisesti jossain vaiheessa poistamaan ilman raitiotietäkin.

Kaikissa linjausvaihtoehdoissa raitiotien lisäksi Varissuolla liikennöi runkobussilinja nykyiselle Varissuon bussien päätepysäkilä saakka. Runkobussilinja täydentää Varissuon joukkoliikennetarjontaa sekä mahdollistaa kaikissa linjausvaihtoehdoissa lyhyet kävelyetäisyydet pysäkeille ja sujuvan vaihdon raitiotiehen.

3

VUOROVAIKUTUS

Turun raitiotien yleissuunnitelman laadinnan aikana asukkaita ja keskeisiä sidosryhmiä osallistettiin kahdessa vaiheessa: yleissuunnitelman laadinnan alkupuolella syksyllä 2021 ja yleissuunnitelman laadinnan loppupuolella keväällä 2022. Molemmissa vaiheissa toteutettiin kysely asukkaille sekä järjestettiin sidosryhmätilaisuus keskeisille sidosryhmille. Keväällä 2022 järjestettiin lisäksi elinkeinoelämän keskustelutilaisuus.

3.1 VUOROVAIKUTUS SYKSYLLÄ 2021

Syksyn 2021 vuorovaikutuksen keskeisenä sisältönä oli Design Manual ja sen teemat. Sekä asukaskyselyssä että sidosryhmätilaisuudessa kerättiin näkemyksiä kaupunkiympäristön ratkaisusta raitiotien varrella.

Asukaskysely oli auki 27.9-17.10.2021. Kyselyä markkinoitiin yleisellä tiedotteella ja kaupungin sosiaalisen median kanavissa. Lisäksi aluefoorumeissa jaettiin tietoa raitiotiehen liittyvästä asukaskyselystä. Kyselyyn tuli kaikkiaan 1 018 vastausta. Kyselyssä esimerkkikuvien avulla selvitetiin, millaista kaupunkiympäristöä asukkaat toivovat näkevänsä eri osuuksilla raitiotien varrella tulevaisuudessa. Näkemyksiä kerättiin miljöötyypeittäin, joita ovat raitiotien kortteliosuus kantakaupungissa, raitiotien historiallinen osuus Tuomiokirkon alueella, raitiotien urbaaniosuus Itäharjulla ja Linnakaupungissa sekä raitiotien naapurusto-osuus Pääskyvuorella ja Varissuolalla. Kaupunkilaisia pyydettiin vastaamaan myös kaupunkikuvaa, turvallista ja sujuvaa liikkumista sekä kaupunkiympäristön kestävyttä ja muutoksensietokykyä koskeviin väittämiin. Lisäksi kyselyssä oli mahdollisuus jättää avoimia kommentteja.

Vastaajat pitivät tärkeänä, että kaupungin eri osien tunnusomaiset piirteet näkyvät raitiotielinjalla sen sijaan, että ilme olisi yhtenäinen koko raitiotielinjalla. Tärkeänä pidettiin myös sitä, että kaduilla, joilla raitiotie kulkee, on paljon vehreyttä ja vihreyttä (puita, pensaita ja muita istutuksia) aina,

kun se on mahdollista. Vihreys ja vehreys nousivat esille erityisesti raitiotien kortteli-, urbaani- ja naapurustomiljöötyyppien kaatuympäristön esimerkkikuvien valinnoissa. Turun tuomiokirkon edustalla (historiallinen miljöötyyppi) kuvavalinnoissa korostui historialliset koristeaiheet ja materiaalit.

Opastusta ja pyöräpysäköintimahdollisuutta raitiotiepysäkin läheisyydessä pidettiin tärkeänä. Samoin kaupunkiympäristön kestävyys ja muutoksensietokyky nähtiin tärkeänä. Avoimissa vastauksissa korostui seuraavat teemat: Turun historia ja omaleimaisuus, käytännöllisyys ja vihreys, toimivat pysäkkiratkaisut ja esteettömyys sekä pyöräilyn ja muiden liikkumistapojen yhteensovittaminen.

Syksyn sidosryhmätilaisuus järjestettiin 7.10.2021 etänä Teamsin välityksellä. Sidoryhmätilaisuuden kutsu lähetettiin sähköpostitse noin 80:lle keskeisten sidosryhmien edustajalle, joista tilaisuuteen osallistui 32 henkilöä. Sidoryhmistä edustettuina olivat Turkuseura, Keskikaupunkiseura toispuol jokke, Varissuo-seura, Turun AMK:n opiskelijakunta, Kynnys ry, Vammaisneuvosto, Turun Kuurojen yhdistys, Turun kauppakamari, Turun Ydinkeskustayhdistys, Nobina, Turun Kaupunkiliikenne, Varsinais-Suomen ELY-keskus, apulaispormestari/ luottamushenkilö, valtuustoryhmät, Turun kaupungin viranhaltijat (joukkoliikenne, tonttipalvelut, Turku Waterfront, Turun museokeskus, pelastuslaitos).

Sidosryhmätilaisuudessa pohdittiin unelmien raitiotieympäristöä sekä työskenneltiin neljän teeman parissa, jotka olivat yritysten elinvoima, kestävät ratkaisut, asukkaiden viihtyisyys ja helppo liikkuminen.

Unelmien raitiotieympäristön kuvavalinnoissa korostui vihreys ja vihreys sekä viihtyisä kävely-ympäristö. Yritysten elinvoimaan liittyen toivottiin muun muassa lisää katutilaa ravintoloiden, kaupan ja muiden palveluiden käyttöön. Ratkaisujen kestävyden osalta toivottiin panostusta hulevesien hyödyntämiseen, pölyttäjille sopivien kasvilajien istutukseen, katutyökohteista saatavien kierrätysmateriaalien hyödyntämiseen sekä valosaasteen ja häiriövalon torjuntaan. Asukkaiden viihtyisyys -teemassa korostui katukasvillisuuden tärkeys. Liikkumisen helppouden osalta esille nousi turvalliset ja esteettömät ratkaisut raitiotien varrella ja pysäkeillä.

Syksyn 2021 vuorovaikutuksen keskeiset tulokset on esitetty liitteessä 3.1.

3.2 VUOROVAIKUTUS KEVÄÄLLÄ 2022

Kevään 2022 vuorovaikutuksen keskeisen sisällön muodostivat raitiotien linjausvaihtoehdot keskustassa, Tuomiokirkon kohdalla ja Varissuolla sekä niiden vaikutukset. Kerro kantasi -kyselyssä, sidosryhmätilaisuudessa ja elinkeinoelämän keskustelutilaisuudessa kerättiin asukkaiden ja keskeisten sidosryhmien näkemyksiä tarkastelluista linjausvaihtoehdoista.

Kaupunkilaisilla oli mahdollisuus kommentoida linjausvaihtoehtojen suunnitelmaluonnoksia Kerro kantasi -palvelussa 19.4.-8.5.2022. Kommentointimahdollisuutta markkinoitiin tiedotteella sekä kaupungin sosiaalisen median kanavissa. Kerro kantasi -kyselyyn jätettiin kaikkiaan 1 170 kommenttia. Kerro kantasi -kysely muodostui kolmesta kommentoitavasta alasiosta: linjausvaihtoehdot keskustassa,

linjausvaihtoehdot Tuomiokirkon kohdalla ja linjausvaihtoehdot Varissuolla. Avoimien kommenttien lisäksi kussakin alaosiassa vastaajilla oli mahdollisuus antaa äänensä parhaana pitämälleen linjausvaihtoehdolle sekä kertoa, mitkä asiat olivat heille tärkeimpinä linjausvaihtoehdon valinnassa. Linjausvaihtoehtojen äänestystulokset on esitetty kuvassa 3.1.

Linjausvaihtoehtojen äänestyksessä keskustan linjausvaihtoehdoista haarautuva linjaus ja Matkakeskuksen kautta kulkeva linjaus keräsivät lähes yhtä paljon ääniä. Keskustan linjausvaihtoehdoissa tärkeänä pidettiin raitiotieyhteyttä Matkakeskukselle sekä sujuvia vaihtoja joukkoliikennemuotojen välillä. Linjausvaihtoehdon valinnassa vastaajat painottivat raitiotiellä saavutettavia kohteita ja palveluita, keskustan vetovoimaa, joukkoliikenteen nopeutta ja täsmällisyyttä sekä helppoja vaihtoja.

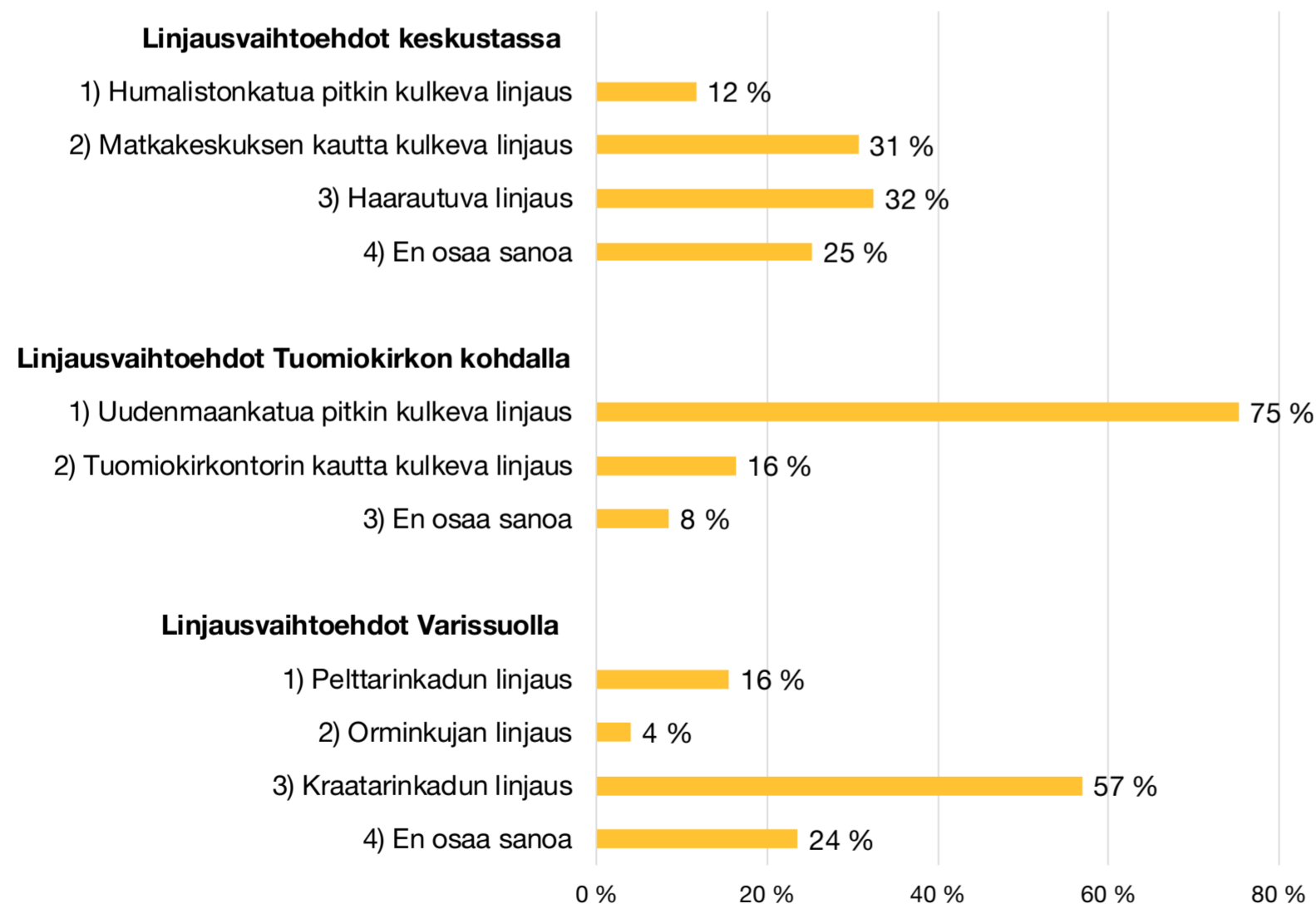
Tuomiokirkon kohdalla Uudenmaankatua pitkin kulkeva linjausvaihtoehto keräsi selvästi enemmän ääniä kuin Tuomiokirkon linjaus. Tuomiokirkon kohdalla vastaajat pitivät Uudenmaankadun linjausvaihtoehtoa hyvänä, koska sen katsottiin olevan suorempi ja sujuvampi sekä mahdollistavan helpot vaihdot ja Uudenmaankadun liikenejärjestelyiden parantamisen. Tuomiokirkon läpi kulkevaa linjausvaihtoehtoa puolestaan vastustettiin useissa kommentteissa. Tuomiokirkon kulttuurihistoriallinen ympäristö toivottiin säilytettävän nykyisellään moottoriajoneuvoliikenteeltä rauhoitettuna kävelyn, pyöräilyn ja oleskelun alueena sekä keskeisenä tapahtumapaikkana.

Varissuolla Kraatarinkadun linjaus keräsi selvästi eniten ääniä, joka oli vaihtoehdoista pisin. Sitä pidettiin saavutettavuuden kannalta parhaana, koska sen katsottiin tavoittavan eniten käyttäjiä.

Kevään sidosryhmätilaisuus järjestettiin 25.4.2022 etänä Teamsin välityksellä. Sidoryhmätilaisuuden kutsu toimitettiin sähköpostitse hieman yli sadalle keskeisten sidosryhmien edustajalle, joista 21 henkilöä osallistui tilaisuuteen. Sidoryhmätilaisuudessa edustettuina olivat Turkuseura ry, Keskikaupungin asukasyhdistys Toispual jokke ry, Varissuo-Seura ry, Runosmäkiseura ry, Itä-Turun Eläkkeensaajat ry, Esteettömyysraati, Vammaisneuvosto, Turun yliopiston ylioppilaskunta, Turun polkupyöräilijät ry, Kiinteistöliitto, Turun yrittäjät, Turun Ydinkeskustayhdistys ry, Turun Autoilijat ry, Varsinais-Suomen ELY-keskus, Turun kaupungin viranhaltijat (Turun museokeskus, Pelastuslaitos, Keskustan kehittämisen kärkihanke) sekä apulaispormestari ja valtuustoryhmän puheenjohtaja.

Sidosryhmätilaisuudessa pohdittiin raitiotien linjausvaihtoehtojen vaikutuksia elinkeinoelämään ja palveluihin, kaupunkikuvaan ja kaupunkirakenteeseen, liikenteeseen ja liikkumiseen sekä asukkaiden viihtyisyyteen ja hyvinvointiin. Lisäksi osallistujat pääsivät äänestämään linjausvaihtoehdoista.

Keskustan linjausvaihtoehtojen osalta keskustelussa korostui etenkin vaikutukset liikenteeseen ja liikkumiseen sekä muun muassa Matkakeskuksen luonteva linjaus helppoine vaihtoineen ja Humalistonkadun



Kuva 3.1 Kerro kantasi -kyselyn linjausvaihtoehtoäänestyksen tulokset.

linjaus suorana ja sujuvana. Tuomiokirkon kohdalla keskustelussa nousi esille raitiotien vaikutukset kaupunkikuvaan, liikkumisen turvallisuuteen sekä Tuomiokirkon tapahtumakäyttöön. Varissuon linjausvaihtoehtojen osalta nousi esille muun muassa Varissuon joukkoliikenteen nykyinen hyvä palvelutaso, jota raitiotien ei katsottu parantavan, sekä Kraatarinkadun linjausvaihtoehtojen hyvä saavutettavuus.

Lisäksi keväällä järjestettiin keskustelutilaisuus elinkeinoelämän keskeisille sidosryhmille. Tilaisuudessa kerättiin elinkeinoelämän toimijoiden näkemyksiä raitiotien linjausvaihtoehtoihin. Raitiotieyhteyttä Sataman, Matkakeskuksen ja Kauppatorin välillä pidettiin tärkeänä, koska siitä hyötyy niin kaupunkilaiset esimerkiksi työmatkoiltaan kuin turistitkin. Elinkeinoelämän edustajat olivat kuitenkin huolissaan raitiotien rakentamisen aikaisista haittavaikutuksista sekä siitä, että kaupungin kehittäminen painottuu vain raitiotien varteen.

Kevään 2022 vuorovaikutuksen keskeiset tulokset on esitetty liitteessä 3.2.

Lisäksi sekä syksyn että kevään kyselyiden avoimissa kommentteissa oli nostettu esille näkemyksiä raitotien rakentamisen puolesta ja vastaan, vaikka sitä ei kysytty. Valtaosa kommentteista oli kuitenkin esitettyihin kysymyksiin vastaavia.

4

DESIGN MANUAL

Turun raitiotien Design Manual on osa raitiotien yleissuunnitelmatyötä. Design Manual on laadittu tiiviissä vuorovaikutuksessa tilaajan kanssa. Design Manual on työkalu hankkeen kaupunkikuvallisen laatutason ohjaukseen raitiotien suunnittelussa ja toteutuksessa. Design Manualin avulla raitiotie nivoutuu hyvin ympäröiviin kaupunkitiloihin. Design Manualissa määritetään:

- katujen pintamateriaalit
- kalusteet ja varusteet
- raitiotie- ja valaisinpylväät
- valaistuksen laatu
- kaupunkikasvillisuuden periaatteet.

Design Manualissa raitiotie on jaettu neljään miljöötyyppiin (kuva 4.1), joista

jokaisella on omat, kaupunkitilojen piirteistä johdetut ratkaisunsa.

Tuomiokirkon edusta erottuu erityisenä historiallisena kohtana. Jaksoa korostetaan palana historiallista kaupunkia. Katutilan ratkaisuihin käytetään paljon luonnonkiveä ja historiallisen mallin mukaisia raitiotien pylväitä, joista toteutetaan myös katualueen valaistus. Osuudella käytetään Turun kaupungille suunniteltuja historiallisten pylväiden mukaan muotoiltuja uusia pylväitä.

Kortteliosuus kulkee rautatieasemalta TYKS:lle läpi Turun keskustan. Tällä tiiviin keskusta-alueen jaksolla on olennaista vaalia kaupunkikuvan nykyisten ratkaisujen jatkuvuutta ja tutkia mahdollisuuksia lisätä katutiloihin vehreyttä ja viihtyisyyttä. Hämeenkadulle on mahdollista istuttaa uusia

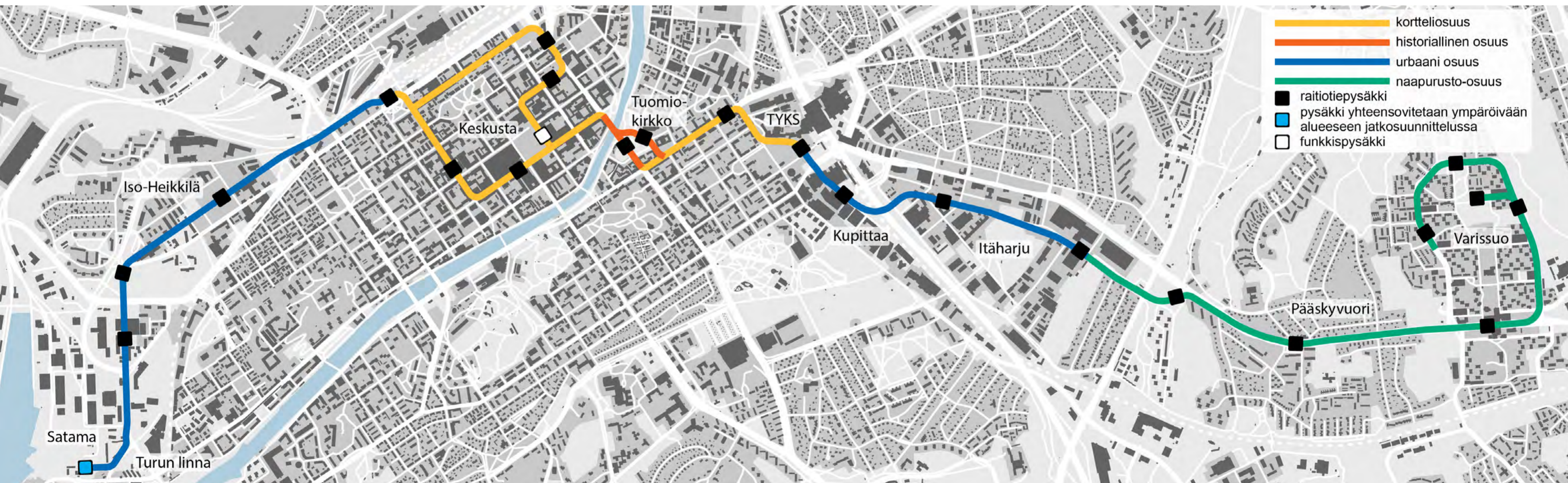
katupuita ja muualla katuvihreää voidaan lisätä istuttamalla matalaa, monimuotoista kasvillisuutta. Turun historialliset ominaispiirteet näkyvät myös kortteliosuudella raitiotien ripustuspylväissä ja runsaassa luonnonkiven käytössä.

Raitiotien urbaani osuus kulkee osaksi kantakaupunkia kehittyvillä uusilla alueilla: Itäharjulla ja Linnakaupungissa. Raitiotielin- ja materiaaleineen, kalusteineen ja varusteineen voidaan nivoa tiiviiksi osaksi uutta urbaania ja tiivistä kaupunkirakennetta käyttämällä esimerkiksi kadun viereisillä aukioilla ja katuosuuksilla yhtenäisiä materiaaleja ja kasvillisuutta.

Raitiotie tuo kaupunkimaisuutta myös naapurusto-osuudelle. Laukkavuoresta Varissuolle kulkeva osuus on raitiotielinjan vehrein, sillä se kulkee väljässä

kaupunkirakenteessa, jossa kaduille on mahdollista istuttaa lisää puita ja muuta katuvihreää. Runsaasti vihreää tiivistää laajaa tiemäistä katutilaa ja viestii siitä, että liikenne on osa asuinalueita eikä maantiekokonaisuutta. Jalkakäytävät kivetään keskustan tyyliin. Monilajiset ja -muotoiset istutukset muuttavat kadun tiemäisen ilmeen katumaisemmaksi luoden yksityiskohtia ja kiinnostavaa katsottavaa ympäri vuoden. Viherkaistoilla maksimoidaan hulevesien hyödyntäminen kasvillisuuden käyttöön. Pääskylvuoren kohdalla raitiotie kulkee omalla viherpintaisella kaistallaan, mikä lisää katualueella vettä läpäisevää pinta-alaa.

Kuvissa 4.2-4.5 on esitetty kunkin miljöötyyppin periaateratkaisuja havainnekuvineen. Liitteessä 4 on esitetty Design Manual kokonaisuudessaan.



Kuva 4.1 Raitiotien miljöötyyppit.



JALKAKÄYTÄVÄ

sahattu,
ristipäähakattu
nupukivi tai
graniittilaatta

selvitetään, onko
sillalla mahdollista
käyttää nupukiveä
asfaltin sijaan

RAITIOTIE

sileäpintainen, sahattu nupukivi
selvitetään, onko sillalla mahdollista
käyttää nupukiveä asfaltin sijaan

PYSÄKKI

ruskea nupukivi
johdattavissa radoissa
musta lohkopintainen
suorakaidelaatta
huomioraidoissa valkoinen
betoninen nystyrälatta
300mm leveät graniittiset
reunakivet

AJORATA

asfaltti

EROTUSKAISTAT

ruskea graniittilaatta
Nykyiset lehmukset
pyritään säästämään
ja niiden tyvikohta
siistitään hillitysti
korotetulla sidotulla
kivituhkalla. Alueelle
voidaan tuoda lisää
vihreää ruukuissa
olevilla kausikasvi-
istutuksilla.

PYÖRÄTIE

sileä nupukivi tai
asfaltti
selvitetään, onko
sillalla mahdollista
käyttää nupukiveä
asfaltin sijaan

Kuva 4.2 Historiallinen osuus, miljöökaavio katutilan ratkaisuiista.



Havainnekuva: WSP Finland Oy
Vaunun 3D-malli: Tampereen Raitiotie Oy/ Tampereen Ratikka



PYÖRÄTIE

asfaltti

RAITIOTIE

asfaltti tai luonnonkivi

Kauppatorilla sovitetaan yhteen torin kiveyksen kanssa

PYSÄKKI

ruskea nupukivi

johdattavissa raidoissa musta lohkopintainen suorakaidelaatta

huomioraidoissa valkoinen betoninen nystyrälatta

300mm leveät graniittiset reunakivet

AJORATA

asfaltti

LEVEÄT JALKAKÄYTÄVÄN KOHDAT

VE 1: kasvillisuus, nykyiset puut pyritään säilyttämään ja niiden hyvinvointia edistetään johtamalla hulevesiä niiden käyttöön. Kortteliosuuden kaduille lisätään kasvillisuutta aina kun mahdollista. Uusia puita mahtuu vain Hämeenkadulle, mutta muualla vihreyttä voidaan paikoin tuoda katutilaan matalammalla kasvillisuudella, kausikasvi-istutuksilla ja köynnöspylväillä. Nurmikon sijaan suositaan monimuotoisempia istutuksia.

VE 2: noppakivi, erikoisladonta

JALKAKÄYTÄVÄ

betonilaatta tai

noppakivi, erikoisladonta

Kuva 4.3 Kortteliosuus, miljöökaavio katutilan ratkaisusta.



Havainnekuva: WSP Finland Oy
Vaunun 3D-malli: Tampereen Raitiotie Oy/ Tampereen Ratikka



PYÖRÄTIE

asfaltti

RAITIOTIE

viherraide tai nurmikivi mikäli raideosuus toimii pelastusreitteinä tai

luonnonkiveys tai asfaltti

aukioiden yhteydessä aukion materiaalia jatketaan raitiotielle

pysäkkialueilla, risteyksissä ja sekaliikenteen osuuksilla aina asfaltti tai kiveys

viherpinnan tai nurmikiven ja asfaltin rajaan toteutetaan kahden kiven nupukiviraita

PYSÄKKI

ruskea nupukivi

johdattavissa raidoissa musta lohkopintainen suorakaidelaatta

huomioraidoissa valkoinen betoninen nystyrälatta

300mm leveät graniittiset reunakivet

AJORATA

asfaltti

EROTUSKAISTAT

VE 1: monimuotoinen kasvillisuus, hulevedet ohjataan mahdollisuuksien mukaan kasvillisuuspainanteisiin. Kadun kasvillisuusrakenteet ovat innovatiivisia ja puille jätetään mahdollisimman paljon tilaa. Nurmikon sijaan käytetään pensaita, perennoja ja koristeheiniä kaupunkiluonnon monipuolistamiseksi.

VE 2: noppakivi

JALKAKÄYTÄVÄ

betonilaatta

aukioiden yhteydessä aukion materiaalia jatketaan jalkakäytävälle

Kuva 4.4 *Urbaani osuus, miljöökäävio katutilan ratkaisuista.*



Havainnekuva: WSP Finland Oy
Vaunun 3D-malli: Tampereen Raitiotie Oy/ Tampereen Ratikka



PYÖRÄTIE

asfaltti

RAITIOTIE

viherraide tai nurmikivi mikäli raideosuus toimii pelastusreitteinä tai

luonnonkiveys tai

asfaltti, ks. kartta s. 28

pysäkkialueilla, risteyksissä ja sekaliikenteen osuuksilla aina asfaltti tai kiveys

viherpinnan tai nurmikiven ja asfaltin rajaan toteutetaan kahden kiven nupukiviraita

PYSÄKKI

ruskea nupukivi

johdattavissa raidoissa musta lohkopintainen suorakaidelaatta

huomioraidoissa valkoinen betoninen nystyrälatta

300mm leveät graniittiset reunakivet

AJORATA

asfaltti

EROTUSKAISTAT

VE 1: monimuotoinen kasvillisuus, hulevedet ohjataan mahdollisuuksien mukaan kasvillisuuspainanteisiin. Suositetaan puiden istuttamista monilajisiin ryhmiin, mikä luo visuaalista mielenkiintoa kaikkina vuodenaikoina naapurusto-osuuden kasvillisuuteen. Nurmikon sijaan käytetään pensaita, perennoja ja koristeheiniä kaupunkiluonnon monipuolistamiseksi.

VE 2: betonikivi

JALKAKÄYTVÄ

betonilaatta

Kuva 4.5 Naapurusto-osuus, miljöökaavio katutilan ratkaisusta.



Havainnekuva: WSP Finland Oy
Vaunun 3D-malli: Tampereen Raitiotie Oy/ Tampereen Ratikka

5

RAITIOTIEN SUUNNITTELURATKAISUT

Turun raitiotien yleissuunnitelmassa raitiotie, pysäkit, varikko sekä raitiotien toteuttamisen edellyttämät katujärjestelyt on ratkaistu sillä tarkkuudella, että hankkeen kustannuksista, toteutettavuudesta ja vaikutuksista on riittävät tiedot hankkeen viemiseksi päätöksentekoon ja hankkeen mahdollistavat asema-kaavojen muutokset voidaan käynnistää. Yleissuunnitelma on lähtökohta hallinnollisille suunnitelmille ja kaavamuuoksille.

Erikoiskuljetukset raitiotielinjauksen osuudella

Raitiotie risteää erikoiskuljetusreittien kanssa seuraavissa kohdissa:

- Täydentävä reitti 4,4x7x30 metriä (korkeus x leveys x pituus) Litoistentiellä. Tämä ei edellytä erityisiä ratkaisuja suunnitelmaan. Raitiotien ja kadun risteämiskohta Hurttivuoren pysäkin kohdalla on jatkossa huomioitava lähinnä liikenteen ohjauksen osalta, jotta leveyssuunnassa 7 metrin aukko on ajettavissa.
- Täydentävä reitti 6x7x30 metriä Jaanintielä. Ajolanka asennetaan mahdollisimman ylös ja erikoiskuljetuksen aikana ajolanka kytketään virrattomaksi. Ajolankaa voidaan nostaa manuaalisesti kuljetuksen tapahtuessa tai tarvittaessa ajolanka poistetaan erikoiskuljetuksen ajaksi.
- Täydentävä reitti 6x6x35 metriä Tykistökadulla. Ajolanka asennetaan mahdollisimman ylös ja erikoiskuljetuksen aikana ajolanka kytketään virrattomaksi. Ajolankaa voidaan nostaa manuaalisesti kuljetuksen tapahtuessa tai tarvittaessa ajolanka poistetaan erikoiskuljetuksen ajaksi.
- Täydentävä reitti 5x7x30 metriä Ratapihankadulla ja Tukholmankadulla. Ajolanka asennetaan yli viiteen metriin. Molemmilla kaduilla käytössä on 2+2 kaistaa ajoneuvoille molempiin suuntiin, joissa erikoiskuljetukset mahtuvat kulkemaan.
- Täydentävä reitti 6x6x35 metriä Juhana Herttuan puistokadulla. Ajolanka asennetaan mahdollisimman ylös ja tarvittaessa kuljetuksen ajaksi ajolanka poistetaan. Reitin pituussuunnassa Satamakadun ja Kolmen Katariinan bulevardin välillä reitti edellyttää yksipuolisten ajolankojen kannatinpylväiden ja kääntöorsien käyttöä, jotta kuusi metriä leveälle kuljetukselle jää riittävästi tilaa. Jatkosuunnittelussa ratkaistaan kummalla puolella katua kannatinpylväät sijaitsevat.

5.1 SUUNNITTELUPERIAATTEET

Liikenne ja raitiotie

Raitiotielinjalle on suunniteltu 17 pysäkki-para Humalistonkadun kautta kulkevalla linjauksella ja 18 Matkakeskuksen kautta kulkevalla linjauksessa. Raitiotie on sijoitettu omalle ajouralle niin suurelta osin kuin mahdollista. Sekaliikenneosuuksia on suunniteltu ydinkeskustan alueelle, jossa katutilat ovat ahtaat, eikä raitiotielle ole mahdollista toteuttaa omia kaistoja. Näitä kohteita on Humalistonkadulla, Eerikinkadulla, Läntisellä pitkäkadulla, Maariankadulla ja Kauppiaskadulla. Lisäksi Kupittaalla Kiinamylynkadulla ja Varissuolla Karvataskunkadulla raitiotie on sekaliikenteen osuudella.

Raitiotielle järjestetään kaikissa liikennevalo-ohjatuissa liittymissä etuudet muuhun liikenteeseen nähden. Varikko on suunniteltu Iso-Heikkilän alueelle, Kiertotähdentien pohjoispäähän. Varikko sijoittuu osittain nykyiselle rautatiealueelle.

Suunnittelussa on varauduttu raitiotieverkoston laajentumiseen Uudenmaakadun ja Hämeenkadun risteyksessä (laajentuminen Skanssin/Kaarinan suuntaan), Eerikinkadun ja Humalistonkadun (laajentuminen

Hirvensalon suuntaan) risteyksessä sekä Aninkaisten alueella, josta tulevan Matkakeskuksen pysäkiltä linja voi laajentua Runosmäen/Raision suuntaan.

Suunnitteluperusteina on tässä työssä käytetty pääsääntöisesti Tampereen raitiotien aineistoja <https://www.ratikansuunniteluohje.fi/>. Turussa raitiotien pituuskaltevuuden osalta on jouduttu suunnittelemaan jyrkempiä rataosuuksia ja tiukempia kaarresäteitä maastomuodoista ja olevasta kaupunkirakenteesta johtuen.

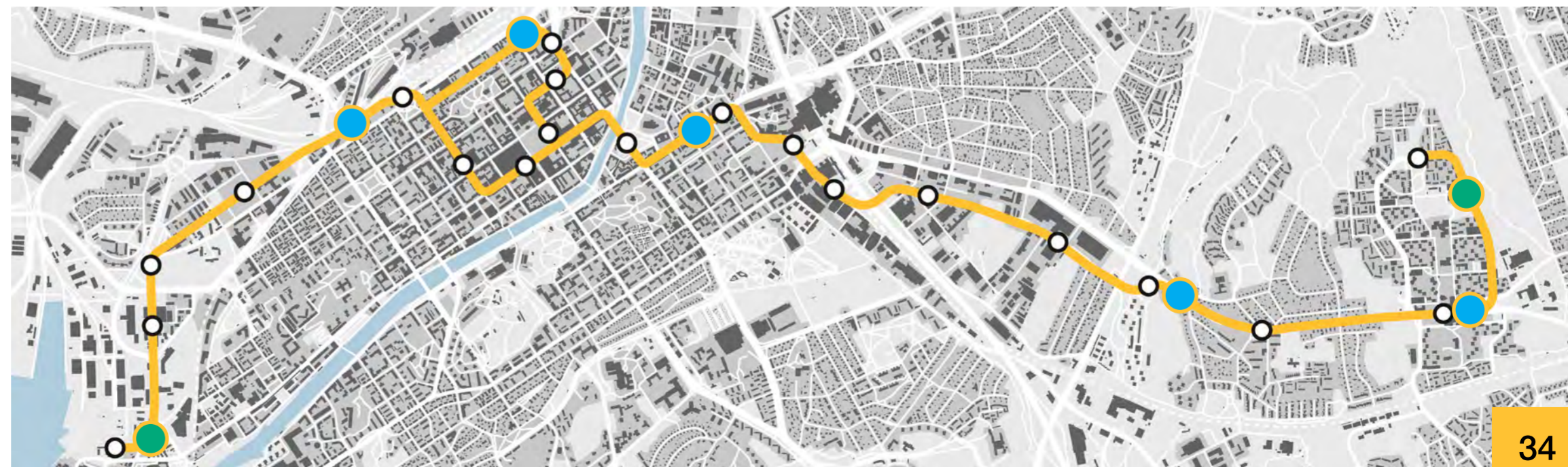
Raitiotien linjaus on pyritty suunnittelemaan mahdollisimman jouhevaksi ja geometrialtaan suuripiirteiseksi hyvän liikennöintinopeuden ja matkustusmukavuuden varmistamiseksi. Keskustan alueella raitiotien geometria on kuitenkin lähes kauttaaltaan tiukka nykyisen katuverkon mukaisesti. Raitiovaunun enimmäisnopeuden on suunniteltu olevan muun liikenteen nopeusrajoitusten mukainen.

Raitiotien geometrian lähtökohtana on, että pysty- ja vaakageometrian muutos ei tapahtuisi samalla kohdalla. Turun olemassa olevat kadut ja maastomuodot aiheuttavat kuitenkin useassa kohdassa pakotetusti

toimimaan vastoin tätä periaatetta. Tämä on syytä huomioida jatkossa raitiovaunun kaluston ominaisuuksissa ja radan kunnossapidossa.

Raitiotien puolenvaihtopaikkoja on suunniteltu päätepysäkkien lisäksi linjalle 4–5 kappaletta. Puolenvaihtopaikkojen tarvetta on arvioitu ratapituuden perusteella niin, että liikennettä voidaan poikkeustilanteissa järjestää merkittäville pysäkeille asti. Puolenvaihtopaikkojen sijoittamista ratalinjalle rajoittaa raiteen geometria sekä liittyvät muut liikennejärjestelyt. Puolenvaihtopaikan tulee sijaita suoralla rataosuudella ja lähes tasaisella. Puolenvaihtopaikat sijoituvat kuvan 5.1 mukaisesti.

Suunnittelussa on esitetty jalankulun ja pyöräilyn järjestelyiden ratkaisut koko suunnitteluosuudelta ja koko kadun poikileikkauksen osalta. Pyöräilyn järjestelyissä on ollut perusperiaatteena suunnitella keskustan alueelle yksisuuntaiset järjestelyt ja keskustan ulkopuolelle kaksisuuntaiset järjestelyt. Pyöräily ja jalankulku erotellaan toisistaan. Suunnittelussa on huomioitu muun muassa Keskustan pyöräiliikenteen tavoiteverkon luonnos ja Turun kaupunkiseudun LJS2020: pyöräilyn seutureitit 2040+.



Kuva 5.1 Puolenvaihtopaikat. ● Puolenvaihto päätepysäkillä ● Puolenvaihto linjaosuudella

Ratasähkö

Ratasähköjärjestelmän sähkösyöttöasemat liitetään osaksi Turku Energian keskijänniteverkkoa. Sähkölittymien periaatteet, syöttöasemien sijainnit sekä niihin liittyvät tekniset yksityiskohdat on yhteensovitettu Turku Energian kanssa. Syöttöasemilla muutetaan suurjännitteinen vaihtosähkö tasasähköksi, jota raitiovaunut käyttävät. Raitiovaunujen käyttämä tasasähkö on nimellisjännitteeltään 750 Vdc.

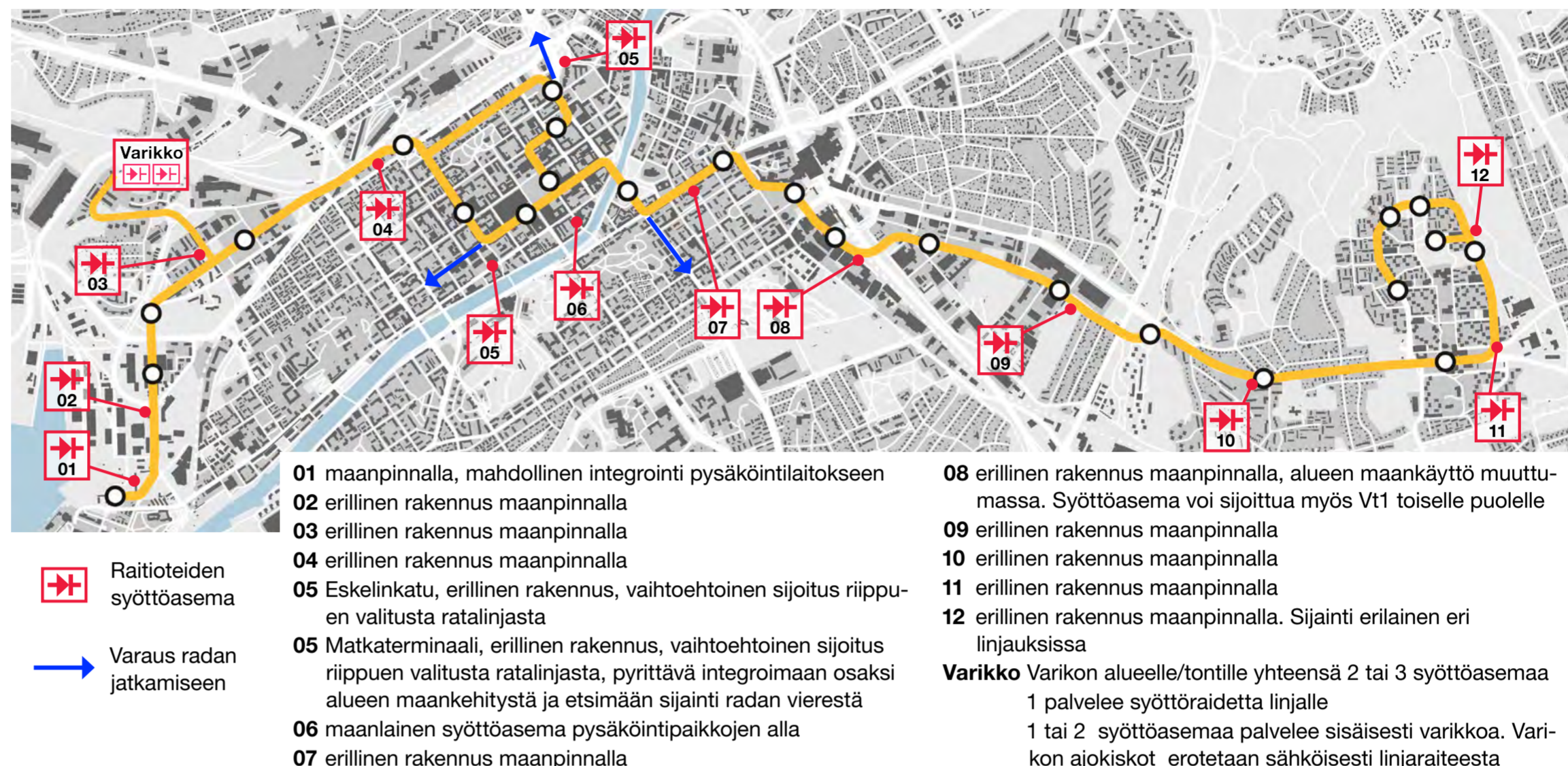
Syöttöasemien sijainnit on esitetty kuvassa 5.2. sekä suunnitelmapiirustuksissa. Syöttöasemien tarkempi sijoittuminen voi jatkosuunnittelussa vielä tarkentua. Syöttöaseman tarkempi suunnitelmakuva on esitetty liitteessä 5.4.

Syöttöasemia on suunniteltu 12 kappaletta radan läheisyyteen. Syöttöasema 06 on sijoitettu maan alle. Syöttöaseman koko on noin 115 m² (23 m x 5 m). Varikon alueelle on sijoitettu kahdennettu syöttöasema.

Syöttöasemasijoituksessa on huomioitu myös mahdolliset tulevat raitiotieverkoston laajennukset. Näitä ovat varaukset radan jatkamiseen Runosmäen/Raision, Hirvensalon tai Skanssin/Kaarinan suuntiin.

Syöttöasemilta sähköenergia siirretään raitiovaunuille syöttö- ja paluuvirtapiirin kautta. Paluuvirtapiirinä toimivat maasta erotetut ajokiskot. Ajokiskot eristetään maaperästä ja muista maanalaisista rakenteista. Syöttövirtapiirinä toimii ajojohdinjärjestelmä.

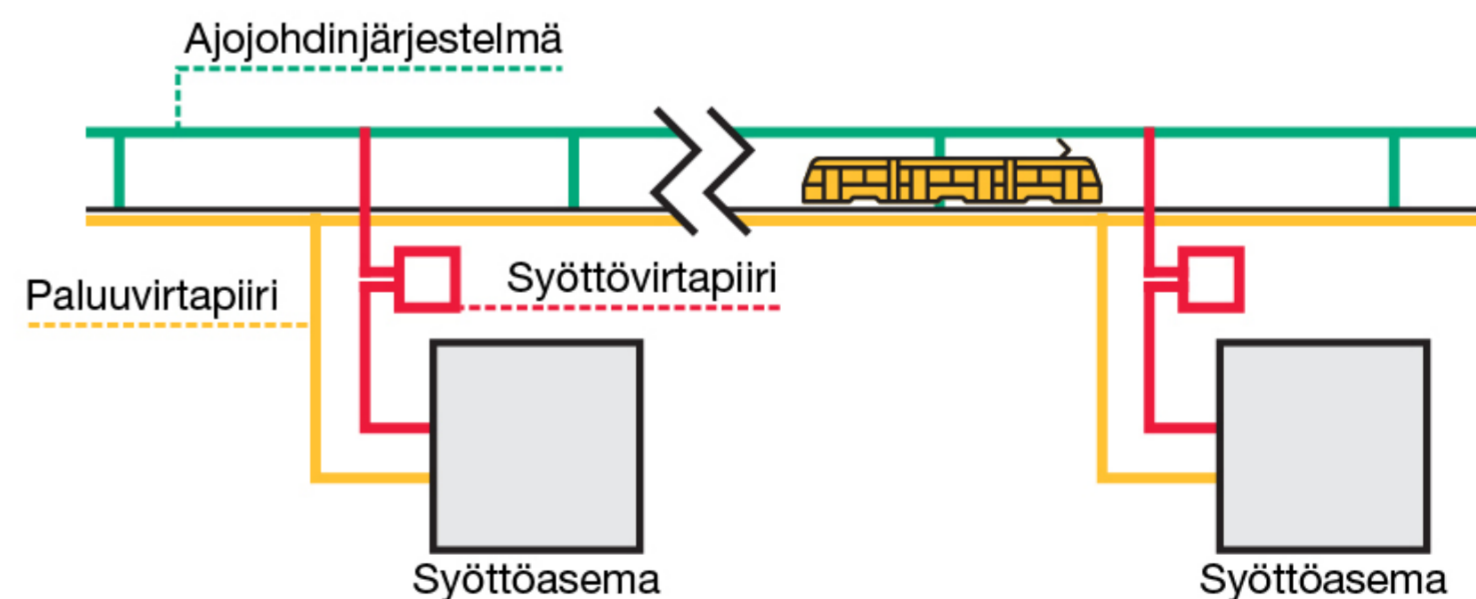
Ajojohdinjärjestelmä on suunniteltu radan yläpuolelle rakennettavilla ajojohtimilla. Raitiovaunu kytkeytyy ajojohtimeen vaunun yläpuolella olevan virroitimen avulla. Ajojohtimien normaalikorkeus on 5,8 m. Alin korkeus on 4,9 metriä ja enimmäiskorkeus on 6,0 metriä.



Kuva 5.2 Syöttöasemien sijainnit.

Ajojohdinjärjestelmä ripustetaan pylväisiin ja rakennuksien seiniin. Ajojohdinjärjestelmän ajojohtimien ripustus toteutetaan ilman tai kannattimen kanssa. Ajojohdinjärjestelmän rakenne vaihtelee alueittain. Ajojohdinjärjestelmän rakenteet on esitetty Design manuaalissa (liite 4). Rakenteet on yhteensovitettu kaupunkikuvaan ja raittien ratasähkönsyötön teknisten vaatimusten mukaisiksi. Suurin kannatusväli suorilla osuuksilla vaihtelee rakenteen mukaan 25-60 metrin välillä. Kaarteissa ja risteysalueilla on lyhyemmät kannatusvälit.

Keskustan alueen ripustus on suunniteltu toteutettavaksi mahdollisimman paljon rakennuksiin tulevilla seinäkiinnityksillä. Ajettaessa alhaisemmillä nopeuksilla on



Kuva 5.3 Ratasähköjärjestelmän pääkomponentit.

perusteltua käyttää ajojohdinjärjestelmää ilman kannatinta, joka on myös visuaalisesti kevyempi verrattuna kannattimelliseen rakenteeseen.

Keskustan ulkopuolella ajojohdin ripustetaan pääsääntöisesti pylväisiin.

Keskustan ulkopuolella olevat pidemmät suorat osuudet on suunniteltu toteutettavaksi kannattimellisella järjestelmällä. Kannattimellinen ajojohdinrakenne soveltuu paremmin alueille, joissa liikennöinti nopeus voi nousta korkeaksi, jolloin myös kaluston tehontarve kasvaa. Kannattimellisessä järjestelmässä voidaan myös pidentää pylväsväliä.

Varikko erotetaan sähköisesti muusta linjaraiteen syöttö- ja paluuvirtapiiristä. Ajojohdinjärjestelmän rakenne varikolla poikkeaa muista rakennetyypeistä alhaisen ajonopeuden ja varikon toimintojen takia.

Lähtötietojen ja suunnittelun tarkentumisen jälkeen on suositeltavaa tehdä ratasähkönsyöttöjärjestelmän simulointi. Simuloinnilla varmistetaan syöttöjärjestelmän toimivuus, ja sitä tarvitaan pääkomponenttien mitoituksessa. Ratajohdon ja sen tarvitsemien pylväiden tilavaraukset tulee ottaa huomioon katusuunnittelussa. Ratajohdon jännitteisiin osiin tulee jättää riittävät turvaetäisyydet. Tulevan ratasähkönsyöttöjärjestelmän tulee täyttää Tukes S10 luettelossa määritellyt standardit, sekä tarvittavat EN-normit.

Työn aikana tarkasteltiin raitiotien ratasähköjärjestelmän vaikutuksia tiedossa oleviin radan varren herkkiin laitteisiin (liite 5.4).

Johtosiirrot

Lähtötietoina on käytetty kaupungilta ja johtotietopalveluista saatuja johtokarttoja, kantakarttoja ja suunnitelmia. Kaikki radan alle pituussuuntaisesti jäävä kunnallistekniikka on siirrettävä. Putket ja johdot siirretään siten, että niiden huoltaminen, uusiminen ja aukikaivaminen on myöhemmin mahdollista kohtuulliseksi katsotuin toimenpitein ja ilman raitioliikenteen häiriintymistä. Radan poikkisuunnassa alittavat putket ja johdot on esitetty uusittavaksi tapauskohtaisesti. Radan poikkisuunnassa alittavat vesijohdot, paineviemärit ja kaapelit sijoitetaan suojaputkeen.

Muuta maankäytön muuttumista, kuten kaavoituksen myötä lisääntyvää asutusta, ei ole otettu huomioon putkien mitoituksessa. Vesihuolto- ja kaapeliverkoston muuta uusimistarvetta ei ole tässä suunnitelmasa huomioitu. Vesihuollon kaivannot on kustannuksissa laskettu tehtäväksi tuettuin kaivantoina.

Geotekniikka

Lähtötietoina on käytetty kaupungeilta saatuja pohjatutkimustietoja, maaperäkartoja sekä vanhoja katusuunnitelmia. Myös täydentäviä pohjatutkimuksia on tehty yleissuunnitelman aikana. Yleissuunnitelmaa varten saadut lähtötiedot ovat riittäviä pohjanvahvistustoimenpiteiden arvioimiseksi yleissuunnitelmatasolla. Raitiotielinjaus ei sijoitu miltään osin pohjavesialueelle.

Raitiotielle ei sallita painumista. Painumat estetään perustamalla raitiotie matalilla pehmeikköalueilla massanvaihdon varaan.

Syvillä pehmeikköalueilla raitiotie perustetaan paalulaatalle. Stabiloinnilla tai kevennetyillä siirtymärakenteilla ehkäistään raitiotien ja ajoratojen välistä painumaeroa. Jalankulun ja pyöräilyn väylät perustetaan pehmeikköalueilla maanvaraisesti. Tuomiokirkon alueella Uudenmaankadulla ja Tuomiokirkontorilla paalulaatta ei ole toteuttamiskelpoinen arkeologisten esiintymien vuoksi. Liitteessä 5.5 on vertailtu Tuomiokirkon alueella erilaisia pohjanvahvistusvaihtoehtoja ja niiden toteuttamiskelpoisuutta. Vertailussa mukana ollutta siltamaista rakennetta on käytetty myös linjauksen länsipäässä.

Raitiotien rakenneerrokset suunnitellaan routimattomiksi. Pohjanvahvistustoimenpiteet on esitetty kuvan 5.4 yleiskartassa ja pohjanvahvistussuunnitelmissa (liite 5.7). Toimenpiteet on pyritty määrittämään siten, etteivät ne laajene merkittävästi seuraavissa suunnitteluvaiheissa. Valitut ratkaisut eivät ole useimmissa kohteissa ainoita vaihtoehtoja, vaan todennäköisimpiä. Seuraavissa suunnitteluvaiheissa pohjanvahvistusratkaisuja voidaan arvioida tarvittaessa uudelleen.

Sillat

Ratalinjalla on kolme nykyistä siltapaikkaa, joihin on esitetty toimenpiteitä ratalinjan rakentamisen vuoksi. Nykyisistä silloista neljä on suunniteltu raitiotien rakentamisen myötä poistettaviksi. Poistettaviksi esitetyt sillat ovat nykyisiä jalankulun ja pyöräilyn eritasoratkaisuja Varissuon alueella, joissa poistettavien siltojen määrä vaihtelee linjausvaihtoehdosta riippuen. Alitukset korvataan tarvittaessa liikennevalo-ohjatuilla kadun

ylityksillä. Nykyiset alikulut eivät palvele reitistöä tavoitetilanteen mukaisesti ja sillat eivät sovellu sellaisinaan raitiotieratkaisuun.

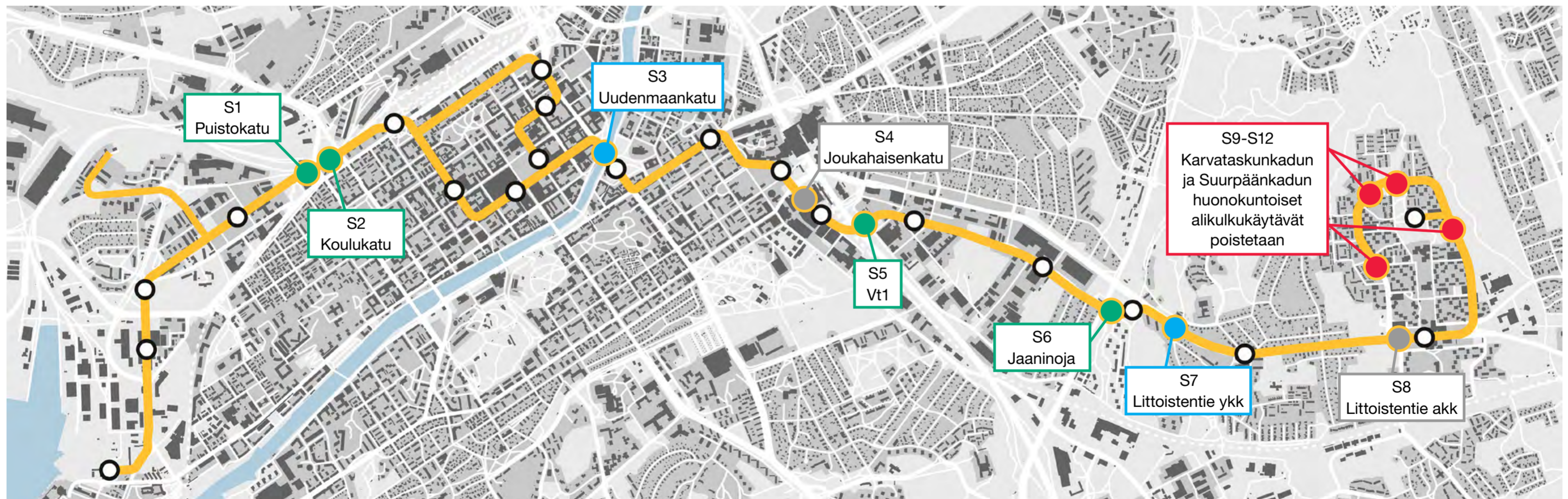
Kokonaan uusia siltoja ratalinjalle on esitetty neljä kappaletta: Puistokadun, Koulukadun, Jaaninojan ja Vt1:n ylittävät sillat. Tuomiokirkkosilta Uudenmaankadulla on tätä työtä tehtäessä selvitystyön alla sen kantavuuden osalta. Mahdolliset toimenpiteet tulevat tarkentumaan jatkossa. Raitiotielinjakuksen matkalla on myös kaksi siltaa, joihin ei kohdistu toimenpiteitä: Kupittaalla Joukahaisenkadulla oleva jalankulkusilta sekä Littoistentiellä Suurpäänkadun alikulku.

Kuvassa 5.5 on esitetty siltapaikat.



Kuva 5.4 Pohjanvahvistustoimenpiteet (Eerikinkadulla on kohtia, jossa paalulaattaa ei tarvita).

== paalulaatta == stabilointi + teräsbetoniarina == siltamainen rakenne

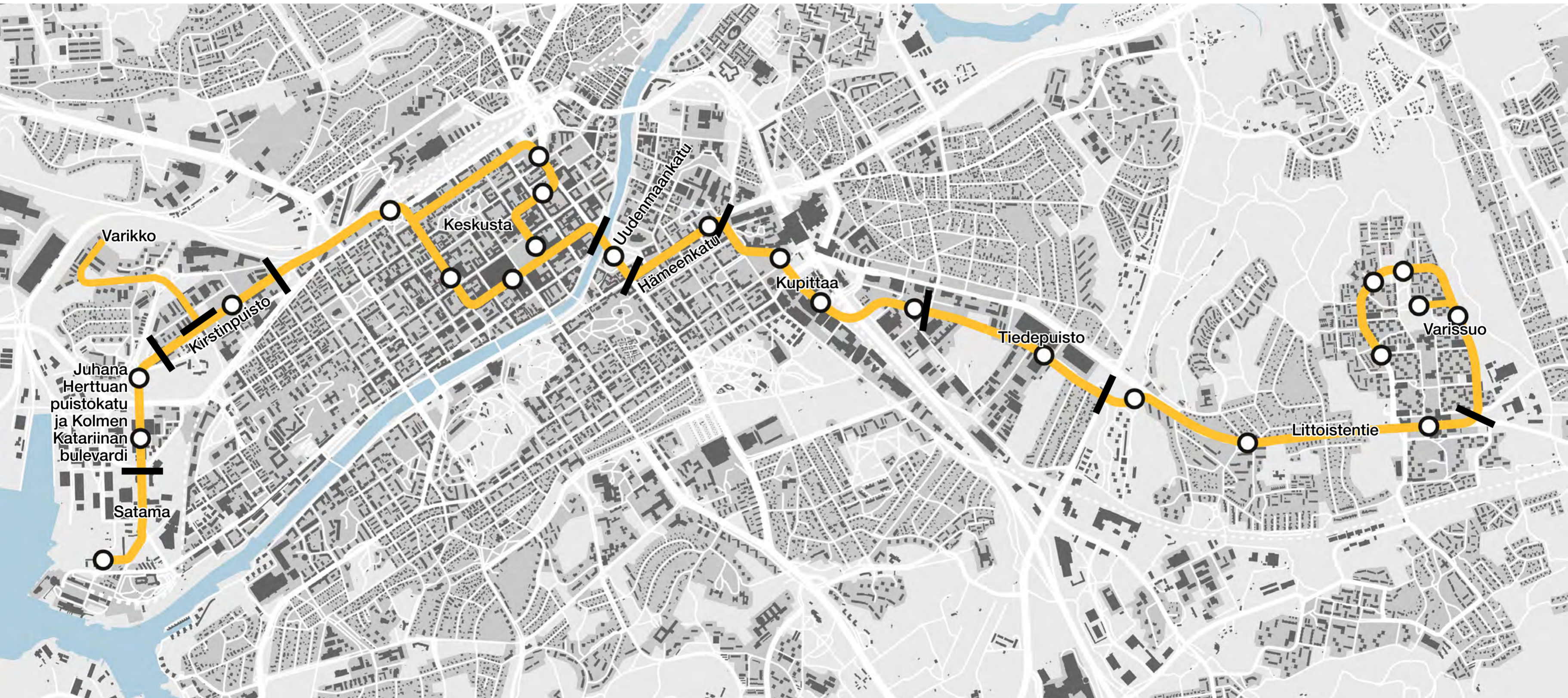


Kuva 5.5 Siltapaikat.

● Uusi silta ● Nykyinen silta, johon kohdistuu muutoksia ● Nykyinen silta, ei muutoksia ● Nykyinen silta, poistetaan

5.2 KATUKOHTAISET SUUNNITTELURATKAISUT

Jatkossa on kuvattu katukohtaisia suunnitteluratkaisuja noudattaen kuvan 5.6 mukaista jaottelua.



Kuva 5.6 Katukohtaisten suunnitteluratkaisujen jaottelu.

SATAMA

Liikenne ja raitiotie

Sataman alueelle sijoittuvan raitiotien ja sen päätepysäkin suunnittelu on perustunut koko alueen uudistukseen. Rata on sijoitettu Satamakadun pohjoisreunaan omalle kaistalleen. Päätepysäkki sijoittuu keskeiselle paikalle, josta on hyvät yhteydet terminaalin. Pysäkin välittömään läheisyyteen on varattu tilaa pyöräpysäköinnille ja kaupunkipyörille. Satamakadun molemmin puolin on suunniteltu kaksisuuntaiset pyörätiejärjestelyt.

Raitiotierata on esitetty toteutettavaksi viherherratana, jonka molemmin puolin on puurivi. Raitiotien ajolankapylväät sijoittuvat molemmin puolin raitiotietä istutuskaistoille. Raitiotien puolenvaihtopaikan osuudella rata-alue on asfaltti-, kivi-, tai betonipintainen huollettavuuden vuoksi. Päätepysäkin raiteenvaihtopaikka sijoittuu ennen pysäkkiä, koska tilaa pysäkin jälkeen ei ole.

Sähkönsyöttöasema on esitetty sijoitettavaksi Satamakadun pohjoispuolelle suunnitteilla olevan pysäköintilaitoksen yhteyteen. Sähkönsyöttöasemalle on esitetty myös vaihtoehtoinen sijainti päätepysäkin eteläpuolelle.

Sataman uuden terminaalin havainnekuvia on esitetty kuvassa 5.7.

Johtosiirrot

Sataman alueella putki- ja johtosiirrot voidaan toteuttaa vähäisillä siirroilla. Kaavailun pysäköintilaitoksen kohdalla joudutaan tekemään nykyisen muuntamon siirto. Muuntamo siirretään jalkakäytävän taakse viheralueelle. Muuntamon sijainti on esitetty suunnitelmissa.

Geotekniikka

Raitiotie perustetaan paalulaatan varaan.



Kuva 5.7 Havainnekuvia ORIGAMI-terminaalista, PES-Arkkitehdit Oy.

JUHANA HERTTUAN PUISTOKATU JA KOLMEN KATARIINAN BULEVARDI

Liikenne ja raitiotie

Satamakadun ja Tukholmankadun välinen osuus raitiotiestä sijoittuu Juhana Herttuan puistokadulle sekä uuden asuinalueen sisälle sijoittuvalle Kolmen Katariinan bulevardille. Juhana Herttuan puistokadulla raitiotie sijoittuu kadun keskelle asfaltti-päällysteiselle joukkoliikennekaistalle, jossa

voidaan liikennöidä myös busseilla. Raitiotie jatkuu edelleen joukkoliikennekatuna Kolmen Katariinan bulevardille, jossa sijaitsee myös raitiotiepysäkki. Kolmen Katariinan bulevardin osuus perustuu jo aiemmin laadittuihin kadun rakennussuunnitelmiin.

Tukholmankadun ja Ruissalontien välinen osuus on suunniteltu ainoastaan raitiotien

käyttöön viherratana. Raitiotien pysäkki on sijoitettu Ruissalontien risteuksen eteläpuolelle. Tällä osuudella on yksisuuntaiset pyörätiejärjestelyt.

Kolmen Katariinan bulevardilla on puurivit molemmin puolin raitiotietä, joille varatulla tilalla sijaitsee myös ajolankapylväät. Juhana Herttuan puistokadulla reunapylväille on

varattu tila kivetyiltä erotuskaistoilta.

Sähkönsyöttöasema on sijoitettu Juhana Herttuan puistokadun raitiotiestä erkaantuvalla osalla. Asema on nykyisellä yksityisellä tontilla.

Johtosiirrot

Kunnallistekniset siirrot sijoittuvat Juhana Herttuan puistokadulla pääosin kadun länsipuolelle. Alueelle on tehty vesijohtojen ja viemäreiden osalta erillistä suunnittelua Hoviväenkadun osuudelle ja nämä suunnitelmat on huomioitu laadituissa johtosiirtosuunnitelmissa.

Alueelle sijoittuu Hoviväenkadun ja Juhana Herttuan puistokadun kautta kulkeva 110 kV:n kaapelikanava. Kaapelikanava pidetään nykyisellä paikallaan. Kaapelikanavan peittösyvyys ei ole tarkalleen tiedossa, joten kanavan alittaessa raitiotien linjauksen on kaapelikanavaa tarvittaessa laskettava tai nostettava niin, että se tulee paalutattavan yläpuolelle ja tarvittavalle peittösyvyydelle raitiotien kiskojen perustuksista. Kanavan siirrossa on noudatettava omistajan Turun Energian ohjeita.

Geotekniikka

Raitiotie perustetaan pääosin paalulaatan varaan, lukuun ottamatta raitiotien alittavien suurten hulevesiputkien ja –tunnelin kohtaa, johon tulee siltamainen rakenne.



Kuva 5.8 Havainnekuva Kolmen Katariinan bulevardin kohdalta.

Havainnekuva: WSP Finland Oy
Vaunun 3D-malli: Tampereen Raitiotie Oy/ Tampereen Ratikka

KIRSTINPUISTO

Liikenne ja raitiotie

Koko Kirstinpuiston osuudella raitiotie sijoittuu omalle kaistalleen. Pysäkki sijoittuu Artturinkadun itäpuolelle. Radan molemmin puolin on puurivit sekä jalankulun ja pyöräilyn yhteydet. Raitiotie on viherratana vaihde- ja risteysalueita lukuun ottamatta. Kirstinpuiston alueella ajoneuvoliikennettä ei ole raitiotien suuntaisesti. Ruissalontien pohjoispuolella sijaitsevan Vaasanpuiston puistoalueen kohdalla jalankulun ja pyöräilyn järjestelyt on esitetty tavallista kapeampina, jotta puistoon ja kallioon kohdistuvat toimenpiteet jäävät mahdollisimman vähäisiksi.

Ratasähköpylväät sijoittuvat raiteiden väliin Kirstinpuiston osuudella.

Sähkönsyöttöasema sijoittuu Kirstinpolulle, varikolle erkaantuvalla ratahaaralla.

Johtosiirrot

Kirstinpuiston osuus on uutta kaava-alueita, joka on suunnitteilla ja rakenteilla. Alueen johtosiirroissa on huomioitu alueelta laadittujen suunnitelmien yhteensovitus muun muassa raitiotien alittavan vesihuollon osalta.

Geotekniikka

Raitiotie perustetaan pääosin paalulaatan varaan sekä maanvaraisesti. Paalulaatalle perustettavan linjan osuus alueella on noin 65%.

KESKUSTA

Liikenne ja raitiotie

Kirstinpuiston alueelta siirryttäessä kohti keskustaa on suunnittelussa ollut lähtökohtana, että nykyinen satamaraide tullaan poistamaan käytöstä ja raitiotie sijoittuu nykyisen maanpinnan tasoon Kirstinpuiston ja nykyisen päärautatieaseman välisellä osuudella. Tällä osuudella raitiotie sijoittuu omalle kaistalleen, joka on esitetty viherratana. Raitiotien eteläpuolelle sijoittuu uusi laadukas pyöräilyn ja kävelyn yhteys, josta itäinen osa on pyöräkatua tonteille ajon vuoksi. Puistokatu ja Koulukatu ylitetään uusilla silloilla, joilta on jalankulun ja pyöräilyn yhteydet kaduille.

Keskusta-alueella raitiotien sijoittaminen katutilaan aiheuttaa useissa kohdissa mitoitushaasteita ja edellyttää erityisratkaisuja.

Nykyisen päärautatieaseman edustalle sijoittuu raitiotiepysäkki. Aseman edusta on esitetty jatkossa vain joukkoliikenteen, pyöräilyn ja kävelyn käyttöön. Saattoliikenteelle on varattu tila Ratapihankadun reunalle. Aseman läheisyydessä esitetyt ratkaisut vaikuttavat myös Rautatien puistoalueeseen Humalistonkadulla, jossa katutila levenee puiston suuntaan.

Läntisellä Pitkädulla raitiotie on seka-liikennekaistoilla kapean katutilan vuoksi. Kadulla on säilytetty myös kadunvarsipyöräilymahdollisuus. Pyöräily tapahtuu ajoradalla. Kauppiaskatu on esitetty katkaistavaksi autoliikenteen osalta Läntisen Pitkädun risteyksessä.

Tulevan matkakeskuksen alueella raitiotie sijoittuu omille kaistoilleen ja pysäkki on nykyisen linja-autoaseman länsipuolella.

Raitiotien laajentumisvaraus Raison suuntaan on huomioitu pysäkin pohjoispäästä.

Aninkaistenkadun ja Maariankadun risteyksessä raitiotien geometria on koko linjauksen haastavin. Nousu Aninkaiskenkadulta on melko jyrkkä ja käänös Maariankadulle sijoittuu osittain pystygeometrian muutoksen kanssa päällekkäin. Tämä on huomioitava jatkossa sekä kaluston ominaisuuksissa että raitiotien kunnossapitovaatimuksissa.

Aninkaistenkadulla raitiotie on kadun länsireunalla, josta raitiotie kääntyy Maariankadulle, ollen siellä kadun keskellä. Pysäkki on Puutorin kohdalla, jossa ratkaisuna on keskilaituripysäkki. Aninkaistenkadulla ja Maariankadulla raitiotien sijoittaminen kadulle omille kaistoilleen vähentää autoliikenteen kaistakapasiteettia merkittävästi nykyisestä. Aninkaistenkatu etelään Eerikinkadulle asti on yhdenmukaistettu kaistakapasiteetin osalta, koska suuremmasta kaistamäärästä ei olisi juurikaan kapasiteettihyötyä. Aninkaistenkadun pyöräilyn olosuhteita voidaan parantaa Maariankadun ja Eerikinkadun välisellä osuudella autoliikenteen kaistamuutosten ansiosta.

Kauppiaskadulla raitiotie on huoltoliikenteelle sallitulla katuosalla. Pysäkki sijoittuu Kauppiaskadun ja Eerikinkadun risteyksen pohjoispuolelle, kauppatorin itälaitaan. Kauppiaskadun taksiasema on siirrettävä. Korvaava sijainti voi olla esimerkiksi Eerikinkadulla välillä Kristiinankatu-Humalistonkatu, tai Linnankadulla. Vaihtoehtoisesti Eerikinkadun tai linja-autoaseman nykyisiä taksiasemia voidaan laajentaa.

Eerikinkadulla raitiotie on osittain omilla kaistoillaan ja osittain

joukkoliikennekaistoilla. Käytävissä oleva katutila on ahdas kaikille nykyisille toiminnolle ja raitiotielle. Autokaistoja ja pysäköintiä on esitetty rajoitettavaksi, jotta joukkoliikenteen toimintaedellytykset voidaan turvata. Humalistonkadun linjausvaihtoehdossa raitiotien pysäkki on sijoitettu Aurakadun ja Kristiinankadun väliselle katuosuudelle, joka on joukkoliikennekatu.

Humalistonkadun linjausvaihtoehdossa Humalistonkatu on esitetty muutettavaksi joukkoliikennekaduksi Eerikinkadun ja Puutarhakadun välisellä osuudella. Huolto- ja tontille ajo on edelleen sallittu. Humalistonkadulla raitiotiepysäkki on sijoitettu Yliopistonkadun risteyksen pohjoispuolelle.

Humalistonkadulla pyöräily on yksisuuntaista pyörätie ja -kaistojen hybridiratkaisuilla. Huoltoliikenteelle on osoitettu huoltopaikkoja kadun varrelle ja risteäville kaduille.

Keskustassa huolto- ja jakeliikenteen olosuhteet tulevat raitiotien myötä muuttamaan nykyisestä. Huollolle varattuja paikkoja joudutaan joillain alueilla sijoittamaan nykyistä etäämmällä liiketiloista, jotta raitiotien toimintaedellytykset voidaan taata. Huoltopaikkoja on sijoitettu mahdollisuuksien mukaan raitiotien suuntaisille kaduille, kuten myös sivukaduille. Jakeliikenteestä on pyydetty näkemyksiä keskustan raitiotiereittien varren kiinteistöiltä tammi-maaliskuussa 2021.

Keskustan alueella raitiotien ajolankoja kiinnitetään mahdollisimman laajalti rakennuksien seiniin. Tarvittaessa järjestelmää täydennetään ajolankapylväillä.

Keskustan alueella yksi sähkönsyöttöasemista sijoittuu Kauppiaskadun alle kirjaston edustalla. Jatkosuunnittelussa tämän syötöaseman osalta on tarkennettava aseman mitoitusta ja huoltojärjestelyjä.

Johtosiirrot

Läntinen Pitkätie on keskustan katualueista ahtain vesihuollon siirtojen kannalta. Humalistonkadun liittymästä itään päin Läntistä Pitkätietä kadun alkuosuudella johtosiirtojen sijainnit sijoittuvat varsin lähelle raitiotien paalulaattaa ja kiinteistön seinälinjoja. Kunnallistekniikan huoltojen ja saneerausten aikana todennäköisesti toinen suunta raitoliikenteestä on poissa käytöstä tilan ahtaudesta johtuen.

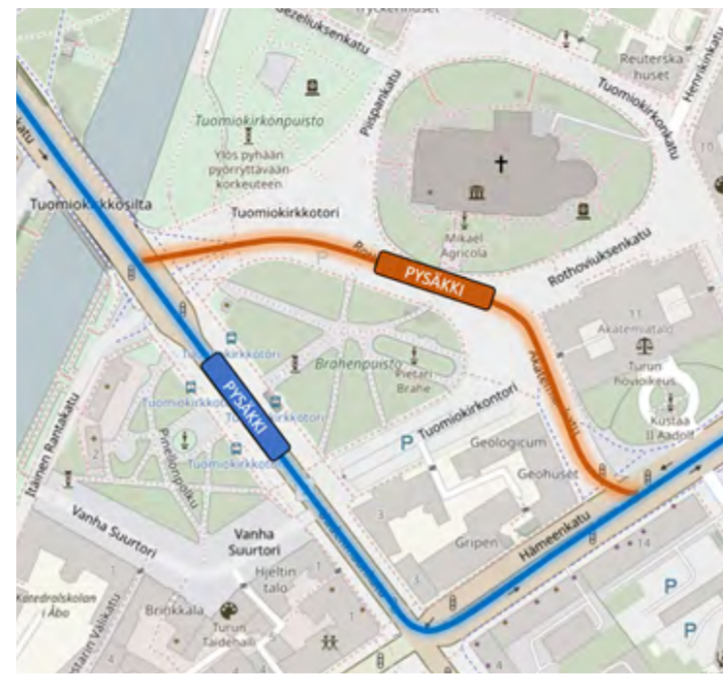
Läntisellä Pitkätiekadulla oleva 110 kV:n kaapelikanala on esitetty siirrettäväksi Ratapihankadulle ja kanala liittyy nykyiseen kanaaliin Käsityöläiskadun kautta.

Kauppiaskadulla torin kohdalla johtosiirrot on toteutettu kadun saneerauksen yhteydessä.

Geotekniikka

Raitiotie perustetaan alueella paalulaatan varaan sekä maanvaraisesti vaihdellen eri linjauksen osuuksilla. Paalulaatalle perustettavan linjan osuus alueella on noin 50%.

UUDENMAANKATU



Kuva 5.9 Uudenmaankadun ja Tuomiokirkon linjausvaihtoehdot.

Liikenne ja raitiotie

Raitiotie on suunniteltu kadun keskelle joukkoliikennekaistoille. Bussien ja raitiotien yhteiskäyttöpysäkki sijoittuu Tuomiokirkon kohdalle ja on mitoitettu muita yhteiskäyttöpysäkkejä pidemmäksi, jotta pysäkillä mahtuu samanaikaisesti kaksi bussia ja yksi raitiovaunu. Uudenmaankadun suuri bussiliikenteen määrä asettaa raitiotien liikennöinnille haasteita, jonka vuoksi jatkossa onkin tarpeen selvittää mahdollisuutta siirtää osa bussilinjoista vaihtoehdoisille reiteille.

Uudenmaankadun osalta katujärjestelyjä on suunniteltu etelään Kupittaankadulle asti. Autoliikenteen kaistakapasiteetin vähentyessä Tuomiokirkkosillalla, voidaan Uudenmaankadun järjestelyt sovittaa muutuneeseen tilanteeseen. Hämeenkadun ja Kupittaankadun välisellä osuudella etenkin pyöräilyn järjestelyitä on parannettu.

Uudenmaankadun kohdalla on tehty myös vaihtoehtotarkastelu, jossa raitiotie linjataan



Kuva 5.10 Havainnekuva Uudenmaankadun linjaus.



Kuva 5.11 Havainnekuva Tuomiokirkkotorin linjaus.

Uudenmaankadulta Tuomiokirkkotorin kautta Hämeenkadulle. Tässä vaihtoehdossa Uudenmaankadun bussipysäkkijärjestelyt voivat säilyä nykyisen kaltaisina. Raitiotien pysäkki on sijoitettu Tuomiokirkon itäreunalle aukioimaisella ratkaisulla. Myös raitiotie on tässä linjausvaihtoehdossa esitetty aukioimaisesti Tuomiokirkontorille Uudenmaankadun ja Hämeenkadun välille.

Johtosiirrot

Johtosiirtojen osalta on huomioitu Uudenmaankadun, Hämeenkadun ja Tuomiokirkontorin linjausvaihtoehdon osuudella olevat maanalaiset rakenteet. Näitä historiallisia kohteita on pyritty säästämään johtojen sijoittelulla, mm. vesijohdon osalta peitesyvyys on rakenteiden alapinnan tasolla. Johtosiirrot arkeologisilla alueilla on kuvattu tarkemmin liitteissä 5.5-5.7.

Geotekniikka

Raitiotie perustetaan Uudenmaankadulla pääosin siltamaisen rakenteen varaan. Siltamaiseen rakenteeseen päädyttiin alueella sijaitsevien tärkeiden suojeltavien arkeologisten kohteiden vuoksi. Alueella on kadun rakennekerrosten alapuolella vanhoja keskiaikaisia talojen rakenteita, joiden yli siltamaisella rakenteella päästään kajoamatta muurirakenteisiin. Siltamainen rakenne koostuu kantavista pilarilinjoista sekä maanpintaan sijoittuvasta, arviolta noin 0,7 - 1 m paksusta kansirakenteesta, jonka päälle raitiotielinja rakennetaan.

HÄMEENKATU

Liikenne ja raitiotie

Hämeenkadulla raitiotie on kadun keskellä joukkoliikennekaistoilla. Samoilla kaistoilla liikennöivät bussit käyttävät myös yhteistä pysäkkialuetta kadun itäpäässä Kiinamyllynkadun risteyskosen tuntumassa.

Hämeenkadulla käytettävissä oleva tila on käyttäjä- ja liikennemääriin nähden melko kapea. Kadulle on kuitenkin esitetty mm. huoltopaikkoja ja jonkin verran lyhytaikaista pysäköintiä.

Pyöräily on esitetty Hämeenkadulla yksisuuntaisena pyörätie- ja pyöräkaistajärjestelyin.

Ratasähkön osalta Hämeenkadulla on tilan puutteen vuoksi käytettävä sekä ratasähköpylväitä, että seinäkiinnityksiä. Ajolanka ripustetaan köysiportaaliratkaisun avulla. Sähkönsyöttöasema sijoittuu Hämeenkadun ja Kerttulinkadun risteykseen, Työterveysalton piha-alueelle.

Johtosiirrot

Hämeenkadulla johtosiirtojen osalta ei ole erityisiä ongelmakohtia. Raitiotien alittava kunnallistekniikka uusitaan osittain ja pituussuuntaista tekniikkaa siirretään pois raitiotien alta.

Geotekniikka

Raitiotie perustetaan alueella paalulaatan varaan sekä maanvaraisesti vaihdellen eri linjauksen osuuksilla. Paalulaatalle perustettavan linjan osuus alueella on noin 70%.



Havainnekuva: WSP Finland Oy
Vaunun 3D-malli: Tampereen Raitiotie Oy/ Tampereen Ratikka

Kuva 5.12 Havainnekuva Hämeenkadulta.

KUPITTA

Liikenne ja raitiotie

Kiinamylynkadulla raitiotie on pääosin sekaliikennekaistoilla. Pyöräily on esitetty yksisuuntaisena pyörätie- ja pyöräkaistajärjestelyin. Vähä Hämeenkatu on esitetty katkaistavaksi autoliikenteeltä.

Uuden sairaalakorttelin pohjoisreunalla raitiotie leventää katualuetta pysäkin vuoksi. Tämän takia tontin järjestelyihin on tehtävä muutoksia ajoyhteyksien ja istutusten osalta.

Joukahaisenkadulla raitiotie on sijoitettu kadun keskelle. Raiteet siirtyvät kadun pohjoisreunalle Kupittaaan kampuksen pysäkin länsipuolella. Pysäkin kohdalla on muutettava tontin ajoyhteyksiä, jotta pysäkillä saadaan varattua riittävän pitkä tila. Pysäkki on raitiotien ja bussien yhteiskäytössä. Pysäkin itäpuolelta raitiotie nousee sillalle, jolla ylitetään Helsinginkatu.

Sähkönsyöttöasema on sijoitettu Helsinginkadun ylittävän sillan eteläpäättyyn. Syöttöaseman sijaintia voidaan tarkastella vaihtoehtoisin sijainteihin jatkosuunnitelun yhteydessä. Asema voi olla esimerkiksi sillan maatuikiin integroitu tai se voi sijoittua myös uuden sillan pohjoispäähän.

Johtosiirrot

Kupittaaan alueella johtosiirtojen osalta ei ole erityisiä ongelmakohtia, vaikkakin kunnallistekniikka on sijoitettava melko ahtaaseen tilaan mm. Kiinamylynkadulla. Raitiotien alittava kunnallistekniikka uusitaan osittain ja pituussuuntaista tekniikkaa siirretään pois raitiotien alta.

Geotekniikka

Raitiotie perustetaan alueella paalulaatan varaan sekä maanvaraisesti vaihdellen eri linjauksen osuuksilla. Paalulaatalle perustettavan linjan osuus alueella on noin 25%.

TIEDEPUISTO

Voimakadun osuuden suunnittelu on tehty erillisenä yleissuunnitelmana (Ramboll) samaan aikaan raitiotien yleissuunnitelman kanssa väliillä Karjakatu-Jaanintie. Tässä hankkeessa on suunniteltu Voimakadun osuuden liikenne ja raitiotie sekä johtosiirrot ja pohjanvahvistusratkaisut noin paaluvälien 7320–8120 osalta.

Tälle osuudelle on esitetty raitiotie perustettavaksi teräsbetoniarinan välityksellä syvästabiloinnin varaan. Muilta osin raitiotie perustetaan paalulaatan varaan sekä maanvaraisesti vaihdellen eri linjauksen osuuksilla. Paalulaatalle perustettavan linjan osuus alueella on noin 40 %.



Kuva 5.13 Havainnekuva Littoistentieltä.

LITTOISTENTIE

Liikenne ja raitiotie

Raitiotie on Littoistentien länsiosalla kadun eteläpuolella ja siirtyy kadun pohjoisreunalle Hurttivuoren pysäkin itäpuolella. Raitiotie on esitetty viherratana Hintsa Knaapin kadulle asti. Tästä eteenpäin Karvataskunkadulle asti raitiotie on joukkoliikennekadulla.

Sähkönsyöttöasema on Satakielenkadun risteyksen läheisyydessä. Ratasähköpylväät Littoistentiellä sijoittuvat raiteiden väliin viherradan osuudella ja raiteiden sivuille joukkoliikennekadun osuudella.

Johtosiirrot

Littoistentien osuudella johtosiirrot sijoittuvat tien pohjoispuolella olevien nykyisten johtojen ja kaapeleiden viereen. Nykyiset kunnallistekniset putket puretaan ja kaapelit siirretään mahdollisuuksien mukaan tai puretaan ja korvataan uusilla suojaputkilla.

Geotekniikka

Raitiotie perustetaan alueella paalulaatan varaan.

VARISSUO

Liikenne ja raitiotie

Varissuon alueella raitiotie sijoittuu Karvataskunkadun osuudella sekaliikennekadulle. Kadun kokonaisuutoitukseen ei ole esitetty merkittävää muutosta nykytilanteeseen verrattuna. Poikkileikkauksessa on huomioitu nykyistä laadukkaamman pyörätien rakentaminen kadun länsireunalle.

Karvataskunkadulta raitiotien linjaus kääntyy Pelttarinkadulle, jonka päähän sijoittuu päätepysäkki. Päätepysäkillä on varauduttu mahdollisuuteen toteuttaa kolme raidetta, joista yhtä voidaan hyödyntää muun muassa rikkoutuneen vaunun väliaikaisena säilytyspaikkana. Raitiotien puolenvaihtopaikka sijoittuu ennen päätepysäkkiä sekaliikennekadun ajoradalle. Tämä tulee huomioida jatkossa muun muassa liikennevalo-ohjauksen ratkaisuihin ja kadun kunnossapidossa. Karvataskunkadun eteläpäässä nykyinen kiertoliittymä on esitetty muutettavaksi liikennevalo-ohjatuksi risteykseksi. Karvataskunkadun liittymän kohta Littoistentiellä on siirretty idemmäs, samaan kohtaan Valpuri Innamaan kadun kanssa. Sähkösyöttöasemat on sijoitettu Karvataskunkadun eteläpäähen sekä Krööpilankadun ja Pelttarinkadun puoleen väliin, Karvataskunkadun itäreunalle.

Varissuon osuudella on tehty myös vaihtotarkastelu, jossa raitiotien päätepysäkkiä on tutkittu Orminkujan risteykseen asti. Tässä vaihtoehdossa Karvataskunkatu on sekaliikennekatu, päätepysäkkiä ja kääntöraiteita lukuun ottamatta. Pelttarinkadun pysäkki on sijoitettu Karvataskunkadun ajoradalle Pelttarinkadun risteyksen eteläpuolelle. Myös sähkösyöttöasema on sijoitettu hieman perusvaihtoehtoa

pohjoisemmaksi, jotta syöttökapasiteetti ulottuu paremmin linjan päähän asti.

Varissuolla on myös tehty toinen vaihtotarkastelu, jossa linjaus ulottuu Kraatarinkadulle asti sisältäen yhden lisäpysäkin. Viimeistä edellinen pysäkki sijoittuu tässä vaihtoehdossa Annikanpolun kohdalle. Kraatarinkadun päätepysäkkiä ja Annikanpolun pysäkkiä lukuun ottamatta muut pysäkit ovat Orminkujan vaihtoehdon mukaisilla sijainneilla.

Kaikissa Varissuon linjausvaihtoehdoissa on esitetty Karvataskunkadulle ja Suurpäänkadulle myös bussien pysäkit. Osa pysäkeistä on raitiotien kanssa yhteiskäyttöisiä ja osalle on esitetty pysäkkilevennykset.

Kaikissa vaihtoehdoissa on esitetty olemassa olevien jalankulun ja pyöräilyn alitusten poistaminen raitiotielinjauksen rakentamisen yhteydessä. Alitukset korvataan tarvittaessa liikennevalo-ohjatuilla kadun ylityksillä. Nykyiset alikulut eivät palvele reitistöä tavoitetilanteen mukaisesti ja sillat eivät sovellu sellaisinaan raitiotieratkaisuun.

Johtosiirrot

Varissuon osuudella raitiotien pitkittäisuuntaisia vesihuollon siirtoja tulee verrattain vähän. Raitiotien linjauksella on saatu nykyinen vesihuoltoverkosto pidettyä lähes nykyisellä paikallaan.

Geotekniikka

Raitiotie perustetaan alueella noin 100 m matkalla paalulaatan varaan sekä loppuosalla maanvaraisesti.

VARIKKO

Liikenne ja raitiotie

Varikkoraide erkaneekin Kirstinpuistosta linjaraitteelta Kirstinpolulle. Kirstinpolku on esitetty vain raitiotien, jalankulun ja pyöräilyn käyttöön. Kirstinpolun pohjoispäässä raitiotie on linjattu Iso-Heikkiläntien, Vaasantien ja Revontulenkadun liittymäalueen läpi ja siirtyy Revontulentien pohjoisreunalle omille kaistoilleen. Kiertotähdentien osuudella raitiotie on sekaliikennekaistoilla tilan ahtauden vuoksi.

Varikon toiminnallinen alue sijoittuu Kiertotähdentien pohjoispäähen. Alue on osittain nykyistä rata-alueita. Rata-alueelle on esitetty huoltoyhteys varikon pohjoispuolelle radan viereen. Varikko on mitoitettu palvelamaan ensimmäisen vaiheen linjaston toteutumista. Säilytyshallien laajentumiselle on esitetty viitteelliset tilavaraukset.

Johtosiirrot

Varikolle menevän Kiertotähdentien osuudella on katutilan käyttö vesihuollolle ahdas. Kunnallistekniikka on siirretty kadun länsipuolelle kaupungin omistamien tontti-alueiden puolelle. Revontulenkadun osuudella tilavaraus johtosiirroille on riittävä.

Kiertotähdentien pohjoispäässä raitiotielinjauksen alittaa nykyinen jätevesiviemäri (J 1300 B). Raitiotien linjauksessa on huomioitu jätevesiviemärin sijainti.

Varikkoalueelle ei ole tehty johtosiirtosuunnittelua. Varikkoalueen suunnitelma on esitetty luvussa 4 (kuva 7.2).

Geotekniikka

Raitiotie perustetaan pääosin paalulaatan varaan sekä maanvaraisesti. Paalulaatalle perustettavan linjan osuus alueella on noin 90%.

Raitiovaunujen kuljettaminen lavettiajoneuvolla varikolle

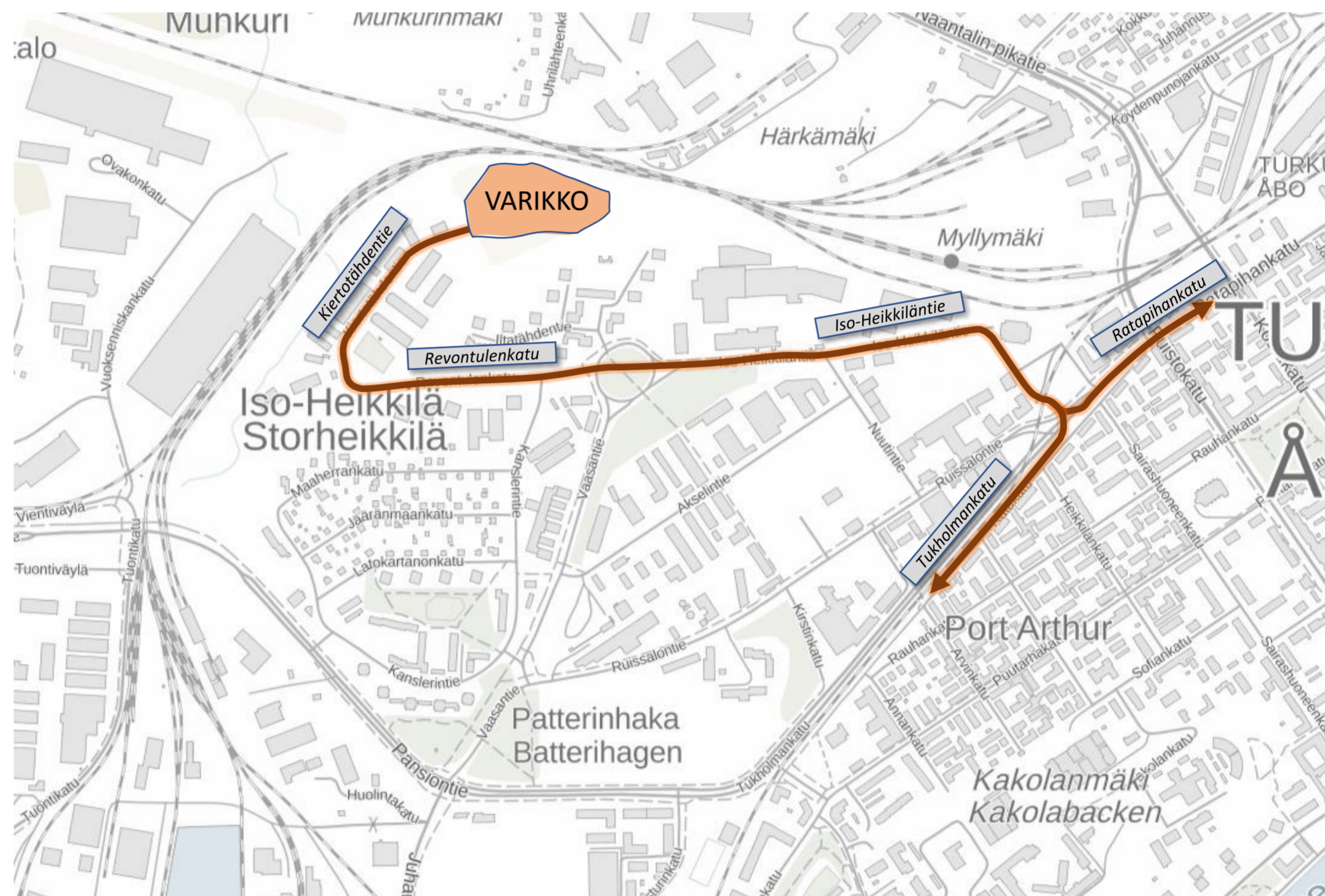
Raitiovaunujen lavettikuljetukset tapahtuvat erikoiskuljetusreittejä pitkin joko sataman suunnasta Tukholmankatua tai idästä Rata-pihankatua. Reitti kulkee Iso-Heikkiläntietä, Revontulenkata ja Kiertotähdentietä varikolle. Nykyisen Iso-Heikkilän liikenneympyrän kohdalla lavettikuljetus edellyttää oikaisua ympyrän läpi tai liikennejärjestelyiden laajempaa uudistamista. Koko reitin osuudella liikennevalopylväät ja liikenteenohjauslaitteet on tehtävä helposti irrottaviksi ja tarpeen mukaan kadun saarekkeet ja reunatuet on tehtävä yliajettaviksi.

Raitiovaunujen lavettikuljetuksen mitoitusta on tarkasteltu Raide-Jokerin vaunujen kuljettamiseen käytettävän lavettiajoneuvon ominaisuuksien ja vaatimusten perusteella. Ajoneuvon kokonaispituus on 45 metriä, leveys 3 metriä ja korkeus noin 4,6 metriä. Lavetissa on 8 akselia. Turkuun tuleva kalusto ja sen kuljettamiseen käytettävä kumipyöräkalusto tulee olemaan yksilöllinen ja siksi kuljetusreitit mitoitusta tulee tarkentaa jatkosuunnittelussa. Ajoreitti on varmistettava sekä tontille että tontilta pois. Ulosajon suunta on tärkeä mahdollisia raitiovaunujen korjauskuljetuksia varten.

Lavettiajoneuvolla on pieni maavara, joten liittymissä ja yliajettavissa korokkeissa tulee olla viistetty, maksimissaan 4 cm korkea reunakivi. Tarkemmassa suunnittelussa

on huomioitava, että reitin on oltava mahdollisimman tasainen ja sivukaltevuuden mahdollisimman pieni. Rakennekerrosten ja asfaltin mitoituksessa on otettava huomioon syntyvät kuormat. Lavettiyhdistelmän kokonaispaino vaunu kyydissä on noin 120 tonnia. Varikon tontilla on huomioitava, että vaunun laskemiseksi maahan tarvitaan suora ja mahdollisimman tasainen asfaltoitu raideosuus.

Kuvassa 5.14 on esitetty lavettikuljetusten reitti varikolle.



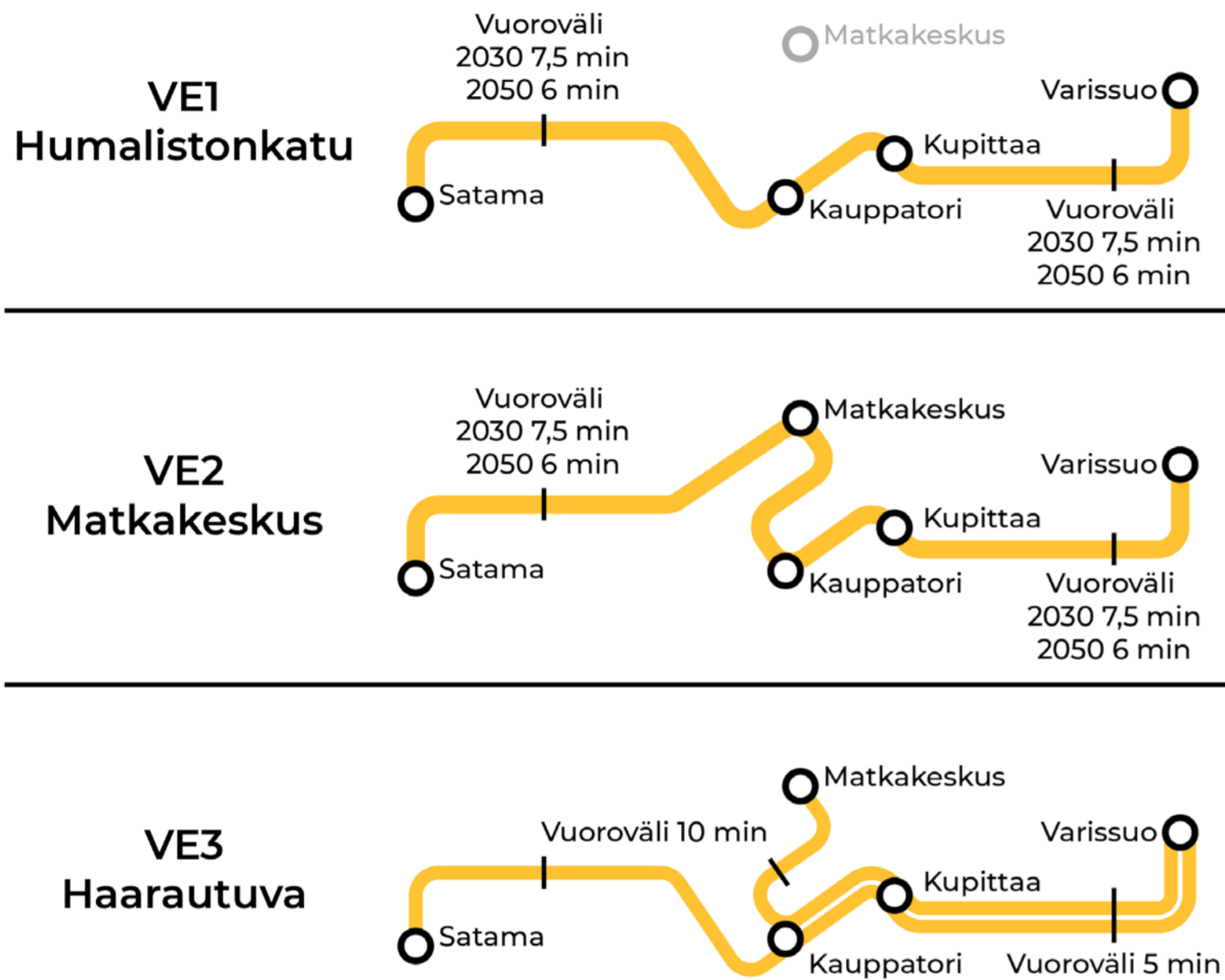
Kuva 5.14 Lavettikuljetusreitit varikolle.

6

RAITIOTIEN LIIKENNÖINTI

Raitiotien liikennöinti muodostuu seuraavista elementeistä: vuoroväli, liikennöinti-aika, nopeus, matka-aika, pysäkkitoiminnot, kaluston ominaisuudet, kuljettajat, varikkotoiminnot, bussilinjasto, liikennöintikustannukset.

6.1 VUOROVÄLI JA LIKENNÖINTIAIKA



Satama–Varissuo raitiotietä liikennöidään läpi päivän lyhyellä vuorovälillä ja laajoilla liikennöintiajoilla. Raitiotien vuorovälit riippuvat hieman linjausvaihtoehdosta, ja ne on esitetty kuvassa 6.1 ja taulukossa 6.1. Taulukossa esitetyt vuorovälit ovat vuodelle 2030. Vuoteen 2050 mennessä raitiotien vuorovälejä tiheennetään siten, että arkipäivisin ruuhka-aikoina ja ruuhka-aikojen välillä raitiotietä liikennöidään 6 min vuoroväleillä, 7,5 min vuorovälän sijaan. Humalistonkadun (VE1) ja Matkakeskuksen (VE2) linjausvaihtoehtojen vuorovälit ovat samat. Taulukossa on esitetty talvikauden vuorovälit. Kesän vuorovälit ovat muutoin samat, mutta ruuhka-aikoina esitetään liikennöitäväksi 10 minuutin välein.

Haarautuvan linjausvaihtoehdon (VE3) vuorovälit ovat samoja ympäri vuoden ja ne ovat kahden linjan linjakohtaisia vuorovälejä. Tällöin Kauppatorin ja Varissuon välillä raitiotien vuoroväli on puolet taulukossa esitetystä. Haarautuvassa

linjausvaihtoehdossa vuorovälejä ei esitetä tiheennettäväksi tässä vaiheessa vuoden 2050 tilanteeseen. Oletuksena on, että raitiolinjasto on haarautuvassa vaihtoehdossa laajentunut ja sillä on vaikutuksia myös esitettyjen linjojen vuoroväleihin. Oletus on tehty, koska haarautuvan linjausvaihtoehdon liikennöintimallin kapasiteetti ei riitä ennustettuun matkustuskysyntään. Asiaa on käsitelty tarkemmin luvussa 10.

Raitiotien liikenne alkaa arkisin varhain aamulla klo 5:00 ja päättyy joka päivä klo 1:30. Lauantaisin liikenne aloitetaan klo 6:00 ja sunnuntaisin klo 7:00.

Esitetyt vuorovälit ja liikennöintiajat ovat tässä suunnitteluvaiheessa alustavia esityksiä, jotka lopullisesti tarkentuvat jatkosuunnittelussa. Vuorovälien ja liikennöintiaikojen muutoksilla, jotka eivät koske tiheintä käytössä olevaa vuoroväliä, on varsin pienet vaikutukset tämän yleissuunnitelman muihin osioihin, kuten liikennöintikustannuksiin. Vuoroväliä voisi tihentää kohtuullisin kustannuksin esimerkiksi iltaisin ja viikonloppuisin 7,5 minuuttiin, kuten Tampereen raitiotiellä on tehty.

Raitiotien eri vuorovälien mahdollistamaa joukkoliikenteen välityskykyä on käsitelty luvussa 10.13.

Kuva 6.1 Satama–Varissuo-raitiotien vuorovälit.

Taulukko 6.1 Satama–Varissuo-raitiotien liikennöintiajat ja vuorovälit 2030.

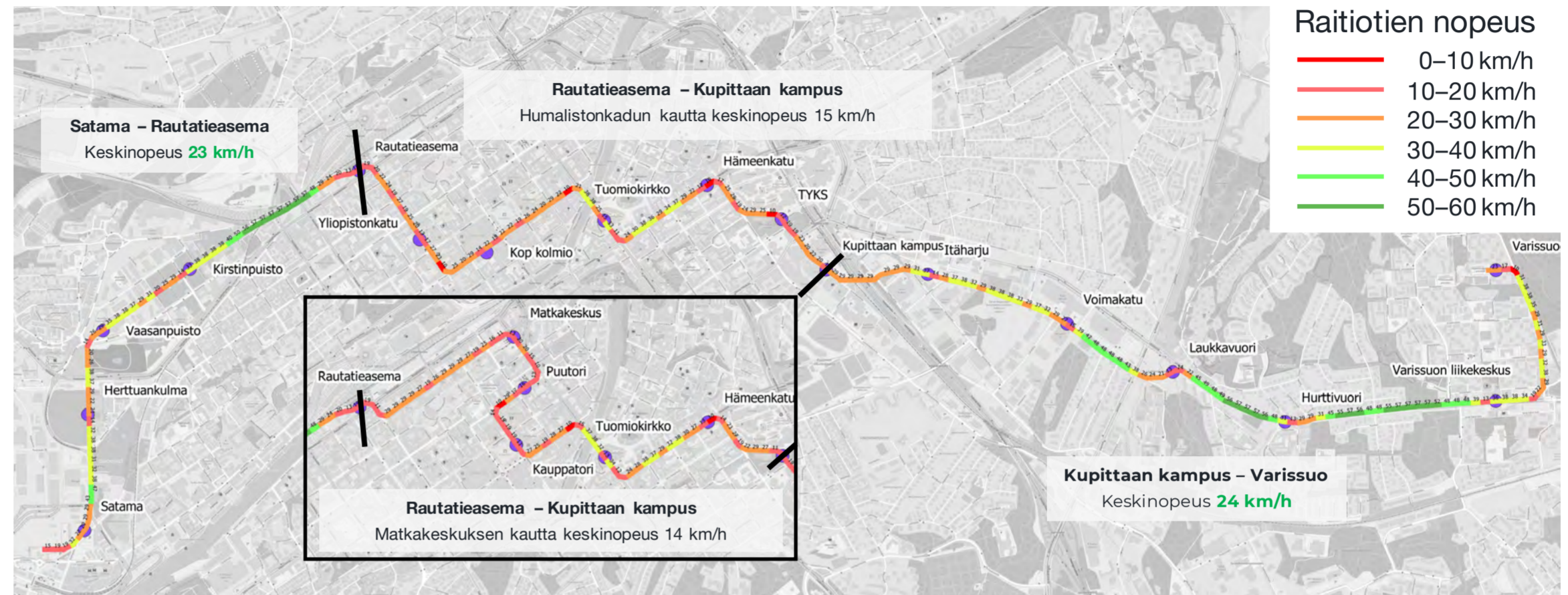
| | Arkipäivisin | | | | | Lauantaisin | | | | Sunnuntaisin | | | |
|------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| | 05:00–06:30 | 06:30–17:30 | 17:30–21:00 | 21:00–23:00 | 23:00–01:30 | 06:00–09:00 | 09:00–21:00 | 21:00–23:00 | 23:00–01:30 | 07:00–11:00 | 11:00–18:00 | 18:00–23:00 | 23:00–01:30 |
| VE1 VE2 | 15 | 7,5 | 10 | 15 | 30 | 15 | 10 | 15 | 30 | 15 | 10 | 15 | 30 |
| VE3 | 20 | 10 | 20 | 20 | 30 | 20 | 15 | 20 | 30 | 20 | 15 | 20 | 30 |

6.2 NOPEUS JA MATKA-AIKA

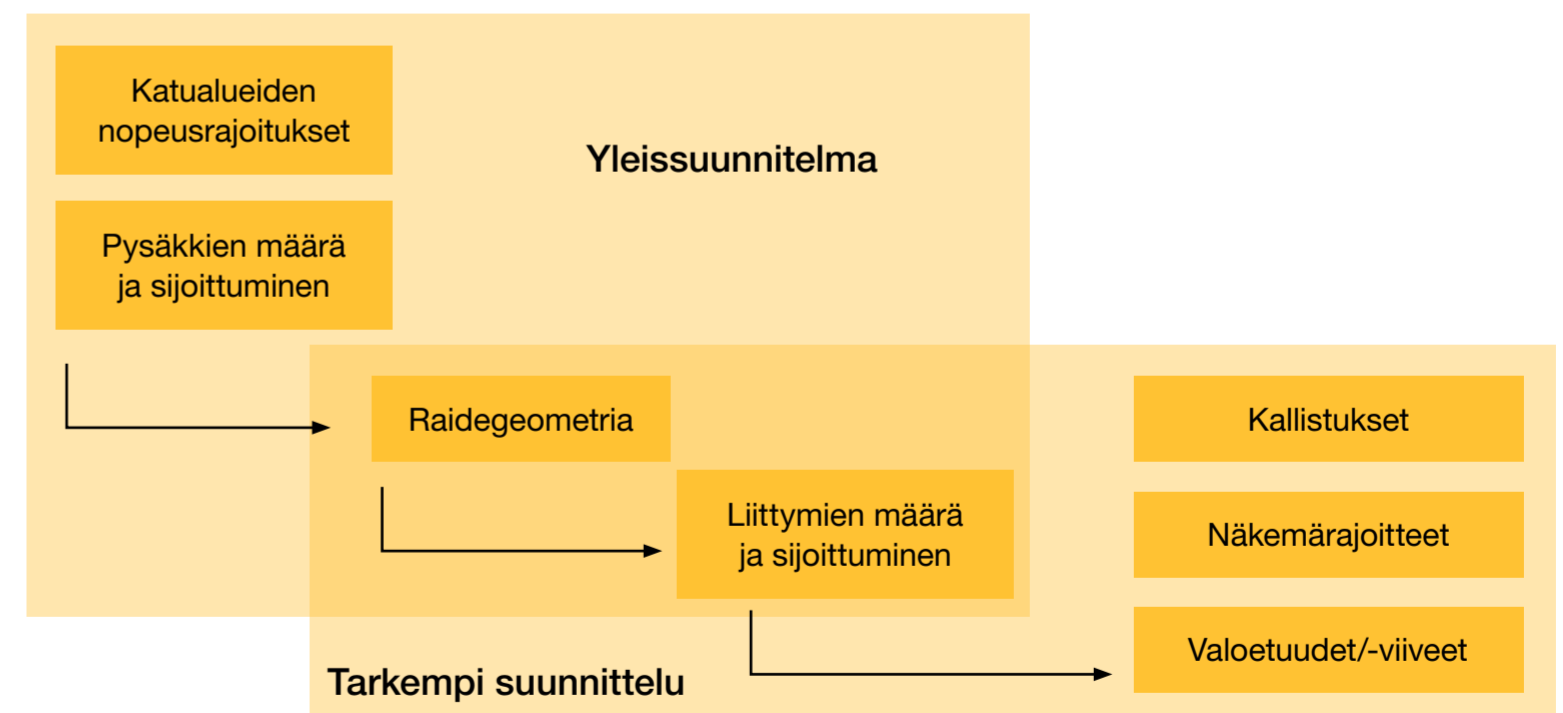
Satama–Varissuo raitiotien nopeus on arvioitu OpenTrack-simuloinneilla, jossa on otettu huomioon raitiotielinjan pituus, kaarteet, pystygeometria, pysäkkien sijainnit ja nopeusrajoitukset.

Simuloinneissa raitiovaunujen kiihdytykset ja jarrutukset on rajoitettu tasoon +/- 1,2 m/s². Simuloinneissa raitiovaunun ajotehokkuudeksi on määritetty 90 %, joka kuvaa kokemattoman kuljettajan (alle vuoden ajokokemus) ajokykyä. Kokeneet (yli vuoden ajokokemus) kuljettajat pystyvät keskimäärin 95 % ajotehokkuuteen. Simuloinneissa on edetty kokemattoman kuljettajan ajotehokkuudella, jotta kaikki raitiovaunut pysyvät varmuudella aikataulussa. Kuljettajista arviolta 10 % on kokemattomia henkilöstön luontaisen vaihtuvuuden johdosta. Lisäksi simuloinneissa raitiovaunun nopeus liittymässä on 10 km/h alle nopeusrajoituksen. Raitiovaunujen kuljettajat tyypillisesti hidastavat hieman liittymiin, vaikka liittymissä olisi hyvin laadukkaat valoetuudet. Hidastuksella kuljettavat varautuvat muiden tienkäyttäjien virheisiin ja valoetuuden mahdolliseen toimimattomuuteen.

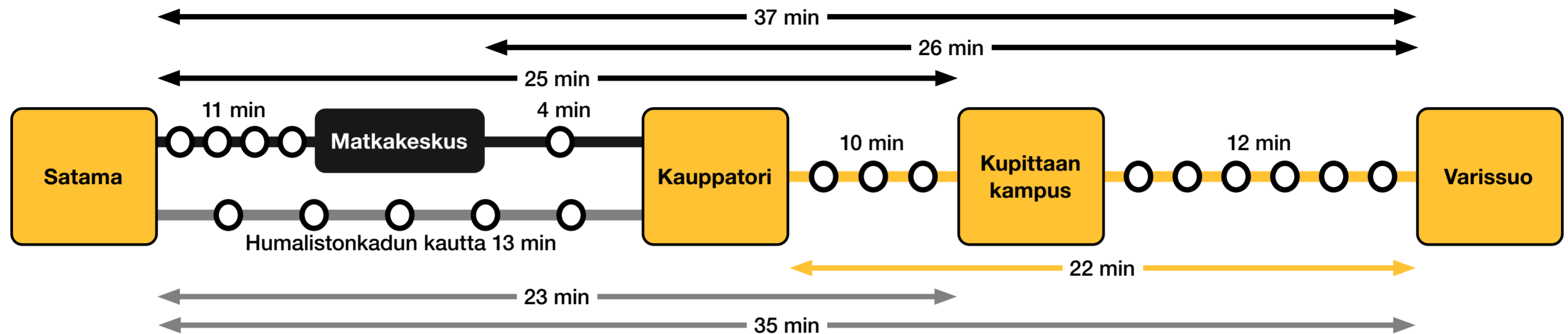
Simuloinneissa on myös arvioitu raitiotien nopeutta kokeneen kuljettajan ajotehokkuudella 95 %. Tämän simulointituloksen mukainen raitiotien nopeus on esitetty kuvassa 6.2. Simuloinneista puuttuu kuitenkin joitakin tekijöitä, kuten liittymäviiveet, radan kallistukset ja näkemärajoitteet. Näitä tekijöitä ei suunnitella vielä tässä yleissuunnitelmavaiheessa, vaikka niillä voi olla merkittäväkin vaikutus raitiotien nopeuteen. Kuvassa 6.3 on havainnollistettu nopeuteen vaikuttavien tietojen kehittymistä eri suunnitteluvaiheissa.



Kuva 6.2 Satama–Varissuo-raitiotien nopeus kokeneen kuljettajan ajamana (ajotehokkuus 95 %) ilman liittymäviiveitä. Simulointitulos tulee muuttumaan jatkossa, kun saadaan tarkempia tietoja nopeuteen vaikuttavista tekijöistä.



Kuva 6.3 Raitiotien nopeuteen vaikuttavat tekijät ja niiden tarkentuminen suunnitteluvaiheittain.



Kuva 6.4 Satama–Varissuo-raitiotien matka-aika merkittävimpien pysäkkien välillä.

Radan kallistuksien ja näkemärajoitteiden vaikutukset koko linjan pituudella ovat pieniä, mutta liittymäviiveiden vaikutus on merkittävä. Toimivuustarkasteluissa raitiotielle on arvioitu noin 40 sekuntia liittymäviiveitä Hämeenkadun ja Eerikinkadun välisellä osuudella. Toimivuustarkastelujen perusteella koko linjan liittymäviiveiden suuruudeksi on arvioitu 1,5–2,0 minuuttia.

Raitiotien matka-aika on ajoajan ja pysäkkiaikojen summa. Pysäkkiaikojen suuruudeksi on arvioitu 15–30 sekuntia pysäkkiä käyttävästä matkustajamäärästä riippuen. Pysäkkiaikojen keskiarvio on 23 sekuntia.

Jatkosuunnittelussa linjan matka-aika-arvio voi pidentyä tai lyhentyä muutamia minuutteja suunnittelun tarkentuessa.

Kuvassa 6.4 on esitetty karkea arvio raitiotien matka-ajasta merkittävimpien pysäkkien välillä. Arviot ovat karkeita ja pyöristetty minuutin tarkkuudella, koska yleissuunnitelmavaiheessa ei ole riittäviä tietoja pysäkkivälien matka-ajan tarkempaan arvioimiseen. Tarkemmat arviot edellyttävät tietoa raitiotielle toteutettavista valoetuuksista ja kattavia toimivuustarkasteluita.

Raitiotien liikennöinti on hitaampaa keskustassa Rautatieaseman ja Kupittaaan kampuksen pysäkkien välillä ja nopeampaa keskustan ulkopuolella. Keskustassa raitiotien liikennöinti on hitaampaa, koska raitiotiellä on paljon tiukkoja kaarteita, lyhyet liittymävälit ja lyhyet pysäkkivälit. Matkakeskukseen linjaus on erityisen hidas, koska linjaus on mutkitteleva. Linjauksen nopeus keskustassa vastaa Helsingin kaupunkiraitioteiden nopeutta. On toki huomattava, että kaikki muukin liikenne on hitaampaa tiiviisti asutussa keskustassa kuin sen ulkopuolella.

Keskustan ulkopuolella Satama–Varissuo raitiotien liikennöinti vastaa nopeudeltaan Tampereen ratikkaa ja Helsingin tulevia pikaraitioteitä. Raitiotie on erityisen nopea Rautatieaseman ja Kirstinpuiston välillä sekä Laukkavuoren ja Varissuon liikekeskuksen välillä, koska raitiotiellä on riittävästi omaa tilaa ja pitkät liittymä- ja pysäkkivälit.

6.3 VARIKON TOIMINNOT

Satama–Varissuo raitiotietä liikennöidään yhdeltä varikolta Iso-Heikkilästä. Varikolle sijoitetaan kaikki päävarikon toiminnot: vaunujen säilytys, päivittäiset huollot, vaunujen pesu-, korjaamo-, ja maalaamotilat, sorviraide sekä toimisto- ja sosiaalitilat. Alueelle sijoitetaan myös vaunujen testirata sekä paikat radan huoltokoneille.

Varikolla vaunuja ajetaan yhteen suuntaan alueen ympäri. Vaunun tullessa varikolle se ohjataan vuorokausihuoltoon ja siivoukseen sekä tarvittaessa ulkopesuun. Tämän jälkeen vaunu siirretään säilytyshalliin, josta se on valmis lähtemään takaisin linjalle. Isompia katsastus-, huolto- ja korjaus-toimia tehdään korjaamotiloissa. Näiden raiteiden ei tarvitse olla läpiajettavia. Katsastusta ja testausta varten aluetta kiertää myös testi-/ohitusraide, jolla voidaan testata esimerkiksi vaunujen jarrujen toimivuutta.

Toimisto- ja sosiaalitiloja voidaan sijoittaa esimerkiksi säilytys- tai huoltotilojen päälle toiseen kerrokseen tai tontilla oleville tyhjille alueille. Tiloja tulee varata muun muassa varikolla työskenteleville ja vaunujen kuljettajille.

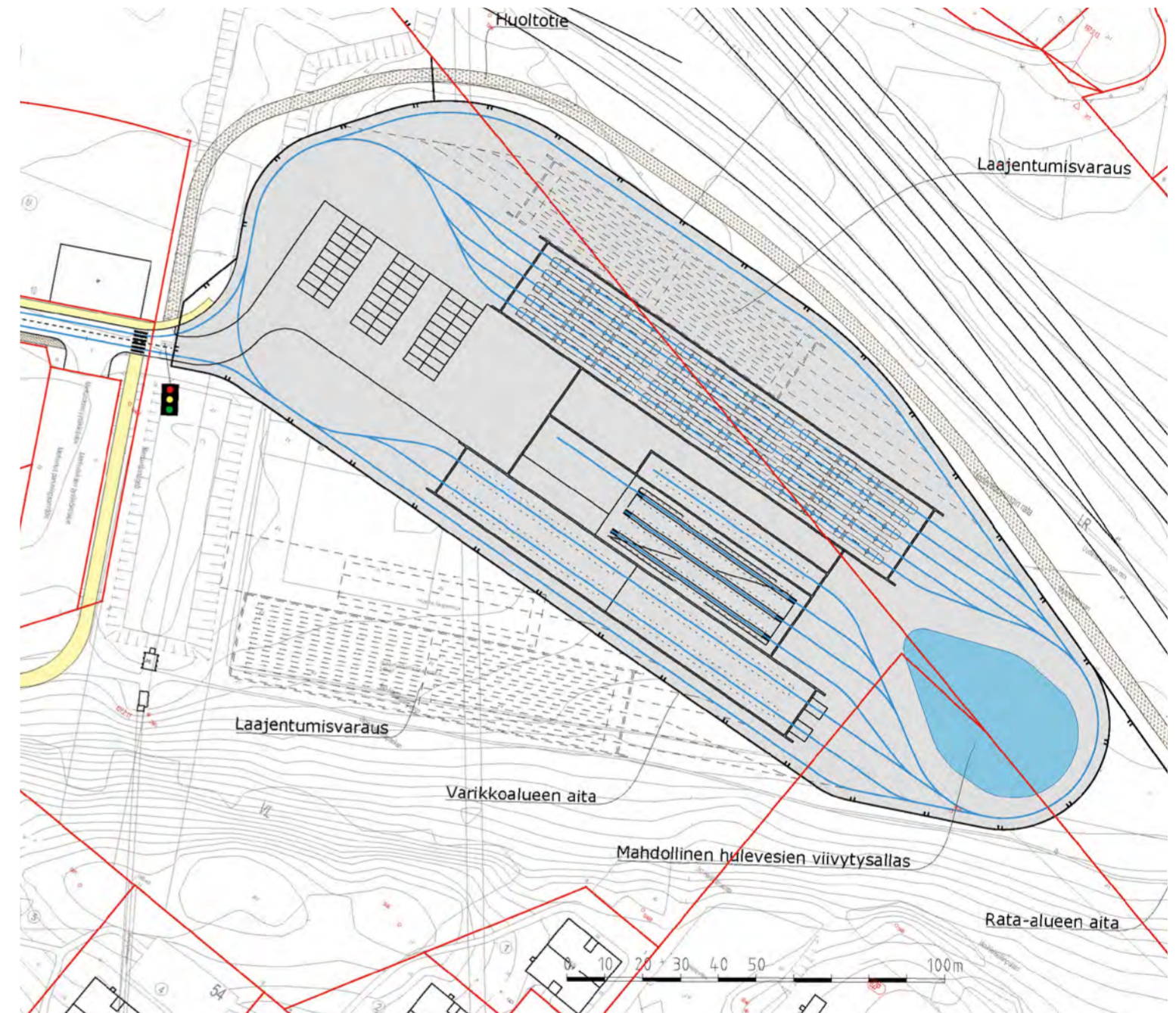
Varikko sisältää muun muassa seuraavat laitteet ja huoltokoneet: pyöräsorvi, erikoisauto ajolankahuoltoon, monitoimiauto

(vaihteet, uranpuhdistus) ja hiomavaunu (myös lumen auraus ja puhdistus).

Suunniteltuun vaunujen säilytyshalliin mahtuu 37 metrin mittaisia vaunuja säilytykseen 15 kappaletta. Aivan kaikkien vaunujen ei tarvitse mahtua säilytyshalliin, sillä tyypillisesti vähintään yksi vaunu on varikon muissa tiloissa huollettavana.

Varikon tilat ovat riittäviä Satama–Varissuo raitiotielle ja pääosaa varikon tiloista voisi käyttää myös muut mahdolliset tulevaisuuden raitiolinjat. Raitioliikenteen laajentueessa Turun seudulla joko varikolle tai raitiolinjojen varrelle tulee toteuttaa lisää vaunujen säilytyshalleja. Lisää säilytystilaa tulee toteuttaa myös siinä tapauksessa, että raitiovaunuja pidennetään 47 metriä pitkiksi. Varikkoalueella on tunnistettu laajentumisvarauksia 18 raitiovaunulle, jotka ovat 37 metriä pitkiä.

Raitioliikenteen laajentuessa varikkotilojen ja -laitteiden käyttö tehostuu. Yksin Satama–Varissuo-raitiotien liikenne ei ole riittävän laajaa kaikkien päävarikon toimintojen tehokkaaseen hyödyntämiseen.



Kuva 6.5 Raitiotien varikkoalueen suunnitelmapiirustus.

6.4 YHTEISKAISTAT JA -PYSÄKIT

Yhteiskaistaosuuksilla tarkoitetaan joukkoliikennekaistoja, joissa raitiovaunut ja bussit liikennöivät samoilla kaistoilla sekä sekakaistoja, joissa raitiovaunut, bussit ja muu ajoneuvoliikenne kulkevat kaikki samoilla kaistoilla. Yhteiskäyttöpysäkeillä tarkoitetaan kuvan 6.6 mukaisia raitiovaunujen ja bussien yhteiskäytössä olevia pysäkkiseisakkeita.

Osana Turun raitiotien yleissuunnitelmaa tehtiin selvitys raitiotielinjan yhteiskaistaosuuksista ja yhteiskäyttöpysäkeistä. Yhteiskaistat ja -pysäkit selvitys tehtiin yleissuunnitelmatyön alkuvaiheessa syksyllä 2021. Selvitys toimi lähtötietona muulle suunnittelulle, erityisesti raitiotien rata- ja liikennesuunnittelulle.

Raitioliikenteen sujuvuuden ja täsmällisyyden kannalta paras ratkaisu on erottaa raitioliikenne bussi- ja autoliikenteestä omille kaistoille. Turussa on kuitenkin nähty tietyissä rajallisissa katutilan kohteissa tarkoituksenmukaiseksi käyttää raitio- ja bussiliikenteelle yhteiskaistaosuuksia ja yhteiskäyttöpysäkejä. Näillä ratkaisuilla varmistetaan se, että bussit eivät jää autoliikenteen jonoihin ja vaihdot bussin ja raitiotien välillä ovat mahdollisimman sujuvat.

Ensimmäinen joukkoliikennekaistaosuus Satamasta päin liikennöitäessä on Juhana Herttuan Puistokadulla Sataman ja Vaasanpuiston välisellä osuudella. Raitiovaunujen ja bussien yhteiskäyttöpysäkki sijoittuu myös tälle yhteiskaistaosuudelle. Ensimmäiset sekakaistaosuudet Satamasta päin liikennöitäessä ovat Humalistonkadulla Ratapihankadun ja Puutarhakadun

välisellä osuudella sekä Läntisellä Pitkäkädulla Humalistonkadun ja Matkakeskuksen välisellä osuudella. Humalistonkatu Puutarhakadun ja Eerikinkadun välisellä osuudella on raitiovaunuille ja busseille yhteistä joukkoliikennekaistaa.

Keskustan alueella joukkoliikenne- ja sekakaistaosuuksia on paljon ja vaihtelevasti. Edellä mainittujen Humalistonkadun ja Läntisen Pitkäkädun seka- ja joukkoliikennekaistaosuuksien lisäksi keskustassa on raitiotielinjalla joukkoliikennekaistaosuus Eerikinkadulla Humalistonkadun ja Kristiinankadun välisellä osuudella Satamasta Kauppatorille päin liikennöitäessä, Eerikinkadulla Kristiinankadun ja Kauppiaskadun välisellä osuudella, Eerikinkadulla Brahenkadun ja Aninkaistenkadun välisellä osuudella sekä Aninkaistenkadulla Tuureporinkadun ja Maariankadun välisellä osuudella. Lisäksi keskustassa on sekakaistaosuus Eerikinkadulla Kauppiaskadun ja Brahenkadun välisellä osuudella Kauppatorilta

Varissuolle päin liikennöitäessä. Keskustan alueella pysäkkiseisakkeet ovat kuitenkin tarkoitettu vain ja ainoastaan raitiovaunujen käyttöön, ja busseille on keskustan alueella Rautatientorin ja Kauppatorin välillä omat pysäkit.

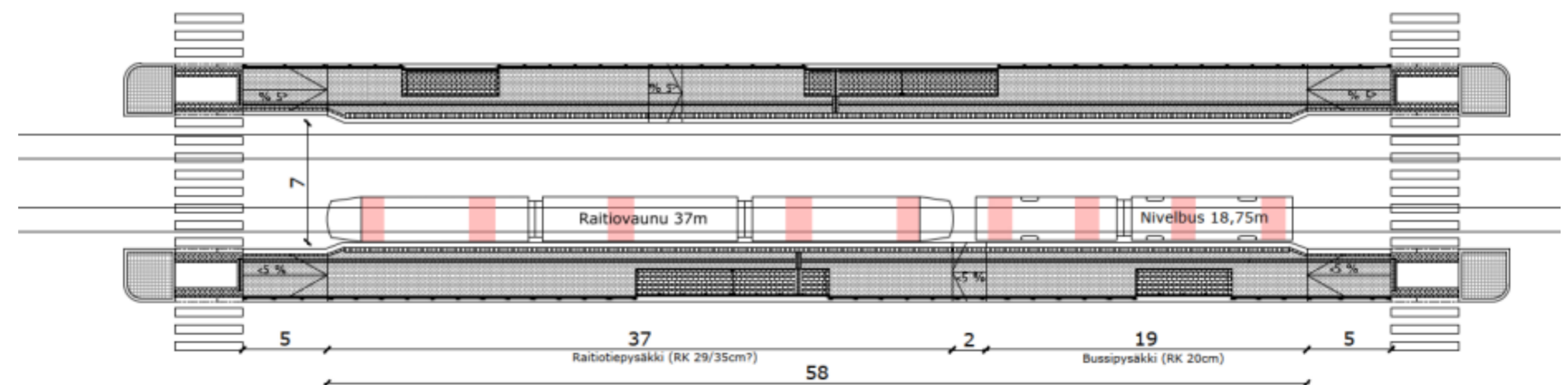
Seuraavat joukkoliikennekaistaosuudet ovat Uudenmaankadulla Eerikinkadun ja Hämeenkadun välisellä osuudella sekä Hämeenkadulla Uudenmaankadun ja Kiinamylynkadun välisellä osuudella. Raitiovaunujen ja bussien yhteiskäyttöpysäkit sijoittuvat myös näille yhteiskaistaosuuksille Uudenmaankadulle ja Hämeenkadulle. Hämeenkadun jälkeen raitiotielinja jatkuu sekakaistana Kiinamylynkadulla Hämeenkadun ja Lemminkäisenkadun välisellä osuudella.

Raitiotielinjalla on pitkä raitiovaunuille ja busseille yhteinen joukkoliikennekaistaosuus Kupittaaan ja Itäharjun välisellä osuudella. Joukkoliikennekaistaosuus

alkaa Joukahaisenkadun ja Sirkkalankadun liittymästä ja päättyy vasta Itäharjulla Kalervonkadun ja Jaanintien liittymään. Yhteiskaistaosuudella on kolme yhteiskäyttöpysäkkiä. Yksi yhteiskäyttöpysäkki Joukahaisenkadulla ja kaksi yhteiskäyttöpysäkkiä Voimakadulla.

Viimeinen joukkoliikennekaistaosuus Satamasta päin liikennöitäessä on Littoistentiellä Hintsa Knaapinkadun ja Karvataskunkadun välisellä osuudella. Raitiovaunujen ja bussien yhteiskäyttöpysäkki sijoittuu myös tälle yhteiskaistaosuudelle. Raitiotielinjan loppu Karvataskunkatua pitkin aina Pelttarinkadun päätepysäkillä Varissuolla on raitiovaunuille, busseille ja muulle ajoneuvoliikenteelle yhteistä sekakaistaosua. Turun raitiotielinjan yhteiskaistaosuudet ja -pysäkit on esitetty kuvassa 6.7.

Raitiotielinjalla Satamasta keskustan kautta Varissuolle on yhteensä 7 yhteiskäyttöpysäkkiä. Kaikki yhteiskäyttöpysäkit ovat 58



Kuva 6.6 Yhteiskäyttöpysäkki.

metriä pitkiä (lukuun ottamatta Uudenmaankadun yhteiskäyttöpysäkkiä, joka on pidempi, koska tilaa on varattu raitiovaunulle ja kahdelle bussille). 58 metriä pitkien pysäkkialueiden etuosasta on varattu 19 metrin tila bussille ja takaosasta 37 metrin tila raitiovaunulle. Yhteiskäyttöpysäkillä bussi pysähtyy siten ajosuunnassa ensimmäisenä ja raitiovaunu bussin takana, jolloin bussi ei estä raitiovaunun pääsyä pysäkillä. Esteettömyyden vuoksi yhteiskäyttöpysäkeillä raitio- ja bussiliikenteen pysähtymiskohdilla on hieman eri laiturikorkeus (bussipysäkki 20 cm ja raitiovaunupysäkki 35 cm). Pelkille raitiovaunuille tarkoitetut raitiovaunupysäkit on ehdotettu yleissuunnitelmassa toteutettavan 47 metrin pituisina varauksena raitiovaunujen myöhempää pidentämistä varten.

Yhteiskäyttöpysäkkejä suositellaan vain siinä tapauksessa, että raitiovaunujen ja bussien lähtöjä kyseiseltä pysäkillä on yhteensä vähemmän kuin 24 lähtöä tunnissa suuntaansa. Jos lähtöjä pysäkillä on

tunnissa enemmän, suositellaan lähtökohteisesti busseille erillisiä pysäkkilevennyksiä. Raitiovaunujen ja bussien lähtömäärien osalta on haasteita Uudenmaankadulle ja Hämeenkadulle sijoittuvilla yhteiskäyttöpysäkeillä. Arkiaamun huipputuntina 7,5 minuutin raitiotien vuorovälillä raitiovaunun lähtöjä on suuntaansa 8 tunnissa. Raitiovaunun lähtöjen lisäksi yhteiskäyttöpysäkillä Uudenmaankadulla on noin 30 bussien lähtöä suuntaansa tunnissa. Yhteiskäyttöpysäkillä Hämeenkadulla on 20 bussien lähtöä suuntaansa tunnissa. Näin ollen molemmilla yhteiskäyttöpysäkeillä suositus alle 24 lähdöstä tunnissa suuntaansa ylittyy.

Joukkoliikenteen sujuvuus heikentyy Uudenmaankadulla yhteiskäyttöpysäkin takia. Yhteiskäyttöpysäkillä arkaamun huipputuntina raitiovaunujen ja bussien jonotilanteita muodostuu ja vuoron jäädessä jono on viivytys noin 30 sekuntia. 58 metrisellä yhteiskäyttöpysäkillä raitiovaunujen jonotilanteet ovat kuitenkin erittäin harvinaisia

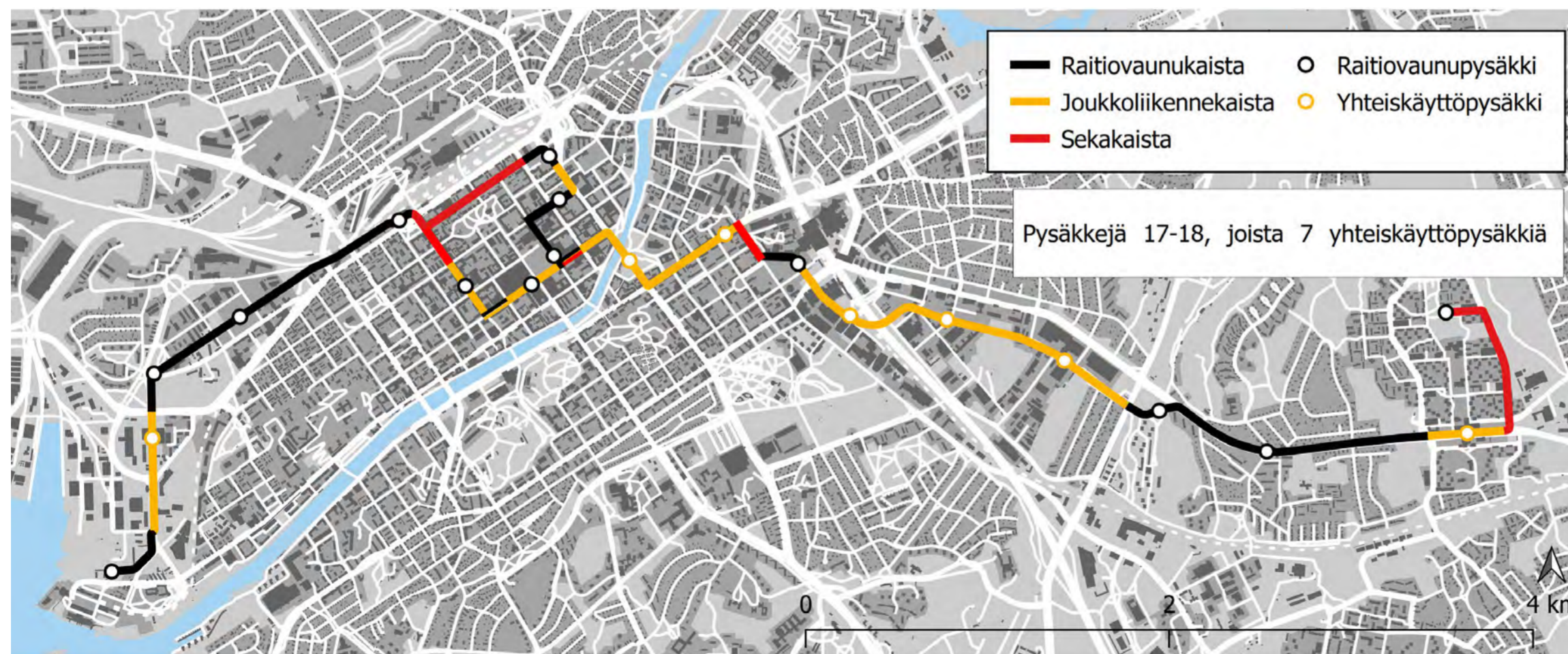
ja jonoutumista esiintyy lähinnä bussiliikenteellä. Arkiaamun huipputuntina jonotamaan joutuvia raitiovaunuja ja busseja on yhteensä suuntaansa tunnissa 2030 tilanteessa noin 17–18 % vuoroista ja 2050 tilanteessa noin 21–23 % vuoroista. Jonotilanteita yhteiskäyttöpysäkillä on vähennetty mahdollistamalla suunnitelmassa tila yhteiskäyttöpysäkillä kahdelle bussille.

Yhteiskäyttöpysäkillä Hämeenkadulla tilanne on joukkoliikenteen sujuvuuden kannalta hyvin samankaltainen kuin yhteiskäyttöpysäkillä Uudenmaankadulla, mutta jonottamaan joutuvia raitiovaunuja ja busseja on huomattavasti vähemmän 2030 tilanteessa yhteensä suuntaansa tunnissa noin 10–14 % ja 2050 tilanteessa yhteensä suuntaansa tunnissa noin 14–16 %.

Yhteiskäyttöpysäkkien toimivuusanalyysien perusteella jonoutumisesta aiheutuvat viiveet eivät vaikuta merkittävästi raitiotien keskimääräisiin matka-aikoihin ja ope-roinnin kustannuksiin heikoimmassakaan

tilanteessa, koska jonoutumista tapahtuu säännöllisesti vain kahdella pysäkillä (Uudenmaankadun ja Hämeenkadun yhteiskäyttöpysäkit) ja viive on tässäkin tapauksessa keskimäärin vain 30 sekuntia. Raitiotien yksittäiselle vuorolle voi aiheutua maksimissaan noin minuutin viive. Tämä viivytys ei todennäköisesti aiheuta vuorojen ketjuuntumista, koska nousijamäärät eivät ole niin suuria, että matkustajakertymä aiheuttaisi merkittäviä lisäviiveitä muilla pysäkeillä.

Raportin liitteissä 6.1 ja 6.2 on esitetty yhteiskaistat ja -pysäkit selvityksen kaikki tulokset sekä yhteiskäyttöpysäkkien toimivuusanalyysit. Tulosten tulkinnassa on huomioitava, että yhteiskaistat ja -pysäkit selvitys tehtiin yleissuunnitelmatyön alkuvaiheessa syksyllä 2021. Rata- ja liikennesuunnitelmat sekä pysäkkiratkaisut ovat päivittyneet paikoittain loppuvuoden 2021 ja kevään 2022 aikana, eivätkä välttämättä aivan täysin vastaa liitteissä esitettyjä tuloksia. Lisäksi selvityksessä ei ole mukana keuhällä 2022 tarkastellut Tuomiokirkon ja Varissuon linjausvaihtoehdot, koska ne eivät edellyttäneet yhteiskaistat ja -pysäkit selvitystä.



Kuva 6.7 Yhteiskaistat ja -pysäkit.

6.5 BUSSILINJASTON MUUTOKSET

Satama–Varissuo raitiotien on suunniteltu korvaavan bussiliikennettä, jolloin bussilinjasto on tarpeen muuttaa raitiotien toteutuessa. Raitiotien vertailuvaihtoehdoksi on suunniteltu bussiliikenteen runkolinjasto VE0+, joka perustuu tiheästi ja laajasti liikennöitäviin runkobussilinjoihin. Turun seudun nykyinen bussilinjasto korvataan runkolinjastolla ja siitä täydentävillä linjoilla kesällä 2025. Ne bussilinjat, joihin on esitetty muutoksia raitiotien toteutuessa, on esitetty kuvissa 6.8 ja 6.9.

Satama–Varissuo raitiotien vertailuvaihtoehdossa (VE0+) Kauppatorin ja Varissuon

välillä liikennöidään runkolinjoja 3 ja 7A. Runkolinja 3 jatkuu lännessä Kauppatorilta Pernoon. Linjaa 7A liikennöidään vain ruuhka-aikoina. Linjojen 3 ja 7A yhteinen vuoroväli on ruuhka-aikoina 5 minuuttia ja muutoin pääosin 10 minuuttia. Vuoteen 2050 mennessä linjoilla 3 ja 7A on liikennöitävä nivelbusseilla, jotta bussilinjosten matkustajakapasiteetti riittää ennustettuun matkustajakysyntään. Vuoden 2030 tilanteessa linjoja liikennöidään telibusseilla.

Vertailuvaihtoehdossa (VE0+) Linnakaupungin ja keskustan välillä liikennöidään runkolinjaa 11, jonka päätepysäkki lännessä on

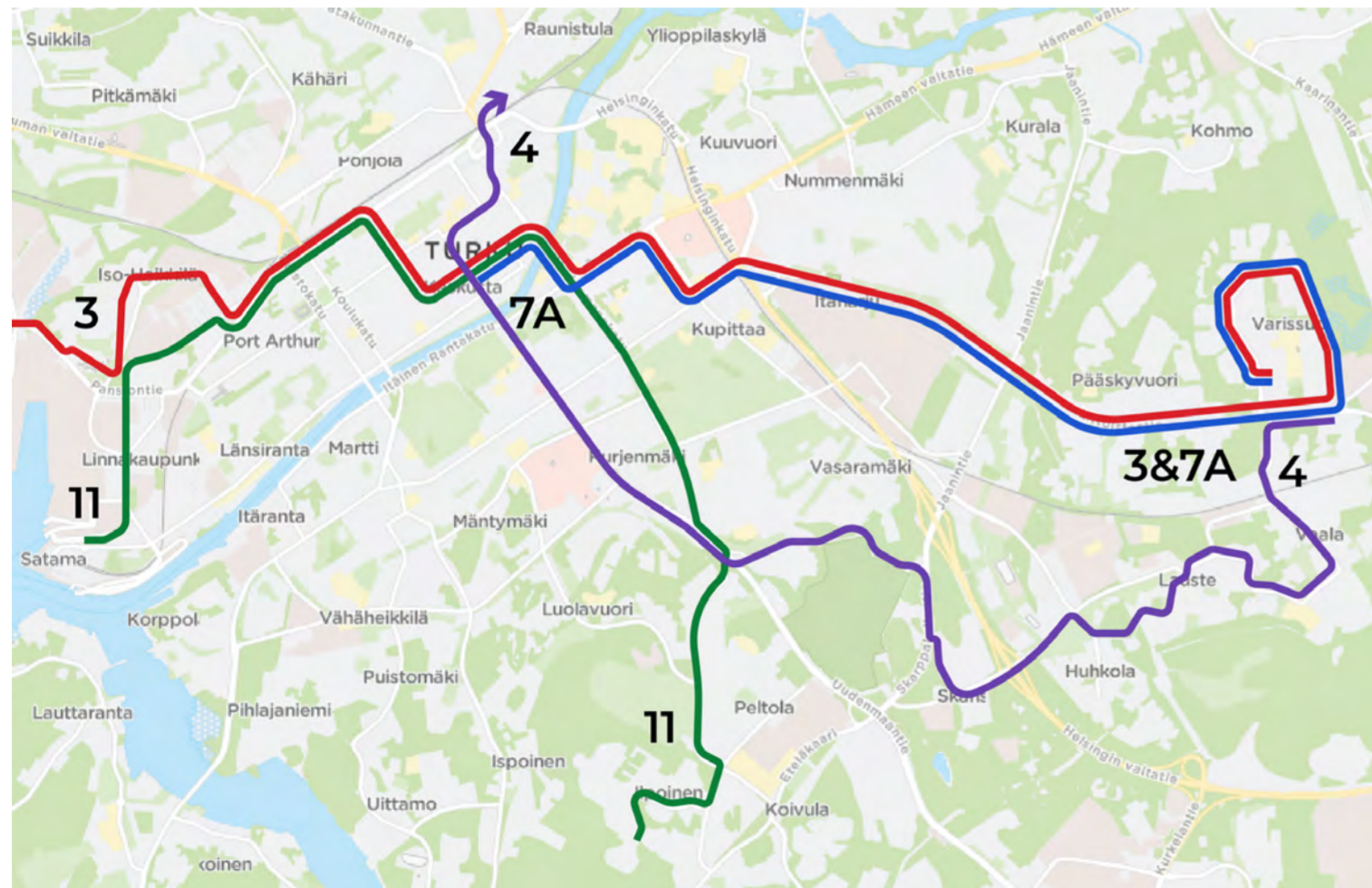
Satamassa ja keskustan toisella puolella Ilpoinen. Runkolinja 11 on uusi runkolinja Turun runkobussisuunnitelmaan. Linja 11 on sisällytetty tämän työn linjastovaihtoehtoihin, jotta raitiotievaihtoehdot ja sen runkobussilinjoihin perustuva vertailuvaihtoehto tuottavat vertailukelpoisen palvelutason.

Kaikkiin raitiotien linjastovaihtoehtoihin Sataman ja Varissuon välillä on suunniteltu samat muutokset bussilinjastoon. Linja 7A lakkautetaan ja linja 3 liikennöidään Kauppatorilta Varissuon sijaan Ilpisiin. Linjan 3 käänntö Ilpisiin korvaa runkolinjan 11, joka on raitiotien vertailuvaihtoehdossa liikennöitävä runkolinja Sataman ja Ilpoisten

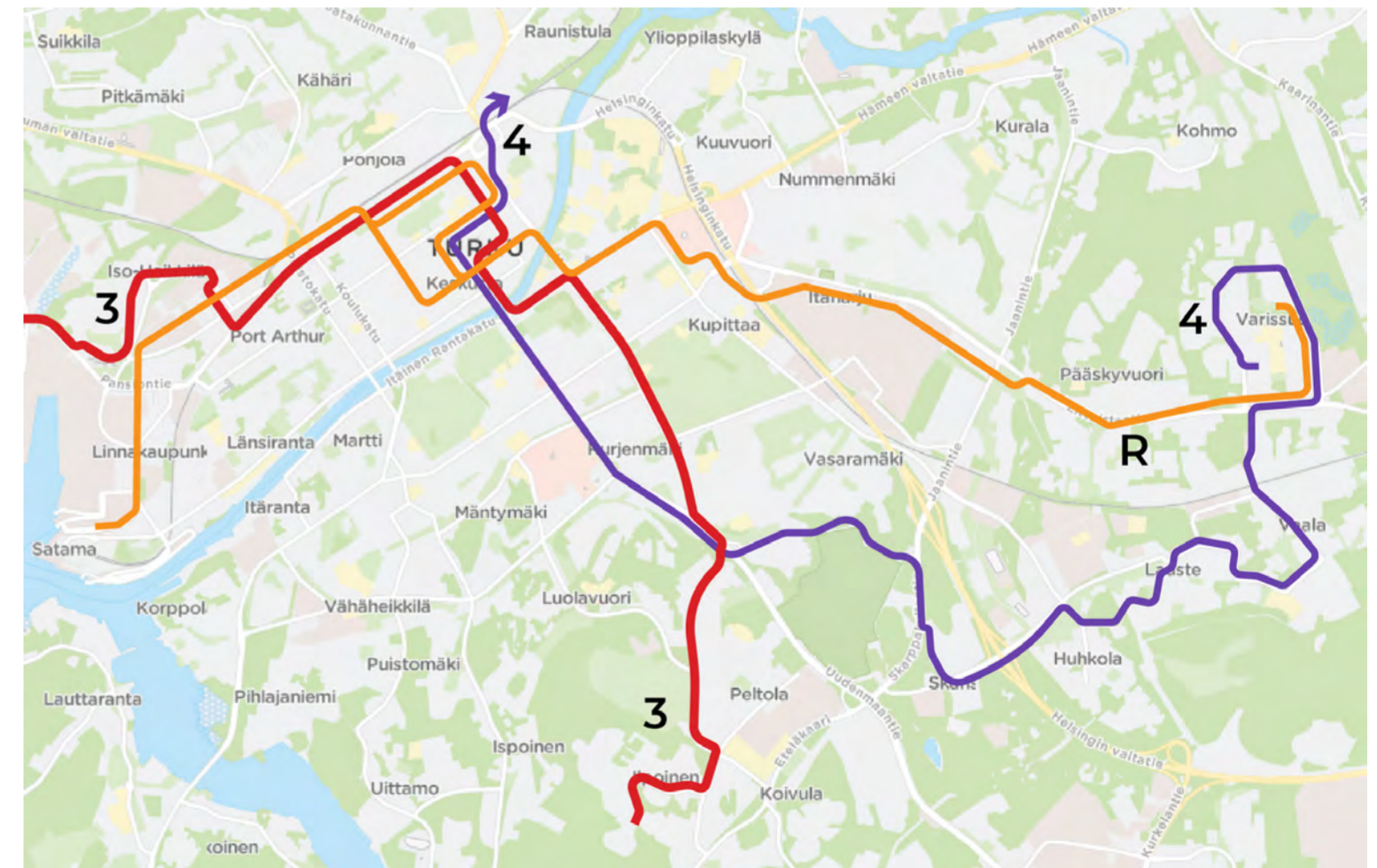
välillä. Runkolinjaa 4 pidennetään Varissuolla Itäkeskuksesta Katteluksenkadulle korvaamaan Varissuolta poistuvien linjojen 3 ja 7A tiheää pysäkkiverkkoa. Lisäksi Kupittaalla kehärunkolinja 9 siirretään Lemminkäisenkadulta Voimakadulle.

Liityntälinjastotarkastelu keskustan länsipuolella

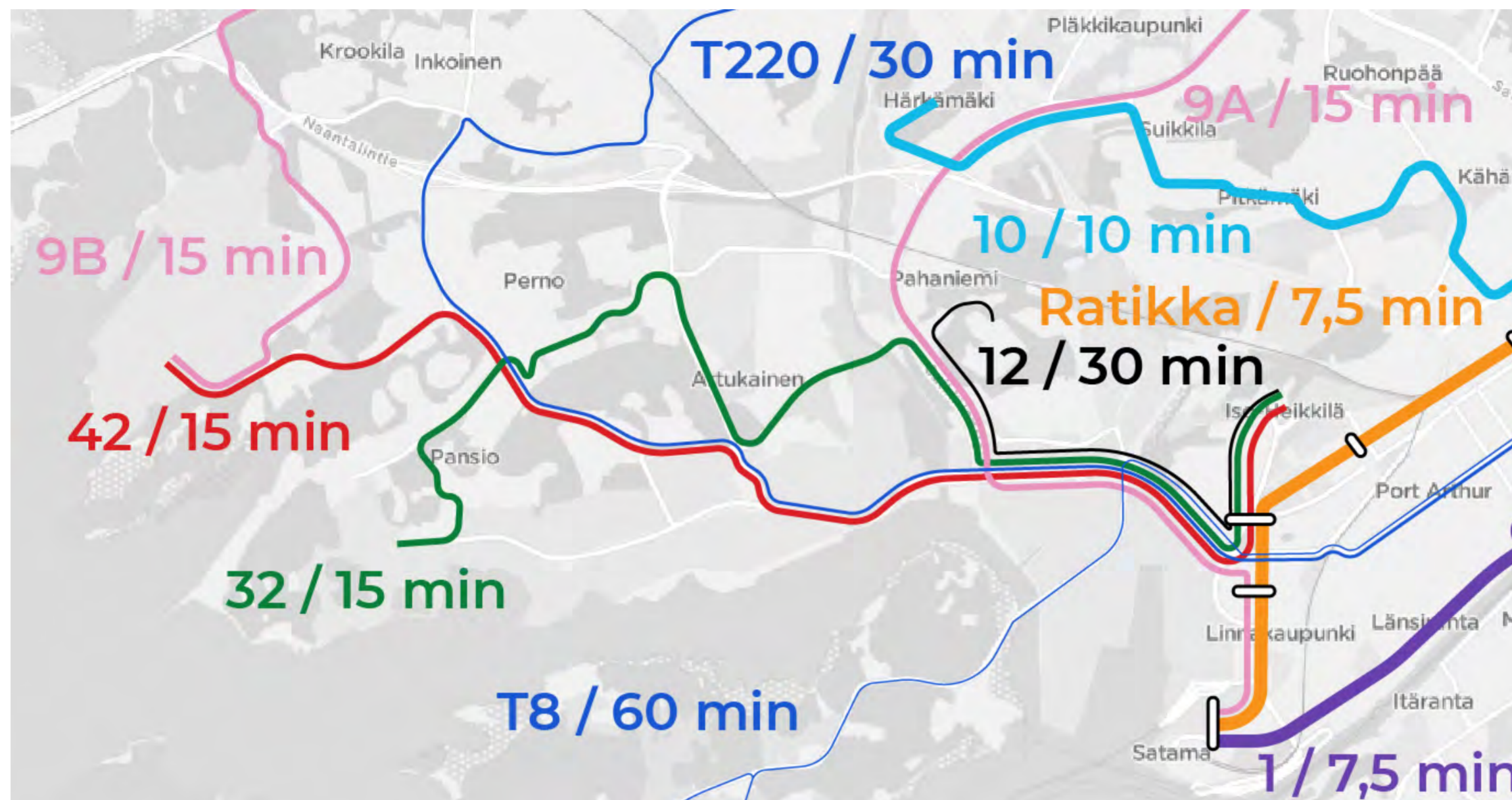
Työn aikana tarkasteltiin raitiotievaihtoehdoissa mahdollisuuksia vähentää joukkoliikenteen liikennöintikustannuksia vähentämällä raitiotien rinnalla liikennöitävää bussiliikennettä Linnakaupungin ja keskustan välillä. Päävaihtoehdossa



Kuva 6.8 Vertailuvaihtoehdon bussilinjaston linjat, jotka muuttuvat raitiotien toteutuessa. Kuvassa ei ole esitetty bussilinjajoja, joihin raitiotien toteutuminen ei vaikuta.



Kuva 6.9 Raitiotien toteutuessa tehtävät muutokset bussilinjastoon. Kuvassa ei ole esitetty bussilinjajoja, joihin raitiotien toteutuminen ei vaikuta. Linjat 7A ja 11 lakkautetaan.



Kuva 6.10 Liityntälinjastotarkasteluun suunniteltu joukkoliikenteen linjasto keskustan länsipuolella.

Linnakaupungin ja keskustan välillä liikennöisi raitiotien lisäksi runkolinja 3. Liityntälinjastotarkastelussa runkolinja 3 lakautetaan ja korvataan Pansion, Pernon ja Vienolan liityntälinjoilla raitiotien varteen. Runkolinja 3 keskustan ja Ilpoisten välillä korvataan runkolinjalla 11 Kauppatori–Ilpoinen. Uudet liityntälinjat korvaavat liityntälinjan L21 Pansio–Vienola.

Liityntälinjastossa Pansion ja Pernon bussilinjat muistuttaisivat nykyisiä linjoja 32 ja 42. Liityntälinja 32 kulkisi Pansion ja Iso-Heikkilän välillä. Liityntälinja 42 kulkisi Pernon telakan ja Iso-Heikkilän välillä. Linjojen 32 ja 42 vuoroväli olisi puolet raitiotien

vuorovälistä, eli jokaiselta raitiotien lähdöltä olisi vaihtoyhteys joko linjalle 32 tai 42. Lisäksi Vienolaan kulkisi liityntälinja 12 Vienola–Iso-Heikkilä puolen tunnin vuorovälillä. Alueen linjojen reitit ja vuorovälit ruuhka-aikaan on esitetty kuvassa 6.10. Kuvassa on liityntälinjojen lisäksi runkolinjat 1, 9A, 9B ja 10 sekä muut linjat T8 ja T220, joihin ei ole suunniteltu muutoksia tässä liityntälinjastotarkastelussa.

Linjojen 12, 32 ja 42 vaihtoyhteys olisi raitiotien Vaasanpuiston pysäkillä ja edellyttäisi raitioväylän muuttamista myös busseille sopivaksi joukkoliikenneväyläksi. Vaihtoyhteys raitiolinjalle olisi Pansion,

Pernon ja Vienolan suunnasta laadukas vaatien vain muutamien kymmenien metrien siirtymää samalla yhteiskäyttöpysäkillä. Iso-Heikkilän suunnasta liityttäessä vaihto bussista ratikkaan edellyttäisi joukkoliikenneväylän ylittämistä ja useiden kymmenien metrien kävelyä. Jatkosuunnittelussa olisi todennäköisesti mahdollista suunnitella vaihdot laiturin yli.

Liityntälinjastoratkaisun etuna on säästöt joukkoliikenteen liikennöintikustannuksissa ja joidenkin alueiden parantuneet yhteydet. Liityntälinjastoratkaisu vähentäisi joukkoliikenteen liikennöintikustannuksia arviolta 0,7 miljoonaa euroa vuodessa. Vienolan ja

linjan 32 vaikutusalueen yhteydet parantuisivat, kun alueet saisivat suoran liityntäyhteyden raitiolinjalle. Ilman liityntälinjastoa alueiden joukkoliikenneyhteydet vaatisivat liityntämatkaa linjalla L21 runkobussilinjalle 3. Erityisesti Vienolasta matkat keskustaan linjoilla L21 ja 3 vaatisivat ensin usean pysäkkivälin matkustamista matkan pääsuuntaan nähden väärään suuntaan. Liityntälinjastoratkaisu tuottaisi enemmän aika- ja palvelutasohyötyjä kuin päävaihtoehdon linjasto. Liityntälinjasto olisi siis hieman kannattavampi sekä yhteiskuntataloudellisesti ja kuntataloudellisesti kuin päävaihtoehdon linjasto.

Liityntälinjaston haittoina olisi keskustan ja runkolinjan 3 vaikutusalueen välisten matkojen muuttuminen vaihdollisiksi. Liityntälinjastoratkaisun seurauksena Iso-Heikkilästä, Pansiontieltä, Pernontieltä ja Pernon telakalta ei olisi enää vaihdottomia yhteyksiä keskustaan. Iso-Heikkilästä on toisaalta korkeintaan 700 metrin kävelymatka lähimmälle raitiotiepysäkillä, jolta on vaihdoton yhteys keskustaan. Liityntäyhteyksiä ratikkaan ei mahdollisesti koettaisi luontevaksi, kun liityntäbussimatkan jälkeen ratikalla olisi vain 3–4 pysäkkiväliä keskustaan. Lisäksi liityntälinjastoratkaisun linjat 12, 32 ja 42 kulkisivat harvemmin kuin päävaihtoehdon runkolinja 3 ja liityntälinja L21.

Liityntälinjastotarkastelun perusteella ei tehty muutoksia päävaihtoehdon linjastoon, koska vaihdottomien keskustayhteyksien vähentäminen nähtiin yleissuunnitelmatyön aikana suuremmaksi haitaksi kuin palvelutasohyödyt toisilla alueilla tai säästöt liikennöintikustannuksista. Liityntälinjastovaihtoehdoissa merkittäville Pernon ja Pansion työpaikka-alueille jouduttaisiin kulkemaan pääsääntöisesti tehden kaksi vaihtoa. Varsinaiset päätökset raitiotien rinnalla liikennöitävästä bussiliikenteestä tehdään kuitenkin myöhemmin, mahdollisesti vain muutamia vuosia ennen raitioliikenteen alkamista.

6.6 KALUSTON OMINAISUUDET

Satama–Varissuo raitiotien kalustona on modernit raitiovaunut, jotka on mitoitettu linjauksen matkustajamääriin sopiviksi. Raitiovaunujen on suunniteltu olevan kahteen suuntaan ajettavia, 2,65 metriä leveitä ja alkuvaiheessa 30 metriä pitkiä.

Raitiovaunut ovat kahteen suuntaan ajettavia, jotta päätepysäkeillä ei tarvitse toteuttaa tilaa vieviä kääntösilmukoita. Lisäksi häiriötilanteissa kaksisuuntaiset raitiovaunut voidaan kääntää linjan keskellä. Raitiovaunun kääntö linjan keskellä on mahdollista kaikkien puolenvaihtoraiteiden läheisyydessä. Kaksisuuntainen kalusto mahdollistaa Matkakeskukselle päättyvän linjausvaihtoehdon toteuttamisen siten, että linjaa voidaan jatkaa pohjoisen suuntaan katkaisematta raitiotien liikennöintiä.

Vaunun leveys 2,65 metriä optimoi matkustamukavuuden sekä vaunun kapasiteetin ja tilantarpeen katutilassa. Tampereella vaunut ovat myös 2,65 metriä leveitä, kun taas Helsingissä käytetään kapeampia 2,4 metriä leveitä raitiovaunuja.

Raitiovaunut ovat alkuvaiheessa 30 metriä pitkiä, jotta raitiotien liikennöinti on kustannustehokasta ja ennustettuun matkustuskysyntään mitoitettua. 30 metriä pitkään raitiovaunuun on oletettu mahtuvan noin 80 istumapaikkaa ja tilaa noin 90 seisovalle matkustajalle mitoituksella 4 hlö/m². 37 metriä pitkään raitiovaunuun on oletettu mahtuvan noin 100 istumapaikkaa ja tilaa noin 120 seisovalle matkustajalle mitoituksella 4 hlö/m². Raitiovaunujen ominaisuudet määritetään viime kädessä

kalustohankinnan yhteydessä, joten edellä esitetty paikkamäärä ei ole lopullinen.

Kalustohankinnassa on varauduttava kaluston pidentämiseen 30 metristä 37 metriin 10–20 vuotta liikenteen aloitusta myöhemmin. Lisäksi kalustohankinnassa on varauduttava vaunujen määrän kasvattamiseen 2050, kun vuoroväliä on suunniteltu tiheennettävään 7,5 minuutista 6 minuuttiin. Lisäksi kalustohankinnassa voi varautua raitiovaunujen pidentämiseen 47 metriä pitkäksi. Tällä voidaan varautua siihen, että raitiolinja houkuttelee merkittävästi arvioitua enemmän matkustajia ensi vaiheessa hankittavan kaluston elinkaaren aikana. Raitiotien omat pysäkit toteutetaan 47 metriä pitkinä. Yhteiskäyttöpysäkit toteutetaan 37 metriä pitkinä. Pidentettäessä raitiovaunuja 47 metriin yhteyskäyttöpysäkkien bussipysäkit on siirrettävä muualle.

Tampereella raitiovaunut ovat myös 37 metriä pitkiä ja niitä voi pidentää 47 metriä pitkiksi. Helsingin seudulla kaupunkiraitiovaunut ovat alle 30 metriä pitkiä ja tulevat pikaraitiovaunut ovat ensi vaiheessa 35 metriä pitkiä. Helsingin seudun pikaraitiovaunuja voi pidentää 45 metriä pitkiksi.

Raitiotien ja raitiovaunujen raideleveys on 1435 mm, joka on maailman yleisin raideleveys ja kansainvälinen standardi. Standardiraideleveys on käytössä myös Tampereen raitiotiellä. Standardileveys on valittu, jotta Turun raitiovaunuiksi saadaan hankittua parhaimmat mahdolliset raitiovaunut parhaimpaan hintaan. Maailmassa tuotetaan paljon standardileveyden raitiovaunuja,

jolloin standardista poikkeaminen kasvattaisi raitiovaunujen hankinnan kustannuksia ja karsisi potentiaalisten kalustotoimittajien joukkoa. Toinen mahdollinen raideleveys olisi rautateiden raideleveys 1524 mm, joka mahdollistaisi raitiovaunujen liikkumisen rataverkolla. Pääosin yksiraiteisen rataverkon hyödyntämistä ei kuitenkaan nähdä potentiaalisena tiheän vuorovälin raitioliikenteelle.

Raitiovaunujen hankintahinnaksi on oletettu 3,0 miljoonaa euroa per raitiovaunu ja käyttöikäksi 40 vuotta. Tampereella ja Helsingissä yli 30 metriä pitkien raitiovaunujen hankintahinta on ollut 3–4 miljoonaa euroa per raitiovaunu. Suomalaisten raitiovaunuja sähkömoottorijunahankintojen hinta on viime vuosikymmeninä ollut keskimäärin noin 100 000 € per vaunometri. Helsingin vanhimmat nykyisin käytössä olevat raitiovaunut ovat olleet käytössä kohta 40 vuotta ja saattavat saavuttaa jopa 50 vuoden käyttöiän. Toisaalta Helsingissä Variotram-raitiovaunut saavuttivat vain 20 vuoden käyttöiän. Raitiovaunujen pidentämisen kustannukseksi on arvioitu 0,7 miljoonaa euroa, kun pidennys on 30 metrin raitiovaunusta 37 metrin raitiovaunuun. Raitiovaunujen pidentämisen kustannukseksi on arvioitu 1,0 miljoonaa euroa, kun pidennys on 37 metrin raitiovaunusta 47 metrin raitiovaunuun.

6.7 KALUSTO- JA KULJETTAMÄÄRÄ

Satama–Varissuo raitiotien liikennöintiin tarvitaan päivittäisen liikenteen sitoma vaunumäärä ja kaksi varavaunua. Liikenteen sitoma vaunumäärä on riippuvainen raitiolinjan kierrosajasta ja vuorovälistä. Raitiolinjan minimikierrosaika on raitiolinjan päästä päähän ja takaisin kuluvan matka-ajan, kummankin päätepysäkin teknisen kääntöajan ja ajantasaukseen kuluvan ajan summa. Raitiovaunun suunnanvaihtoon on varattu vähintään 4 minuutta per päätepysäkki. Varsinainen kierrosaika on minimikierrosajasta seuraava vuorovälin kerrannainen. Satama–Varissuo-raitiotien linjausvaihtoehtojen edellyttämä kalustomäärä vuoden 2030 liikennöintimalleilla on esitetty taulukossa 6.2. Vuodelle 2050 kalustomäärät varavaunuineen ovat vaihtoehdolle VE1 yhteensä 15 vaunua, vaihtoehdolle VE2 yhteensä 16 vaunua ja vaihtoehdolle VE3 yhteensä 16 vaunua.

Raitotien kalustomäärä pienenee, jos kierrosaikaa voidaan lyhentää kokonaisen

vuorovälin verran. Kierrosaikojen pidentyminen puolestaan aiheuttaa paineita lisätä kalustomäärää. Kierrosaikojen lyhentymisen on hyvin epätodennäköistä. Sen sijaan kierrosaika voi kasvaa, jos esimerkiksi raitiolinjalle valitaan Varissuolla pisin linjausvaihtoehto. Taulukossa 6.2 esitetyistä kierrosajoista Humalistonkadun linjausvaihtoehdon kierrosaika on löysin ja Matkakeskuksen kierrosaika tiukin. Humalistonkadun linjaa voi siis pidentää yhdellä pysäkkivälillä ilman tarvetta kasvattaa kalustomäärää.

Tarvittavan kuljettajamäärän laskenta perustuu raitiovaunujen operointitunteihin ja tarvittaviin henkilötyötunteihin. Laskelmassa on huomioitu muun muassa tehokkaan työajan osuus, pyhäpäivät, lepotauot, poisolot sekä vuosittainen työntekijäkohtainen ajossaoloaika. Operointiin tarvittava kuljettajamäärä on linjausvaihtoehdosta riippuen 50–90 kuljettajaa.

Taulukko 6.2 Satama–Varissuo-linjausvaihtoehtojen kierrosajat, vuorovälit ja kalustomäärä vuoden 2030 liikennöintimallilla. Kalustomäärä on ilmoitettu muodossa liikenteen sitoma kalustomäärä + varavaunut.

| Linjausvaihtoehto | Linja | Minimikierrosaika | Kierrosaika | Kalustomäärä |
|---------------------|--------------------------------|-------------------|-------------|--------------|
| VE1: Humalistonkatu | Varissuo-Humalistonkatu-Satama | 78 min | 82,5 min | 11+2 vaunua |
| VE2: Matkakeskus | Varissuo-Matkakeskus-Satama | 82 min | 82,5 min | 11+2 vaunua |
| VE3: Haarautuva | Varissuo-Humalistonkatu-Satama | 78 min | 80 min | 8+1 vaunua |
| | Varissuo-Matkakeskus | 60 min | 60 min | 6+1 vaunua |
| | Yhteensä | - | - | 14+2 vaunua |

6.8 LIKENNÖINTIKUSTANNUKSET

Liikennöintikustannusten laskentamalli

Satama–Varissuo raitiotien liikennöintikustannusten laskentamalli perustuu suomalaisten raitioteiden suunnitelmien yhteydessä kerättyyn kansainväliseen tietoon. Laskentamallia on tarkennettu Helsingin seudulta kerätyn tiedon ja kokemuksen perusteella kuvaamaan pikaraitioliikenteen arvioitua kustannustasoa Helsingin seudulla. Laskentamallia on myös verrattu Tampereen raitiotien liikennöintikustannuksiin. Lähtökohtana toimivat kesän 2021 liikennöintikustannukset.

Satama–Varissuo raitiotien liikennöintikustannusten arvio jakautuu kolmeen kustannuserään, jotka ovat kilometrikustannukset, tuntikustannukset ja kiinteät kustannukset. Nämä kustannuserät jakautuvat edelleen omiin pienempiin kustannuseriin. Linjan liikennöintikustannuksiin on pyritty sisällyttämään kaikki raitiojärjestelmän aiheuttamat vuosittaiset kustannukset. Raitiolinjan liikennöintikustannusten tässä osiossa on arvioitu sekä raitiotiiliikenteen että bussiliikenteen liikennöintikustannusten muutos. Liikennöintikustannukset on arvioitu kesän 2022 kustannustasossa. Kustannustietoja vuodelta 2021 on korjattu raitioliikenteen vuoden 2022 indeksin kasvulla 6 %. Samalla aikajaksolla bussiliikenteen yksikkökustannukset ovat kasvaneet 10 %.

Liikennöintikustannusten kustannuserät

Raitiotien kilometrikustannuksilla katetaan raitiovaunujen sähkönkulutus sekä raitiovaunujen siivous-, huolto- ja korjauskustannukset. Helsingin seudulta kerättyjen

tietojen perusteella kilometrikustannuksen suuruudeksi on arvioitu 2,10 €/km. Raitiotien tuntikustannuksilla katetaan raitiovaunun kuljettajien palkkakulut. Tuntikustannuksen suuruudeksi on arvioitu 50,48 €/h.

Raitiotien kilometri- ja tuntikustannukset lasketaan kertomalla raitiotien kilometri- ja tuntisuoritteet niiden yksikköhinnoilla. Eri linjausvaihtoehtojen vuosittaiset suoritteet on esitetty taulukoissa 6.3 ja 6.4. Taulukoissa on esitetty myös vaunupäivien määrä, vaikka tätä tietoa ei ole hyödynnetty liikennöintikustannusten laskennassa. Suoritteiden määrä kasvaa vuoden 2030 tilanteesta vuoden 2050 tilanteeseen, kun raitiotien vuoroväliä tihennetään 7,5 minuuttista 6 minuuttiin vaihtoehdoissa VE1 ja VE2.

Raitiotien kiinteiksi kustannuksiksi kutsutaan kaikkia muita raitiojärjestelmän kustannuseriä, jotka eivät ole kovin riippuvaisia päivittäisistä liikennöintisuoritteista. Näitä kustannuksia ovat kaluston pääomakustannukset, raitioliikenteen vakuutukset, hallinto, työnohjaus, liikenteenohjaus, raivaustiimi ja varikon käyttö. Raitioliikenteen hallinnossa ja työnjohdossa on oletettu työskentelevän 8 henkilöä. Raitioliikenteen liikenteenohjauksen on oletettu toimivan viiden työntekijän voimin. Raivaustiimiin, jonka tehtävänä on varmistaa raitiolinjan häiriötön liikennöinti ja puuttuvan nopealla varoitusajalla häiriötilanteisiin, on oletettu kuuluvan viisi henkilöä.

Varikon ja sen laitteiston investointikustannuksia ei ole sisällytetty liikennöintikustannuksiin, vaan ne on esitetty investointikustannuksina luvussa 7.

Taulukko 6.3 Satama–Varissuo-linjausvaihtoehtojen vuosittaiset suoritteet vuonna 2030.

| Linjaus | Linjakilometrit | Linjatunnit | Vaunupäivät |
|---------------------|-----------------|-------------|-------------|
| VE1: Humalistonkatu | 934 203 | 58 558 | 3 419 |
| VE2: Matkakeskus | 979 787 | 60 354 | 3 515 |
| VE3: Haarautuva | 1 542 322 | 97 599 | 5 908 |

Taulukko 6.4 Satama–Varissuo-linjausvaihtoehtojen vuosittaiset suoritteet vuonna 2050.

| Linjaus | Linjakilometrit | Linjatunnit | Vaunupäivät |
|---------------------|-----------------|-------------|-------------|
| VE1: Humalistonkatu | 1 042 833 | 63 540 | 3 844 |
| VE2: Matkakeskus | 1 097 499 | 67 848 | 4 153 |
| VE3: Haarautuva | 1 542 322 | 97 599 | 5 908 |

Taulukko 6.5 Satama–Varissuo-linjausvaihtoehtojen raitiotien vuosittaiset kustannukset vuonna 2030.

| Linjaus | Kilometri- ja tuntikustannukset | Kaluston pääomakulut | Muut kiinteät kustannukset | Yhteensä |
|---------------------|---------------------------------|----------------------|----------------------------|----------|
| VE1: Humalistonkatu | 4,92 M€ | 1,94 M€ | 1,94 M€ | 8,79 M€ |
| VE2: Matkakeskus | 5,10 M€ | 1,94 M€ | 1,94 M€ | 8,98 M€ |
| VE3: Haarautuva | 8,18 M€ | 2,38 M€ | 2,01 M€ | 12,57 M€ |

Taulukko 6.6 Joukkoliikenteen liikennöintikustannusten muutokset Satama–Varissuo-raitiotien toteutuessa. Vaihtoehdoissa VE1 ja VE2 vuoroväli vaihtuu 7,5 minuutista 6 minuuttiin vuonna 2050.

| Linjaus | Raitiotien liikennöintikustannukset 2030 | Bussiliikenteen liikennöintikustannusten muutos 2030 | Joukkoliikenteen liikennöintikustannusten kasvu 2030 | Raitiotien liikennöintikustannukset 2050 | Bussiliikenteen liikennöintikustannusten muutos 2050 | Joukkoliikenteen liikennöintikustannusten kasvu 2050 |
|---------------------|--|--|--|--|--|--|
| VE1: Humalistonkatu | 8,79 M€/v | -3,70 M€/v | 5,10 M€/v | 10,14 M€/v | -4,41 M€/v | 5,73 M€/v |
| VE2: Matkakeskus | 8,98 M€/v | -3,70 M€/v | 5,28 M€/v | 10,68 M€/v | -4,41 M€/v | 6,27 M€/v |
| VE3: Haarautuva | 12,57 M€/v | -3,70 M€/v | 8,88 M€/v | 13,13 M€/v | -4,41 M€/v | 8,72 M€/v |

Kaluston pääomakustannukset on laskettu siten, että kalustoinvestointi rahoitetaan annuiteettilainalla, jonka korko on 3,5 % ja poisto-aika 40 vuotta. Edellä mainitulla 30 metriä pitkän vaunun 3,0 miljoonan euron hinnalla ja indeksikorjaus huomioiden yhden raitiovaunun vuosittainen kustannus on noin 179 000 euroa vuodessa. Poistoajalla, korkokannalla ja lyhennystavalla voi olla suurikin merkitys pitkän aikavälin laskelmissa.

Muiden kiinteiden kustannusten kuin kaluston pääomakustannusten suuruudeksi on arvioitu 1,9–2,0 miljoonaa euroa vuodessa. Kustannuksen suuruus riippuu hieman kalustomäärästä. Turun raitioliikenteen mahdollisesti laajentuessa tulevaisuudessa useimmat kiinteät kustannuserät eivät kasva, jolloin raitioliikenteen kustannustehokkuus paranee.

Liikennöintikustannukset yhteensä

Satama–Varissuo raitiotien liikennöintikustannukset on esitetty taulukossa 6.5. Taulukossa 6.6 on esitetty joukkoliikenteen liikennöintikustannusten muutokset raitiotien

toteutuessa, eli raitiotien liikennöintikustannukset ja bussiliikenteen liikennöintikustannusten muutos.

Keskustan linjausvaihtoehtojen lisäksi Varissuon linjausvaihtoehdoilla on vaikutuksia Satama–Varissuo raitiotien liikennöintikustannuksiin. Orminkujalle ja Kraatarinkadulle päättyvät linjausvaihtoehdot kasvattavat liikennöintikustannuksia noin 0–1,5 miljoonaa euroa vuodessa linjausvaihtoehtojen yhdistelmistä riippuen. Osa linjausvaihtoehtojen yhdistelmistä edellyttää kalustomäärän kasvattamista, kun raitiotien jatkaminen yhdellä tai kahdella pysäkkivälillä kasvattaa kierrosaikaa. Varissuon linjausvaihtoehtojen vaikutukset liikennöintikustannuksiin on esitetty taulukossa 6.7 Pelttarinkadun vaihtoehtoon verrattuna.

Tuomiokirkon linjausvaihtoehdoilla ei ole vaikutuksia liikennöintikustannuksiin, koska raitiotien matka-aika Hämeenkadulta Aninkaistenkadulle on karkeasti sama kummallakin linjausvaihtoehdolla. Matka-aikojen hajonta on kuitenkin suurempaa Uudenmaankadun linjausvaihtoehdolla kuin Tuomiokirkon linjausvaihtoehdolla.

Taulukko 6.7 Varissuon linjausvaihtoehtojen vaikutukset raitiotien liikennöintikustannuksiin Pelttarinkadun linjausvaihtoehtoon verrattuna vuonna 2030.

| Linjausvaihtoehtojen yhdistelmä | Kilometri- ja tuntikustannukset | Kaluston pääomakustannukset | Yhteensä |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-------------|
| Humalistonkatu ja Orminkuja | + 0,06 M€/v | - | + 0,06 M€/v |
| Humalistonkatu ja Kraatarinkatu | + 0,36 M€/v | + 0,15 M€/v | + 0,56 M€/v |
| Matkakeskus ja Orminkuja | + 0,19 M€/v | + 0,15 M€/v | + 0,36 M€/v |
| Matkakeskus ja Kraatarinkatu | + 0,28 M€/v | + 0,15 M€/v | + 0,45 M€/v |
| Haarautuva ja Orminkuja | + 0,74 M€/v | + 0,15 M€/v | + 0,91 M€/v |
| Haarautuva ja Kraatarinkatu | + 1,20 M€/v | + 0,30 M€/v | + 1,54 M€/v |

Liikennöintikustannusten erot aikaisempiin suunnitteluvaiheisiin

Joukkoliikenteen liikennöintikustannusten kasvu on huomattavaa vuoden 2019 Turun raitiotien yleissuunnitelman tarkennukseen verrattuna. Turun raitiotien yleissuunnitelman tarkennuksessa 2019 liikennöintikustannusten kasvuksi Varissuo–Matkakeskus raitiotiellä arvioitiin noin 2 miljoonaa euroa vuodessa. Yleissuunnitelman tarkennuksen 2019 Varissuo–Matkakeskus raitiotien ja tämän yleissuunnitelman Satama–Varissuo raitiotien joukkoliikenteen liikennöintikustannusten kasvun ero on noin 3 miljoonaa euroa vuodessa (vertailukohtana Humaliskadun linjaus). Ero muodostuu raitioliikenteen liikennöintikustannusten kasvamisesta. Raitiolinjan pidentäminen Satamaan eli suoritteiden kasvu kasvattaa raitiotien liikennöintikustannuksia vajaat kaksi miljoonaa euroa vuodessa. Kiinteitä kustannuksia on arvioitu olevan hieman yli miljoona euroa vuodessa enemmän.

Toisaalta vuoden 2015 Turun raitiotien yleissuunnitelmassa joukkoliikenteen liikennöintikustannusten kasvu arvioitiin samaksi kuin tässäkin selvityksessä: noin 5–6 miljoonaa euroa vuodessa, kun raitiotietä olisi liikennöity keskustasta Runosmäkeen, Varissuolle ja Skanssiin. Satama–Varissuo raitiotien liikennöintikustannuksen arvion ja vuoden 2015 yleissuunnitelman liikennöintikustannusten arvion erot ovat pieniä ja selittyvät enimmäkseen joukkoliikenteen laajuuden muutoksilla.

Kilometri- ja tuntikustannusten yksikköhinnat ja kiinteiden kustannusten arviot ovat pääpiirteittäin samat kummassakin varsinaisessa yleissuunnitelmassa. Joukosta poikkeava kustannusarvio on yleissuunnitelman tarkennus ja sen kiinteät kustannukset.

Liikennöintikustannusten vertailu Tampereen raitiotiehen

Laskentamallia on myös verrattu Tampereelta saatuihin tietoihin Tampereen raitiotien liikennöintikustannuksista vuonna 2022. Vertailun perusteella Tampereen raitiotien liikennöinti on 10–20 % kalliimpaa kuin tässä työssä käytetyllä laskentamallilla arvioiden. Suora vertailu ei ole kuitenkaan mielekästä, sillä Tampereen raitioliikenne on monin tavoin erilaista kuin Helsinkiin ja Turkuun suunniteltu raitioliikenne:

- Tampereella raitiovaunuja liikennöidään todella laajoilla liikennöntiajoilla ja jatkuvasti tiheillä vuoroväleillä.
- Tampereella suurempi osa kalustosta on varakalustoa kuin Helsinkiin tai Turkuun suunnitelluilla raitioteillä.
- Tampereen raitiotie laajentuu, jolloin yksin liikenteen ylläpitoon sitoutuvia hallintoresursseja on hankala määrittää.
- Tampereen raitiotien laatutaso on todella korkea, jolloin osa kustannuserosta selittyy liikennöinnin ja kaluston huollon paremmalla palvelutasolla.

7

**RAKENTAMISKUSTANNUKSET
JA -PÄÄSTÖT**

7.1 RAITIOTIEN RAKENTAMIS- JA YLLÄPITOKUSTANNUKSET

Raitiotien osalta laskettiin kustannusarvio kaikille tarkastelluille vaihtoehdoille. Lisäksi kustannukset laskettiin kahdelle linjaosuuden ulkopuolelle jäävälle ka-tuosuudelle, varikolle ja sen yhdysraiteelle sekä muille hankkeeseen välittömästi liit-tyville kustannuksille, joita ovat työnaikai-set liikennejärjestelyt, taide, arkeologiset kaivaukset, pilaantuneiden maiden poistot ja maanhankinnat. Linjausvaihtoehdon

kustannusarviot huomioiden kaikki edellä mainitut osa-alueet ovat seuraavat:

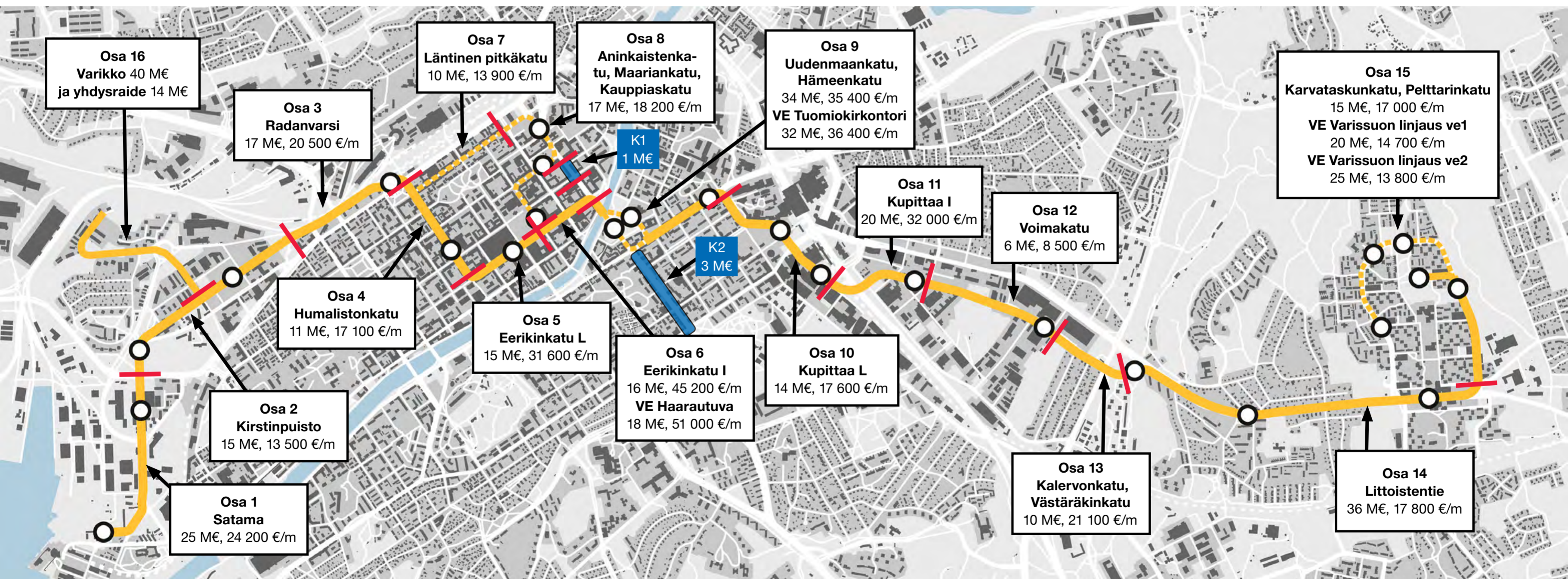
- Ve1 Humalisto 333 M€
- Ve2 Matkakeskus 335 M€
- Ve3 Haarautuva 353 M€

Lisäksi laskettiin Humalistonkadun vaihto-ehdolle (VE1) Tuomiokirkonlinjauksen ja Varissuon jatkeiden kustannusarviot:

- Ve1 Tuomiokirkonlinjaus 332 M€
- Ve1 Varissuon jatke Orminkujalle 339 M€
- Ve1 Varissuon jatke Kraatarinkadulle 344 M€

Rakentamiskustannusten metrihinta vaihtelee linjausvaihtoehdosta ja lasketaan mukaan valittavista eristä riippuen noin 20 000 – 30 000 €/vaylämetri taulukon 7.1 mukaisesti. Lisäksi kuvassa 7.1 on esitetty osiokohtaisia rakentamiskustannuksia.

Rakentamiskustannukset sisältävät raitiotielinjakson rakentamisen sekä sen ympärille tulevat katujärjestelyt. Lisäksi



Kuva 7.1 Linjaosuuden ja varikon kustannukset osioittain.

kustannuksiin on sisällytetty tilaaja- ja työmaatehtävät, jotka sisältävät myös riskivaruksen yllättävien kustannusten varalle. Katujärjestelyt on pääosin laskettu seinästä seinään -periaatteella, pois lukien osuudet, joissa raitiotie tulee kulkemaan uudella katuverkolla, kuten Kirstinpuiston ja Voimakadun osuudet. Kustannuslaskennassa on huomioitu raitiotien suunniteltu korkeatasoinen ympäristö. Katuympäristön ja raitiotien pintamateriaalit on laskettu Design Manual-raportin mukaisina. Laskennan rajaukset on esitetty liitteen 7.2 suunnitelma-kuvissa. Laskennassa on otettu huomioon tarvittavat pohjanvahvistukset, johtosiirrot sekä siltojen parantamiset.

Linjauksen ulkopuolelta laskennassa on huomioitu kaksi katuosuutta (K1 ja K2), joille tehdään bussi- ja pyörätiejärjestelyjä. Järjestelyt liittyvät tiiviisti raitiotiejärjestelyihin, ja siksi ne huomioidaan laskennassa. Katuosuuksien kustannukset on laskettu karkealla tasolla. Osuudet ovat Aninkaisenkatu välillä Maariankatu – Yliopistonkatu (K1) ja Uudenmaankatu välillä Hämeenkatu – Itäinen Pitkäkatu (K2).

Rakentamiskustannukset on laskettu Fore-kustannuslaskentaohjelman hankeosalaskentasovelluksella (HOLA). Hankeosalaskentaa on tarvittavin osin täydennetty Foren rakennusosalaskennasta (ROLA) saatavilla hintatiedoilla. Laskennassa on myös hyödynnetty asiantuntija-arvioita siltä osin, kun kustannuksia ei ole saatu suoraan Foren tarjoamasta hankeosakirjastosta.

Asiantuntija-arviona laaditut hintatiedot ja näiden perustelut on esitetty tarkemmin liitteessä 7.1.

Laskennassa on käytetty Foren toukokuun 2022 hinnastoa, jonka MAKU-indeksi oli 125,31 (2015=100). Laskennassa käytettiin Turun kaupungin Infrarakentamisen kustannushallinnan ohjeen mukaisia lähtöarvoja pois lukien hankkeen kokokerroin, joka oli sama kuin Helsingin seudun raitiotiehankeissa käytetty kerroin. Toteutusympäristön osalta keskustan alueella käytettiin korkeampaa toteutusympäristökerrointa kuin muulla osuudella. Arvot olivat seuraavat:

- Aluekerroin: 0,96
- Hankkeen kokovaikutus: 0,90
- Korkokanta: 5 %
- Toteutusympäristö: 1,02 tai 1,06

Työmaatehtävien prosenttiosuus oli laskennassa 20 %. Tämä sisällytetään hankeosalaskentaan. Tilaajatehtävien osuutena käytettiin 29 % (sisältäen riskivarausta 15 %) pois lukien keskustan osuus, jossa riskivarauksena käytettiin 25 %, jolloin tilaajatehtävien osuus oli 39 %. Korkeamman toteutusympäristökertoimen ja riskivarauksen osuus linjauksesta on esitetty liitteessä 7.3.

Foressa tehtävässä laskennassa ei ole huomioitu työmaanaikaisia liikennejärjestelyjä, taidetta, pilaantuneen maan poistoa,

arkeologisia kaivauksia tai maanhankinnan kustannuksia. Näistä työmaanaikaiset liikennejärjestelyt ja taide on arvioitu erillisinä tarkasteluina. Pilaantuneiden maiden käsittelyn, arkeologisten kaivausten sekä maanhankinnan kustannukset on saatu muista selvityksistä.

Rakentamiskustannuksia tarkasteltaessa on otettava huomioon suunnittelutaso. Laskenta on suoritettu niillä tiedoilla ja sillä tarkkuudella, johon yleissuunnitelmasa ulotutaan. Tästä syystä laskentaan sisältyy suunnitteluvaiheeseen tyypillistä epävarmuutta.

Laskennassa on tunnistettu myös hankkeen ulkopuolisia riskitekijöitä, jotka voivat vielä vaikuttaa hankkeen todellisiin toteutuskustannuksiin. Laskennan laadintahetkellä teräksen hinta on noussut merkittävästi. Lisäksi maailman ulkopoliittinen tilanne on laskennan aikana ollut epävakaa käynnissä olevan Ukrainan sodan vuoksi. Sodan vaikutuksia raaka-aineiden hintoihin on haastava ennustaa. Kustannusarvio on laadittu Foren tietojen mukaisesti, eli hintoihin ei ole riskivarauksen lisäksi tehty muutoksia näiden tekijöiden vuoksi. Epävarmuustekijät tulee kuitenkin huomioida hinta-arvioita tarkastellessa ja tulee tunnistaa, että näillä tekijöillä voi olla vaikutuksia hankkeen todellisiin toteutuskustannuksiin.

Raitiotien ylläpitokustannusten on arvioitu olevan vuodessa noin 125 000 euroa linjakilometriä kohden.

Yleissuunnitelmavaiheessa kustannusarvioihin liittyy monia epävarmuuksia suunnittelun ja lähtötietojen tarkkuudesta johtuen. Tämän vuoksi kustannusarvioon sisältyy 15-25% riskivaraus. Kustannusarvio tarkentuu huomattavasti toteutussuunnitteluvaiheessa ja kustannuksia voi olla mahdollista alentaa. Esimerkiksi pohjanvahvistustoimenpiteiden osalta on hyvin suuri osa reitistä perustettu paalulaatan varaan ja tarkemmassa suunnittelussa määrää voidaan todennäköisesti pienentää. Myös vesihuollon teräksisiä suojaputkia voitaneen korvata esimerkiksi betoniputkilla ja pintamateriaalien nyt valittua laatutasoa madaltaa, jos näin hyväksytään tehtäväksi. Lisäksi saattaa olla mahdollista luopua Pelttarinkadun pääte-pysäkin lisäraiteesta. Riskivarausta voidaan pienentää suunnittelutason tarkentuessa.

Taulukko 7.1 Raitiotien kustannukset vaihtoehtoisille linjauksille (lukuihin sisältyy kalustoa lukuunottamatta 30% valtion rahoitusosuus).

| Osuus | Pituus | VE1 Humalistonkatu M€ | €/väylä- metri | VE2 Matkakeskus M€ | €/väylä- metri | VE3 Haarautuva M€ | €/väylä- metri | VE1 Humalistonka- tu, Tuomiokir- kontori | €/väylä- metri | VE1 Humalistonkatu Orminkujalle | €/väylä- metri | VE1 Kraatarinka- dulle | €/väylä- metri |
|--|--------|-----------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|---|-------------------|---------------------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|
| Pituus (ilman varikkoyhteyttä) | | 11 km | | 11,5 km | | 11,9 km | | 10,9 km | | 11,4 km | | 11,9 km | |
| Rakentamiskustannukset (sis. tilaajatehtävät) | | | | | | | | | | | | | |
| Linjaosuus | | | | | | | | | | | | | |
| 1 – Satama | 1050 | 25 | 24 200 | 25 | 24 200 | 25 | 24 200 | 25 | 24 200 | 25 | 24 200 | 25 | 24 200 |
| 2 – Kirstinpuisto | 1095 | 15 | 13 500 | 15 | 13 500 | 15 | 13 500 | 15 | 13 500 | 15 | 13 500 | 15 | 13 500 |
| 3 – Radanvarsi | 835 | 17 | 20 500 | 17 | 20 500 | 17 | 20 500 | 17 | 20 500 | 17 | 20 500 | 17 | 20 500 |
| 4 – Humalistonkatu | 635 | 11 | 17 100 | | | 11 | 17 100 | 11 | 17 100 | 11 | 17 100 | 11 | 17 100 |
| 5 – Eerikinkatu L | 470 | 15 | 31 600 | | | 15 | 31 600 | 15 | 31 600 | 15 | 31 600 | 15 | 31 600 |
| 6 – Eerikinkatu I | 350 | 16 | 45 200 | 16 | 45 200 | | | 16 | 45 200 | 16 | 45 200 | 16 | 45 200 |
| 6 - Eerikinkatu I, haarautuva vaihtoehto | 350 | | | | | 18 | 51 000 | | | | | | |
| 7 – Läntinen Pitkäkatu | 720 | | | 10 | 13 900 | | | | | | | | |
| 8 – Aninkaistenk.-Maariank.-Kauppiask. | 930 | | | 17 | 18 200 | 17 | 18 200 | | | | | | |
| 9 – Uudenmaankatu-Hämeenkatu | 955 | 34 | 35 400 | 34 | 35 400 | 34 | 35 400 | | | 34 | 35 400 | 34 | 35 400 |
| 9 – Tuomiokirkon linjaus | 890 | | | | | | | 32 | 36 400 | | | | |
| 10 – Kupittaa L | 805 | 14 | 17 600 | 14 | 17 600 | 14 | 17 600 | 14 | 17 600 | 14 | 17 600 | 14 | 17 600 |
| 11 – Kupittaa I | 615 | 20 | 32 000 | 20 | 32 000 | 20 | 32 000 | 20 | 32 000 | 20 | 32 000 | 20 | 32 000 |
| 12 – Voimakatu (Vain raitiotien kustannukset) | 750 | 6 | 8 500 | 6 | 8 500 | 6 | 8 500 | 6 | 8 500 | 6 | 8 500 | 6 | 8 500 |
| 13 – Kalervonk. – Västäräkink. | 490 | 10 | 21 100 | 10 | 21 100 | 10 | 21 100 | 10 | 21 100 | 10 | 21 100 | 10 | 21 100 |
| 14 – Littoistentie | 2045 | 36 | 17 800 | 36 | 17 800 | 36 | 17 800 | 36 | 17 800 | 36 | 17 800 | 36 | 17 800 |
| 15 – Karvataskunkatu | 870 | 15 | 17 000 | 15 | 17 000 | 15 | 17 000 | 15 | 17 000 | | | | |
| 15 – Karvataskunkatu, Varissuon jatke Orminkujalle | 1345 | | | | | | | | | 20 | 14 700 | | |
| 15 – Karvataskunkatu, Varissuon jatke Kraatarinkadulle | 1790 | | | | | | | | | | | 25 | 13 800 |
| YHTEENSÄ | | 234 | 21 307 | 236 | 20 482 | 253 | 21 284 | 233 | 20 430 | 239 | 19 949 | 244 | 19 697 |
| Muut osuudet | | | | | | | | | | | | | |
| K1 – Aninkaistenkadun bussi- ja pyörätiejärjestelyt | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | |
| K2 – Uudenmaankadun bussi- ja pyörätiejärjestelyt | | 3 | | 3 | | 3 | | 3 | | 3 | | 3 | |
| YHTEENSÄ | | 238 | 21 603 | 239 | 20 764 | 257 | 21 557 | 236 | 20 715 | 243 | 20 220 | 247 | 19 959 |
| Rakentamisen muut kustannukset | | | | | | | | | | | | | |
| Työnaikaiset liikennejärjestelyt | | 3 | | 3 | | 3 | | 3 | | 3 | | 3 | |
| Taide (n. 1 % kustannuksista) | | 2 | | 2 | | 2 | | 2 | | 2 | | 2 | |
| YHTEENSÄ | | 242 | 22 035 | 244 | 21 182 | 262 | 21 986 | 241 | 21 130 | 247 | 20 623 | 252 | 20 354 |
| Muut hankkeen rakentamiseen liittyvät kustannukset | | | | | | | | | | | | | |
| Arkeologiset kaivaukset | | 25 | | 25 | | 25 | | 25 | | 25 | | 25 | |
| PIMA-kustannukset | | 10 | | 10 | | 11 | | 10 | | 10 | | 10 | |
| Maanhankinnan kustannukset | | 2 | | 2 | | 2 | | 2 | | 2 | | 2 | |
| Kaikki kustannukset yhteensä (ilman varikkoa 16) | | 279 | 25 398 | 281 | 24 436 | 299 | 25 148 | 278 | 24 412 | 285 | 23 741 | 290 | 23 372 |
| 16 – Varikon yhdysraide | | 14 | | 14 | | 14 | | 14 | | 14 | | 14 | |
| 16 – Varikko | | 40 | | 40 | | 40 | | 40 | | 40 | | 40 | |
| Kaikki kustannukset yhteensä (sis. varikon) | | 333 | 30 288 | 335 | 29 113 | 353 | 29 668 | 332 | 29 130 | 339 | 28 223 | 344 | 27 710 |
| Kalustoinvestoinnit aloitusvaiheessa (kuoletettu liikennöintikustannuksissa) | | 39 | | 39 | | 48 | | 39 | | 39 | | 42 | |
| Kaikki kustannukset yhteensä (sis. myös kaluston) | | 372 | | 374 | | 401 | | 371 | | 378 | | 386 | |

7.2 VARIKON RAKENTAMISKUSTANNUKSET

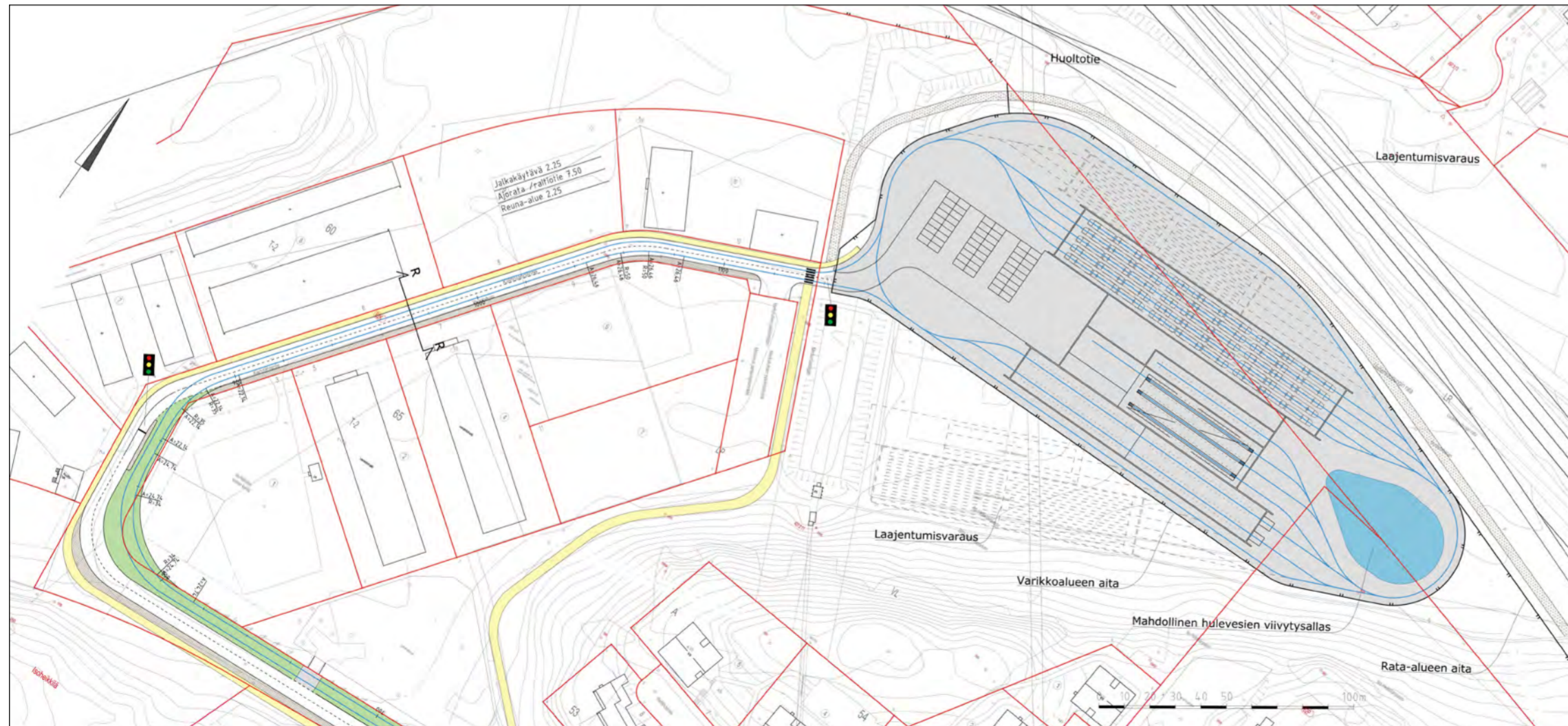
Varikon rakentamiskustannuksiksi on arvioitu yhdysraiteineen 53,8 M€.

Jokaisella linjausvaihtoehdolla varikon sijainti on sama, joten myös varikon kustannusarvio on joka linjausvaihtoehdolla sama. Varikon kustannuksiin on sisällytetty yhteys varikolle raitiotie- ja katujärjestelyineen sekä itse varikon alue. Varikon kustannuksissa on huomioitu muusta kustannusarviosta poiketen myös esirakentaminen, sillä varikko esitetään toteutettavaksi

neitseelliseen maastoon. Varikon kustannukset muodostuvat seuraavasti:

- Yhdysraide ja siihen liittyvät katujärjestelyt 13,8 M€
- Varikkoalueen esirakentaminen 0,2 M€
- Varikkoalueen raiteet ja niiden sähköistys 15,9 M€
- Rakennus, valaistus ja turva-aita 16,5 M€
- Varikon tekniset laitteet ja varusteet 7,3 M€

Erityispiirteinä varikon kustannuksissa on varikon teknisten laitteiden huomioiminen. Näiden osalta ylläpitokustannukset on sisällytetty liikennöintikustannuksiin, mutta investointikustannukset rakennuskustannuksiin. Kustannusarvio on laadittu Foren ulkopuolella pohjautuen suurelta osin Turun raitiotien aiemmassa yleissuunnitelmassa tehtyihin selvityksiin. Teknisten laitteiden kustannuksiin ei sisällytetty työmaa- ja tilaajakustannuksia. Teknisissä laitteissa on huomioitu 15 % riskivaraus.



Kuva 7.2 Varikon suunnitelma.

7.3 KUSTANNUSTEN VERTAILU EDELLISIIN LASKENTOIHIN JA MUIHIN HANKKEISIIN

Työssä laskettuja kustannuksia on verrattu vuonna 2019 valmistuneeseen Turun raitiotien yleissuunnitelman tarkennukseen sekä aikaisemmissa raitiotiehankkeiden suunnitelmissa laadittuihin kustannusarvioihin.

Vuonna 2019 valmistuneessa Turun raitiotien yleissuunnitelman tarkennuksessa on tutkittu erilaisia linjausvaihtoehtoja ja varikon sijainteja kuin nyt tehdyssä suunnitelmassa, minkä vuoksi kustannuksia ei voi täysin verrata. Kun varikkoa ja kalustoa ei huomioida, linjapituutta kohden verrattuna suositeltavalla reitillä kustannukset ovat kasvaneet noin 34 % Varissuo-Raisio linjaan verrattuna. Tästä valtaosa selittyy aikavälin indeksinousulla (26 %). Erityisesti viimeisen vuoden aikana maarakennuskustannusindeksi on noussut erittäin nopeasti. Lisäksi kustannusnousu johtuu muun muassa arkeologisten kaivausten ja pilaantuneiden maiden kasvaneista kustannusarvioista, sähkönsyöttöasemien määrän kasvusta, Design manualissa esitetyistä korkeatasoisista pintamateriaaleista sekä suhteellisesti suuremmasta keskustaosuudesta ja keskustaosuuden aiempaa suuremmasta riskivaruudesta.

Tässä työssä lasketun raitiotien väylämetrin kustannus ilman varikkoa ja varikkoyhteyttä vaihtelee taulukon 7.1 mukaisesti 19 700 – 21 300 euroa/väylämetri valitun linjauksen perusteella. Jos väylämetrin kustannukseen lasketaan mukaan Aninkaistenkadun

ja Uudenmaankadun bussi- ja pyörätiejärjestelyt, arkeologiset kaivaukset, pilaantuneiden maiden poistot, työnaikaiset liikennejärjestelyt, taide ja maanhankinnan kustannukset vaihtelevat kustannukset 23 400 – 25 400 euroa/väylämetri.

Muiden selvitysten väylämetrikustannukset ovat olleet ilman varikkoa ja varikkoyhteyttä:

- Viikin-Malmin raitiotie 22 000 € /väylämetri (Alustava julkaisematon yleissuunnitelma 2021)
- Länsi-Helsingin raitiotie 20 000 € / väylämetri (Yleissuunnitelma 2020)
- Kruunusillat 22 500 - 42 500 € / väylämetri (Päivitetty kustannusarvio 2021, hinta-arvio ilman siltaurakkaa sekä siltaurakka mukaan laskettuna)
- Vantaan raitiotie 31 400 € / väylämetri tunneli mukana ja 26 500 € / väylämetri ilman tunnelia (Hankesuunnitelma 2023)
- Raide-Jokerin allianssin kustannusarvio 15 400 € / väylämetri (arvio laskettu 2019) Lisäksi Raide-Jokerin hankekuvauksessa 18.1.2019 on mainittu, että liittyvien hankkeiden kustannukset ovat noin 51 M€ eli runsaat 2000 € / väylämetri
- Tampereella Pirkkala-Linnainmaa raitiotie 22 200 € / väylämetri. Lisäksi on mainittu, että liittyvien hankkeiden osuus on 43 M€ eli noin 3200 € / väylämetri (hankesuunnitelma 2023).

Eri raitiohankkeiden kustannusarviot eivät oikeastaan koskaan ole täysin vertailukelpoisia, koska rakennuskustannusten alueelliset rajaukset (pelkkä rata-alue/seinästä seinään), kustannuksiin mukaan otetut erät, käytetyt MAKU-indeksit sekä laskentamenetelmät ja -periaatteet vaihtelevat hankkeissa. Vertailussa on huomioitava, että Turun laskennassa kustannuksia kasvattaa erityisesti viimeisen vuoden aikana 16% kohonnut maarakennuskustannusindeksi ja paalulaattojen suuri osuus. Lisäksi Turussa on laskettu metrikustannukseen mukaan kaikki suunnittelukartoilla esitetyt toimenpiteet pois lukien osuudet, joissa raitiotie tulee kulkemaan uudella maankäytön kehittämissä yhteydessä ennen raitiotietä rakennettavalla katuverkolla.

7.4 RAITIOTIEN RAKENTAMISEN KOKONAISPÄÄSTÖT

Rakentamisen aiheuttamat päästöt on laskettu Fore-kustannuslaskentaohjelman hankeosalaskentasovelluksella (HOLA). Hankeosalaskentaa on tarvittavin osin täydennetty Foren rakennusosalaskennasta (ROLA) saatavilla päästötiedoilla ja asiantuntija-arvioilla. Asiantuntija-arviona laaditut päästötiedot ja näiden perustelut on esitetty tarkemmin liitteessä 7.1.

Yksikköpäästölaskennan tieto (kgCO_2e) tulee Foren valmiiden hanke- ja rakennusosien mukana, ja ne perustuvat VTT:n taulukkotietoihin. Foressa päästölaskenta perustuu panosten CO_2 arvoihin, joiden mittayksikkönä käytetään hiilidioksidiekvivalenttia ($\text{kg CO}_2\text{e}$). Hiilidioksidiekvivalentti on ilmastotieteessä käytetty suure, joka kuvaa ihmisen tuottamien kasvihuonekaasujen ilmastovaikutusta. Tämä tarkoittaa lämpenemisvaikutusta, jonka 1 kg ilmakehään päässyttä hiilidioksidia aiheuttaa 100 vuodessa. (Lähde: Rapal Oy – Part of Ørn Software).

Päästöarvio sisältää eri linjausvaihtoehtojen päästöt. Lisäksi jokaisessa linjausvaihtoehdossa on mukana varikon ja erillisten

katuosuuksien päästöt. Kokonaispäästöt ovat linjausvaihtoehdoittain seuraavat:

- Ve1 Humalisto 77,5 MkgCO_2e
- Ve2 Matkakeskus 76,7 MkgCO_2e
- Ve3 Haarautuva 81,4 MkgCO_2e
- Ve1 Tuomiokirkontori 76,9 MkgCO_2e
- Ve1 Varissuon jatke Orminkujalle 78,7 MkgCO_2e
- Ve1 Varissuon jatke Kraatarinkadulle 79,8 MkgCO_2e

Kaikissa vaihtoehdoissa ovat mukana varikon rakentamisesta aiheutuvat päästöt, jotka ovat noin 13,5 MkgCO_2 .

Jos rakentamisen aikaiset päästöt halutaan kompensoida päästöoikeuksien avulla, niin lisäkustannus olisi noin 8 M€, jos päästöoikeuden hintana käytetään 100 eur/tCO_2 .

Päästöarvio vaihtelee 6 400–7 000 $\text{kgCO}_2\text{e/väylämetri}$. Päästöt ovat noin 0,23 kgCO_2e investoitua euroa kohden.

Vertailutietona voidaan todeta, että Helsingin Viikki-Malmi raitiotien kokonaispäästöarvio yleissuunnitelmassa oli noin 5 000 $\text{kgCO}_2\text{e/väylämetri}$. Kyseisessä hankkeessa päästöarvio tehtiin niin ikään Fore-kustannuslaskentaohjelmalla.

Rakentamisen tuottamien päästöjen sekä kustannusarvion tarkemmat kuvaukset on esitetty liitteessä 7.1.

Rakentamisen päästöjen odotetaan laskevan tulevaisuudessa merkittävästi rakentamisen kehittyessä ilmastoystävällisemmäksi. Rakentamisen aikaisia ilmastopäästöjä voidaan vähentää monella eri keinolla esimerkiksi välttämällä turhia rakenteita, käyttämällä mahdollisimman vähäpäästöisiä materiaaleja, minimoimalla kuljetusetäisyydet, uudelleen käyttämällä maamassat ja minimoimalla ylijäämämassojen päästöt. Jatkosuunnittelussa tehdyillä suunnitteluratkaisuilla ja materiaalivalinnoilla on suuri merkitys päästömääriin.

Ruotsin Trafikverket edellyttää suunnittelijoilta ja urakoitsijoilta vuonna 2035 valmistuvilta rautatiehankkeilta 80 % päästövähennystavoitteita vuoden 2015 tasoon verrattuna. Pääosa vähennyksistä oletetaan saavutettavan materiaalien kehityksen myötä.

7.5 SKENAARIOTARKASTELU: PINTAMATERIAALIEN PÄÄSTÖT

Laskentamenetelmä

Työssä laskettiin Turun raitiotien pintamateriaalien hiilijalanjälki ja arvioitiin eri skenaarioilla kuinka paljon hiilijalanjälkeen voidaan vaikuttaa valinnoilla. Lähtökohtana toimi miljööttyypitys: Kortteli, Historia, Urbaani, Naapurusto ja Varikko. Sen lisäksi laskettiin raitiotien vaikuttavien kalusteiden eli pylväiden ja pysäkkikatosten hiilijalanjälki.

Valintojen vaikuttavuutta verrattiin eri skenaarioissa ja suhteessa kaupungin hiilineutraalisuustavoitteeseen. Laskelmat noudattavat infrahankkeen hiilijalanjäljen laskemismenetelmää PAS 2080. Laskelmissa noudatettiin ympäristöministeriön vähähiilisyden laskentaperiaatteita siinä määrin, miten se tässä suunnitteluvaiheessa oli mahdollista (YM 30.8.2019). Hiilijalanjälkilaskennassa on huomioitu YM:n vähähiilisyden arviointimenetelmän mukaisesti elinkaaren vaiheet:

- Ennen käyttöä (moduulit A1–5)
- Käytön aikana (moduulit B3–4, B6)
- Käytön jälkeen (moduulit C1–4)
- Elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset (moduuli D)

Tulokset ilmoitetaan hiilidioksidiekvivalentina (t CO₂e). Arviointijakson pituus on 50 vuotta. Laskelma on tehty One Click LCA -ohjelmistolla.

Laskennan skenaariot

Tarkastelussa oli kolme erilaista skenaariota:

Skenaario A (vertailun perusskenaario, lähituotettu)

- Tuotantomaa: Suomi/Pohjoismaat
- Materiaalit: 100% neitseellisiä raaka-aineita
- Oletettu kuljetusmatka: 70 km

Skenaario B (kestävämpi, lähituotettu)

- Tuotantomaa: Suomi/Pohjoismaat
- Materiaalit: 20% kierrätettyjä ja 80% neitseellisiä raaka-aineita (luonnonkivi, betoni, teräs)
- Oletettu kuljetusmatka: 70 km
- Lisätty vehreyden pinta-alaa (Kortteli, Urbaani, Naapurusto), ei lisättyä vehreyden pinta-alaa (Historia, Varikko, kalusteet)

Skenaario C (kaukana tuotettu)

- Tuotantomaa: Kiina/Globaali
- Materiaalit: 100% neitseellisiä raaka-aineita
- Oletettu kuljetusmatka: 13000 km merirahdilla

Havainnot

Pintamateriaalien toteutuksen valinnoilla on merkitystä raitiotien kokonaispäästöihin. Tässä tarkastelussa pintamateriaalien osuus kokonaispäästöistä on skenaariosta riippuen 20-40 % kokonaispäästöistä.

Turun kaupungin tavoitteena on olla hiilineutraali vuoteen 2029 mennessä, mihin mennessä päästöjä vähennetään 90% vuoteen 1990 verrattuna. Liikenteen osuus päästöistä vuonna 2021 oli 25%. Hiilineutraaliuteen pääsy edellyttää päästöjen vähentämistä vielä noin 380 kt CO₂e vuosien 2021-2029 välillä (SECAP 2020).

Suuripäästöisin skenaario C, jossa materiaaleja kuljetetaan Kiinasta, vastaa jopa neljäsosaa tavoitevuoden 2029 kokonaispäästöistä. On toki syytä huomioida, että rakentaminen jakautuu usealle vuodelle. Se on samalla edullisin vaihtoehto. Skenaario B on runsaat 10% ja skenaario A noin 16% hiilineutraaliusvuoden 2029 sallituista kokonaispäästöistä. Tarkastelun tulokset osoittavat, että syntyviä päästöjä voidaan välttää 14% valitsemalla vähäpäästöisin B-skenaario. Tulokset on esitetty kuvassa 7.3 ja taulukossa 7.2.

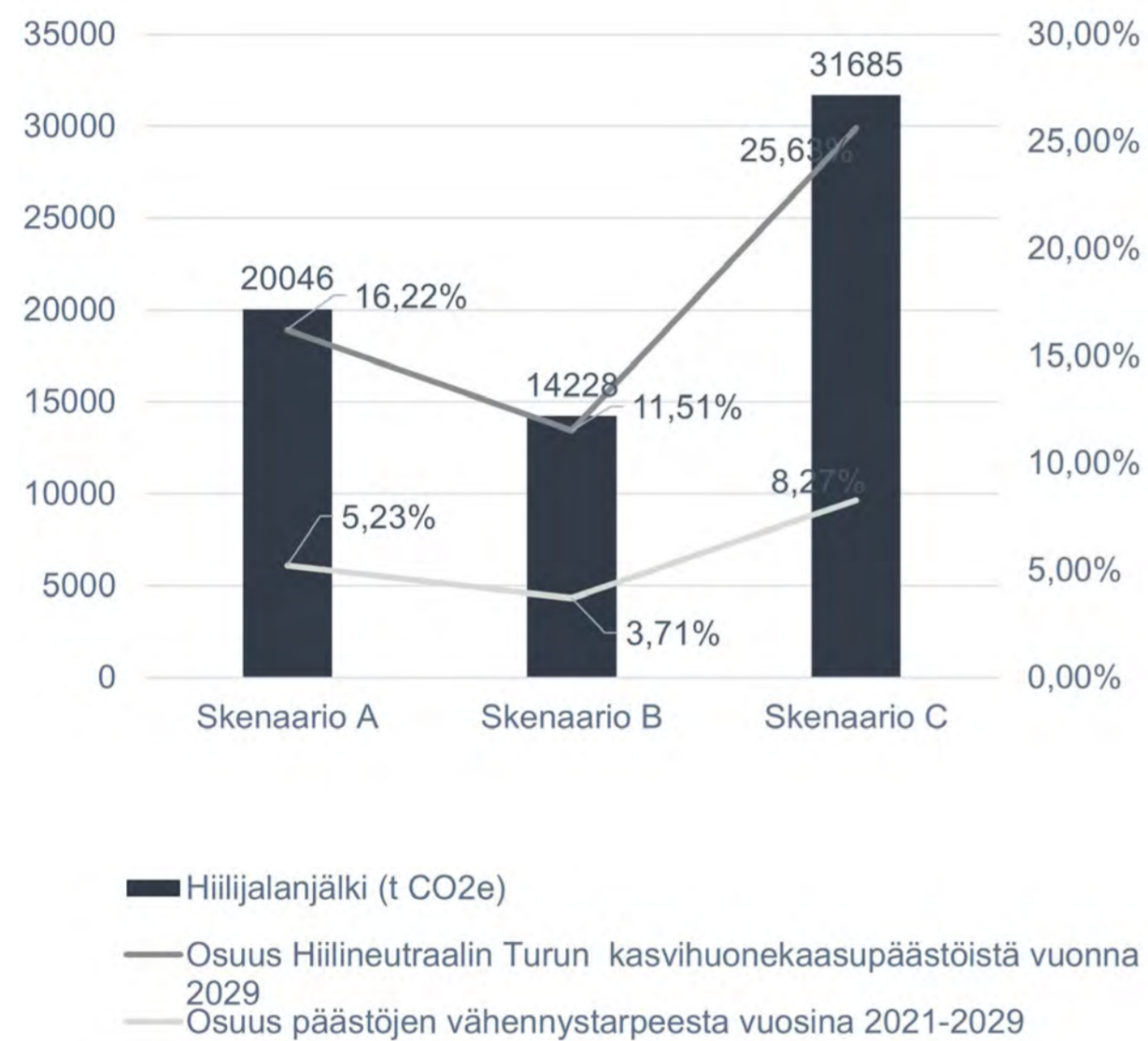
Kustannusvaikutusten näkökulmasta yhden tonnin CO₂e säästäminen maksaa vain 443€, jos valitaan skenaarion B:n materiaalit verrattuna skenaarioon A. Tämä arvo on valitun skenaarion suhde kustannusten ja kokonaispäästöjen erotusten välillä.

Suurin vaikutus ilmaston lämpenemiseen on materiaalien kuljetusetäisyyksillä, joten

paikallisesti saatavilla olevat materiaalit ovat yleensä paras vaihtoehto. Vehreyden optimoinnin ja kierrätettyjen materiaalien käytön vaikutus tuloksiin on toissijainen, mutta silti merkittävä.

Prioriteettiluokaksi Turun raitiotien vähähiilisten pintamateriaalien valintaan esitetään seuraavaa:

1. Uusiokäytettävät materiaalit (kaupungin kiertotalousalueelta)
2. Lähituotetut materiaalit (Suomi&Pohjoismaat)
3. Kuljetusmatkojen minimointi
4. Kierrätysmateriaalin määrä materiaalin valmistuksessa
5. Materiaalin elinkaaren pituus
6. Vehreyden optimointi mahdollisuuksien mukaan



Kuva 7.3 Miljötyyppien hiilijalanjälkilaskennan kokonaistulos.

Taulukko 7.2 Skenaarioiden hiilidioksidipäästöt ja kustannusvaikutukset.

| | Skenaario A | Skenaario B | Skenaario C |
|--|-------------|-------------|-------------|
| Hiilijalanjälki (t CO2e) | 20046 | 14228 | 31685 |
| Erotus skenaarioon A | 0 | -5818 | 11639 |
| Vertailu (%) | 100% | 71,0% | 158,1% |
| Pintamateriaalien kustannukset (M€) | 17,83 | 15,25 | 13,78 |
| Erotus skenaarioon A | 0,00 | -2,58 | -4,05 |
| Vertailu (%) | 100% | 85,5% | 77,3% |
| Kustannusvaikutus (€ / tCO2e) | - | 443,5 | -348,0 |
| Osuus Hiilineutraalin Turun Kasvi- huonekaasupäästöistä vuonna 2029 | 16,22% | 11,51% | 25,63% |
| Osuus päästöjen vähennystarpeesta vuosina 2021-2029 | 5,23% | 3,71% | 8,27% |

8

ARKEOLOGISET KAIVAUKSET

Turun keskusta-alueella sijaitsee muinaisjäännösalueita, joista laajin on Turun vanha asemakaava-alue (kuva 8.1). Turun raitiotien reitille sijoittuu merkittäviä arkeologisia esiintymiä Tuomiokirkon lähistöllä, Vanhan Suurtorin ympäristössä ja Tuomiokirkkosillan pohjoispuolella Aninkaistenkadulla. Tällaisia ovat erityisesti 1700-lukua vanhemmat kadun rakennekerrosten alla sijaitsevat muuratut rakennusjäänneet, jotka ovat Suomessa ainutlaatuisia. Näiden rakenteiden tulee säilyä raitiotien rakentamisesta huolimatta. Muinaismuistolain mukaan kiinteää muinaisjäännöstä ei saa mm. vahingoittaa tai peittää. Arkeologisten kerrosten paksuudet kadun pintakerrosten ja putkikaivantojen alla on esitetty kuvassa 8.2.

Arkeologisten esiintymien kannalta paras ratkaisu olisi se, että raitiotien reitti ei kulkisi arkeologisten esiintymien alueella. Aiemmissa raitiotieselvityksissä vaihtoehtoisia reittejä ei kuitenkaan ole löydetty. Yleissuunnitelman aikana tutkittiin kahta vaihtoehtoista linjausta Tuomiokirkon läheisyydessä: Uudenmaankadun linjaus ja Tuomiokirkontorin linjaus. Arkeologisia esiintymiä sijoittuu kummankin linjauksen kohdalle. Kuvassa 8.3 on havainnollistettu tilannetta.

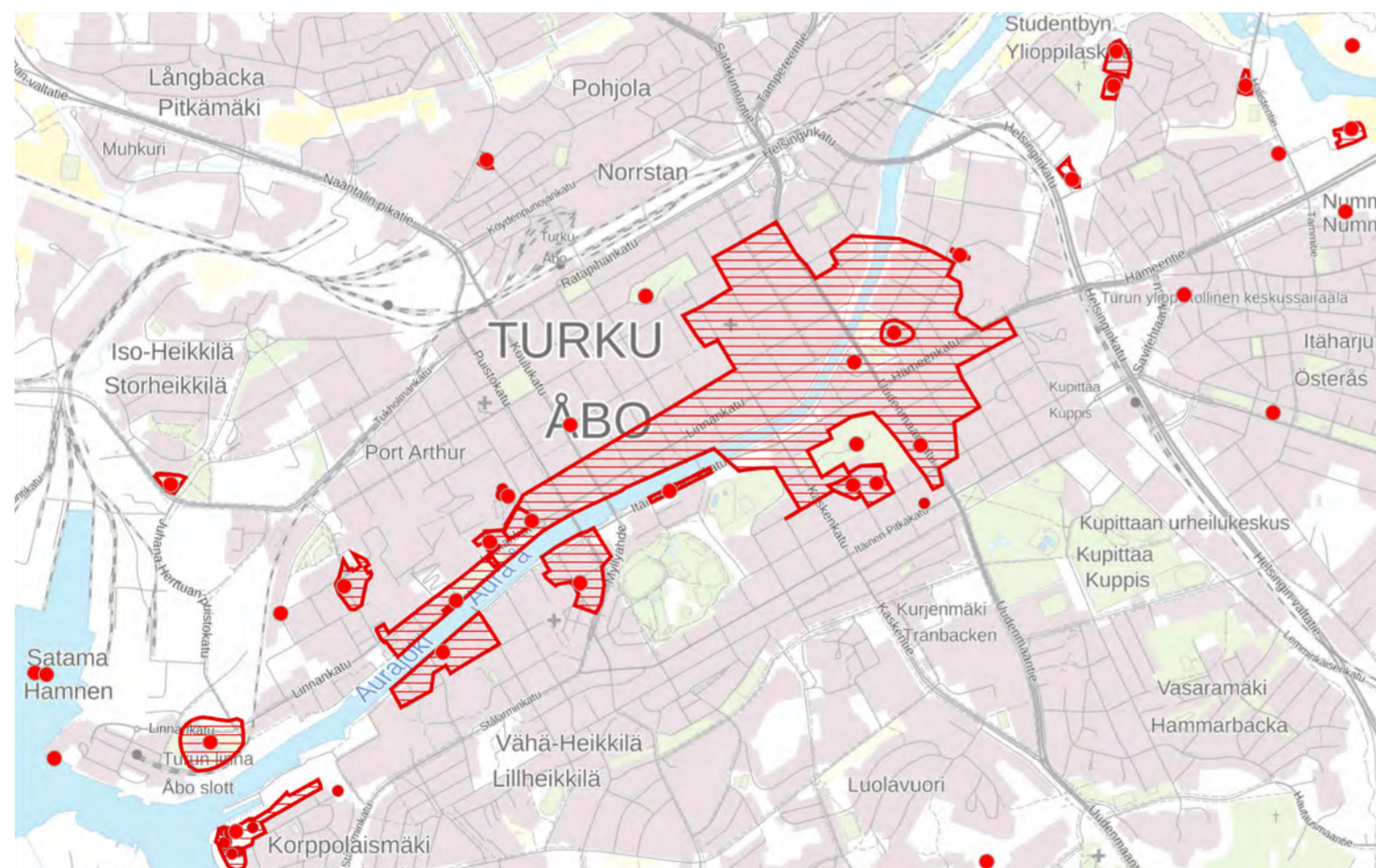
Raitiotiereitti kulkee arkeologisilla alueilla pääosin savialueilla, joten siellä joudutaan turvautumaan raitiotien pohjanvahvistuksiin. Yleissuunnitelman laadinnan aikana selvitettiin useampia

pohjanvahvistusvaihtoehtoja yhdessä museoviranomaisten ja Muuritutkimus Oy:n kanssa. Kolme potentiaalisinta pohjanvahvistusvaihtoehtoa olivat paalulaatta, siltamainen rakenne ja kevennetty ratkaisu (teräsbetoniarina). Jokaiseen liittyy omat haasteensa niin arkeologisten esiintymien kuin raitiotien rakentamisenkin kannalta.

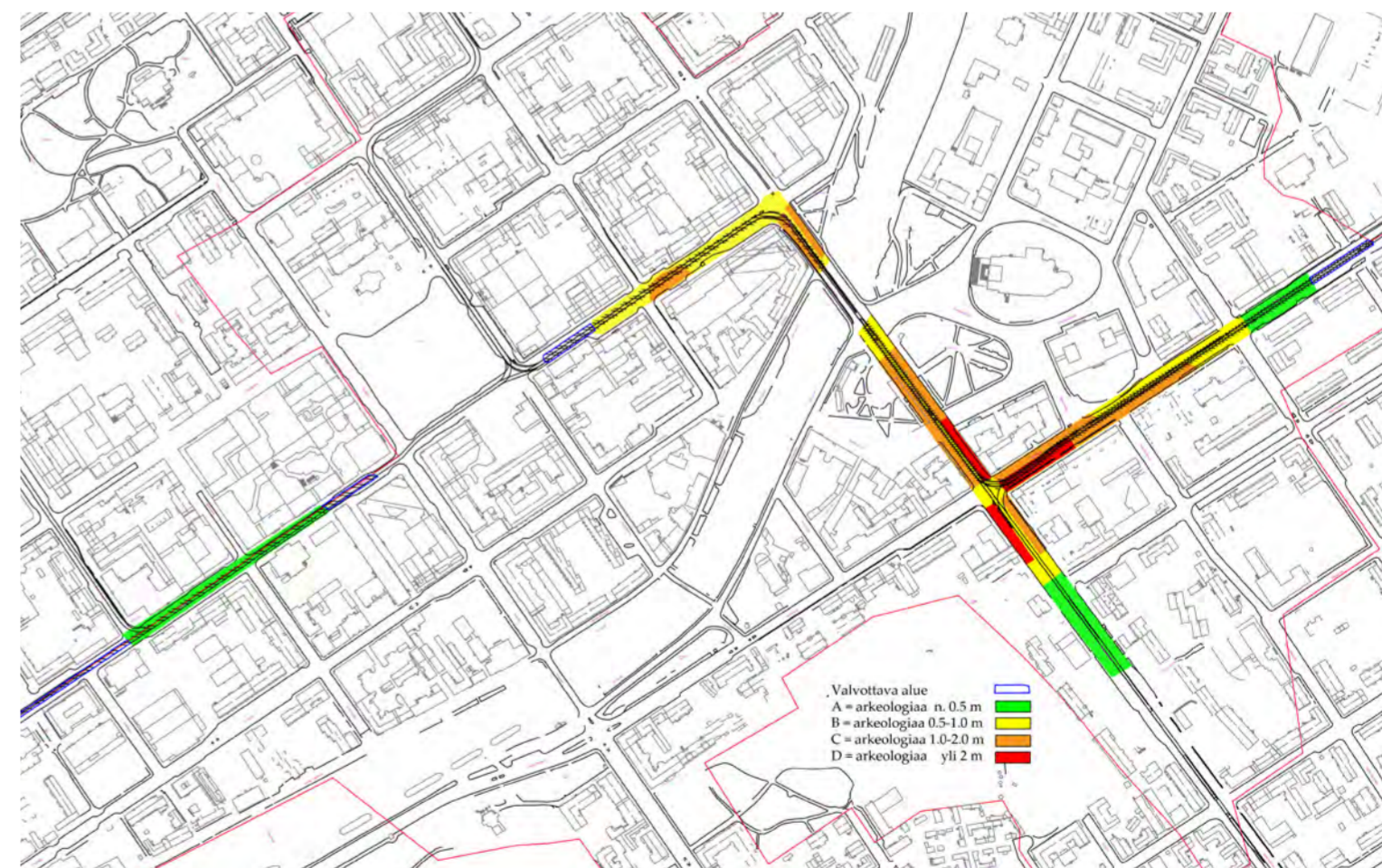
Paalulaattaa ei voida käyttää arkeologisesti arvokkaimmilla alueilla Tuomiokirkon läheisyydessä (noin Eerikinkatu-Hämeenkatu välillä), koska Suomen mittakaavassa ainutlaatuiset rakenteet tuhoutuisivat. Paalulaattaa voidaan käyttää muualla muinaisjäännösalueella kantavuuden edellyttämässä kohdissa, kun laatan alle jäävä osa tutkitaan kulttuurikerrosten pohjaan saakka.

Tällöin paalulaattaa käytetään raitiotien vaatimalla laajuudella eikä koko kadun leveydellä. Tällöin olemassa olevien, paaluttamattomien rakennusten hirsiarinoiden säilyminen on huomioitava, mikäli arkeologiset kaivaukset ulottuvat lähelle tällaisia kohteita.

Siltamaisessa rakenteessa raitiotie perustetaan arkeologisilla alueilla pääosin siltamaisen rakenteen varaan, joka koostuu kantavista pilarilinjoista sekä maanpintaan sijoittuvasta alle metrin paksuisesta kansirakenteesta. Raitiotie rakennetaan kansirakenteen päälle. Haasteena on se, että siltamaisen rakenteen pilarilinjat on jatkosuunnittelussa pystyttävä sijoittamaan siten, että kivrakenteet kytetään



Kuva 8.1 Turun keskusta-alueen muinaisjäännökset (Museovirasto, 24.8.2022).



Kuva 8.2 Arkeologisten kerrosten paksuudet (Muuritutkimus Oy, 29.8.2022).

säilyttämään. Muun muassa tämän takia kantava rakenne esitetään tehtäväksi vain raitiotien vaatimalle laajuudelle eikä koko kadun leveydelle. Ratkaisu edellyttää laatan alle jäävän osan tutkimista kellareiden lattiatasoon ja/tai kulttuurikerrosten pohjaan saakka sekä säilytettävien rakenteiden suojaamista. Myös paaluttamattomien rakennusten hirsjarinoiden säilyminen on

huomioitava, mikäli arkeologiset kaivaukset ulottuvat lähelle tällaisia kohteita. Tämä on suositusratkaisu Tuomiokirkon läheisyydessä (noin Eerikinkatu-Hämeenkatu välillä) alueella sijaitsevien tärkeiden suojeltavien arkeologisten esiintymien vuoksi.

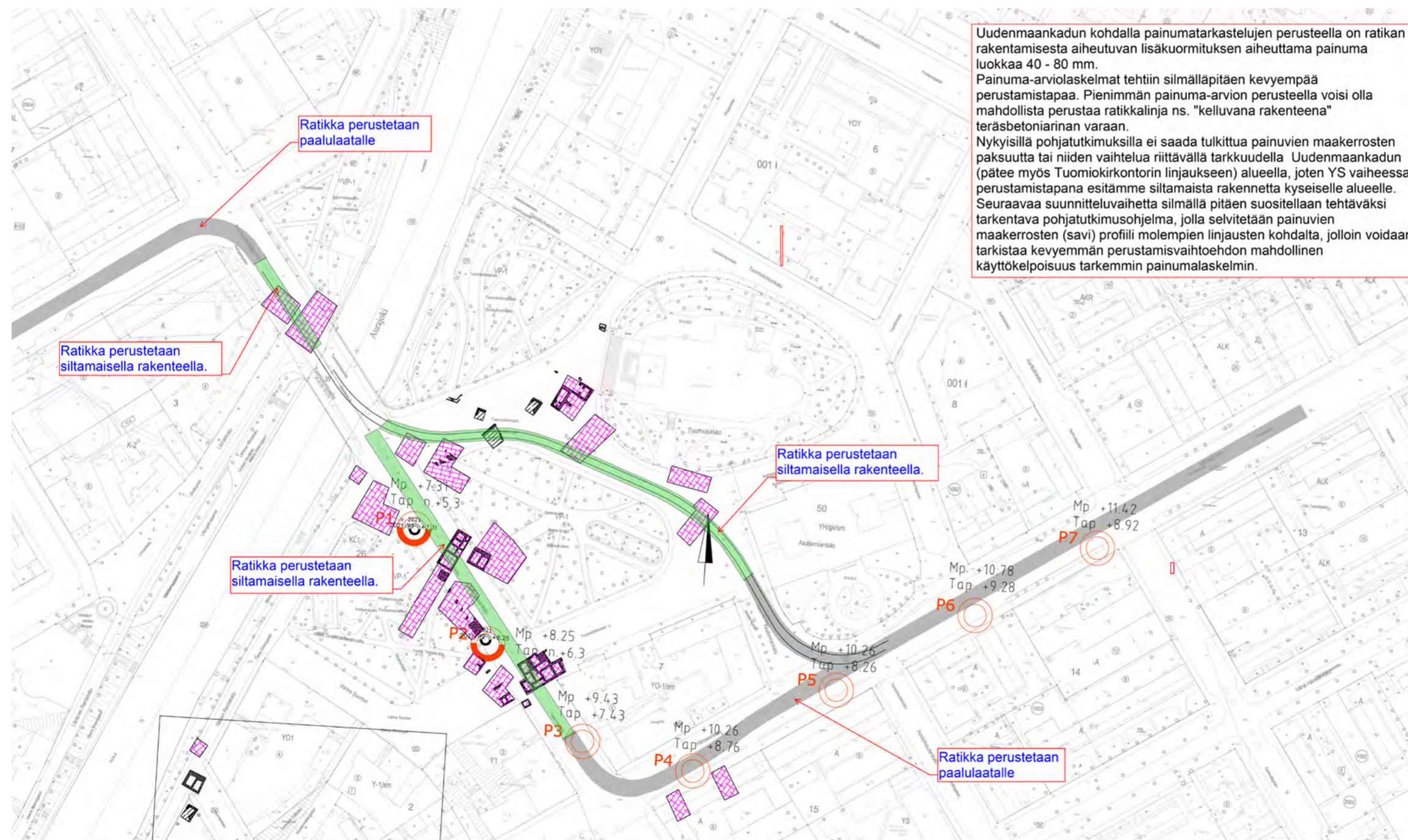
Kevennetyssä ratkaisussa korvataan nykyisiä maakerroksia kevennysmateriaalilla

(esim. vaahtolasi) noin metrin paksuudelta ja perustetaan raitiotie teräsbetoniarinan varaan. Myös tällä ratkaisulla voidaan arkeologiset esiintymät ylittää kajoamatta muurirakenteisiin. Tämä rakenne ei kuitenkaan ole painumaton ja vaatii tarkempia pohjatutkimuksia ja jatkosuunnittelua, jotta voidaan varmistua tämän pohjanvahvistusvaihtoehdon toteuttamiskelpoisuudesta ja

riittävän laadukkaasta rakenteesta muun muassa raitiotien ylläpidon ja käytettävyyden näkökulmasta. Tukien puuttuminen vähentäisi haittavaikutuksia arkeologialle. Ratkaisu edellyttää teräsbetoniarinan alle jäävän osan tutkimista vanhojen kellareiden lattiatasoon ja/tai kulttuurikerrosten pohjaan saakka sekä säilytettävien rakenteiden suojaamista. Myös paaluttamattomien rakennusten hirsjarinoiden säilyminen on huomioitava, mikäli arkeologiset kaivaukset ulottuvat lähelle tällaisia kohteita.

Pohjanvahvistusten lisäksi johtosiirrot vaikuttavat arkeologisiin kaivauksiin, kun raitiotien alle pituussuuntaisesti jäävä kunnallistekniikka siirretään ja poikkisuunnassa olevia putkia sijoitetaan suojaputkeen ja tarvittaessa uusitaan. Tuomiokirkon läheisyydessä arkeologisesti arvokkaimmalla alueella kunnallistekniikka sijoitetaan mahdollisimman lähelle maanpintaa mm. arkeologisten kaivausten minimoimiseksi. Myös Hämeenkadulla kunnallistekniikka on tältä osin huomioitu. Aninkaistenkadulla suunnitelmassa on syviä putkilinjoja, joiden vaikutusta muinaisjäänöksiin ei vielä tunneta.

Linjauksesta riippumatta kyseessä on suurin koskaan Suomessa toteutettu arkeologinen kaivaus. Sekä Uudenmaankadun että Tuomiokirkon linjaukselle arkeologisten kaivaus suuruusluokka on 10 000 kuutiometriä kaivannon ollessa kymmenen metrin levyinen. Kaikki arkeologiset kerrokset ja puurakenteet kaivetaan laatan alta pois, 1600-lukua vanhemmat kivirakennukset konservoidaan linjan alle, kaikki arkeologinen maa-aines tutkitaan lastalla tai seulotaan ja valtaosa löytömaterialista luetteloidaan ja konservoidaan.



Kuva 8.3 Kuvassa on esitetty syksyllä 2021 tiedossa olevien säilytettävien kivirakennusten sijainnit sekä suositellut pohjanvahvistusmenetelmät.

Tuomiokirkon lähistön, Vanhan Suurtorin ympäristön ja Tuomiokirkkosillan pohjoispuolisen Aninkaistenkadun osuuden lisäksi pienempiä arkeologisia kaivauksia ja valvontaa tehdään muualla muinaisjäännösalueilla.

Arkeologisten kaivausten kilpailutus- ja suunnitteluvaiheen jälkeen arkeologiset kaivaukset jakautuvat ns. suurkaivauksiin ja katukaivauksiin. Suurkaivausten arvioitu kesto on noin kolme vuotta tai ainakin kolme kesäkautta. Niiden aikana on mahdollista tutkia hankkeen kannalta tärkeimmät katualueet (Aninkaistenkatu, Uudenmaankatu ja Hämeenkatu). Suurkaivausten arvion pohjana on kokonaisuudessaan noin 100 hengen työryhmä. Katukaivauksia tehdään limittäin etenevän rakennustyön kanssa. Kenttätöiden kanssa tehdään limittäin osa tutkimuksien raportoinnista ja muista jälkitöistä, mutta käytännössä pääosa raportoinnista tehdään suurkaivausvaiheen jälkeen. Esinekonservointi, maakerrosten ja rakenteiden monitorointi sekä tieteellinen tutkimus ja julkaisut jatkuu pitkään vielä hankkeen rakentamisen jälkeen. Koko arkeologisen osuuden kustannukset ovat vuoden 2021 kustannustasolla noin 25 miljoonaa euroa. Kustannukset on laskettu läpivuotisella kaivauksella kymmenen metrin levyiselle kaivannolle, jotka tehdään

pääosin suuressa teltassa normaalityöaikojen mukaan. Kustannuslaskelma perustuu siihen, että katulinjan modernit kerrokset ja esimerkiksi jo paikalla olevat putkilinjat on poistettu ennen kaivauksia. Arkeologisten kaivausten kustannukset alkavat arkeologisten kerrosten pinnasta. Kustannuksissa on mukana arkeologinen työryhmä, muurien tarvittava konservointi, kaivausvaiheen kaivinkonetyö ja muu arkeologisen työmaan perusinfra, mutta ei laajoja tukirakenteiden rakentamisia ja mahdollista säilytettävien arkeologisten rakenteiden monitorointia. Kustannusarvioon sisältyy 25 % kustannusvaraus mm. hankesuunnittelulle, taloushallinnolle ja ylläpitäville menoerille. Mahdollista pilaantuneiden maiden käsittelyn aikataulu- ja kustannusvaikutusta arkeologisiin kaivauksiin ei ole huomioitu.

On tärkeää sovittaa kaivausten ja raitiotien rakentamisen työt siten, että muulle liikenteelle aiheutuva haitta on mahdollisimman pieni. Haastavin osuus saattaa olla Tuomiokirkkosillan pohjoispuolinen alue, jossa kaivussyvyys on useita metrejä. Arkeologisten kaivausten aikataulut ja osittain myös kustannukset riippuvat työnaikaisista liikennejärjestelyistä. Haitat ovat joka tapauksessa pitkäkestoiset. Tuomiokirkon linjauksessa arkeologiset kaivaukset ovat

helpommin toteutettavissa kuin Uudenmaankadun linjauksessa, jossa arkeologisia kaivauksia tehdään liikenteen seassa. Toisaalta arkeologisten kaivausten kustannukset ovat pienemmät Uudenmaankadun linjauksessa. Uudenmaankadun linjaus vähentää arkeologisia kaivauksia jatkettaessa raitiotietä Skanssin ja Kaarinan suuntaan. Tuomiokirkon ympäristössä on arkeologian lisäksi muita merkittäviä kulttuuriperintöön ja kaupunkikuvaan liittyviä valtakunnallisia, maakunnallisia ja paikallisia arvoja.

Tärinän vaikutuksia arkeologisille esiintymille on käsitelty tarkemmin luvussa 10.9 (tärinävaikutukset). Pohjanvahvistusratkaisut on esitetty tarkemmin luvussa 5 ja liitteissä 5.5 ja 5.7. Arkeologista on tehty oma selvitys, joka on mainittu liiteluettelossa erilliselvityksenä.

9

PILAANTUNEET MAAT

Yleissuunnitelman rinnalla on laadittu erilliselvitys ”Turun raitiotie, ympäristökustannusten tarkastelu, Ramboll, 17.5.2022”. Selvityksessä on arvioitu, minkälaisia kustannuksia maaperässä olevat haitta-aineet ja pilaantuneisuus voisivat rakennusvaiheessa aiheuttaa (ns. ”PIMA-kustannukset”). Kustannusarvion lisäksi tavoitteena on ollut

- Tunnistaa suunnitellulle linjaukselle ”osuvia” tiedossa olevia tai potentiaalisia maaperän pilaantumakohteita ja/tai jätteen sekaisen täyttömaan alueita.
- Muodostaa käsitys ympäristötekniisten maaperätutkimusten tarpeesta ja kohdentamisesta.

Niin sanottu ”PIMA -varaus” koko raitiolinjan alueella (varikko mukaan luettuna) on

valittavan reittivaihtoehdon mukaan 10-11 miljoonaa euroa, ja arvio poistettavan pilaantuneen maan määrästä on noin 62 000 - 66 000 m³ ktr. Raitiotielinjalla olevan pilaantuneen maan määrää arvioitiin poistettavan maa-aineksen kokonaismäärän sekä kyseisen linjan osan riskiluokan perusteella määrytyneellä kertoimella. Oletuksena oli, että kaivua tehdään vain rakentamisen vaatimassa laajuudessa.

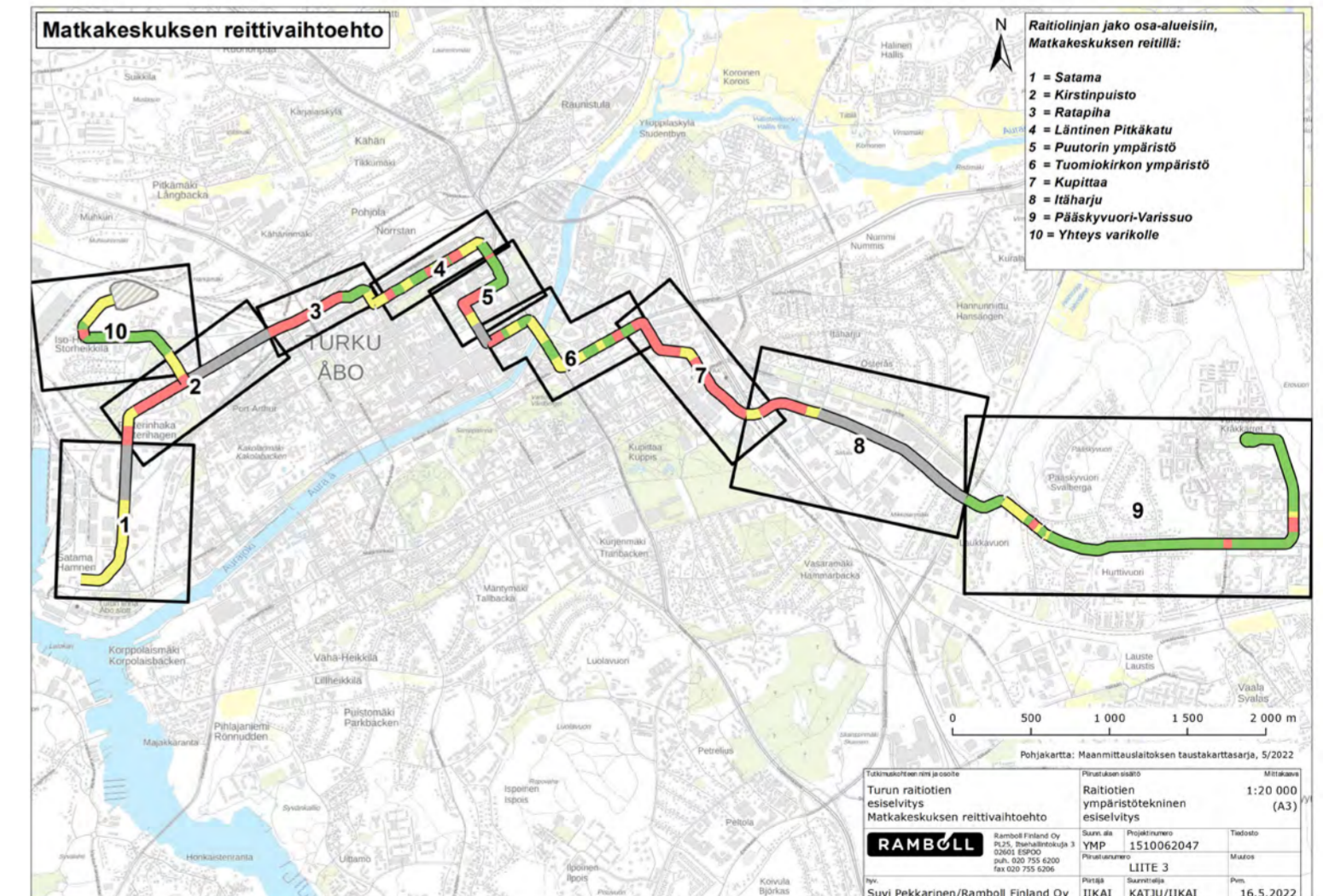
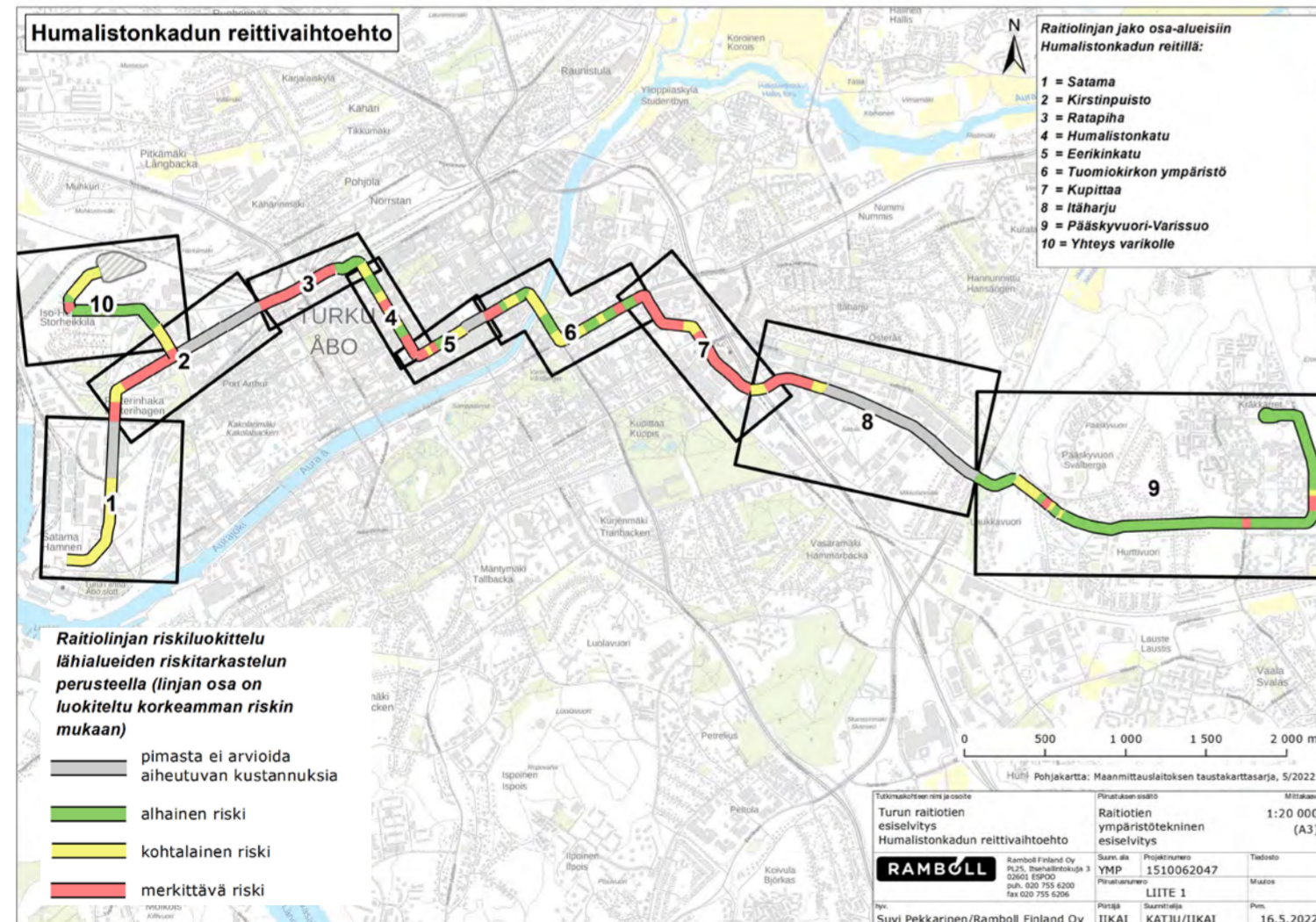
Selvityksen tulokset sekä tehdyt arviot perustuvat saatavilla oleviin julkisiin, tilaajan toimittamiin lähtötietoihin sekä Ramboll Finland Oy:n tekemiin ympäristötekniisiin selvityksiin linjan sekä suunnitellun varikon alueella.

Mahdollisina jatkotoimenpiteinä mainitaan tulevan raitiolinjan alueella jo tehtyjen tutkimusten kartoittaminen käymällä läpi

Turun kaupungin arkistoissa olevia ympäristötekniisiä raportteja. Saatujen tietojen perusteella voidaan kohdentaa tulevia tutkimuksia tai todeta esimerkiksi tiettyjä osia alueesta jo kunnostetuksi. Tutkimukset esitetään priorisoitavan seuraavasti:

- Linjan osat, joiden arvioidut PIMA-kustannukset olivat korkeimmat
- Linjan osat, joiden osalta tutkimustietoa on vähiten
- Linjan osat, joiden toteutus käynnistyy ensimmäisenä
- Linjan osat, joiden pimariski on arvioitu merkittäväksi

Kuvassa 9.1 on esitetty PIMA-kustannusten riskiluokittelu Humalistonkadun ja Matkakatuksen linjauksille.



Kuva 9.1 Pima-kustannusten riskiluokittelu.

10

VAIKUTUSTEN ARVIOINTI

Vaikutusten arvioinnin tarkoitus on tuottaa tietoa vaihtoehtojen vertailuun ja hanketta koskevan päätöksenteon tarpeisiin. Tätä tarkoitusta varten vaikutusten arviointia on tehty linjausvaihtoehtojen tasolla ja järjestelmätasolla.

10.1 VERTAILUASETTELMA

Järjestelmätason arviointi

Järjestelmätason vaikutusten arviointi tehdään vertailemalla raitiotien olennaisia vaikutuksia tilanteeseen, jossa joukkoliikenteen tarjonta perustuu runkobussilinjaston liikennöintiin. Järjestelmätason vaihtoehdot vaikuttavat liikkumiseen ja liikenteeseen koko kaupungin ja seudun tasolla, jolloin arvioinnissa on käytetty Turun seudullista liikennemallia (Turun raitiotien kysyntäennusteet, Ramboll/WSP päivitetty versio 21.3.2023)

Järjestelmätason vertailussa tarkasteltavat vaihtoehdot on esitetty taulukossa 10.1. Raitiotien vaikutukset kuvataan liikennöinnin avausvuonna 2029 ja tavoitevuonna 2050, jolloin raitiotiekäytävän maankäyttö on pääosin toteutunut. Raitiotien linjauksena on tarkasteltu Humalistonkadun linjausta, mutta pääosin samat päätelmät pätevät myös muihin linjausvaihtoehtoihin.

Vaihtoehtoihin on suunniteltu erikseen infrastruktuuri-investoinnit, joukkoliikennejärjestelmä ja siihen kytkeytyvä maankäyttö taulukon 10.2 mukaisesti. Joukkoliikennejärjestelmä perustuu vertailuvaihtoehdossa runkobusseihin (luku 10.2.) ja raitiotievaihtoehdossa myös bussilinjastoa sopeutetaan raitiotien liikennöintiin (luku 6.5). Maankäytön osalta oletetaan, että raitiotien rakentaminen vaikuttaa maankäytön toteutumismuutoksiin ja volyyymiin sen liikennöintikäytävällä ja koko Turun seudulla.

Linjausvaihtoehtojen arviointi

Linjausvaihtoehtojen arvioinnissa verrataan raitiotien yleissuunnitelman linjauksia keskenään. Linjausvaihtoehdot eivät aiheuta muutoksia kaupungin tasolla kulkutapajakaumassa tai alueiden saavutettavuudessa, joten arviointia tehdään pääosin ilman liikennemallitarkasteluita. Linjausvaihtoehtojen kohdalla arviointi on tehty liikennöinnin avausvuoteen 2029. Vertailtavat linjaukset on esitetty aiemmin luvussa 2.

Taulukko 10.1 Järjestelmätason vertailussa tarkasteltavat vaihtoehdot.

| Vaihtoehto | 2029 | 2050 |
|---|--|--|
| VE0+ Runkobussi | Joukkoliikenteen runkobussilinjasto Bussivaihtoehdon maankäyttö 2029 | Joukkoliikenteen runkobussilinjasto Bussivaihtoehdon maankäyttö 2050 |
| VE1: Humalistonkatu (Uudenmaankadun linjaus, Varissuolla kääntöpaikka Pelttarinkadulla) | Raitiotien liikennöinti Satama-Humalistonkatu-Varissuo (vuoroväli 7,5 minuuttia) Raitiotievaihtoehdon maankäyttö 2029 | Raitiotien liikennöinti Satama-Humalistonkatu-Varissuo (vuoroväli 6 minuuttia) Raitiotievaihtoehdon maankäyttö 2050 |

Taulukko 10.2 Raitiotievaihtoehdon ja runkobussivaihtoehdon keskeisiä eroja väestönkehityksessä, kiinteistökehityksessä, infrastruktuuri-investoinneissa ja joukkoliikennelinjastoissa.

| Vaihtoehto | 2029 | 2050 |
|--|---|---|
| Väestönkehitys ja kiinteistökehitys raitiotiekäytävällä (kh 18.1.2021) | Turussa oletettu olevan noin 4300 asukasta vähemmän kuin raitiotievaihtoehdossa vuonna 2050. Raitiotiekäytävälle vuoteen 2050 mennessä oletettu noin 650.000 kerrosneliometriä vähemmän rakentamista kuin raitiotievaihtoehdossa, mistä puolet oletettu siirtyvän muualle Turkuun. | Turussa 243.000 asukasta vuonna 2050 (=Turun kaupungin väestöennuste 12/2020). Raitiotiekäytävälle vuoteen 2050 mennessä oletettu noin 2,6 miljoonaa kerrosneliometriä rakentamista. |
| Infrastruktuuri-investoinnit | Infrastruktuurin parannusinvestointeja raitiotiereitillä 42 M€, mm. keskustan bussikaistat ja pyörätiet, Kupittaaan ja Itäharjun yhdistävä silta ja pyöräily-yhteys Linnakaupunki- vanha asema. Lisäksi infrastruktuurin korjausinvestointeja raitiotiereitillä 53 M€. | Investoinnit raitiotien kustannusarvion mukaan. Runkobussivaihtoehtoon sisältyviä parannus- ja korjausinvestointeja ei toteuteta vaan raitiotien toteuttaminen korvaa ne. |
| Joukkoliikennelinjasto | Runkobussilinjasto toteutuu vuonna 2025. Runkobussilinjasto keskittää bussiliikenteen tarjontaa 10 runkolinjalle, jotka liikennöivät tiheästi läpi päivän ja mahdollistavat aikatauluvapaan matkustamisen. Runkolinjoja täydentävät muut linjat. Raitiotien reitillä liikennöivät runkolinjat 3 Varissuo-Perno, 4 Varissuo-Halinen, 7A Varissuo-Kauppatori, 1/1A Satama-Lentokenttä ja 11 Satama-Ilpoinen. Vuorovälejä tihennetään ja kalustoa pidennetään liikenne-ennusteen tarpeen mukaan. | Runkobussilinjasto toteutuu vuonna 2025 runkobussivaihtoehdon mukaisesti. Raitiotien aloittaessa liikennöinnin runkobussivaihtoehdon linjat 7A ja 11 lakkautetaan ja linja 3 liikennöidään Varissuon sijaan Ilpoinen. Lisäksi pienempiä muutoksia linjoilla 1/1A ja 4. Vuorovälejä tihennetään ja kalustoa pidennetään liikenne-ennusteen tarpeen mukaan. |

10.2 VERTAILUVAIHTOEHTO (RUNKOBUSSIJÄRJESTELMÄ VEO+)

Vertailuvaihtoehdon bussilinjasto perustuu kehitettyyn runkobussilinjastoon, joka on suunniteltu Fölin toimesta. Runkobussilinjasto keskittää bussiliikenteen tarjontaa 10 runkolinjalle, jotka liikennöivät tiheästi läpi päivän ja mahdollistavat aikatauluvaapaan matkustuksen linjoilla. Runkolinjoja täydentävät liityntälinjat, täydentävät linjat sekä erikseen räätälöidyt koululais- ja palvelulinjat.

Raitiotien reitillä vertailuvaihtoehdossa liikennöi seuraavat runkolinjat:

- Varissuon alueelta keskustaan palvelee runkolinjat 3 (Varissuo-Perno), 4 (Varissuo-Halinen) ja 7A (Varissuo-Kauppatori).
- Itäharjun alueelta keskustaan liikennöi runkolinjat 3 (Varissuo-Perno) ja 7A (Varissuo-Kauppatori).
- Sataman suunnasta keskustaan palvelee runkolinjat 1 ja 1A (Satama-Lentokenttä Linnankatua) sekä 11 (Satama-Kauppatori–Ilpoinen Linnakaupungin kautta). Lisäksi Pansion suunnasta keskustaan liikennöi runkolinja 3 (Varissuo-Perno).

Vertailuvaihtoehdon ja raitiotievaihtoehdon bussilinjaston erot on kuvattu tarkemmin luvussa 6.5.

Myös runkobussijärjestelmään sisältyy infran parannusinvestointeja, mutta ne ovat raitiotiehen verraten vähäisiä. Vertailuvaihtoehdon infrastruktuurin kokonaiskustannus on noin 42 miljoonaa euroa. Tähän lukeutuu seuraavat investoinnit, joilla mahdollistetaan joukkoliikenteen sujuvuus liikennemäärien kasvaessa:

- Tuomiokirkkosillan kunnostus
- Kupittaaan ja Itäharjun yhdistävä Helsinginkadun ja rautatien ylittävä joukkoliikenne- ja pyöräily-yhteys
- Keskustan bussikaistat ja pyörätiet (Aninkaistenkatu, Uudenmaankatu, Hämeenkatu, Kiinanmyllynkatu, Joukahaisenkatu)
- Liikennevalot
 - Littoistentie/Hännikönkatu
 - Kupittaaan kampuksen bussipysäkin länsireuna
 - Joukahaisenkatu/Sirkkalankatu
 - Lemminkäisenkatu/Sirkkalankatu
 - Uudenmaankatu/Tuomiokirkkontori
 - Tukholmankatu/Kolmen Katariinan bulevardi
 - Juhana Herttuan puistokatu/Kolmen Katariinan bulevardi
- Pyöräily-yhteys Linnakaupunki – vanha asema
- Pilaantuneiden maiden puhdistus edellä esitettyjen toimenpiteiden kohdalla
- Maanhankinta

Parannusinvestointien lisäksi runkobussivaihtoehdon kustannuksiin sisältyy 53 miljoonaa euroa korjausinvestointeja, mikä koostuu teknisestä ja ns. toiminnallisesta korjausvelasta. Tekninen korjausvelka on arvio 30 vuoden aikana eteen tulevista peruskorjausinvestoinneista. Toiminnallisessa korjausvelassa tehdään peruskorjauksia kadun toiminnallisten ratkaisujen vanhenemisen johdosta, esimerkiksi liiketurvallisuuden ja katujärjestelyjen muutoksista (muun muassa pyöräilyjärjestelyjen parantaminen).

10.3 MAANKÄYTTÖ

Turun raitiotie on suuri kaupunkikehityshanke ja toteutuessaan merkittävä osa Turun maankäytön tulevaisuuden kokonaisuutta. Satama-Varissuo raitiotien linjaus on punainen lanka, joka kulkee kaupungin merkittävimpien maankäytön ja kaupunkikehittämisen kokonaisuuksien läpi. Linjaus kulkee tosin keskeisen kaupunkirakenteen ja omalla painollaan kehittyvien alueiden läpi, että harvat näistä merkittävistä hankkeista ovat suoraan riippuvaisia raitiotien toteutumisesta. Seuraavissa osioissa käydään tarkemmin läpi raitiotiehankkeen vaikutusta ja suhdetta maankäyttöön osana koko kaupunkia. Arvio perustuu Turun kaupungin tekemiin maankäyttötarkasteluihin (kaupunginhallitus 18.1.2021), laskelmiin,

haastatteluihin, työpajojen tuloksiin, asiantuntija-arvioihin sekä ennusteisiin.

Satama-Varissuo raitiotien vaikutus maankäyttöön

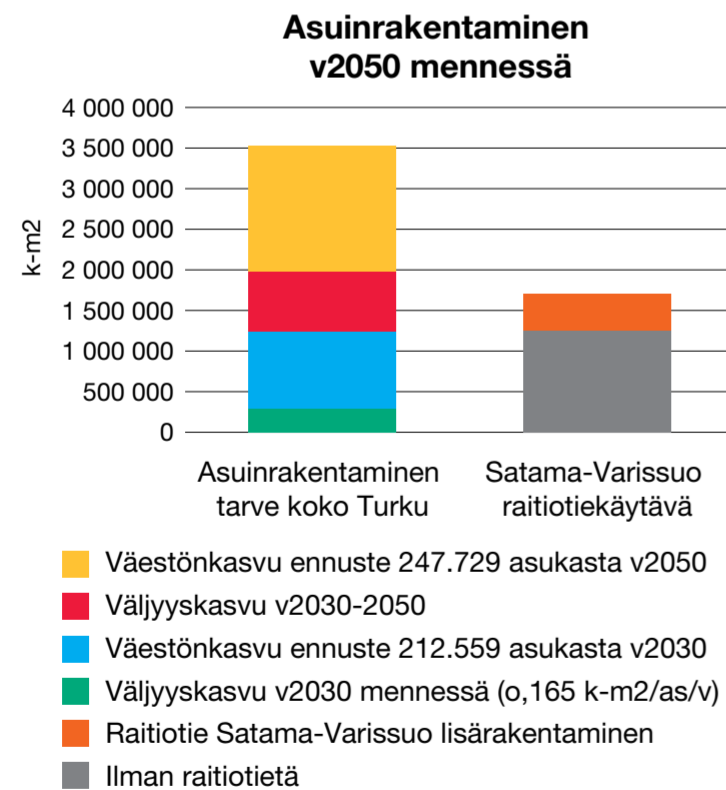
Tarkastelujaksolla vuoteen 2050 asti arvioidaan asuinrakentamisen potentiaalin olevan Turussa yhteensä 3,5 miljoonaa kerrosneliometriä. Suuntaa antavalla 50 neliön asumisväljyydellä tämä tarkoittaa uusia asuntoja noin 70 000 asukkaalle.

Turussa Satama-Varissuo raitiotiekäytävällä arvioidaan rakentuvan 1,9–2,6 miljoonaa kerrosneliometriä uutta rakennuskantaa vuoteen 2050 mennessä. Varissuo-Satama

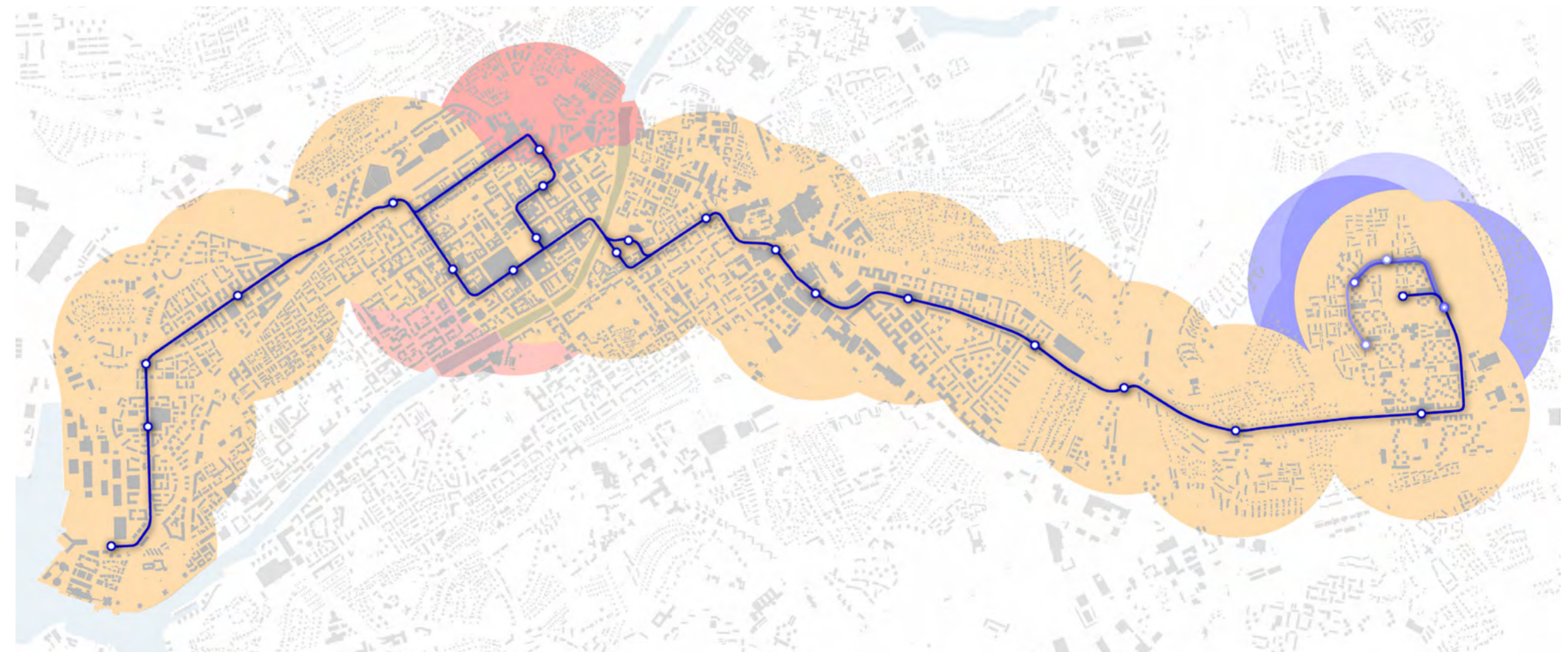
käytävän osuus koko Turun asuinrakentamisesta arvioidaan olevan noin 36 % vuoteen 2050 mennessä ilman raitiotien toteutumista. Satama-Varissuo raitiotien arvioidaan tuottavan noin 650 000 kerrosneliometriä enemmän rakentamista raitiotiekäytävälle vuoteen 2050 mennessä. Raitiotien toteutuessa käytävän maankäyttö vastaa 48 % koko Turun asuinrakentamisesta ja 31 % kaikesta rakentamisesta vuoteen 2050 mennessä. Satama-Varissuo raitiotiekäytävälle jää vuoden 2050 jälkeenkin rakentamispotentiaalia vielä ainakin 400 000 kerrosneliometriä.

Raideyhteyden toteuttaminen kertoo osaltaan sitoutumisesta alueiden kehittämiseen,

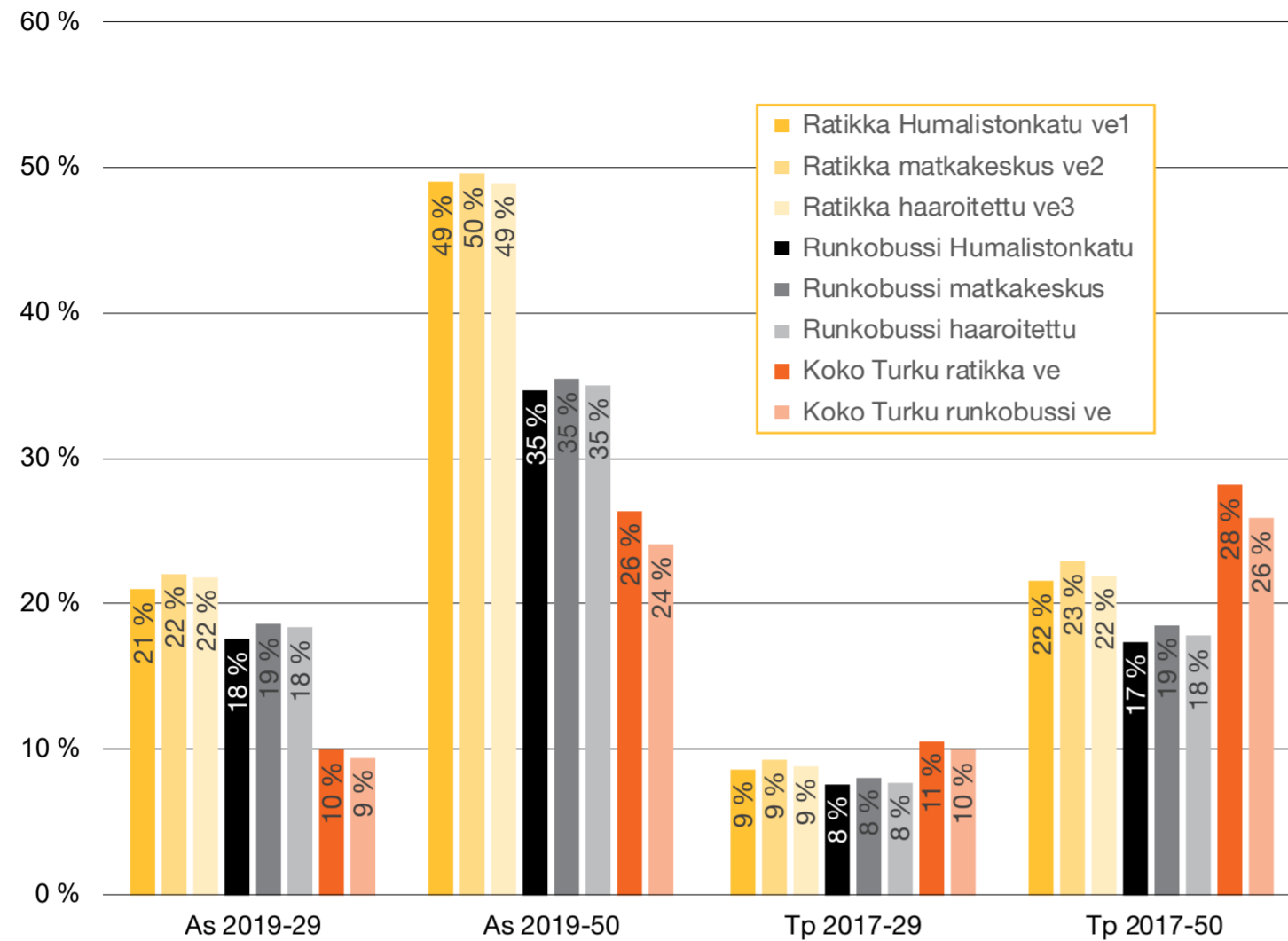
mikä houkuttaa osaltaan kehitysinvestointeja ja nopeuttaa maankäyttöhankkeiden toteutumista, vaikka suurin osa raitiotien varren kaupunkikehityshankkeista onkin vireillä raitiotiestä huolimatta. Noin puolet raitiotiekäytävään ennustetusta, raitiotien johdosta tulevasta lisärakentamisesta, arvioidaan olevan sellaista, joka siirtyy alueelle muualta Turusta raitiotien vaikutusalueelle, toisen puolikkaan ollen raitiotien luomaa kasvua. Koko Turussa oletetaan olevan raitiotievaihtoehdossa noin 4300 asukasta enemmän vuonna 2050 kuin runkobussi-vaihtoehdossa. Raitiotien vaikutuksesta koko kaupungin tai alueen asukasmäärään tai rakentamisen määrään on saatavilla vähän tietoa ja arviot vaihtelevat merkittävästi.



Kuva 10.1 Lähde: Satama-Varissuo raitiotien vaikutus maankäyttöön, Turun kaupunki 2020.



Kuva 10.2 Pysäkkien vaikutusalueet (600 m).



Kuva 10.3 Asukas ja työpaikkamäärien kehitys eri vaihtoehdoissa raitiotien vaikutusalueella ja koko kaupungissa.

Esimerkiksi Vantaalla on oletettu raitiotien lisäävän Vantaan asukasmäärää noin 35 000 asukkaalla ratikan kaavarunkoalueella (noin 800 m vyöhyke pysäkeistä) vuoteen 2050 mennessä runkobussivaihtoehtoon verrattuna. Toteutuessaan raideyhteys on pitkäikäinen investointi sijaintipaikkaansa, mikä lisää toimijoiden luottamusta raitiotien vaikutusalueen kehittämistä kohtaan.

Asukas ja työpaikkamäärän kehitys raitiotien vaikutusalueella

Asukas- ja työpaikkamäärien kehityksen arviointi perustuu Turun kaupungin laa- timaan asukas- ja työpaikkaennusteisiin raitiotien eri vaihtoehdoissa ja runkobussi- vaihtoehdossa. Tarkastelu on tehty raitio- tievaihtoehtojen ja runkobussivaihtoehdon

välillä, ja tarkasteluna on molemmissa käytetty raitiotien pysäkkien vaikutusalueen asukas- ja työpaikkamääriä (ruututieto 250 m).

Raitiotien vaikutusalueen asukas- ja työ- paikkamäärien kehitystä on verrattu koko kaupungin asukas- ja työpaikkamäärien kehitykseen. Vertailu kertoo maankäytön kehityspotentialista raitiotien varressa verrattuna muuhun kaupunkiin.

Raitiotien vaikutusalueella asukasmää- rän ennustetaan kasvavan nopeammin kuin muualla kaupungissa. Maankäytön kehityshankkeet painottuvat raitiotien vaikutusalueelle. Ja kokonaisuudessaan kaupungissa asukasmäärä kasvaa no- peammin raitiotievaihtoehdossa kuin runkobussivaihtoehdossa.

Työpaikkamäärä sen sijaan kasvaa no- peammin muualla kaupungissa kuin raitio- tien vaikutusalueella. Maankäytön kehityshankkeet raitiotien varressa painottuvat asumiseen. Koko kaupungissa työpaikka- määrä kasvaa nopeammin raitiotievaihto- ehdossa kuin runkobussivaihtoehdossa.

Raitiotien vaikutus maankäyttösuunnitel- mien toteutumiseen ja toteutumisvauhtiin reitillä

Raitiotien vaikutusta alueiden maankäytön toteutumiseen on arvioitu asiantuntija-arvi- ona alueittain. Lisäksi vaikutuksista on kes- kusteltu mm. alueiden maankäytön ja lii- kenteen suunnittelijoiden sekä muutamien kohdealueiden kaupunkikehityshankkeiden edustajien kanssa.

Sataman ja rautatieaseman välisellä vai- kutusalueella Linnaniemen sekä Linna- kaupungin alueiden toteutumisen tempo on pääasiallisesti nopeampi kuin raitiotien kaavaillun rakentamisen tahti. Raitiotie tukee alueiden rakentamista ja saattaa nopeuttaa ja nostaa myöhemmin toteutu- vien alueiden tehokkuuksia. Raitiotie myös kytkee Linnakaupungin nykyistä vahvem- min Turun kantakaupunkiin ja keskustan palvelurakenteeseen ja ehkäisee alueen kehittymistä nukkumalähiöksi.

Rautatieaseman seudun, ratapihan elä- myskeskuksen ja ratapihan varren kau- punkikehityshankkeet ovat raitiotien reitin varrella, mutta hankkeet ovat erillisiä raitio- tiehankkeesta. Tosin tehokkaampi joukko- liikenne tukee näitä suuria hankkeita varsinkin Matkakeskuksen reittivaihtoehdossa.

Matkakeskuksen ja Aninkaisten alueen kehittäminen on suurimpia kaavailtuja kaupunkikehityshankkeita raitiotien varrella ruutukaava-alueella. Raitiotien lin- jaus alueen läpi tukee vahvasti itse Matka- keskuksen toiminnallisia peruseräjätyksiä.

ohjaamalla lisää joukkoliikenteen käyttäjiä alueelle ja parantamalla muiden joukkoli- kennevälineiden käyttäjien matkakettujen sujuvuutta. Maankäytön kannalta raitiotien linjaus Matkakeskuksen kautta ei silti ole edellytys alueen kehittämiseksi.

Kauppatorin ympäristössä ja laajemmalla keskusta-alueella on käynnissä ja suun- nitteilla kymmeniä täydennysrakentamis- hankkeita. Raitiotiehanke parantaa toteu- tuessaan keskustan vetovoimaa, nostaa kilpailukykyä ja parantaa saavutettavuutta. Näin ollen raitiotie tukee keskustan täyden- rakentamista ja sen kehittämishankkeita osaltaan. Keskustassa on tosin niin paljon muita vetovoimatekijöitä ja hyvä saavutet- tavuus jo nyt, joten raitiotien suoraa vaiku- tusta maankäyttöön keskustassa on hyvin vaikea arvioida.

Hämeenkadun varrella ja TYKS:n sairaala- kampuksen ympäristössä on myös vireillä useita täydennysrakentamisen hankkeita. Nämä on sovitettu yhteen raitiotien kanssa ja raitiotie tukee näiden toteutumista.

Kupittaaan – Tiedepuiston – Itäharjun alue on Linnakaupungin lisäksi ratikan vaikutus- alueen toinen maankäytön ja kaupunkike- hityksen suurhanke. Kupittaaan tehokkuus- tavoitteita on perusteltu raitiotiehankeeseen luomilla edellytyksillä. Raitiotien rakenta- minen saattaa ohjata investointeja alueelle ja näin nopeuttaa alueen rakentamisen aikataulua.

Pääskyvuoressa ja Varissuolla raitiotien mahdollistamat täydennysrakentamisen mahdollisuudet eivät ole mittavia. Yleisesti alueet ovat rakenteeltaan valmiita ja yh- tenäisiä. Varissuolla raitiotie loisi todella hyvät edellytykset kehittää Littoistentien varren pysäköintikenttiä asuinkortteleiksi osaksi alueen keskusta. Pitkällä aikavälillä raitiotie tukee täydennysrakentamisen edellytyksiä.

Linjausvaihtoehtojen maankäytöllinen vertailu

Linjausvaihtoehdoissa VE1 Humalistonkatu ja VE2 Matkakeskus ei ole suuria eroja maankäytön kannalta. Suurin vaikutus on Aninkaisten ja Matkakeskuksen alueella. Matkakeskuksen linjaus VE2 tukee selkeästi enemmän näiden toteutumista kuin VE1.

Uudenmaankadun – Tuomiokirkkotorin linjausvaihtoehdoilla ei ole maankäytön kehittämisen kannalta eroja.

Varissuon linjausvaihtoehdoista kaikki linjausvaihtoehdot tukevat Littoistentien varren

pysäköintialueiden kehittämistä täydennysrakentamisella asuinkortteleiksi. Pidemmät linjaukset Orminkujalle ja Kraatarinkadulle tukevat hieman enemmän täydennysrakentamista Varissuon pohjoisosissa kuin lyhyempi linjaus Pelttarinkadulle, vaikka erot ovatkin pieniä.

Johtopäätöksiä vaikutuksesta maankäyttöön

Raitiotien varteen sijoittuvat Turun suurimmat kaupunkikehityskohteet Linnakaupunki ja Tiedepuisto. Raitiotiehanke on venynyt ja monet aiemmin raitiotiehen linkittyneistä maankäytön hankkeista raitiotielinjauksen varrella ovat lähteneet eteenpäin ilman

raitiotietä. Reitien varren suuret kaupunkikehityshankkeet kuten Linnakaupunki ja Itäharju, ovat sijainneiltaan haluttuja ja keskeisiä kaupunkirakenteessa myös ilman raitiotietä. Alueet on täten kaavoitettu tai tullaan kaavoittamaan tehokkaasti, koska niiden nähdään etenevän myös omalla painollaan, toisin kuin monien muiden raitiotien tavoiteverkon linjojen varsien potentiaalisesti myöhemmin kehittyvät alueet.

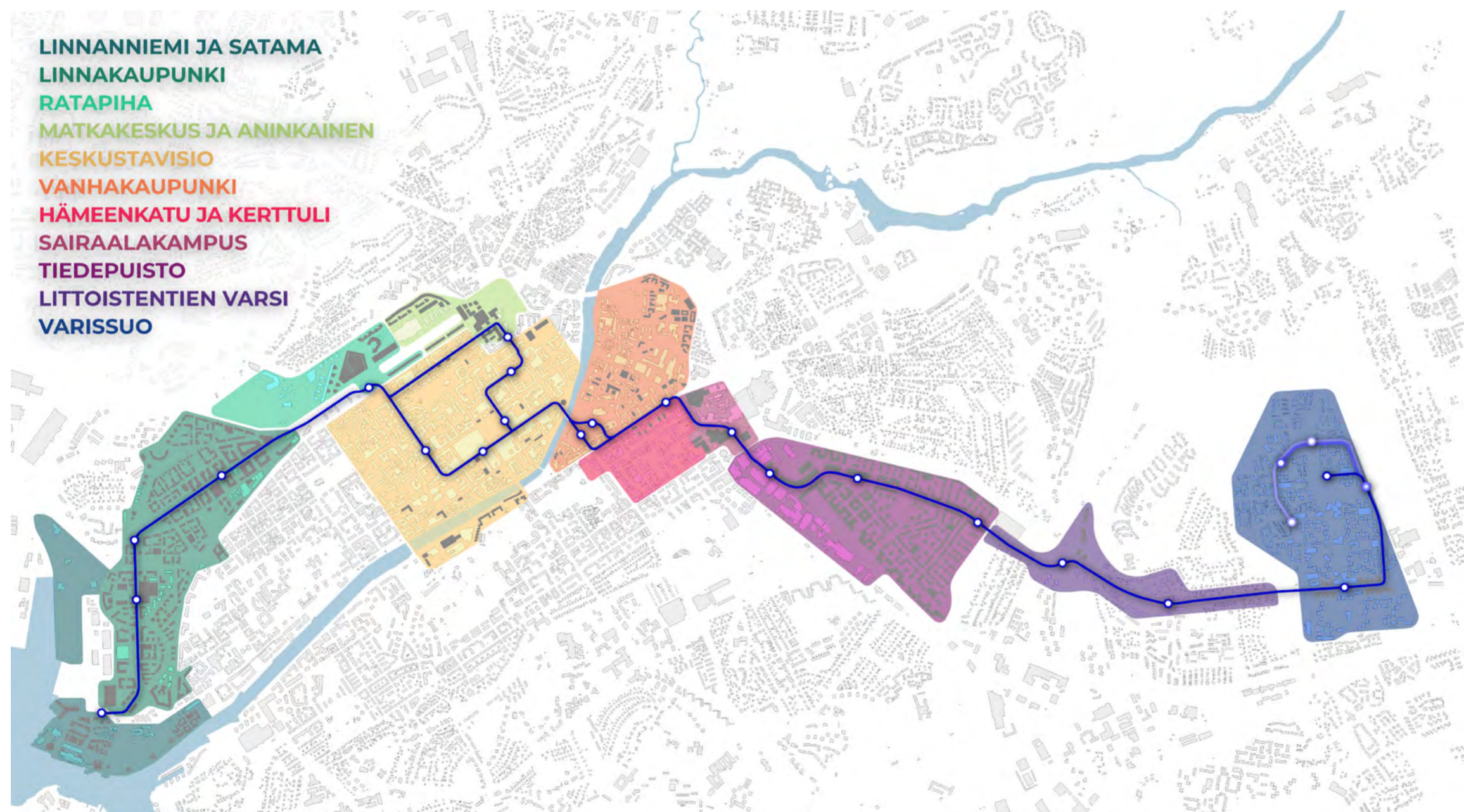
Raitiotie vaikuttaa tarkastellun linjauksen varrella enemmän kaupunkikehittämissankkeiden toteutumisen nopeuteen ja painotuksiin kuin hankkeiden toteutumisen edellytyksiin. Raitiotien vaikutukset

maankäyttöön kasvavat, mitä kauemmaksi keskustasta liikutaan.

Raitiotien reitti kytkee yhteen merkittäviä kaupunkikohteita ja kaupunkikehittämisen hankkeita. Tämä luo reitille huomattavia synergiaetuja esimerkiksi yhdistämällä kolme korkeakoulukampusta ja TYKS:n alueen sekä yhdistämällä joukkoliikenteen solmukohtia toisiinsa. Raitiotie tukee lähes kaikkien vaikutusalueen hankkeiden edistymistä ja tavoitteita, vaikka kyseisten kaupunkikehityshankkeiden toteutuminen harvemmin on raitiotiestä kiinni. Toteutus- saan raitiotie kuitenkin edistää investointihallukkuutta raitiotien vaikutusalueella ja nopeuttaa hankkeiden toteutumista.

Yleisesti raitiotiellä on eniten vaikutusta maankäyttösuunnitelmien toteutumiseen tai nopeutumiseen Linnakaupungin ja Tiedepuiston uloimmilla osa-alueilla sekä pitkällä aikavälillä Littoistentien varrella Varissuolla. Vähiten vaikutusta raitiotiellä on maankäytön hankkeisiin keskustassa. Pitkällä aikavälillä raitiotie todennäköisesti tuottaa vaikutusalueellaan myös täysin uusia hankkeita.

Työn aikana on tunnistettu lisää maankäytön kehityskohteita muun muassa Varissuolta, Pääskyvuoresta ja sataman läheisyydestä. Näille alueille mahtuu asuinrakentamista tuhansille asukkaille. Kiinteä ja pysyvä raideyhteys luo uskoa uudisinvestoinneille, täydennysrakentamiselle ja esimerkiksi pysäköintikenttien korvaamiselle uudisrakentamisella. Esimerkiksi Varissuolla alueiden sosiaalisesti kestävä uudistuminen on huomattavasti epätodennäköisempää ilman raideyhteyttä. Raideyhteys myös rohkaisee palvelujen ja työpaikkojen sijoittamiseen lähiomaisille asuinalueille – myös palvelemaan muiden kaupunginosien asukkaita (vertaa ns. Myllypuro-ilmio). Sekä pohjoismaiset ja



Kuva 10.4 Kaupunkikehitysalueet raitiotien varrella.

eurooppalaiset esimerkit ovat osoittaneet, että raideyhteyden myötä rakentamisen ja uudistumisen aktivoituminen on ollut ennakoitua nopeampaa ja volyymiltaan merkittävämpää.

Kokemuksia raitiotien vaikutuksista kaupunkikehitykseen muissa kaupungeissa

Raitioteitä on rakennettu moniin eurooppalaisiin kaupunkeihin viime vuosikymmeninä. Tampereen lisäksi Pohjoismaissa on 2000-luvulla rakennettu uusi raitiotie Bergeniin, Aarhusiin, Odenseen ja Lontuun. Raitiotie on näissä kaupungeissa ollut ensisijaisesti pitkäaikainen kaupunkikehityshanke. Raitiolinjan läheisyyden nähtiin houkuttelevan investointeja kaupunkiin. Kaupungit kasvoivat muutaman tuhannen asukkaan vuosivauhtia ja joukkoliikenteen käyttäjämäärien odotettiin näin kasvavan, minkä vuoksi raitiotien kapasiteetin koettiin olevan tärkeä tulevaisuudessa. Pyöräilyn, jalankulun ja joukkoliikenteen priorisoiminen keskustoissa ja korkeatasoinen joukkoliikenne nähtiin myös raitiotien valintaperusteina.

Bergeniin avattiin raitiotien ensimmäinen vaihe vuonna 2010. Raitiotien nähtiin vahvistavan urbaanien maankäyttötavoitteiden saavuttamista: pelkkä raitiotien tai pelkkä Master Planin toteutuminen ei olisi yksinään tuonut toivottua lopputulosta. Kaupungin kasvua ja kehittymistä haluttiin edistää kestävästi ja tiivistää maankäyttöä raitiotielinjaston ympärille vähentäen näin henkilöautoilua. Raitiotie päätettiin toteuttaa, vaikka sen yhteiskuntataloudellinen hyötykustannussuhde oli negatiivinen. Bybanen on osoittautunut suosituksi ja ylittänyt sille asetetut odotukset. Ensisijaisesti kaupunkikehityshankkeena pidetty raitiotie on nostanut merkittävästi rakentamisen määrää raitiotien vaikutusalueella. Kehitystä tuetaan määrätietoisella kaavoituksella,



Kuva 10.5 Tampereen ratikka. lähde: Juha Jokela.

minkä lisäksi alueiden kaavoituksessa panostetaan monipuolisuuteen ja viihtyisyyteen. Kiinteistöjen kysyntä ja hinnat ovat kasvaneet raitiotien varrella. Raitiotien arvioidaan johtaneen alkuperäiseen raitiotieinvestointiin nähden 5-8 kertaisesti asunto- ja toimitilainvestointeihin ja 60 % työpaikoista

sijaitsee Bybanenin varrella. Bybanen ohjaa vahvasti koko kaupungin maankäytön kehittämistä pitkälle tulevaisuuteen. Bergenin raitiotietä on laajennettu ensimmäisen vaiheen jälkeen useammassa vaiheessa.

Tampereella ennen raitiotien rakentamista raitiotien alue- ja yhdyskuntarakenteellisia

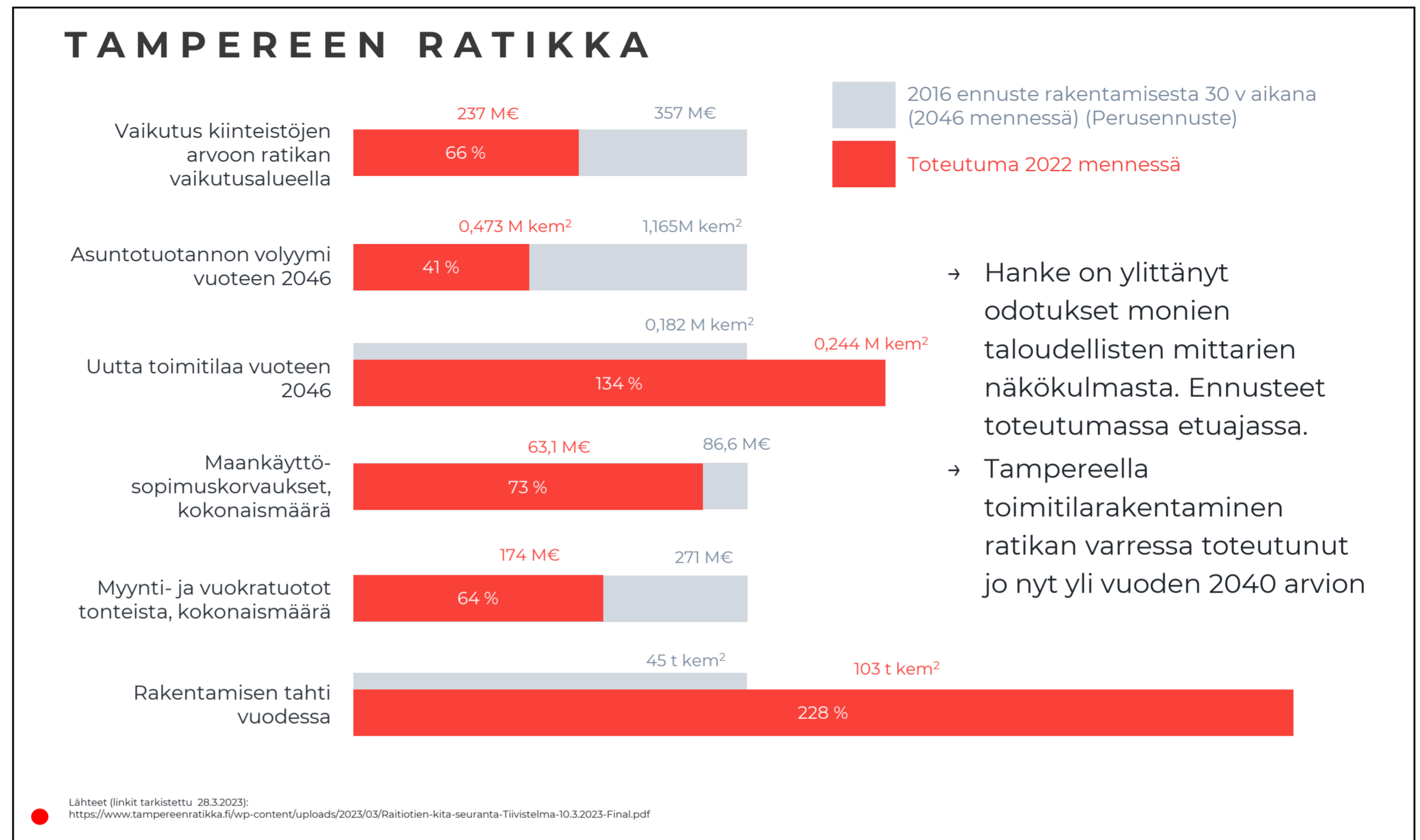
eduiksi arvioitiin saavutettavuuden paraneminen, keskustahakuisten toimintojen laajenemismahdollisuus, kaupunkirakenteen tiivistyminen ja suurempi asukkaiden määrä tehokkaan joukkoliikenteen vyöhykkeellä. Elinvoimaan, vetovoimaan ja imagoon raitiotiellä arvioitiin olevan vaikutusta koko

kaupungin mittakaavassa. Raitiotien arvioitiin tukevan kaupunkikehittämistä, älykkään kaupungin kehittämistä ja helpottavan profiloitumista helposti saavutettavana eurooppalaisena raideliikennekaupunkina. Tampereella raitiotien varren maankäytön toteutuminen on ollut odotettua nopeampaa monilla alueilla. Tampereen raitiotie nauttii suurta suosiota. Marraskuussa 2022 Tampereen raitiotie rikkoi 50 000 päivittäisen matkustajan rajapyykin. Kulluttajatutkimuksen mukaan 87 % vastaajista suhtautuu ratikkaan myönteisesti, 87 % vastaajista oli täysin tai osittain samaa mieltä, että ratikka parantaa Tampereen mielikuvaa ja 78 % vastaajista oli täysin tai osittain samaa mieltä, että ratikka tekee Tampereesta mukavamman paikan asua.

Lundissa on vuodesta 2003 lähtien toiminut korkeatasoinen bussireitti Lundalänken. Lundissa raitiotien rakentaminen on ollut kaikkien puolueiden poliittinen tahto nostaa kaupungin imagoa edesauttamaan kaupungin kasvua ja ohjaamaan maankäytön kehittymistä kestävästi. Rakentamisen yhteydessä voidaan priorisoida pyöräilyä, jalankulkua ja joukkoliikennettä kyseisellä reitillä. Investoijat ovat kiinnostuneempia investoimaan raitiotien kuin bussireitin varteen. Heti raitiotiepäättöksen jälkeen kaupunki sai ilmoituksia investointihalukkuudesta.

Odensessa raitiotiehen on päädytty imago- ja vetovoimasyistä. Raitiotien arvioidaan houkuttelevan kaupunkiin yrityksiä sekä joukkoliikenteen käyttäjäksi uusia käyttäjäryhmiä. Uudet rakentamisalueet sijoittuvat raitiotien välittömään läheisyyteen, missä muiden hankkeiden arvo on nelinkertainen raitiotieinvestointiin nähden

Tukholmassa kaupungin strategian mukaisesti Tvärbanan on joukkoliikenneverkon laajennus, joka parantaa paikkojen saavutettavuutta ja luo houkuttelevaa katutilaa



Kuva 10.6 Tampereen raitiotien ennustettuja ja toteutuneita kaupunkikehitys- ja talousvaikutuksia (WSP 2023).

sekä edistää kaupunkirakenteen tiivistymistä ja toimintojen sekoittumista. Maankäytön kehitys Tvärbanan varrella on ollut vilkasta. Tvärbanan mahdollistaa vanhojen teollisuusalueiden muuttamisen asuin- ja työpaikka-alueiksi.

Ranskassa on rakennettu monia uusia raitioiteita 1980-luvulta lähtien. Parhaat vaikutukset on saatu raitiotiehankkeissa, joissa liikenne- ja kaupunkisuunnittelu on

yhdistetty vahvasti. Viimeaikojen raitiotieinvestoinnit ovat olleet ennen kaikkea keino tuottaa uutta kaupunkirakennetta.

Teksti perustuu muun muassa ”Pohjoismaisten raitiotie- ja superbussikaupunkien vertailua” (WSP 2018), ”Turun raitiotien vaikutusten arviointi” (VTT 2019) ja ”Raitioiteiden kaupunkikehitysvaikutusten vertailu” (WSP 2022) selvityksiin.

10.4 RAITIOTIEN LIIKENNE-ENNUSTET JA MATKUSTAJAMÄÄRÄT

Menetelmä

Raitiotien vaikutusten arvioinnin keskeisiä lähtötietoja on raitiotien liikenne-ennusteet, joista saadaan arviot mm. eri kulkutapojen matkamääristä, suorite- ja päästömuutoksista ja joukkoliikenteen matka-aikojen muutoksista. Raitiotien liikenne-ennusteet on laadittu erilliselvityksenä Ramboll Finland Oy:n toimesta (Turun raitiotien kysyntäennusteet, Ramboll/WSP päivitetty versio 21.3.2023).

Raitiotien liikenne-ennusteet on laadittu Turun kaupunkiseudun liikennemallilla. Malli perustuu vuoden 2016 henkilöliikennetutkimuksen liikkumiskäyttäytymiseen Turun seudulla, joten mahdollisia muutoksia liikkumistottumuksissa muun muassa etätyön lisääntymisen osalta ei ole otettu huomioon.

Ennusteiden lähtökohtana toimivat Turun raitiotien kaupunkirakennetarkastelun vuosien 2029 ja 2050 maankäyttötiedot, jotka on esitetty raportin luvussa 10.3. Maankäyttötiedoilla tarkoitetaan asukkaiden ja työpaikkojen määriä sekä suunnitelmissa olevia koulutuskeskittymien muutoksia. Turun seudun muiden kuntien maankäyttötietojen lähtökohtina on käytetty aikaisempien seudullisten töiden yhteydessä kerättyjä maankäytön kehitysarvioita vuosille 2030 ja 2050.

Liikenne-ennusteen epävarmuudet

Yleissuunnitelman laatimisen yhteydessä todettiin, että raitiotien liikenne-ennusteen keskeinen epävarmuus on lähtöoletus raidetekijästä. Raidetekijä kuvaa raitiotien busseja parempaa täsmällisyyttä ja matkustuksen laatutekijöitä (odotusolosuhteet, liikennevälineen ruuhkaisuus), jotka eivät muutoin sisälly ennustemallissa

matkustuskysyntää selittäviin muuttujiin. Tätä muuttujaa ei muiden selittävien muuttujien tavoin voida Turussa perustaa havaintoihin matkustajien nykyisistä valinnoista, vaan se joudutaan tuomaan malliin ulkopuolisena lähtöoletuksena.

Raidetekijän epävarmuuksien vuoksi liikenne-ennusteet laadittiin suunnitelman laadinnan aikana kahdella lähtöoletuksella:

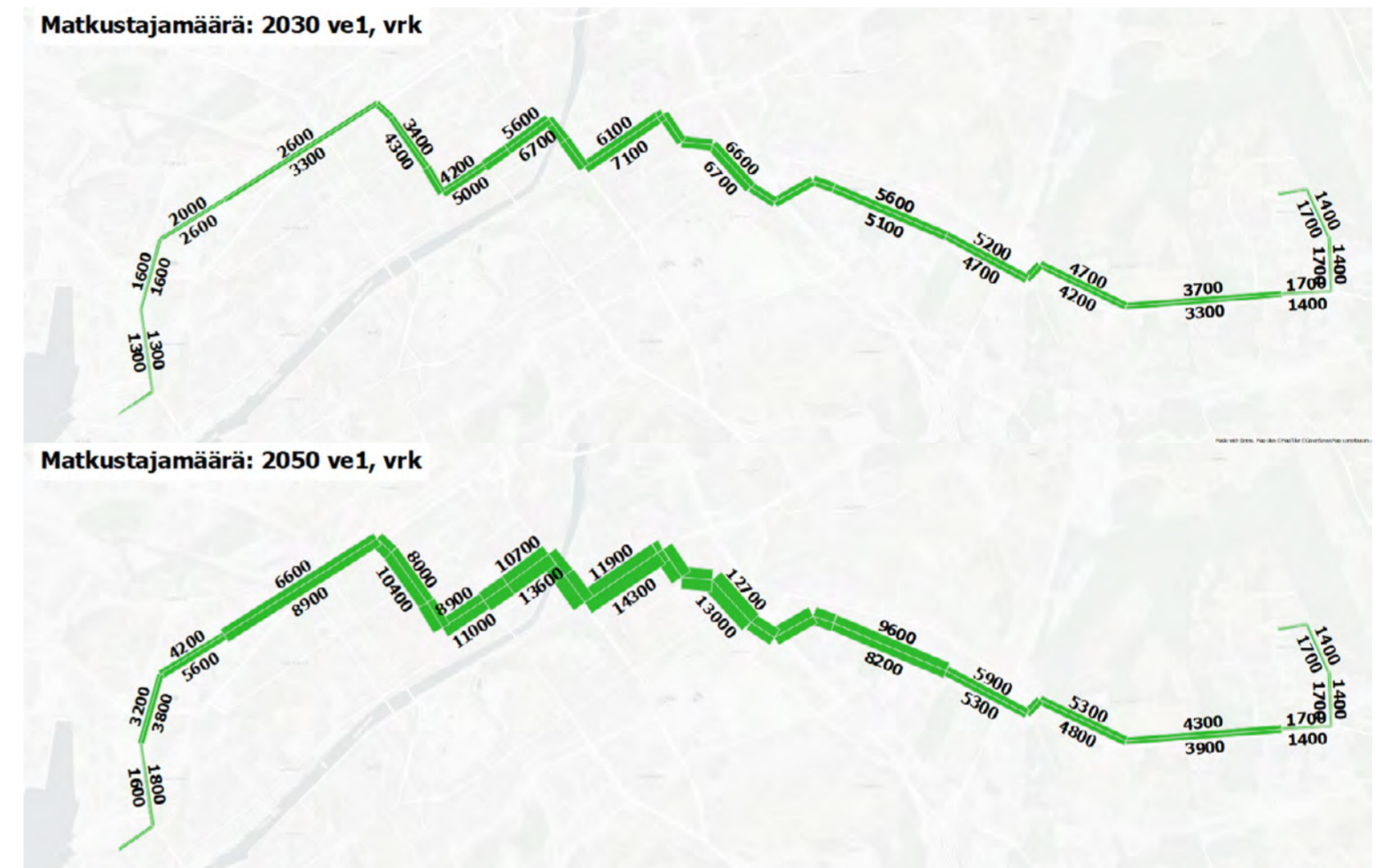
1. Raidetekijä on 0,5 x matka-aika liikennevälineessä. Keskimääräisen raitiotien matkustajan kohdalla tämä tarkoittaa 5 minuutin hyötyä suhteessa bussiin. Tämän voi tulkita tarkoittavan 0,38 euroa korkeampaa maksuhalukkuutta raitiotiematkasta kuin bussimatkasta.
2. Raidetekijä koostuu kahdesta osasta: 0,85 x matka-aika liikennevälineessä ja kyytiin nousun vakiovastus busseilla 3 min ja raitiovaunulla 1,5 min. Keskimääräisen raitiotien matkustajan kohdalla tämä tarkoittaa noin 3 minuutin hyötyä suhteessa bussiin. Tämän voi tulkita tarkoittavan 0,23 euroa korkeampaa maksuhalukkuutta raitiotiematkasta kuin bussimatkasta.

Edellä keskimääräisen matkustajan esimerkkilaskelmassa on oletettu, että raitiotien matkustajat ovat liikennevälineessä keskimäärin noin 10 minuuttia. Ajan arvoksi on oletettu joukkoliikennematkustajalle 4,57 eur/h.

Tässä raportissa on käytetty ensisijaisesti ensimmäistä raidetekijän määritelmää, joka vastaa yleissuunnitteluvaihetta ja perustuu kirjallisuuskatsaukseen sekä Helsingin seudun liikenne-ennustemalliin (Turun yleissuunnitelman tarkennus – Liikennemallitarkastelut, Ramboll ja Trafifix 2017).

Taulukko 10.3 Raitiotien matkustajamäärät perustarkastelussa.

| | Ve1 | Ve2 | Ve3 |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|
| Vuoden 2030 nousijat (vrk) | 22000 | 21300 | 21600 |
| Vuoden 2050 nousijat (vrk) | 43600 | 43000 | 42100 |



Kuva 10.7 Raitiotien kuormitus Humalistonkadun linjavaihtoehdossa (Ve1). Kuva: Turun raitiotien kysyntäennusteet (Ramboll/WSP päivitetty versio 21.3.2023).

Tämä lähtöoletus vaikuttaa suoraan raitiotien matkustajamääriin, saavutettavuus- ja hyötyihin (10.13) ja kannattavuuslaskelmaan (10.18). Suuren merkityksen ja epävarmuuksien vuoksi kannattavuuslaskelma on esitetty vaihtoehdoisen määritelmän osalta.

Raitiotien matkustajamääräennusteet

Raitiotien nousijamääräksi ennustetaan noin 21 000 – 22 000 nousua vuorokaudessa ennustevuonna 2030 ja noin 42 000–44 000 nousua vuorokaudessa ennustevuonna 2050 (Taulukko 10.3). Suurin matkustajakuormitus on Humalistonkadun

vaihtoehdossa (Ve1) ja pienin Matkakeskuksen vaihtoehdossa (Ve2). Haaroitetussa linjavaihtoehdossa (Ve3) matkustajamäärät ovat samaa luokkaa muiden vaihtoehtojen kanssa, vaikka liikennöityjä kilometrejä on selvästi eniten.

Linjan varrella kuormitus on suurin Kupittaalla, kun taas Sataman suunta kuormittuu Varissuon suuntaa keveämmin (kuva 10.7). Pitkällä aikavälillä Tiedepuiston ja Linnakaupungin maankäytön kehittymisen 2050 mennessä nostaa kuormituksia selvästi.

10.5 ELINKEINOELÄMÄ

Elinkeinoelämän vaikutuksia tarkastellaan kaupungin kilpailukyvyyn ja vetovoiman näkökulmasta. Lisäksi arvioidaan raitiotien vaikutusta pysäkkiympäristöjen palvelupotentiaaliin. Vaikutusten arviointi pohjautuu kokemuksiin muista kaupungeista, matkustajamääriin sekä asiantuntija-arvioon. Elinkeinoelämän näkemyksiä on kerätty elinkeinoelämän keskustelutilaisuudessa (6.4.2022).

Kaupungin kilpailukyky, imago ja vetovoima

Raitiotie korostaa kaupungin imagoa modernina ja kehittyvänä kaupunkina. Seutunäkökulmasta tarkasteluna Turku kilpailee mm. pääkaupunkiseudun ja Tampereen kanssa uusista asukkaista, työpaikoista ja hankkeista. Päätös raitiotiestä nähdään merkittävänä kaupungin sitoutumisena kaupunkikehittämiseen. Raitiotien toteuttaminen on pitkäjänteinen investointi, joka tuo vakautta kiinteistökehitykseen ja ennakoitavuutta sijoittajille ja rakennuttajille ja täten edistää elinkeinoelämän kiinnostusta Turku kohtaan. Myös elinkeinoelämän vuorovaikutustilaisuudessa tuli esille, että raitiotiellä on positiivisia vaikutuksia kaupungin imagoon, joka on merkittävä tekijä kaupunkiseutujen välisessä kilpailussa yrityksistä.

Raitiotien toteuttaminen vahvistaa elinkeinoelämän toimintakykyä imagotekijöiden sekä potentiaalisen työvoiman kautta. Kilpailussa yrittäjistä ja työllistävästä yrityksistä menestyvät ne kaupungit, jotka onnistuvat houkuttelemaan eniten asukkaita muuttamaan ja pysymään paikkakunnalla.

Raitiotien toteuttamiseen sitoutuu merkittävästi asuinrakentamista, joka kasvattaa työvoiman saatavuutta. Työvoiman saatavuuden kannalta merkittävää on myös pehmeät vetovoimatekijät, kuten laadukas ja kestävä julkinen liikenne, viihtyisät ympäristöt sekä autoista vapaat kävelykeskustat. Raitiotiellä luodaan jalankulku- ja joukko-liikennekaupungin imagoa ja edistetään kestävä kehityksen näkökulmaa.

Elinkeinoelämän kehittymisedellytykset

Raitiotien vaikutus elinkeinoelämään nähdään kahden eri näkökulman kautta sijainnista riippuen eli raitiotien vaikutusalueella sekä muualla kaupungissa. Kaupunkikehityshankkeet painottuvat raitiotien vaikutusalueelle, mikä parantaa näiden alueiden vetovoimaa sekä asukkaiden että työpaikkojen näkökulmasta. Näin ollen myös elinkeinoelämän kehittymisedellytysten nähdään painottuvan raitiotien vaikutusalueelle. Sen sijaan muiden alueiden pelätään jäävän kehityksestä jälkeen, vaikkakin maankäytön kehityshankkeita on laajasti koko kaupunkiseudulla.

Elinkeinoelämän näkökulmasta raitiotieverkon laaja kokonaisuus nähdään tärkeänä, jolloin suurempi osa alueista ja yrityksistä pääsee raitiotien positiivisten vaikutusten piiriin ja alueiden eriytyminen (raitiotien vaikutusalue vs. vaikutusalueen ulkopuoliset alueet) vältettäisiin. Ensimmäisen vaiheen raitiotieverkon ulkopuolelle jää tärkeitä kohteita (esim. Skanssi ja Mylly), joiden nähtäisiin hyötyvän raitiotien tuomasta saavutettavuuden parantumisesta. Skanssi on kuitenkin mukana tavoiteverkossa.

Raitiotien positiiviset vaikutukset kaupungin imagoon ja elinkeinoelämän kehittymisedellytyksiin korostuvat pitkällä aikavälillä. Positiivisten vaikutusten arvioidaan vahvistuvan erityisesti, jos raitiotieverkosto on nykyisiä suunnitelmia laajempi, jolloin järjestelmä loisi enemmän kasvupotentiaalia koko seudulle. Aktiivinen vuorovaikutus elinkeinoelämän kanssa ja viestintä muiden kaupunkien positiivisista vaikutuksista nähdään tärkeänä riskin vähentämiseksi.

Lyhyellä aikavälillä toimijat ovat huolissaan rakentamisen aikaisista haittavaikutuksista erityisesti kauppatorin ympäristössä, jossa on kärsitty pitkään toriparkin rakentamisen aikaisista häiriöistä. Uusi rakentamiskausi keskustassa saattaa jopa vaikuttaa negatiivisesti toimijoiden halukkuuteen ja mahdollisuuksiin tehdä omia investointeja.

Palveluiden potentiaaliset asiakasvirrat raitiotien pysäkkien ympäristössä

Raitiotiellä on hyvä imago, tunnistettava reitti ja helppokäyttöinen palvelu, minkä vuoksi reitin varren alueet keskustan ulkopuolellakin ovat helposti saavutettavissa paikallisille, vierailijoille ja matkailijoille. Raitiotien vaikutusalueen asiakasvirrat keskittyvät pysäkkiympäristöihin, joihin johtavat hyvät kävelyn ja pyöräilyn yhteydet ympäröiviltä asuinalueilta. Raitiotie luo pysyviä ja vilkkaita joukkoliikenteen solmukohtia, joiden lähiympäristössä palveluita on luonteva kehittää.

Pysäkkiympäristöjen potentiaaliin ja lähialueen asiakasvirtoihin vaikuttavat raitiotien matkustajamäärät. Vaihtopysäkit

korostuvat potentiaalisina palveluiden kehittämisaikoina niiden suuren matkustajamäärän kautta.

Matkustajamäärältään Kauppatori on merkittävin raitiotiepysäkki, jonka matkustajamääriin vaikuttavat oleellisesti jo nykyiset palvelut. Toteutuessaan raitiotie tuottaa uudentyyppistä palvelupotentiaalia keskustaan, ja saattaa muuttaa keskustan palvelurakennetta nykyistä viihdepainotteisemmaksi.

Raitiotien matkustajamäärän tuoma palvelupotentiaali näyttää Humalistonkadulla merkityksellisemmältä kuin Puutorin ympäristössä. Molemmassa katu ympäristöissä nähdään kuitenkin olevan potentiaalia palveluiden kehittämiseen ja nykyistä vilkkaamman keskusta elämän muotoutumiseen sekä raitiotien asiakasvirtojen että erityisesti kaupunkiympäristön muutoksen myötä. Matkakeskuksen lähiympäristössä raitiotien tuottama palvelupotentiaali on vähäinen. Sen sijaan matkakeskuksen palvelupotentiaaliin vaikuttaa joukkoliikenteen kokonaisuus, jossa raitiotie toteutuessaan nähdään tärkeänä osana.

Keskustan ohella Hämeenkadun merkitys palvelukatuna korostuu raitiotien myötä. Hämeenkadulla on potentiaalia muuttua nykyistä viihtyisämmäksi ja vilkkaammaksi keskusta- ja yliopistokaduksi merkittävien raitiotien asiakasvirtojen sekä katu ympäristön laadun kehittymisen myötä.

Kupittaaan kampuksen ja TYKS:n pysäkkiympäristöissä kaupunkirakenteen uudistus luo potentiaalia erityisesti yritys- ja terveyspalveluiden kasvulle.

Itäharjun alueella olemassa olevat palvelut hyötyvät raitiotiepysäkistä ja hypermarketin saavutettavuus kestäväällä kulkumuodolla paranee.

Varissuolla palvelupotentiaali näyttäyty nykyisen Varissuon liikekeskuksen lähiympäristössä paikallisten asiakasvirtojen keskittymänä sekä pitkällä aikavälillä myös raitiotien mahdollistaman kaupunki uudistuksen myötä.

Linnakaupungin alueella Kirstinpuiston raitiotien tuoma palvelupotentiaali näyttäyty merkittävältä lähipalveluiden näkökulmasta. Raitiotiepysäkki identifioi Kirstinpuistoa uuden kaupunkialueen palvelukeskustana.

Satamassa ei näytä muodostuvan merkittävää palvelupotentiaalia matkustajamääriin peilautuen. Matkailukohteet ovat raitiotien vaikutusalueella kuitenkin helpommin saavutettavissa kuin runkobussilinjaston varressa. Raitiotien nähdäänkin yleisesti parantavan matkailupalveluiden saavutettavuutta niin satamassa kuin koko raitiotien vaikutusalueella.

Linjausvaihtoehtojen eroja

Keskustan linjausvaihtoehdoilla ei arvioida olevan merkittäviä eroja keskustan elinkeinoelämään laajasti tarkasteltuna. Vaikutukset näkyvät lähinnä paikallisesti raitiotien varrella.

Humalistonkadun vaihtoehdossa VE1 Humalistonkatu aktivoituu ja yhdistyy paremmin keskustan kaupalliseen ytimeen raitiotien vaikutuksesta. Samalla Humalistonkadulta kuitenkin poistuu autojen asiointipysäköintiä, mikä vaikuttaa negatiivisesti joidenkin palveluiden saavutettavuuteen.

Matkakeskusvaihtoehdossa VE2 raitiotie yhdistää tulevan Matkakeskuksen paremmin nykyiseen keskustaan, laajentaa

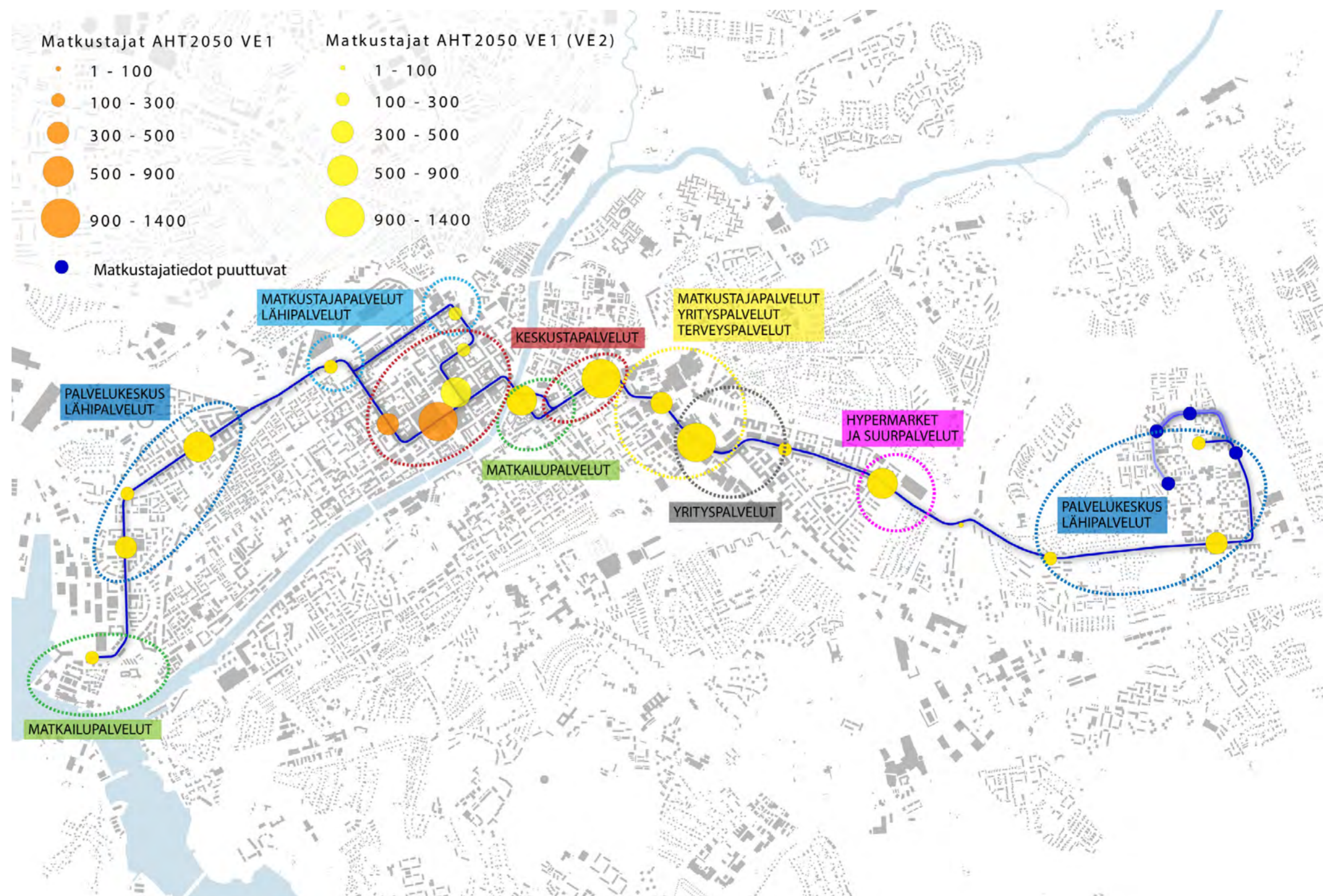
keskusta-alueella Puutorin ja Matkakeskuksen suuntaan ja tukee samalla matkakeskuksen alueen uudistumista. Keskustan painopiste laajenee keskustasta koilliseen, jolloin keskustan länsiosat voivat hiljentyä. Elinkeinoelämä näkee tärkeänä, että raitiotie kulkee matkakeskuksen kautta. Tämän nähdään hyödyttävän niin työmatkustusta kuin matkailuakin.

Haarautuva vaihtoehto (VE3) tukee sekä Matkakeskuksen alueen että Humalistonkadun kehittymistä säilyttäen keskustan painopisteen nykyisellään kuitenkin vahvistaen Matkakeskuksen ja Aninkaisten alueen ympäristöä.

Tuomiokirkontorin linjauksen merkitys elinkeinoelämään näkyy lähinnä Tuomiokirkontorin käytössä. Tuomiokirkon edestä

kulkeva linjaus rajoittaisi Tuomiokirkontorin käyttöä tapahtuma- ja ravintolatoimintaan, mikä nähdään negatiivisena sekä elinkeinoelämälle että palveluiden käyttäjille.

Varissuon päätepysäkkivaihtoehdoilla ei ole merkittäviä eroja elinkeinoelämän näkökulmasta tarkasteltuna.

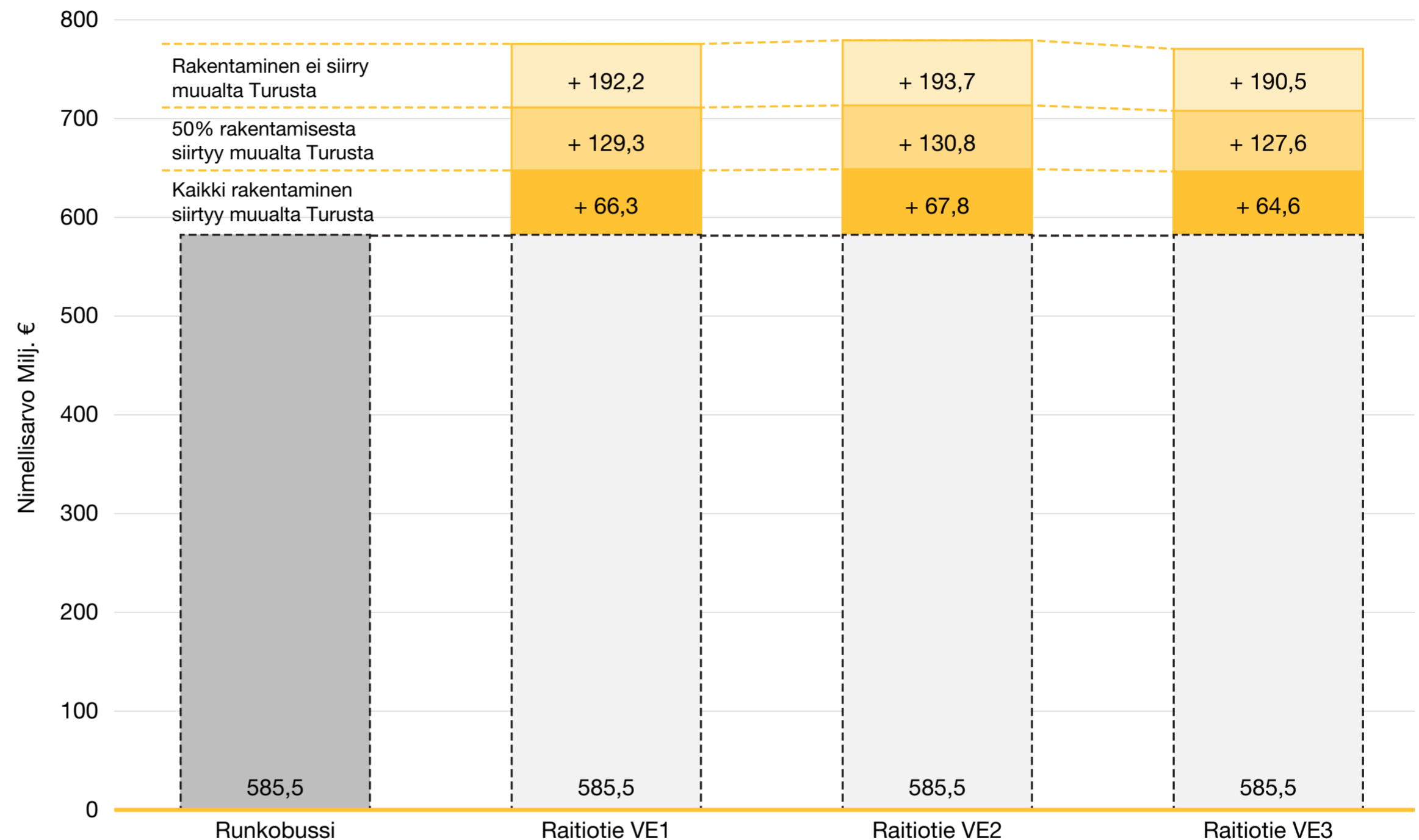


Kuva 10.8 Palveluiden potentiaaliset asiakasvirrat ja pysäkkien palveluprofiili. Lähde: Pysäkkien nousijat ja poistuvat, aamuhuipputunti, Turun raitiotien kysyntäennusteet, Ramboll.

10.6 KIINTEISTÖTALOUDELLISET VAIKUTUKSET

Raitiotien kiinteistötaloudellisia vaikutuksia on tarkasteltu Turun kaupungin tulojen näkökulmasta omassa selvityksessä (Newsec 2022), joka on mainittu liiteluettelossa. Työn perustana toimivat arviot alueellisesta maankäytöstä. Kultakin tarkasteltavalta osa-alueelta saatavat kokonaistulot on määriteltävä huomioiden kaupungin maanomistuksen osalta tonttien luovutuksesta saatava tulot, yksityisen maanomistuksen osalta maankäyttösopimuskorvauksina perittävät tulot, tulojen arvioitu toteutumisaikataulu sekä hintojen ajallinen kehitys. Taloudelliset vaikutukset on esitetty nimellisarvoina, koska kuntataloudelliset vaikutukset on arvioitu ilman diskonttauksia ja inflaatiotarkistuksia. Kuntatalouslaskelmassa Newsecin laatimaa arviota rakennusoikeuksien arvoista on korotettu 15 prosenttia. Tarkistus perustuu arvion valmistumisen jälkeen tapahtuneeseen elinkustannusindeksin nousuun sekä yleiseen kauppahintojen kehitykseen.

Raitiotievaihtoehdossa rakentamisen määrä raitiotiekäytävällä Satama-Varissuo on arvioitu olevan 630 000 k-m² (n. 33 %) suurempi kuin runkobussivaihtoehdossa vuoteen 2050 mennessä. Raitiotien linjausvaihtoehdot tuottavat nimellisarvona raitiotiekäytävällä noin 191-194 miljoonaa euroa suuremmat tulot verrattuna runkobussiin. Kaupunginhallituksen 18.1.2021 hyväksymien oletusten mukaisesti raitiotiekäytävän suuremmasta rakentamismäärästä oletetaan 50 % siirtyvän muualta Turusta ja 50 % olevan lisärakentamista. Tällöin koko Turun osalta raitiotievaihtoehdojen maankäyttötulot olisivat nimellisarvona 128-131 miljoonaa euroa suuremmat kuin runkobussivaihtoehdossa vuoteen 2050 mennessä. Erot raitiotievaihtoehdojen välillä ovat suhteellisen pieniä. Analyysiin liittyy useita epävarmuustekijöitä.



Kuva 10.9 Raitiotievaihtoehdojen maankäyttötulojen erotus verrattuna runkobussiin eri maankäytön siirtymäoletuksilla nimellisarvona (Newsec 2022).

10.7 KAUPUNKITILAN KAUPUNKIKUVA JA KULTTUURIYMPÄRISTÖ

Raitiotiehanke luo toteutuessaan tarpeen peruskorjata ja parantaa katu- ja kaupunkitilaa. Raitiotien rakentaminen aikaistaa tulevia, jo tiedossa olevia katu- ja kaupunkitilojen parannus- ja korjaustöitä, mikä koskee myös pyöräilyverkoston kehittämistä raitiotien varrella. Raitiotiehanke muuttaa rakennusten väliin jäävää katutilaa usein, ikään kuin ”seinästä seinään” eikä ainoastaan ratakiskojen välissä. Näin ollen hyvin suunniteltu ja toteutettu raitiotie uudistaa sekä parantaa merkittävästi lähiympäristöään, mutta aiheuttaa rakentamisen aikana mittavia tilapäisiä häiritseviä vaikutuksia.

Muutosten kirjo

Raitiotien laadulliset vaikutukset sen reitin varrella eivät ole yksilotteisia. Raitiotie on suunniteltu määrätietoisesti ja harkitusti osaksi Turun katuja sekä kaupunginosia. Raitiotien yleissuunnitelmaa varten on laadittu katu- ja kaupunkitilan lähialueiden ja ratkaisujen suunnitteluopas – Design Manual, jossa on määritetty suunnittelun kaupunkikuvallinen laatutaso ja kiinteiden ratkaisujen toteutusperiaatteet. Suunnittelussa on huomioitu myös paikkalähtöisyys ja eri ympäristöjen ominaispiirteiden vahvistaminen.

Raitiolinjan alueet ja suunnitteluperiaatteet on jaettu neljään miljöötyyppiin: Kortteli-osuus (ruutukaava-alueella), historiallinen osuus (Hämeenkadun ja Eerikinkadun välisellä alueella), urbaani osuus (uudistuvissa ja rakentuvissa kaupunginosissa) ja naapurusto-osuus (Jaanantieltä Varissuolle). Tyypityksestä johtuen kaupunkikuvallisten ja kaupunkitilallisten muutosten vertailu ei

ole mahdollista kautta raitiolinjan, koska esimerkiksi Littoistentien ympäristöön ja Kauppiaskadulle on suunniteltu toisistaan poikkeavat ratkaisut, jonka vuoksi vaikutuksia arvioidaan myös alueellisesti ja temaattisesti.

Raitiotien kaupunkitilallisten vaikutusten arviointi on monimutkaista muutoumassa olevilla kaupunkialueilla. Näillä alueilla vertailua VEO+ bussivaihtoehdon kanssa ei ole tarkoituksenmukaista tehdä nykytilanteen pohjalta. Uuden kaupunkitilan bussivaihtoehdon kaupunkitilan ratkaisut ovat vielä pitkälti määrittelemättä. Linnanniemi, Linna-kaupunki, Kirstinpuisto, Kupittaa ja Itäharju ovat vasta rakenteilla olevia, joten raitiotien vaikutusta kaupunkitilaan on vaikea tutkia bussivaihtoehdossa.

Kaupunkitilan muutosvaikutukset

Suurena raitiotien ajamana, kaupunkitilallisena muuttujana maisemassa ovat uudet rakennettavat pinnat, alueet ja pysäkit. Luonnonkiven käyttöä suositaan raitiotiereitin varrella, Turulle ominaisissa lämpimissä sävyissä. Kaikki pysäkit kivetään luonnonkivellä, joka tuo laadun ja panostuksen ilmettä reitin varrelle. Reitin uudistuvilla jalkakäytävillä on käytetty keskustaa-alueelta tuttua betonista laattaa. Tämä Turulle ominainen elementti vahvistaa visuaalista yhtenäisyyttä reitin varrella ja jatkaa ruutukaavakaupungin henkeä keskustan ulkopuolelle.

Esteettömyys ja jalankulkuympäristöjen yleinen laatu paranevat kaikissa pysäkkiympäristöissä. Pysäkeille johtavien

suojateiden rakentaminen esteettömyyden osalta erittäin laadukkaina on merkittävä parannus raitiotievaihtoehdossa.

Uusiin kaupunginosaan rakennettavat ja parannettavat aukiot rakennetaan samaan tasoon raitiotien kanssa, joiden pintamateriaaleja käytetään myös raitiotien kiveykseenä. Tällä tapaa raitiotie sidotaan osaksi yhtenäistä katu- ja kaupunkikuvaa.

Raitiotien aiheuttamat kaupunkikuvan muutokset

Raitiotien rakentaminen lisää reittien veyttä, sillä reitin varrelle istutetaan puita silloin kun se on mahdollista. Alueille, joille uudet puuistutukset eivät mahdu, istutetaan muuta katuviherää, eli matalampaa monimuotoista kasvillisuutta osaksi raitioympäristöä. Kasvillisuudessa huomioidaan sen monimuotoisuus ja eri vuodenaajat, jolla pyritään parantamaan kaupunkiekologiaa ja viihtyvyyttä.

Ratasähköt ovat tarpeellinen ja näkyvä osa raitiotien rakentamista. Ajolangat pyritään toteuttamaan ilman pylviä rakennusten väliin jäävällä ripustuksella erityisesti keskusta-alueella. Hämeenkadulla sekä Tuomiokirkon/Uudenmaankadun osuudella valaistuksen ja ratasähkön ripustuksiin käytetään yhteiskäyttöpylväänä Turun omaa mallia, joka pohjautuu kaupungin vanhaan ja historialliseen pylväsmalliin. Muilla osuuksilla ratasähköt on toteutettu selkeämmin näkyväksi jäävinä itsenäisinä osina.

Merkittävä ja näkyvä osa ratasähköjärjestelmää ovat sähkönsyöttöasemat. Asemia tulee reitin varrelle 12, joista yksi toteutetaan maanalaisena. Sähkönsyöttöasemat ovat kutakuinkin pienen yksikerroksisen omakotitalon kokoisia, pohjamuodoltaan joko noin neliön tai suorakaiteen muotoisia - pidempiä tai kapeampia. Maanpäälliset sähkönsyöttöasemat pyritään sijoittamaan kaupunkikuvallisesti ja mittakaavallisesti mahdollisimman huomaamattomiin paikkoihin. Sähkönsyöttöasemien arkkitehtuuri sovitetaan ympäristöön tapauskohtaisesti, jotta niiden mahdolliset visuaaliset haitat saadaan minimoitua.

Raitiotie voi aktivoida rakennus- ja perusparannushankkeita, joilla on myönteisiä vaikutuksia kaupunkikuvaan.

Humalistonkadun linjausvaihtoehdot (VE1)

Katukiveyksien ja uudistuvien jalankulkualueiden seurauksena Humalistonkadun linjaus ja Eerikinkadun luonne muuttuvat kävelykatumaisemmaksi. Humalistonkadulla raitiotien rakentaminen tuo mukanaan selkeämmän ja suoristuvan katulinjan, joka syntyy autopaikkojen ja ajokaistojen kustannuksella, mutta se mahdollistaa ryhdikkäämmän linjauksen lisäksi laajemmat katuviheralueet ja kivetyt oleskelualueet kadun varrella.

Nykyään elinvoimaisten Eerikinkadun ja Humalistonkadun aktiivisuus lisääntyy raitiotien valmistumisen myötä ja Humalistonkadusta voi kasvaa yksi keskustan elinvoimaisemmista kauppakaduista.

Matkakeskuksen linjausvaihtoehto (VE2)

Matkakeskuksen linjauksen kaupallisen aktivoitumisen kasvupotentiaali on korkeampi kuin Eerikinkadun-Humalistonkadun vaihtoehdossa. Kasvavien joukkoliikennevirtojen lisäksi myös pyöräliikenne tulee aktivoitumaan Kauppiaskadulla ja Aninkaistenkadulla ja samalla sekin tulee muuttamaan alueiden luonnetta. Kauppiaskadun uudet puuistutukset ja kiveykset raitiotien varrella parantavat katutilan laatua, mutta reitiltä poistuu autopaikkoja. Puutori supistuu suunnitelmissa Maariankadun puolelta, mutta se ei kuitenkaan merkittävästi muuta torialueen luonnetta korttelin kokoisena aukiona ruutukaavassa. Puutorin alueella kasvavat ihmisvirrat aktivoivat lähialueita ja lisäävät kaupunkitilan elämää, jolloin esimerkiksi torikauppa ja tapahtumat voivat lisääntyä, mikä tulee muuttamaan alueen luonnetta.

Aninkaistenkadun ja Tuureporinkadun risteysalue muuttuu nykyisestä liikenne- ja pysäköintialueesta kivetyksi aukiomaisemaksi tilaksi, Aninkaistenkadun linjauksen jatkuessa Läntiselle pitkäkadulle. Risteysalue menettää nykyisen vihreän ilmeensä, sillä puustoa joudutaan poistamaan rakentamisen myötä.

Läntisen Pitkäkadulla raitiotie ei aiheuta yhtä suuria kaupunkitilallisia muutoksia kuin muulla reitin varrella, koska kadun kapeus rajoittaa mahdollisia toimenpiteitä enemmän kuin muualla.

Tuomiokirkkotorin linjausvaihtoehdot

Vaihtoehto, jossa raitiotie kääntyy Tuomiokirkkosillan jälkeen Piispankadun ja Akatemiakadun suuntaisesti Hämeentielle aiheuttaa kaupunkitilaan ja ympäristöön suurempia muutoksia kuin Uudenmaankadun suuntainen linjaus. Tuomiokirkkotorin linjaus muuttaa merkittävästi kulttuurihistoriallista Tuomiokirkon ja vanhan kaupungin ympäristöä. Samalla se luo kaupunkikuvalisen haasteen historiallisen ympäristön ja modernin raitiotien yhdistämisestä. Tuomiokirkkotori ja erityisesti Piispankadun suuntainen alue ovat nykyään merkittäviä tapahtuma- ja terassialueita. Raitiotie pienentää käytettävissä olevaa aluetta sekä heikentää turvallisuutta ja turvallisuudentunnetta Tuomiokirkkotorilla.

Uudenmaankadun suuntainen linjausvaihtoehto ei vaikuta yhtä merkittävästi aukioihin, pihakatuihin ja kävelyalueisiin, näiden säilyessä lähes nykyisen kaltaisina. Uudenmaankadulla kivetyt yhteiskäyttöpysäkit ja niiden etelä- ja pohjoispuolilla erotettuina kulkevat autoliikennekaistat jäsentävät Uudenmaankadun jalankulku-ympäristöä, joka ei ole yhtä suuri este ja raja Vanhan Suurtorin ja Brahenpuiston välillä. Linjaus säilyttää kadun tärkeänä maisema-akselina, mutta hanke saattaa aikaistaa Brahen- ja Porthaninpuiston kohdalla olevia Uudenmaankadun varren vanhojen lehmusten uusimista. Tämä linjausvaihtoehto on kuitenkin jalankulkijoiden, pyöräilijöiden, autojen, bussien ja raitiotien

käyttäjien kannalta merkittävästi ahtaampi. Lisäksi Uudenmaankadun linjaus aiheuttaa sekä liikenteellisesti että kaupunkitilallisesti huomattavasti suurempia haittavaikutuksia raitiotien rakentamisen aikana.

Varissuon linjausvaihtoehdot

Varissuolla on kolme eri vaihtoehtoa koskien linjan loppuosaa ja päätepysäkkiä. Lyhimmässä vaihtoehdossa päätepysäkki on Pelttarinkadulla ja pidemmissä Orminkujan kohdalla tai Kraatarinkadulla. Pisimmässä vaihtoehdossa on pysäkit Suurpäänkadulla Kraatarinkadun kohdalla, Suurpäänkadulla Annikanpolun kohdalla sekä Karvataskunkadulla Pelttarinkadun kohdalla.

Pisimmät linjaukset jatkavat raitiotien mukanaan tuomia pintamateriaalien muutostöitä, jolloin saadaan korkeampilaatuista jalankulku-ympäristöä laajemmalle alueelle. Lyhimpään vaihtoehtoon verrattuna pisimmässä linjausvaihtoehdoissa puolestaan ratasähköjärjestelmän ajohodot jatkuvat pidemmälle.

10.8 MELUVAIKUTUKSET

Yleistä

Raitiovaunuliikenteen aiheuttamia meluvaikutuksia on arvioitu laskennallisesti. Melutarkastelut sisältävät myös auto- ja junaliikenteen vaikutukset niiltä osin kuin ne vaikuttavat merkittävästi raitiolinjausten läheisten alueiden ääniympäristöön. Meluselvityksestä on laadittu erillinen raportti (liite 10.1), jossa on esitetty laskennan menetelmät, laskenta-asetukset ja -menettelyt sekä laskennoille arvioidut epävarmuudet.

Havaintoja raitiovaunuliikenteen aiheuttamista melutasoista

Raitiovaunuliikenteen melupäästön suuruuteen vaikuttavat raitiovaunun nopeus,

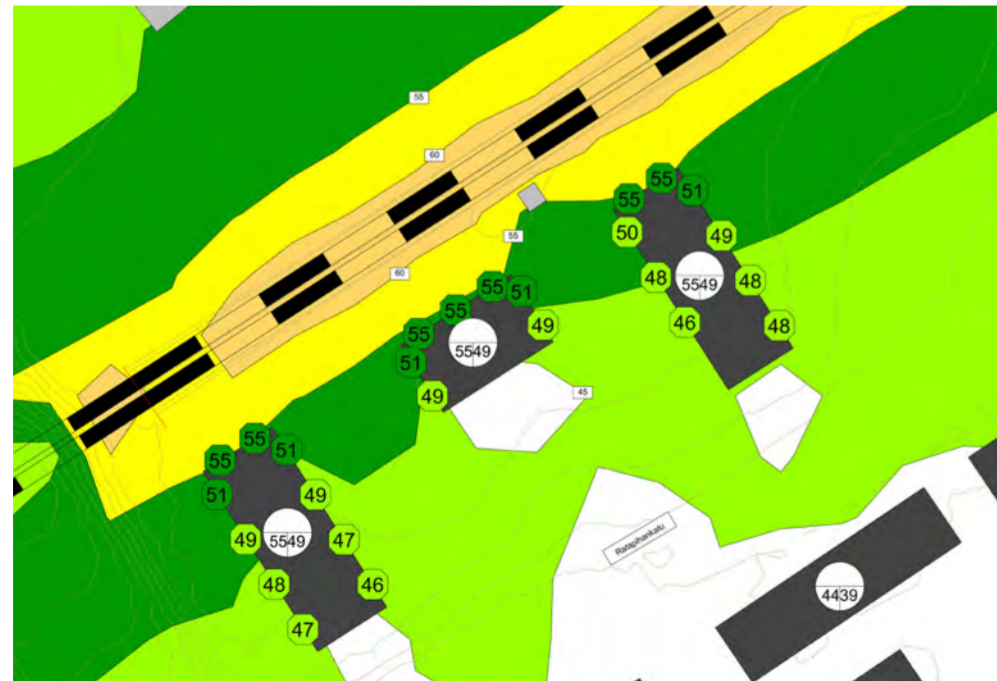
raitiovaunun pituus ja raitiovaunujen ohitus-ten määrät, jotka on huomioitu arvioitaessa päivä- ja yöaikaisia keskiäänitasoja. Melulaskennoissa raitiovaunujen ohitusten lukumäärät ovat tarkastelluissa vaihtoehdoissa yleissuunnitelman mukaiset. Melulaskennat on tehty linjausvaihtoehdoille tiheimmillä vuoroväleillä eli laskennan tulokset edustavat raitiovaunuliikenteen aiheuttamaa meluisinta tilannetta.

Nopeimmilla osuuksilla raitiovaunuliikenteen aiheuttama 55 dB päiväaikaisen keskiäänitason vyöhyke ulottuu noin 14 metrin etäisyydelle lähimmän kiskoparin keskeltä arviotuna. Hitailta raitiotieosuuksilla, 20 km/h, vastaava vyöhyke ulottuu alle 5 metrin etäisyydelle (kuvat 10.10 ja 10.11).

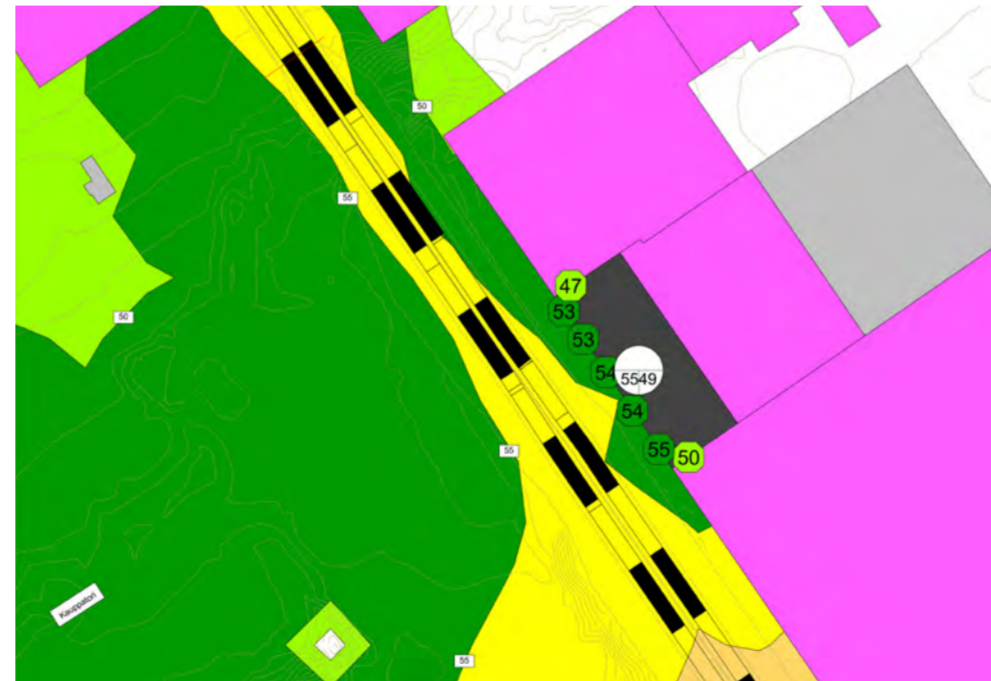
Raitiovaunuliikenteen aiheuttama melu on merkittävästi vähäisempää kuin autoliikenteen aiheuttama melu kaduilla, joissa raitiovaunulinjaus sijoittuu samaan katutilaan autoliikenteen kanssa.

Raitiovaunuliikenne lisää laskennallisen tarkastelun perusteella kokonaismelutasoa osuuksilla, joissa arvioidaan esiintyvän kaarrekirskuntaa sekä raitiotieosuuksilla, joissa raitiolinjaus ei sijoitu samaan katutilaan vilkkaan autoliikenteen kanssa. Näitä raitiotieosuuksia sijoittuu Akselintien ja Ruissalontien väliselle uudelle asuinalueelle, rautatieaseman länsipuolelle, Kiinanmyllynkadun varrelle, Voimakadun varrelle sekä Varissuon Pelttarinkadun varrelle.

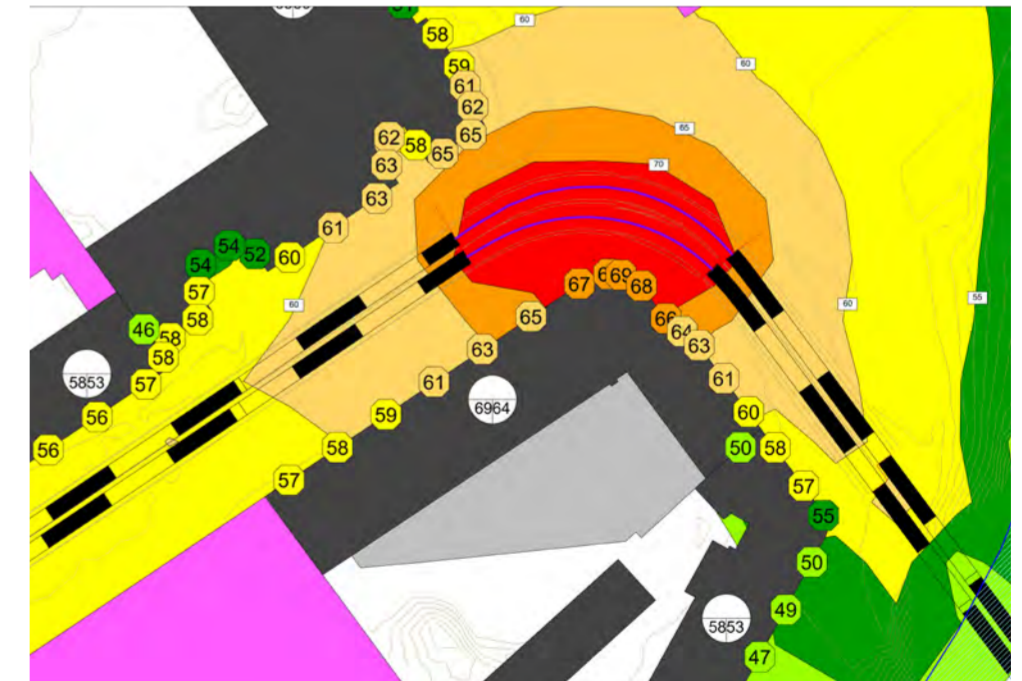
Turun raitiotienlinjauksella on useita jyrkkiä kaarteita, joiden kaarresäde on alle 50 metriä. Melulaskennassa näissä kaarteissa on arvioitu aiheutuvan kaarrekirskuntaa. Melulaskentojen perusteella raitiovaunuliikenteen aiheuttamat paikallisesti korkeimmat melutasot muodostuvat jyrkkien kaarteiden läheisyyteen. Esimerkiksi Aninkaistenkadun ja Eerikinkadun risteyksessä lähimpien asuinrakennusten julkisivuihin arvioidaan kohdistuvan 65 dB...68 dB keskiäänitasoja mahdollisen kaarrekirskunnan vuoksi (kuva 10.12).



Kuva 10.10 Raitiovaunuliikenteen aiheuttamat päiväaikaiset keskiäänitasot (LAeq 7–22) ratapihan läheisyydessä osuudella, jossa raitiovaunujen nopeus on 60 km/h.



Kuva 10.11 Raitiovaunuliikenteen aiheuttamat päiväaikaiset keskiäänitasot (LAeq 7–22) Kauppatorin läheisyydessä osuudella, jossa raitiovaunujen nopeus on 20 km/h.



Kuva 10.12 Raitiovaunuliikenteen aiheuttamat päiväaikaiset keskiäänitasot (LAeq 7–22) Aninkaistenkadun ja Eerikinkadun risteyksessä.

Raitiovaunuliikenteen vaikutukset asukkaiden meluallistumiseen

Raitiovaunuliikenne lisää laskennallisen tarkastelun perusteella kokonaismelutasoa osuuksilla, joissa arvioidaan esiintyvän kaarrekirskuntaa sekä raitiotieosuuksilla, joissa raitiolinjaus ei sijoitu samaan katutilaan autoliikenteen kanssa. Raitiovaunuliikenteen aiheuttama lisäys kokonaismelutasoon riippuu luonnollisesti siitä, kuinka voimakas autoliikenteen aiheuttama melutaso on. Jyrkissä kaarteissa raitiovaunuliikenteen lisäykset kokonaismelutasoihin vaihtelevat välillä +1 db ... + 8 dB ($L_{Aeq\ 7-22}$). Humalistonkadun vaihtoehdossa autoliikenteen siirtäminen Käsityöläiskadulle nostaa Käsityöläiskadun melutasoja noin 5 dB ja vastaavasti Humalistonkadulla melutasot pienentyisivät 4 dB ... 7 dB.

Vertailtaessa auto- ja junaliikenteen melua raitiovaunu-, auto- ja junaliikenteen meluun, niin saadaan tulokseksi, että raitiovaunuliikenne lisää melulle altistuvien asukkaiden määrää 500 – 1000 asukkaalla riippuen tarkasteltavasta vaihtoehdosta ja melun tunnusluvusta.

Raitiovaunuliikenteen aiheuttamat runkomeluvaikutukset

Laskennallisen tarkastelun perusteella raitiotielinjausten alueelta on tunnistettu yhteensä 3,4 km sellaisia osuuksia, jotka sijoittuvat lähelle kalliopintaa ja aiheuttavat runkomeluriskin niiden varrella sijoittuviin rakennuksiin.

Taulukko 10.4 Raitiovaunu-, auto- ja junaliikenteen aiheuttaman melun ohjearvotaset ylittävälle melulle altistuvien asukkaiden määrät tarkastelluissa vaihtoehdoissa ja raitiovaunuliikenteen aiheuttama lisäys meluallistumisessa verrattuna katu- ja junaliikenteen aiheuttamaan meluallistumiseen.

| Melun tunnusluku ja taso | Humalistonkatu VE1 | Matkakeskus VE2 | Haaroitettu VE3 | Auto- ja junaliikenne |
|---|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|
| LAeq 7-22 > 55 dB | 16012 | 15749 | 15998 | 15247 |
| LAeq 22-7 > 50 dB | 13212 | 13391 | 13488 | 12503 |
| Raitiovaunuliikenteen aiheuttama lisäys | Humalistonkatu VE1 | Matkakeskus VE2 | Haaroitettu VE3 | |
| LAeq 7-22 > 55 dB | 765 | 502 | 751 | |
| LAeq 22-7 > 50 dB | 709 | 888 | 985 | |

Varissuon alue sijoittuu kokonaisuudessaan lähelle kalliopintaa ja on runkomelun muodostumisen riskialue. Muita merkittäviä runkomelun riskialueita ovat Humalistonkadun pohjoisosassa (VE1), Maariankatu ja Läntinen Pitkäkatu (VE2 Matkakeskus) ja Kupittaaan alue. Raitiotielinjauksen varrella on myös muita pienempiä alueita, joissa runkomelun vaimentamista on tarpeellista arvioida jatkosuunnittelussa.

Johtopäätökset laskennallisten melutarkastelujen perusteella

- Raitiovaunuliikenteen meluvaikutukset kokonaismelutasoon jäävät yleensä vähäisiksi, sillä sen aiheuttama lisäys kokonaismelutasoon on tyypillisesti alle 1 dB suorilla katuosuuksilla, joissa raitiotielinjaus sijoittuu samaan katutilaan autoliikenteen kanssa.
- Laskennallisen tarkastelun perusteella raitiovaunuliikenteen merkittävät

meluvaikutukset liittyvät jyrkissä kaarteissa mahdollisesti muodostuvan kaarrekirskunnan aiheuttamaan meluun. Jyrkissä kaarteissa raitiovaunuliikenteen aiheuttama lisäys kokonaismelutasoon (LAeq 7-22 / LAeq 22-7) saattaa nousta yli 5 dB tason. Näillä raitiotieosuuksilla myös melun hetkelliset maksimitasot saattavat nousta sisätiloissa häiritsevälle tasolle.

- Raitiovaunuliikenne ei aiheuta pääsääntöisesti yksinään ohjearvojen ylityksiä asuinrakennusten pihojen oleskelualueilla, joten pelkästään raitiovaunuliikenteen meluun kohdistuvia meluntorjuntarakenteita ei tulosten perusteella voida pitää tarpeellisena. Raitiovaunuliikenteen meluntorjunta tulee mahdollisuuksien mukaan ottaa huomioon, mikäli kaatalueiden autoliikenteen aiheuttama melun torjunta on tarpeellista.



- Raitiovaunujen aiheuttamaa mahdollista kaarrekirskuntaa tulisi ensisijaisesti pyrkiä torjumaan raitiovaunujen pyörien voitelulla. Kaarrekirskunnan mahdollinen muodostuminen ja torjuntakeinot tulisi ottaa huomioon raitiovaunukalustoa hankittaessa.
- Kokonaismelutasoja tarkasteltaessa erot meluallistumisessa olivat vähäisiä tarkasteltujen vaihtoehtojen välillä. Pelkästään raitiovaunuliikenteen melua tarkasteltaessa Humalistonkadun vaihtoehdon liikenteen aiheuttama meluallistuminen oli vähäisempää kuin kahdessa muussa vaihtoehdossa.
- Raitiotien aiheuttamaa runkomelua voidaan vaimentaa ratarakenteeseen sijoitettavalla vaimennuksella. Ratarakenteeseen sijoitettava routaeristys voi toimia osaltaan myös runkomelun vaimennuksessa.
- Raitiotieliikenteen aiheuttaman runkomelun vaimennus on syytä mitoittaa tarkemmin hankkeen jatkosuunnittelussa.

10.9 TÄRINÄVAIKUTUKSET

Kuvassa 10.13 on esitetty värinän kannalta kriittisiksi arvioidut rataosuudet. Kohde on määritelty värinän kannalta kriittiseksi, kun

- suunnitelmassa ei ole esitetty pohjanvahvistusta
- maaperässä on yli 5 m pehmeä kerros tai
- maaperässä on yli 3 m pehmeä kerros painokairauksen ollessa yli puolet painon puolella
- värähtelyn arvioidaan ylittävän 0,6 mm/s (tehollinen rms-arvo vw,95)
- etäisyys asuinrakennuksiin on alle 40 m

Alueiden otsikoinnissa on käytetty seuraavaa värikoodausta:

- **keltainen** linjaus, ei ongelma-alueita
- **punainen** kriittinen alue
- **sininen** lievästi kriittinen, pohjanvahvistus paalulaatta, stabilointi, massanvaihto
- **vihreä** paalulaatta-alue
-  siltamainen rakenne
-  stabilointi

Lisäksi tarkempaan värinälaskentaan on valittu neljä poikkileikkausta kuvan 10.14 mukaisesti. Tuomiokirkon kohteessa tutkittiin kaksi kohtaa: Uudenmaankadun linjauksen kohta Hjältin talon kohdalla ja Tuomiokirkon linjauksen kohta kirkon läheisyydessä. Kohteet B-D valikoituvat tiedossa olevien herkkien mittauslaitteiden perusteella. Tutkittua pysty- ja vaakasuuntaista värähtelyä on verrattu värinälle annettuihin suositusarvoihin. Mittauksia ei ole tehty kohteissa.

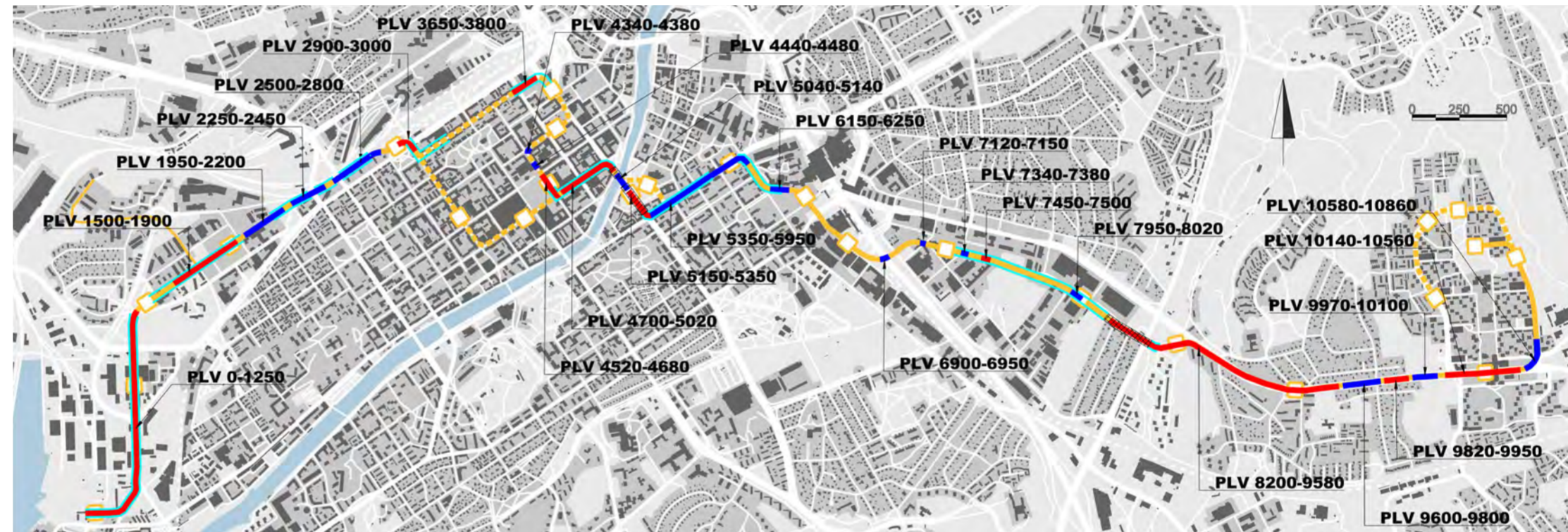
Linjaus on ongelmallisten kohtien osalta pääosin pohjavahvistettua ja vasteet ongelmakohdissa ovat pääosin hallinnassa tätä kautta. Tarvittaessa lisätoimenpiteitä värinän torjumiseksi ovat pohjaimet ja vaimenninmatot. Myös ponttiseinät, stabilointi, massanvaihto ja kumirouheseinät tulevat kysymykseen. Vaimennusten tavoitteena on saada värinätasot suositusten mukaiselle tasolle (alle 0,6 mm/s).

Tuomiokirkon poikkileikkauksessa radan tuottamat värähtelyvasteet osittain ylittävät asetetut suositukset Hjältin talon (Uudenmaankadun linjaus) kohdalla. Keskimäärin paalutetun laattarakenteen vasteet ovat suurempia kuin kelluvan rakenteen. Vaurioitumisalttiudelle asetetun viitearvon ei kuitenkaan arvioida ylittyvän arkeologisia kohteita lukuun ottamatta. Vaurioiden voidaan kuitenkin olettaa olevan pieniä säilytettävälle arkeologisille kohteille. Jatkosuunnittelussa on kiinnitettävä erityistä

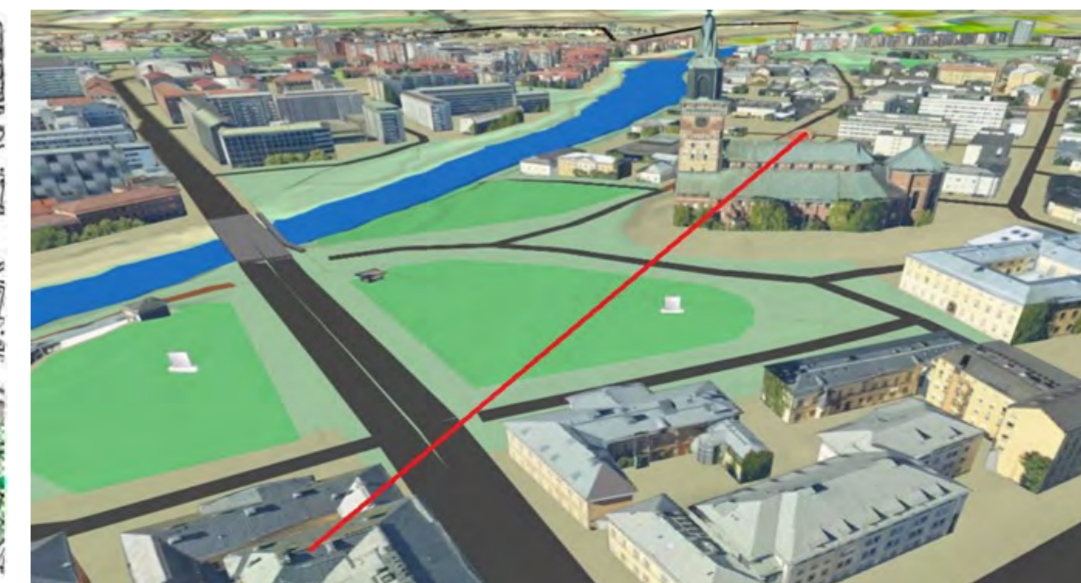
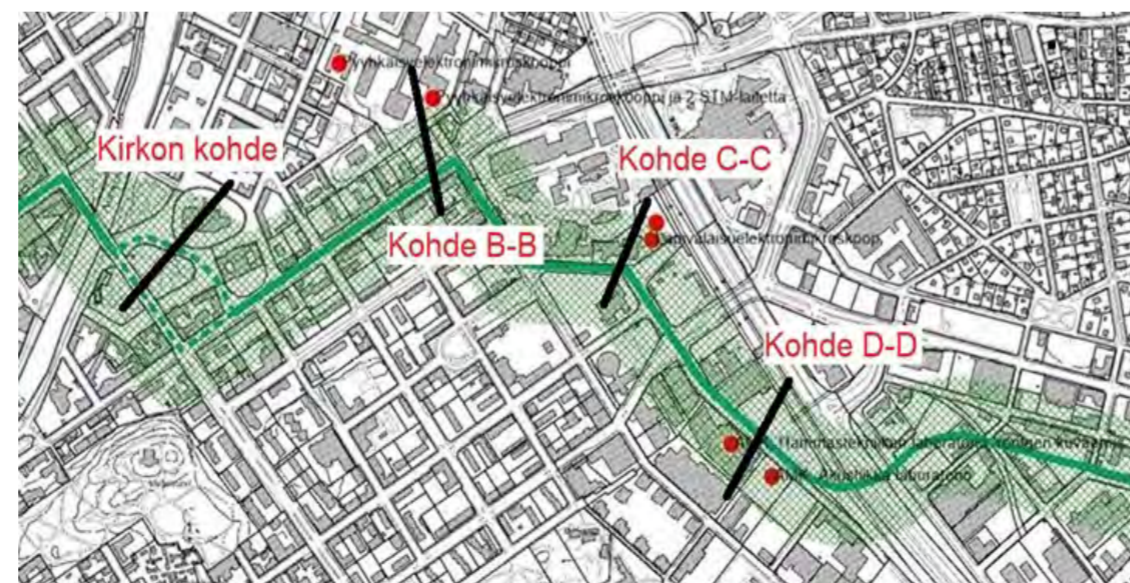
huomiota sekä työn aikaisiin ratkaisuihin että lopullisiin ratkaisuihin, joilla varmistetaan säilytettävien arkeologisten kohteiden säilyminen ehjinä.

Kohteiden B, C ja D dynaamisissa laskennoissa huomioitiin rakennusten herkätkäitteen ja dynaamiset vasteet olivat hyvin pieniä ja siten viitearvojen rajoissa.

Värinään liittyvät tarkastelut on kuvattu tarkemmin liitteessä 10.2.



Kuva 10.13 Kriittiset kohteet linjalla.



Kuva 10.14 Värinälaskentojen kohteet (oikeanpuoleisessa kuvassa on Tuomiokirkon kohteen poikkileikkaus).

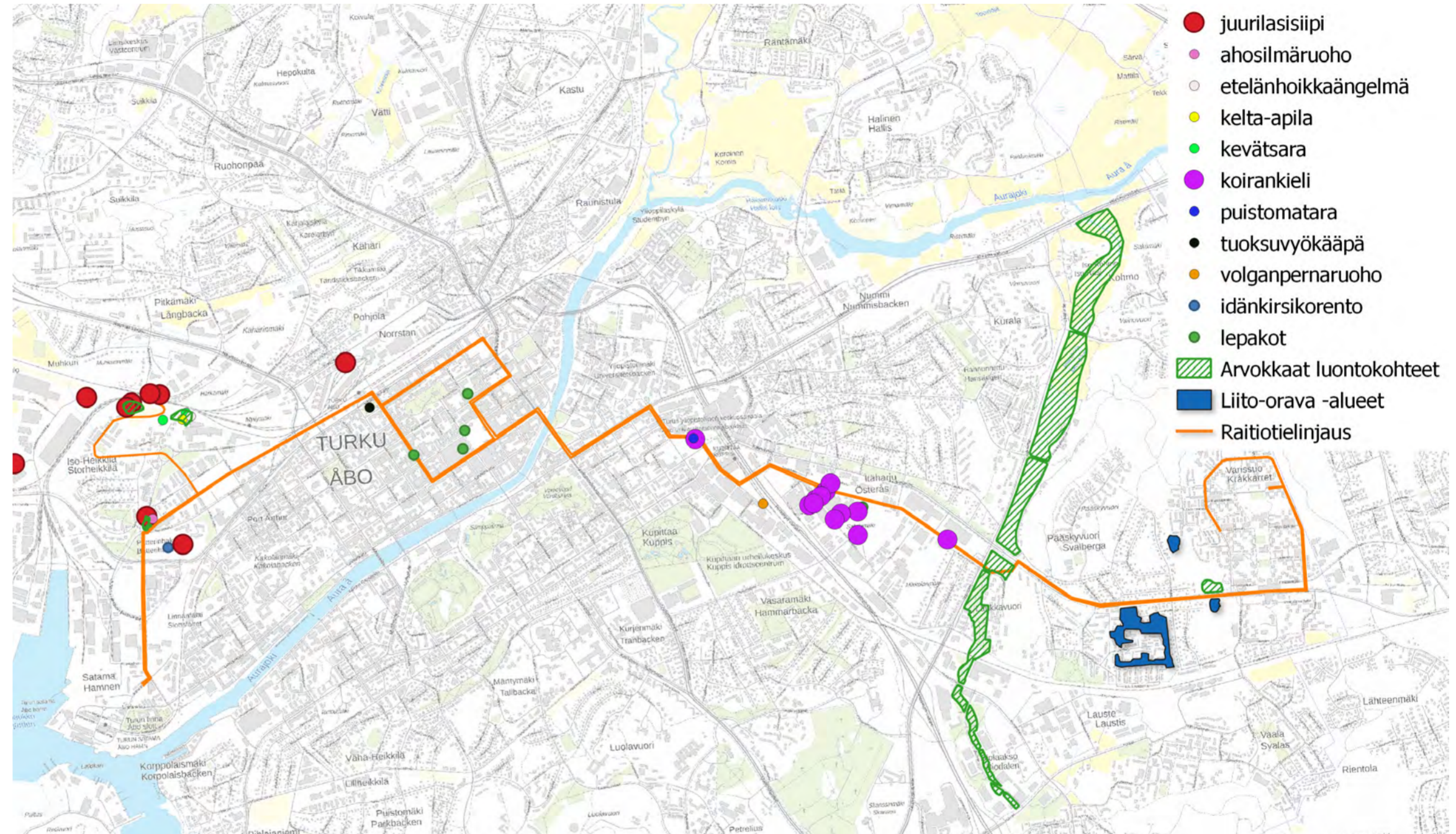
10.10 VAIKUTUKSET LUONTOON

Yleistä

Turun raitiotien linjaus kulkee kaupungin ydinkeskustan läpi ja sijoittuu koko osuudellaan varsin rakennettuun ympäristöön ja jo nykyisellään voimakkaasti ihmistoiminnan vaikutuksen alaisena oleville alueille. Laukkavuorelta Varissuolle kulkevalla osuudella linjaus sijoittuu muuhun raitiotiehen verrattuna vehreämpään ja puustoisempaan ympäristöön. Laajin yksittäinen luontokohte on Aurajokeen laskeva Jaaninojan kaupunkipuro ympäristöineen, jonka raitiotielinjaus ylittää rakennettavaa uutta siltaa pitkin. Linjauksen länsipäässä on merkittäviä avoimiin, paahteisiin ympäristöihin liittyviä luontoarvoja. Raitiotien rakentaminen muuttaa ennen kaikkea nykyisiä katualueita, mutta sillä on myös todennäköisesti luontokohteita heikentäviä vaikutuksia. Toisaalta raitiotien rakentamisen yhteydessä voidaan uusilla istutuksilla parantaa nykyisten ekologisten yhteyksien toimivuutta, erityisesti Littoistentien osuudella, jossa nykyinen katualue erottaa liito-oravan asuttamia metsäisiä virkistysalueita toisistaan.

Arvokkaat luontokohteet

Arvokkaista luontokohteista itäisimmät ovat pähkinäpensaslehtoja (Isl 29), jotka sijoittuvat lähelle nykyisen Littoistentien katualueen reunaan. Vaikutusten merkittävyys riippuu siitä, joudutaanko katualuetta laajentamaan nykyisestä. Nykyisellä katualueella pysyessä lehdolle saattaa aiheutua heikentäviä vaikutuksia vesitasapainon muutoksista kohteen reuna-alueella. Littoistentien alueella tulee jatkosuunnittelussa varmistaa arvokkaiden lehtokohteiden ja niiden kosteusolosuhteiden



Kuva 10.15 Raitiotien varren lajihavaintoja.

säilyminen sekä huolehtia rakentamisen aikaisesta kohteiden suojaamisesta. Luonnonsuojelulain mukaisten luontotyyppien rajautuminen tarkistetaan suunnittelun aikana ja vaikutusten arviointia tarkennetaan tarvittaessa.

Raitiotielinjaus ylittää Jaaninojan uoman. Nykyinen katu ylittää Jaaninojan rumpurakennelmalla. Raitiotiesuunnitelmassa

esitetään, että tie jää nykyiselleen, ja raitiotielle rakennetaan uusi silta nykyisen kadun viereen. Siltarakenteena toteutettava ylitys on luontoarvojen kannalta rumpurakennelmaa parempi ratkaisu. Jaaninojan luonnonarvot tulee huomioida myös jatkosuunnittelussa (valitaan mahdollisimman vähän uomaan vaikuttava siltaratkaisu ja suunnitellaan tulevat ja työmaan aikaiset hulevesijärjestelyt luontoarvot huomioiden).

Ylityspaikalla tehdään tarvittaessa tärkeitä luontoarvokartoituksia suunnittelun pohjaksi. Jaaninojassa esiintyy taimenta ja jokirapua. Vesistövaikutukset Jaaninojalle ovat mahdollisia, ja todennäköisesti merkittävimmät riskit muodostuvat raitiotien rakentamisen aikana mahdollisesti lisääntyvästä kiintoaine- ja ravinnekuormituksesta. Jaaninojalle aiheutuvien vaikutusten arviota tulee tarkentaa jatkosuunnittelun aikana.

Linjauksen länsipäässä aivan radan varrelle sijoittuu Patterihaan keto (Isl 29), jolla on myös juurilasisiiven esiintymisalue (kuva 10.15). Viheralue pienentyy hieman raitiotien rakentamisen myötä, mutta Patterihaan kedon kohdalla raitiotien suunnitteluratkaisuja on jo mukautettu luontoarvoihin. Vaikutukset ketoon pyritään minimoimaan myös rakentamisen aikaisten järjestelyjen suunnittelussa.

Raitiotielinjauksen länsipäässä, raitiotien pohjoispuolella on Iso-Heikkilän katajaketto (Isl 29 §), sekä juurilasisiiven esiintymisalue Iso-Heikkilän lumenkaatopaikalla. Raitiotien varikkoalue on suunniteltu Iso-Heikkilän lumenkaatopaikalle, jolloin se toteutuessaan hävittää juurilasisiiven esiintymän. Lajille aiheutuvat haittavaikutukset ovat siis voimakkaita. Koska juurilasisiipi on erityisesti suojeltava laji, lajin säilymiselle tärkeän esiintymispaikan hävittäminen ja heikentäminen on kiellettyä (Lsl 47 §). ELY-keskus voi myöntää poikkeamislupaa, jos lajin suojelutaso säilyy esiintymispaikan hävittämisestä huolimatta suotuisana. Haittavaikutuksia voidaan lieventää esimerkiksi kompensoimalla menetettyä elinympäristöä luomalla raitiotien varrelle lisää soveltuvaa elinympäristöä. Sen sijaan raitiotien rakentamisen vaikutusten ei arvioida ulottuvan Iso-Heikkilän katajakedolle.

Liito-orava-alueet

Raitiotielinjauksen lähellä on kolme liito-orava-aluetta, joilta on todettu papanoita vuonna 2014. Liito-oravan esiintymistieto olisi hyvä päivittää jatkosuunnittelun aikana. Raitiotien rakentamisesta voi aiheutua vähäisiä vaikutuksia myös nykyisen katualueen ulkopuolelle viheralueelle ja rakentamisen yhteydessä joudutaan kaatamaan puustoa. Jatkosuunnittelussa tulee pyrkiä säilyttämään kaikki Littoistentien

lähituntumassa sijaitsevat kolopuut. Littoistentien varrella sähkönsyöttöasemien sijainnit on suunniteltu ottaen huomioon liito-orava-alueet. Suunnitteluratkaisujen tarkentuessa on tärkeää tarkastella liito-oravan kulkuyhteyksiä viereisille alueille, erityisesti Marjavuoren ja Erik Jämsän puiston välillä ja tarvittaessa täydentää ylityskohtia uusien puuistutusten lisäksi hyppypuilla.

Lajihavainnot

Linjauksen länsipäässä on tehty havaintoja juurilasisiiven esiintymistä. Juurilasisiipi on vaarantunut (VU) laji, joka on koko maassa rauhoitettu (Lsl 38 §) ja erityisesti suojeltava (Lsl 47 §) laji. Erityisesti suojeltavan lajin säilymiselle tärkeän esiintymispaikan hävittäminen tai heikentäminen on kielletty. Juurilasisiiven havaintoja on suunnittelualueen lähellä vuosilta 2021 ja 2022, eli ne ovat tuoreita. Raitiotien varikko on suunniteltu yhden juurilasisiiven havaintopaikan kohdalle, minkä takia lajiin kohdistuu voimakkaita ja suoria haitallisia vaikutuksia. Varikkoalueen toteuttaminen lajin esiintymän alueelle vaatii ELY-keskuksen poikkeamislupaa. Lajin suotuisan suojelun tason kannalta hyvä merkki kuitenkin on, että lajia esiintyy Iso-Heikkilän alueella useammalla esiintymällä. Lajin esiintymistä selvitettiin Turusta laajemminkin, ja koko Turun alueella havaintoja tehtiin vuonna 2021 kymmeneltä paikalta. Vuoden 2022 selvityksissä havaintoja tehtiin yhdeltätoista paikalta, jotka olivat pääasiassa samoja kuin edellisenä vuonna. Juurilasisiipi on kuivien niittyjen ja ketojen laji, joka viihtyy myös paahteisilla uuselinympäristöillä, mikä tarkoittaa, että se voisi myös viihtyä raitiotien varrella, riippuen toteutustavasta. Juurilasisiivelle voidaan raitiotiehankkeen yhteydessä suunnitella ja rakentaa kompensoitavia alueita, esimerkiksi suunnitteleamalla raitiotietä

reunustavien nurmialueiden sijaan matalaa niittykasvillisuutta. Juurilasisiiven ravintokasvi on keltamaite, jota voidaan lisätä esimerkiksi kylvämällä. Rakentamisen aikaisista vaikutuksista ja kompensoitotien vaikutuksista on syytä järjestää seuranta. Suunnittelussa tulee välttää varjotuksen aiheutumista potentiaalisille uusille paahdealueille.

Patterihaan kedolla on havainto ahosilmäruohosta (EN) vuodelta 1932. Tieto tulee päivittää kasvillisuus selvityksen yhteydessä.

Etelänhoikkaängelmää, kelta-apilaa ja kevätsaraa esiintyy vain Iso-Heikkilän kedolla. Voidaan arvioida, että raitiotien rakentamisella ei ole vaikutusta näiden säilymiseen.

Asemapuistikossa on havaittu tuoksuvyökääpää (NT) vuonna 2003–2004. Havainto viittaa asemapuistikon arvokkaaseen vanhaan puustoon, jota on pyrittävä mahdollisuuksien mukaan säilyttämään. Puiston koillisreunalla kaadetaan katupuita, ja puiston alueelle on suunniteltu täydentäviä puuistutuksia. Kääpäselvityksen tekeminen ei ole kaupunkiympäristössä todennäköisesti välttämätön, mutta kääpien esiintymistä suositellaan tarkastelevaksi esimerkiksi laajemman kasvillisuus selvityksen yhteydessä.

Turun keskussairaalan eteläpuolella on vuodelta 2019 yleisöhavainto puistomatarasta. Laji on hyvin harvinainen Suomessa, ja sellaisena uhanalaisuusarvioinnissa arviointiin soveltumaton. Havainnon paikkansapitävyys tulee tarkistaa kasvillisuus selvityksen yhteydessä.

Keskussairaalan ja Jaanintien välillä on useita raitiotielinjauksen varrelle jääviä koirankielen (EN) havaintoja.

Havaintoja on vuosilta 2002, 2017 ja 2019. Näiden perusteella suositellaan kasvillisuus selvitystä, jossa voitaisiin määrittää ajantasaiset ja tarkat koirankielen esiintymät. Koska Itäharjun alueella on Suomen tasolla hyvin merkittävä koirankielen esiintymä, yksittäiset koirankielen kasvupaikat on syytä ensisijaisesti suojata rakentamisen aikana, ja tarvittaessa siirtää kasvit uudelle kasvupaikalle. Itäharju-Voimakatu -asemakaavan yhteydessä on laadittu rohtokoirankielen siirtosuunnitelma (2021). Koirankieltä on toistaiseksi siirretty vain yhteen sijaintiin, kolerahautausmaalle syksyllä 2021. Sijainti ei ole raitiotiehankkeen vaikutusalueella. Koirankieliesiintymän kompensoimiseksi korvaavia kasvupaikkoja on kuitenkin oltava useampia, joten raitiotiesuunnitelman alueelta on hyvä etsiä koirankielelle soveltuvia paikkoja, joille koirankielen siemeniä istutetaan rakennustöiden valmistuttua. Tällaisia paikkoja voivat olla esimerkiksi pysäkkien taustat ja muuntamoiden reunat. Koska koirankieli on (juurilasisiiven tavoin) kuivien niittyjen ja ketojen laji, joka viihtyy myös paahteisilla uuselinympäristöillä, sillekin voidaan lopputilanteessa luoda uutta elinympäristöä raitiotien varrelle.

Volganpernaruohoa on havaittu vuonna 2002 Helsingin valtatie varresta. Laji ei ole uhanalainen, mutta uustulokkaana harvinainen satunnaiskasvi, joka viihtyy joutomailla ja muilla uuselinympäristöillä. Esiintymä jää noin 160 metrin päähän raitiotielinjauksesta. Vaikutukset lajille eivät ole todennäköisiä, mutta lajin esiintymistä olisi hyvä kartoittaa muun kasvillisuus selvityksen yhteydessä.

Idänkirsikorentoa (direktiivilaji, LC) on havaittu 2021 Patterihaan vanhan jätevedenpuhdistamon lammessa. Raitiotielinjauksen kulkee alueen länsireunaa, eikä ole

todennäköistä, että lampeen kohdistuu vaikutuksia raitiotiehankkeen rakentamisesta. Sudenkorentoselvitys ei näin ollen ole tarpeen. Jos suunnittelun edetessä ilmenee lammelle mahdollisesti aiheutuvia vaikutuksista, on korenon esiintyminen selvitettävä ja tarpeen mukaan haettava poikkeamislupaa.

Kaikki Suomen lepakkolajit kuuluvat EU:n luontodirektiivin liitteen IV lajistoon ja niiden lisääntymis- ja levähdyspaikkojen hävittäminen ja heikentäminen on kiellettyä. Raitiotielinjauksen varrella on tehty neljä pohjanlepakkohavaintoa ja yksi isoviikisiippahavainto. Sammonpuistoa lukuun ottamatta (havainto vuodelta 2020) havainnot ovat rakennetulta alueelta vuodelta 2003. Yksittäiset havainnot eivät kerro riittävästi tietoa tärkeistä lepakkoalueista. Raitiotien rakentamisella ei ole vaikutusta lepakoiden käyttämien alueiden rakennusten säilymiselle. Sammonpuiston selvitysalueella todettiin vuonna 2020 muutamia päiväpiiloiksi ja lisääntymispaikoiksi sopivia kolopuita ja rakennuksia sekä linnunpönttö. Alue määritettiin Suomen lepakkotieteellisen yhdistyksen arvoluokituksen mukaisesti luokan III (muu lepakoiden käyttämä) lepakkoalueeksi. Kolopuut sijaitsevat alueen eteläreunalla, niin etäällä raitiolinjasta, että niille ei aiheudu vaikutuksia. Jos Sammonpuiston alueelta joudutaan rakentamisen

yhteydessä kaatamaan puita, niiden tilalle istutetaan uudet puut. Näin lepakoiden elinolosuhteet eivät heikkene esimerkiksi kulkureittien tai valo-olosuhteiden muutosten takia. Satulamäen alueella merkittävimmät vaikutukset aiheutuvat maankäytön muutoksista, raitiotien rakentamisella ei ole todennäköisesti merkittäviä vaikutuksia lepakoiden kannalta. Haitallisten lepakko-vaikutusten poissulkemiseksi on jatkossa syytä selvittää, onko tarkennettua/täydennettyä lepakkotietoa saatavilla ja tarvittaessa teettää keskusta-alueella erillinen lepakkoselvitys.

Yhteisvaikutukset muiden hankkeiden kanssa

Espoo-Turku -oikoradan ympäristövaikutusten arvioinnissa on tunnistettu Turun osalta kohtalaisia luontovaikutuksia. Hankkeella ei arvioida olevan vaikutuksia Erik Jämsän pähkinäpensaslehtoon, mutta vaikutuksia voi kohdistua Laukkavuoren kuivaan lehtoon, joka sijoittuu lähes nykyisen rata-alueen reunalle. Jaaninojalle voi aiheutua kohtalaisia, kielteisiä vaikutuksia. Hankkeella voi olla myös (korkeintaan kohtalaisia vaikutuksia) liito-oravan elinympäristöverkostoon. Raitiotien ja ratahankkeen yhteisvaikutusten arviota tulee tarkentaa jatkosuunnittelun yhteydessä erityisesti Jaaninojan ja liito-oravaverkoston toimivuuden kannalta.

Alueella on tehty arvokkaiden luontokohdeiden selvityksiä mm. seuraavasti

- Itä-Turun viheralueiden luontoselvitys 2002
 - Radan lähelle osuvat pähkinäpensaslehdot PV2, VS 4 ja PV 6.
 - PV 2 ja PV 6 eivät ilmeisesti täytä luonnonsuojelulain määritelmää, mutta nämä on arvokkaina kasvikohteina mahdollisesti syytä tarkastaa maastossa.
 - Itä-Turun Jaaninojan luontoinventoinnit 2003
 - Raportti on hyvä pohja vaikutusarvioille, sen perusteella kasvillisuudessa ei ole erityistä huomioitavaa.
 - Jaaninojan varrella pesii mm. harvinaistuneita kosteikkolajeja (pensaskerttu (NT), ruokokerttunen (NT)), mutta näihin ei todennäköisesti kohdistu haitallisia vaikutuksia.
 - Turun keskustan osayleiskaavan luontoselvitykset 2003-2004
 - Turun kaupunkipurojen ekologiset seurannat 2017-19
 - Raportti toimii vaikutusarvion tukena.
 - Selvityksissä koekalastettiin taimenta. Jaaninojalla on merkitystä myös kevätkutuisten kalojen kutualueena. Kalojen lajimäärät vaikuttavat laskevan etelään päin (yläjuoksulle) mentäessä.
 - Alajuoksulla (pohjoisessa) on elinvoimainen jokirapukanta.
 - Turun metsäverkosto
 - Helsinki-Turku nopean junayhteyden hankekokonaisuuden luontoselvitykset ja YVA 2020
 - Laukkavuoren eteläpuolella todettiin kuiva lehto (arvokas kasvillisuuskohte), mutta raitiotie ei vaikuta siihen.
 - Huomionarvoista linnustoa ei ratapihan selvityksessä todettu raitiotielinjauksen läheltä. Kivitasku saattaa kuitenkin pesiä myös ratapihan avoimilla osuuksilla.
 - Ratapihalla on paikoin edustavaa paahdekasvillisuutta ja uhanalaisten perhoslajien ravintokasveja
- kasvillisuus selvityksen lisäksi myös hyönteisselvitys on suositeltava

10.11 RAKENTAMISEN AIKAISET VAIKUTUKSET ASUKKAILLE JA YRITYKSILLE

Aiempien kokemusten ja elinkeinoelämän vuorovaikutuksen perusteella raitiotien rakentamisen koetaan aiheuttavan rakennusaikanaan merkittävää haittaa vaikutusalueellaan. Tampereella toteutetussa kyselytutkimuksessa 80 % raitiotien rakentamiskäytävän yrityksistä on ollut sitä mieltä, että raitiotien rakentaminen aiheuttaa merkittävää haittaa yrityksen liiketoiminnalle (Raitiotien rakentamisaikaiset yritysvaikutukset –tutkimus, Tampereen yliopisto 2019). Tämän lisäksi poikkeusreitit voivat kasvattaa joukkoliikenteen operoinnin kustannuksia ja haitata matkustajia, jos bussilinjoja joudutaan siirtämään poikkeusreiteille (Työmaiden yhteiskuntataloudelliset

vaikutukset joukkoliikenteeseen, Hellsted 2019). Turussa erityisesti Kauppatorin ympäristö on herkkä alue työmaiden kannalta, jossa on paljon asiakasmääriltään vilkasta yritystoimintaa ja bussilinjastoa.

Tärkein tekijä haittojen muodostumisen kannalta on rakentamisen kesto ja vaiheistus. Turussa rakentamisen aikaisia vaikutuksia pidentävät Tuomiokirkon kohdalla arkeologiset kaivaukset. Ne on sovitettava yhteen mahdollisimman hyvin raitiotien rakentamisen kanssa. Hankkeen jatkoaikataulu on esitetty luvussa 11.1.

10.12 LIIKENTEELLISET VAIKUTUKSET, TOIMIVUUSTARKASTELUT

Joukkoliikenteen sujuvuuden varmistaminen ja raitiolinjan tilantarve edellyttää joillakin katuosuuksilla nykyisen autoliikenteen kaistamäärän supistamista, koska olemassa olevaa katutilaa ei voida leventää koko linjalla. Tilanpuute ja kaistamuutosten tarpeet ovat suurimmillaan keskustassa ja sisääntuloväylillä. On syytä huomioida, että bussivaihtoehdossakin autoliikenteen kaistamäärät vähenevät oletettujen keskustan bussikaistojen vuoksi.

Kaistamäärän väheneminen heikentää henkilöautoliikenteen sujuvuutta. Joukkoliikenteen osalta sujuvuusriskejä voi syntyä yhteisillä raitio- ja bussiliikenteen pysäkeillä sekä risteyksissä, joissa bussit siirtyvät raitteille tai raiteilta. Kriittisimmät katuosuudet ovat Aninkaistenkatu, Uudenmaankatu ja Hämeenkatu. Lisäksi Joukahaisenkadun ja Kiinanmyllynkadun vilkkaimmat risteykset voivat kuormittua melko voimakkaasti.

Raitiotien rakentamisen myötä autoliikennettä siirtyy muille reiteille, mutta keskustaan suuntautuvilla automatkoilla ja keskustan läpiajoliikenteellä kilpailukykyisiä reittivaihtoehtoja on rajallisesti. Keskustan läpi kulkevilla vaihtoehtoisilla reiteillä, kuten Aurajoen muilla silloilla, välityskyky on jo valmiiksi pitkälle käytössä, mikä ei mahdollista kovin suurta siirtyvän liikenteen määrää. Läpiajoliikennettä siirtyy todennäköisesti osittain myös keskustan kiertävälle Helsinginkadulle Aurajoen siltojen kuormittuessa, mikä helpottaa jonkin verran keskustan liikennekuormitusta. Liikennepaine raitiolinjan keskustan osuuksilla jää kuitenkin suureksi.

Ruuhka-aikoina henkilöautoliikenteen välityskyky on laskennallisesti kokonaan käytössä tai voi ylittyä ainakin Hämeenkadun ja Uudenmaankadun risteyksessä sekä Aninkaistenkadun ja Maariankadun risteyksessä. Käytännössä autoliikenteen ruuhkien kesto pitenee, minkä vuoksi osa liikkujista vaihtaa kulkutapaa, reittiä tai matkustusajankohtaa.

Yleissuunnitelmassa tarkemmat liikenteelliset toimivuustarkastelut tehtiin liikenteellisesti hankalimmiksi arvioiduista kohteista, eli Aninkaistenkadun ja Maariankadun risteyksestä, Eerikinkadun ja Uudenmaankadun risteyksestä, Uudenmaankadun ja Hämeenkadun risteyksestä, Hämeenkadun ja Kiinamylynkadun risteyksestä sekä Joukahaisenkadun ja Tykistökadun risteyksestä. Lisäksi aikaisemmin Aninkaisten alueen ja matkakeskuksen liikennesuunnitteluhankkeessa on arvioitu, että Aninkaistenkadun ja Läntisen Pitkäkadun liittymän välityskyky ei välttämättä riitä raitiolinjan toteutumisen jälkeen.

Yleissuunnitelman toimivuustarkastelut on tehty iltaruuhkan 2030 ennustetilanteesta. Ennustetilanteessa liikennemäärät vähenevät katuosuuksilla, joilla autoliikenteen kaistamäärän supistuminen rajoittaa liikennettä. Esimerkiksi sujuvuuden kannalta hankalilla osuuksilla Aninkaistenkatu, Uudenmaankatu ja Hämeenkatu ennusteen kokonaisliikennemäärä on pienempi kuin nykyään. Jäljelle jäävä kapasiteetti kuitenkin täyttyy kokonaan, joten välityskykyyn vaikuttava kaistakohtainen liikennemäärä pysyy vähintään nykytilan tasolla tai kasvaa.

Seuraavassa on esitetty yhteenveto yleissuunnitelmassa tarkemmin tarkasteltujen risteysten liikenteen toimivuudesta. Tarkemmat toimivuustarkastelujen tulokset on esitetty raportin liitteessä 10.3.

Aninkaistenkadun ja Maariankadun risteys

Raitiotien rakentamisen jälkeen valo-ohjauksen laskennallinen välityskyky ei riitä ennustetuille iltaruuhkan 2030 liikennemäärille Aninkaistenkadun ja Maariankadun risteyksessä. Välityskyvyn kannalta kriittisimmät suunnat ovat pohjoisesta Aninkaistenkatua suoraan etelään kulkeva liikenne sekä Maariankadulta lännestä Aninkaistenkadulle vasempaan ja Aninkaistenkadulta etelästä Maariankadulle vasempaan kääntyvä liikenne. Välityskykyä voidaan parantaa kieltämällä esim. Aninkaistenkadulta etelästä Maariankadulle vasempaan kääntyminen. Tällöin risteuksen välityskyky voidaan alustavien tarkastelujen mukaan mahdollisesti saada riittämään.

Eerikinkadun, Uudenmaankadun ja Hämeenkadun risteykset

Eerikinkadun, Uudenmaankadun ja Hämeenkadun risteyksistä tehtiin toimivuustarkastelut kahdelle eri skenaariolle; raitiotie kulkee Uudenmaankatua pitkin tai raitiotie kulkee Tuomiokirkontorin läpi. Molemmissa tarkastelutapauksissa Eerikinkadun ja Uudenmaankadun risteuksen välityskyky on riittävä, mutta liikenteellinen toimivuus jää iltaruuhkassa ajoittain heikoksi. Aninkaistenkadun jonot venyvät pitkiksi, mutta myös purkautuvat kokonaan ruuhkatunnin aikana.

Kummassakaan tarkastelutapauksessa Uudenmaankadun ja Hämeenkadun risteuksen välityskyky ei ole riittävä Uudenmaankatua etelästä suoraan pohjoiseen jatkavalle liikenteelle, koska etelästä saavuttaessa yksi suoraan menevä kaista ei riitä iltaruuhkan 2030 ennusteliikennemäärälle. Muilla suunnilla risteuksen välityskyky on riittävä, jos Hämeenkadulta idästä Uudenmaankadulle vasempaan kääntyminen kielletään. Hämeenkadulta idästä vasemmalle kääntyvällä liikenteellä on vaihtoehtoisia reittejä muualla katuverkossa.

Uudenmaankadun ja Hämeenkadun risteyksessä Hämeenkadulta idästä Uudenmaankadulle oikealle kääntyvä liikenne aiheuttaa haasteita erityisesti raitio- ja bussiliikenteelle. Raitiovaunut ja bussit eivät aina mahdu kääntymään oikealle vihreästä valosta huolimatta, jos ajoneuvoliikenteen jono Uudenmaankadulla ylittää Hämeenkadun risteykseen asti. Uudenmaankadun bussilinjoja Eerikinkadun ja Hämeenkadun välillä kannattaa mahdollisuuksien mukaan siirtää vaihtoehtoisille reiteille, kuten Hämeenkatu-Aurakatu. Näin vältetään Uudenmaankadun jonoutumisesta mahdollisesti aiheutuvia ongelmia bussiliikenteelle.

Uudenmaankadun kuormittumisen aiheuttamia ongelmia voidaan lieventää valo-ohjauksen keinoin. Liikenteen sujuvuuden kannalta jonoutuminen on vähemmän haitallista Eerikinkadun pohjoispuolella, Hämeenkadun eteläpuolella ja Hämeenkadulla kuin Uudenmaankadulla Eerikinkadun

ja Hämeenkadun välillä. Valo-ohjauksen säädöillä jonoutumista voidaan hallita ja suosia Eerikinkatu-Hämeenkatu-väliä, jolloin jonoutumisen aiheuttamat seuraukset saadaan minimoitua.

Hämeenkadun ja Kiinamylynkadun risteys

Raitiotien rakentamisen jälkeen valo-ohjauksen laskennallinen välityskyky Hämeenkadun ja Kiinamylynkadun risteyksessä on riittävä, mutta lähellä välityskyvyn rajaa iltaruuhkan 2030 ennusteliikennemäärällä. Risteyksessä haasteita aiheuttavat Hämeenkadulta Kiinamylynkadulle etelään kääntyvät raitiovaunut sekä Hämeenkatua suoraan itään jatkavat bussit. Raitiovaunut ja bussit liikennöivät Hämeenkadulla yhteisillä joukkoliikennekaistoilla, jolloin suoraan ajava bussi joutuu odottelemaan kääntyvän raitiovaunun takana risteyksessä. Lisäksi Hämeenkadun ylittävä pitkä suojatie voi todellisuudessa heikentää risteuksen laskennallista välityskykyä, jolloin raitiovaunujen ja bussien liikennevalovaiheita voidaan joutua rajoittamaan risteuksen riittävän välityskyvyn takaamiseksi.

Joukahaisenkadun ja Tykistökadun risteys

Joukahaisenkadun ja Tykistökadun risteyksestä tehtiin toimivuustarkastelut kahdella eri skenaariolla; raitiotie kulkee keskellä Joukahaisenkatua tai raitiotie kulkee Joukahaisenkadun itäreunassa. Skenaarioiden välillä ei ole merkittävää eroa liikenteen toimivuudessa. Molemmissa tarkastelutapauksissa risteuksen valo-ohjauksen laskennallinen välityskyky on kokonaan käytössä iltaruuhkan 2030 ennusteliikennemäärällä.

10.13 VAIKUTUKSET JOUKKOLIIKENTEEEN PALVELUTASOON JA SAAVUTETTAVUUTEEN

Joukkoliikenteen tarjoamaa palvelutasoa ja saavutettavuutta on tarkasteltu ovelta ovelle matka-aikojen avulla. Pysäkillä pysäkillä ajoajan lisäksi on siten huomioitu kävelymatka pysäkillä ja odotusajat pysäkillä. Arviointi on tehty liikenne-ennusteiden laskeman painotetun matka-ajan pohjalta ja se sisältää raitiotien sekä bussien täsmällisyys- ja laatueroja kuvaavan raidetekiän. Lisäksi on tarkasteltu erikseen myös

joukkoliikenteen välityskykyä ja matkakettujen toteutumista.

Ovelta ovelle matka-ajat

Saavutettavuuden muutokset ovat suurimmat raitiotielinjauksen päissä, koska keskustassa matkat ovat lyhyitä ja muu

joukkoliikenteen tarjonta on niin suurta, että raitiotielle on hyviä vaihtoehtoja. Alueiden saavutettavuutta joukkoliikenteellä on havainnollistettu kuvassa 10.16.

Raitiotieyhteys parantaa joukkoliikennesaavutettavuutta koko raitiotien reitin varrella lukuun ottamatta yksittäisiä alueita, joissa kävelyreitti lähimmälle pysäkillä pitenee. Suurimmat saavutettavuushyödyt muodostuvat Linnakaupungin alueella, jossa maankäytön kehitys on voimakasta ja yhteydet keskustaan sekä Kupittaalalle paranevat merkittävästi.

Raitiotien saavutettavuushyödyt perustuvat erityisesti täsmällisyyteen ja laatutekijöihin (liikennevälineen ruuhkaisuus, matkustamukavuus), koska myös vertailuvaihtoehdossa kyetään tarjoamaan runkobussien ja bussikaistojen avulla nopeudeltaan kilpailukykyisiä yhteyksiä.

Eri linjausvaihtoehtojen kannalta vaikutukset ovat melko samanlaisia, koska tärkeimmät yhteydet keskustaan ovat samanlaisia. Keskustan linjausvaihtoehdoilla on kuitenkin seuraavat erot:

- Matkakeskuksen linjausvaihtoehto VE2 tarjoaa yliseudullisia vaihtoyhteyksiä raitiotien matkustajille, mutta hidastaa samalla keskustan läpi kulkevia matkoja suhteessa Humalistonkadun linjaukseen VE1. Yliseudullinen ja keskustan läpi kulkeva matkustus muodostavat kuitenkin vain pienen osan raitiotien matkustajista.
- Haarautuva vaihtoehto VE3 tarjoaa suoria yhteyksiä Sataman ja Matkakeskuksen suuntaan.

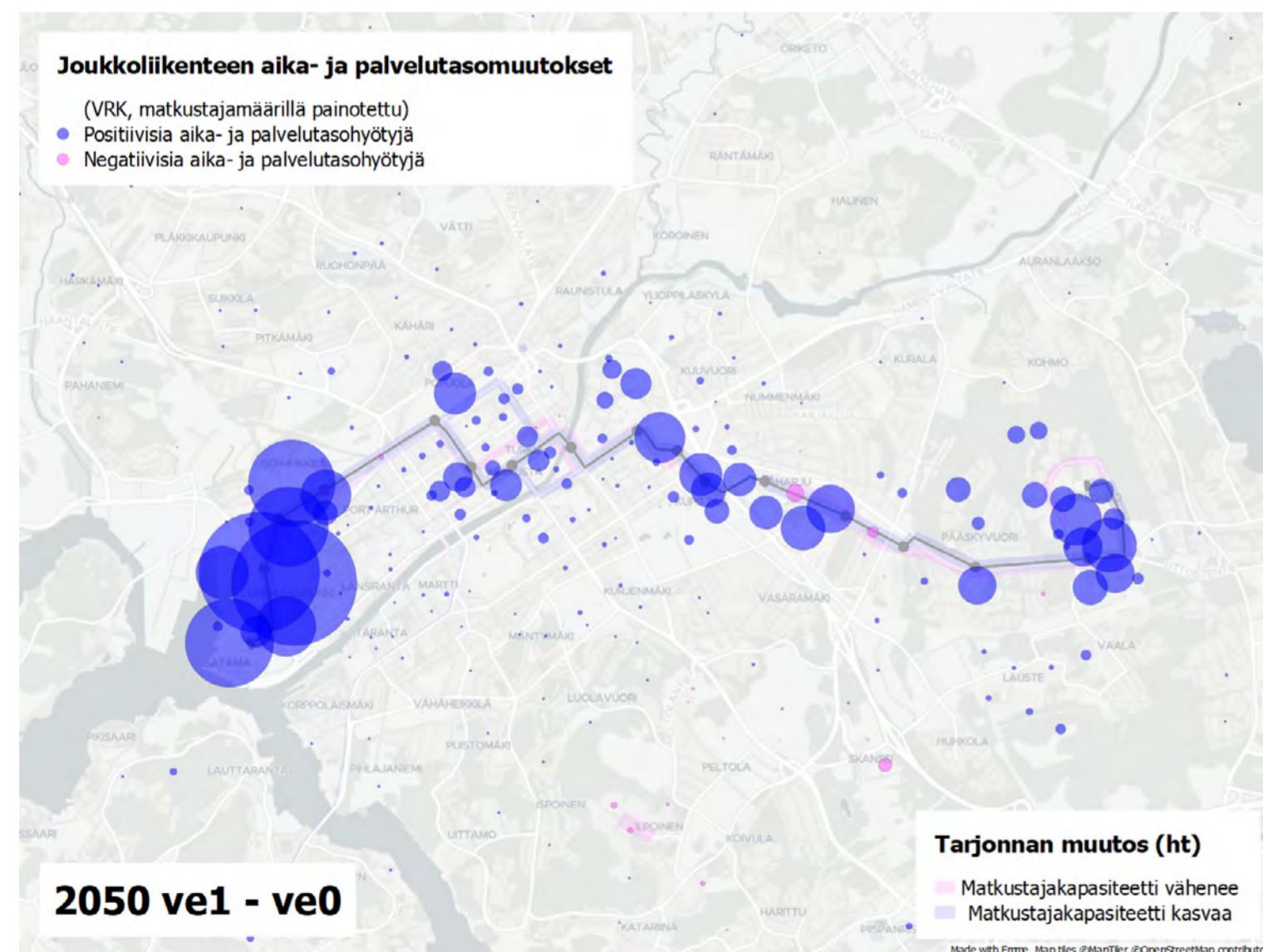
Joukkoliikenteen välityskyky

Joukkoliikenteen välityskyky muodostuu vuorovälistä ja kaluston matkustajapaikoista. Välityskyvyille ei ole olemassa yksiselitteistä määrittelyä, vaan vuorovälin ja kaluston osalta sovelletaan erilaisia mitoituksia. Vuorovälin osalta tihentämiselle ei ole selkeää ylärajaa, vaan liian tiheä liikennöinti aiheuttaa asteittain liikennevälineiden ketjuuntumista pysäkeille ja heikentää liikennöinnin luotettavuutta.

Kaluston mitoituksessa eri organisaatiot käyttävät erilaisia mitoituksia seisoma- ja istumapaikkamäärälle. Hyväksyttävä paikkamäärä riippuu mm. väljyystavoiteista ja matkustajamäärien satunnaisvaihtelusta:

- Väljempi mitoitus parantaa matkustamukavuutta sekä helpottaa liikkumista kulkuvälineessä, mikä lyhentää pysähtymisaikoja pysäkeillä.
- Matkustajamäärät vaihtelevat merkittävästi eri vuodenaikoina, päivän ja huipputunninkin sisällä. Siksi mitoituksessa käytettävä keskimääräinen matkustajamäärä on huomattavasti alhaisempi kuin kaluston rekisteröinnin mahdollistama enimmäismatkustajamäärä.

Tässä arvioinnissa kaluston mitoitus perustuu eri selvityksissä käytettyihin arvoihin kaluston tuntikapasiteetista, liikenne-ennusteen matkustajakuormitukseen ja houkutteleviin vuoroväleihin. Matkustajakuormituksella tarkoitetaan suurinta samanaikaista matkustajamäärää reitin



Kuva 10.16 Raitiotien vaikutukset alueiden saavutettavuuteen joukkoliikenteellä.

varrella huipputunnin aikana yhteen suuntaan kuljettaessa.

Runkobussivaihtoehdossa käytetään vuoden 2030 tilanteessa noin 14,5 metriä pitkiä telibusseja, joita on paljon käytössä Turun seudun joukkoliikenteessä nykytilanteessa. Telibusseihin mahtuu tuntikapasiteetin mitoituksessa noin 60–70 matkustajaa, joista noin 50 istumaan. Näin ollen esimerkiksi viiden minuutin vuorovälillä tunnin suurimaksi matkustajakuormitukseksi yhteen suuntaan saadaan $(60/5) \cdot 60 \dots 70 = 720 \dots 840$ matkustajaa. Liikenne-ennusteen mukaan runkobussivaihtoehdon Satama-Varissuo reitin yksittäisen runkobussilinjan suurin matkustajakuormitus on kohti keskustaa Kalevantiellä aamuhuipputunnin aikana, 620 matkustajaa vuonna 2030 ja 930 matkustajaa vuonna 2050. Näin ollen vuonna 2050 matkustajakysyntään vastaamiseksi tarvitaan noin 18 metriä pitkiä yksinivelbusseja, joita käytetään laajasti Euroopassa ja mm. viime vuosina on otettu uudestaan käyttöön Helsingissä. Yksinivelbusseissa välityskyvyn kasvu telibusseihin verrattuna muodostuu suuremmasta seisomapaikkamäärästä. Yksinivelbussin istumapaikkojen määrä voi kalustosta riippuen olla pienempi kuin telibussissa.

Vaikka liikenne-ennusteen mukainen huipputunnin matkustajakuormitus on esimerkiksi ”Joukkoliikenteen suunnittelupohje HSL-liikenteessä 2016” mukaan järjestävissä nivelbusseilla viiden minuutin

vuorovälillä, Varissuon bussien ruuhkaisuudesta annetaan Fölille palautetta jo nykytilanteessa. Erityisesti yksittäiset vuorot voivat olla ruuhkaisia.

Raitiovaunun pituus riippuu tarvittavasta kapasiteetista. Liikenne-ennusteen mukaan yhden raitiolinjan Satama-Varissuo reitin suurin matkustajakuormitus on Hämeenkadulla aamuhuipputunnin aikana, noin 750 matkustajaa vuonna 2030 ja noin 1800 matkustajaa vuonna 2050. Vuoden 2030 tilanteessa raitioliikenteen vuoroväliksi on suunniteltu 7,5 minuuttia, jolloin matkustajamäärään vastaamiseksi tuntikapasiteetin mitoituksessa yhteen raitiovaunuun tulisi keskimäärin mahtua 94 matkustajaa $(= 760 / (60/7,5))$. Vuoden 2050 tilanteessa vuoroväliksi on suunniteltu 6 minuuttia, jolloin raitiovaunuun tulisi keskimäärin mahtua 180 matkustajaa $(= 1800 / (60/6))$.

Helsingin kaupunkiraitioteiden 28 metriä pitkien Artic-raitiovaunujen tuntikuorman mitoittava kapasiteetti on 128 matkustajaa (Joukkoliikenteen suunnitteluohje HSL-liikenteessä 2016). Raide-Jokerin 35 metriä pitkän raitiovaunun tuntikuorman mitoittavana kapasiteettina on käytetty 175 matkustajaa (Raide-Jokeri hankearviointi 2019) ja Vantaan 34 metriä pitkän raitiovaunun kapasiteettina 150 matkustajaa (Vantaan ratikan yleissuunnitelma 2019). Tampereen noin 37 metriä pitkät raitiovaunut ovat pidempiä ja leveämpiä kuin Vantaan tai Raide-Jokerin raitiovaunut, joten kapasiteettiakin on suurempi.

Vuoden 2030 tilanteessa Turussa on oletettu käytettävän noin 30 metriä pitkiä ja 2,65 metriä leveitä raitiovaunuja. Vuoden 2050 tilanteessa Turussa on käytetty oletuksena samankokoista kalustoa kuin Tampereella eli noin 37 metriä pitkää ja 2,65 metriä leveää raitiovaunua. Näillä oletuksilla raitiotien kapasiteetin arvioidaan riittävän sekä 2030 että 2050 ennustetilanteissa. Raitiovaunujen pidennys matkustajamäärien kasvaessa vähentää myös vuoden 2030 tilanteen ylikapasiteettia, mikä tekee liikenteestä kustannustehokkaampaa. Raitiovaunuja voidaan tarvittaessa pidentää enemmänkin. Pysäkkien suunnittelussa on varauduttu 47 metriä pitkiin raitiovaunuihin. Raitiotien omat pysäkit toteutetaan suoraan 47 metriä pitkänä ja yhteiskäyttöpysäkit ovat muokattavissa 47 metriä pitkiksi raitiopysäkeiksi, jos bussiliikenteen pysäkit siirtää muualle.

Raitiotien haaroitetussa vaihtoehdossa Varissuolle kulkee kaksi linjaa, joista Kauppatorilla toinen kulkee matkakeskukselle ja toinen Humalistonkadun kautta satamaan. Lähtökohtana suunnittelussa on kymmenen minuutin vuoroväli molemmilla linjoilla, jolloin Kauppatori-Varissuo välille muodostuisi raitiolinjoilla yhteensä viiden minuutin vuoroväli. Liikenne-ennusteen mukaan Satama-Varissuo raitiolinjan matkustajamäärä on merkittävästi suurempi kuin Matkakeskus-Varissuo raitiolinjan. Suurin matkustajakuormitus (noin 1530 matkustajaa/aamuhuipputunti/suunta Humalistonkadulla vuonna 2050) tarkoittaisi

10 minuutin vuorovälillä keskimäärin noin 255 matkustajakuormitusta tuntikapasiteetin mitoituksessa. Tälle matkustajakuormitukselle ei riitä edes 47 metriä pitkän vaunun kapasiteetti. Haaroitetun vaihtoehdon liikennöintimallin kapasiteetti ei siis riitä vuoden 2050 ennustetilanteessa. Linja Satama-Varissuo ylikuormittuu samalla kun linja Matkakeskus-Varissuo jää vajaa-käytölle. Riittävän kapasiteetin tarjoaminen edellyttäisi sitä, että Sataman linjan vuoroväliä tihennettäisiin ja Matkakeskuksen linjan vuoroväliä harvennettaisiin. Tämä johtaisi kuitenkin epätasaiseen vuoroväliin Sataman ja Kauppatorin välillä. Jos esimerkiksi Kauppatorin ja Varissuon välillä raitioliikenteellä olisi 5 minuutin vuoroväli ja vain joka kolmas raitiovaunu päättyisi Matkakeskukselle, Matkakeskuksen haaralla olisi pitkä 15 minuutin vuoroväli ja Satamaan olisi vaihteleva 5 minuutin tai 10 minuutin vuoroväli. Joka toinen Sataman linjan lähtö ylikuormittuisi edelleen. Lisäksi Matkakeskuksen vuoroväli kasvaisi liian pitkäksi siihen, että linjalla voisi matkustaa ilman aikataulujen seuraamista. Haaroitettuun vaihtoehtoon ei ole toteutettavissa vuodelle 2050 hyvää liikennöintimallia, jolla joukkoliikenteen välityskyky olisi riittävää ja joukkoliikenteen liikennöinti olisi laadukasta. Toimiva ja laadukas liikennöintimalli vuoden 2050 tilanteeseen edellyttää sitä, että linjastoa on laajennettu esimerkiksi siten, että kaikki Varissuon raitioliikenne ajetaan vain yhdelle päätepysäkillä Satamaan tai Matkakeskukseen. Toisen päätepysäkin palvelua varten on toteutettu toinen raitiolinja esimerkiksi Skanssin, Runosmäen tai Raision suuntaan.

10.14 ALUEELLINEN ERIYTYMINEN

Turussa on muutamilla alueilla tunnistettu eriytymisuhka, ja sosiaalisella eriytymisellä on ollut negatiivisia vaikutuksia näiden alueiden kehitykseen (Toimenpideohjelma syrjäytymisen ehkäisemiseksi ja sosiaalisesti kestävä kaupunkikehityksen edistämiseksi, Turku 2019). Koetun hyvinvoinnin mittareilla haasteellisia alueita ovat erityisesti Pansio, Varissuo, Lauste, Halinen, Jyrkkälä ja Runosmäki.

Merkittävät joukkoliikenneinvestoinnit voivat toimia aluekehittämisen kiihdyttiminä ja raitiotie voi siten vaikuttaa alueiden eriytymiskehitykseen parantamalla joukkoliikenteen saavutettavuutta ja avaamalla uuden maankäytön toteutumismahdollisuuksia. Rakentamiseen liittyy panostuksia, joka kohottaa ympäristön koettua laatua. Samalla parannetaan palveluiden toimintamahdollisuuksia sekä tuotetaan aineksia alueiden arvon ja laadun parantamiseen (Toimenpideohjelma syrjäytymisen ehkäisemiseksi ja sosiaalisesti kestävä kaupunkikehityksen edistämiseksi, Turku 2019). Koetun hyvinvoinnin mittareilla haasteellisista alueista raitiotien vaikutusalueelle osuu Varissuo, jonne kohdistuu raitiotien rakentamisen myötä katutilan laatua parantavia muutoksia ja joukkoliikenteen saavutettavuus

paranee, mikä heijastuu alueen houkuttelevuuteen asukkaiden näkökulmasta. Uuden lisärakentamisen oletettu potentiaali sijoituu pääosin muille alueille (luvut 10.3. ja 10.13).

Raitiotien linjausvaihtoehtojen välillä ei ole merkittäviä eroja alueiden eriytymisen näkökulmasta. Vaikutukset alueiden saavutettavuuteen ja lisärakentamiseen ovat käytetyillä oletuksilla likimäärin samat kaikilla linjausvaihtoehdoilla. Mikäli Varissuolle tavoitellaan käytettyjä oletuksia laajempaa kokonaisvaltaista uudistusta, jossa raitiotien lisäksi esimerkiksi uudistetaan olemassa olevaa rakennuskantaa, Kraatarinkadun linjausvaihtoehto tarjoaa tähän hieman muita linjausvaihtoehtoja paremmat lähtökohdat.

Vantaalla on arvioitu raitiotien väestö- ja eriytymisvaikutuksia. Aiempien tutkimusten mukaan joukkoliikenteen parantamisen on todettu vaikuttavan positiivisesti useisiin sosiaalisiin ryhmiin, erityisesti pienituloisten, ikääntyvien ja nuorten ryhmiin. Etnisen eriytymisen katkaisemiseksi pitäisi pystyä vaikuttamaan valtaväestön muuttovirtoihin lisäämällä alueen houkuttelevuutta. Uusi merkittävä asuntotuotanto voi vaikuttaa merkittävästikin yksittäisen alueen eriytymiskehitykseen. Kun Vantaan Hakunilan uuden asuntotuotannon perässä muuttavan väestön rakenteeltaan on oletettu vastaavan rakenteeltaan Vantaan 2010-luvun uusien radan varren alueiden muuttoliikennettä, raitiotieskenaariossa alueen väestörakenne muuttuu konkreettisesti. Alueen hintatason nousu yhdessä uuden asuntokannan kanssa voi lisätä eriytyneiden tai eriytymisvaarassa olevien alueiden houkuttelevuutta omistusasujien ryhmässä turvaamalla asuntojen kiinteistön arvonnousu sekä kannustaa siten kiinteistöjen omistajia kunnostamaan ja ylläpitämään olemassa olevia kiinteistöjä. Hakunilan voimakkaan eriytymisen kääntyminen vaatisi myös alueen jo olemassa olevan asuntokannan kehittämistä, mahdollista vanhan asuntokannan purkamista ja houkuttelevuuden merkittävää kasvua kotimaisten kieliryhmien (tulo)muuttoliikkeessä. Ilman uutta asuntotuotantoa eriytyminen uhkasi olla voimakkaampaa. Saavutettavuuden parantaminen ja raitiotien uusi asuntotuotanto on tärkeä osa kehitystyötä, mutta kokonaisvaltainen ja pitkäjänteinen kehittäminen vaatii näiden lisäksi esimerkiksi kouluverkon, palveluiden, vapaa-ajan vieton mahdollisuuksien kehittämistä (MDI 2023)

10.15 VAIKUTUKSET LIKENNETURVALLISUUTEEN JA ESTEETTÖMYYTEEN

Raitiotie on bussia esteettömämpi liikku-
mismuoto. Esteettömät raitiotiepysäkit ja
-vaunut parantavat erityisesti liikkumises-
teisten mahdollisuuksia liikkua joukkoliik-
kenteellä. Raitiovaunuun meneminen on
esteetöntä, koska pysäkki ja raitiovaunuun
sisälle kulku voidaan toteuttaa samaan
tasoon. Tämä on hyvä erilaisia liikkumisen
apuvälineitä käyttäville sekä myös lasten-
vaunujen kanssa kulkeville. Esteettömästi
toteutetut pysäkit ja raitiotiekalusto edis-
tävät kaikkien raitiotien käyttäjien turvalli-
suutta ja matkustusmukavuutta.

Raitiotien pysäkit toteutetaan toiminnoil-
taan ja opastukseltaan esteettömimmiksi.
Runkobussivaihtoehdossa ei voida saavut-
taa yhtä hyvää esteettömyyden tasoa kuin
raitiotiellä, mutta myös busseilla niiden
laatutasoa ja pysäkkejä voidaan kuitenkin
parantaa mahdollisuuksien mukaan.

Matkakeskuksen linjaus ja haaroitettu lin-
jaus mahdollistavat matkakeskuksen pal-
veluiden saavutettavuuden paremmin kuin
Humalistonkadun linjaus, mikä tukee ee-
steetöntä liikkumista.

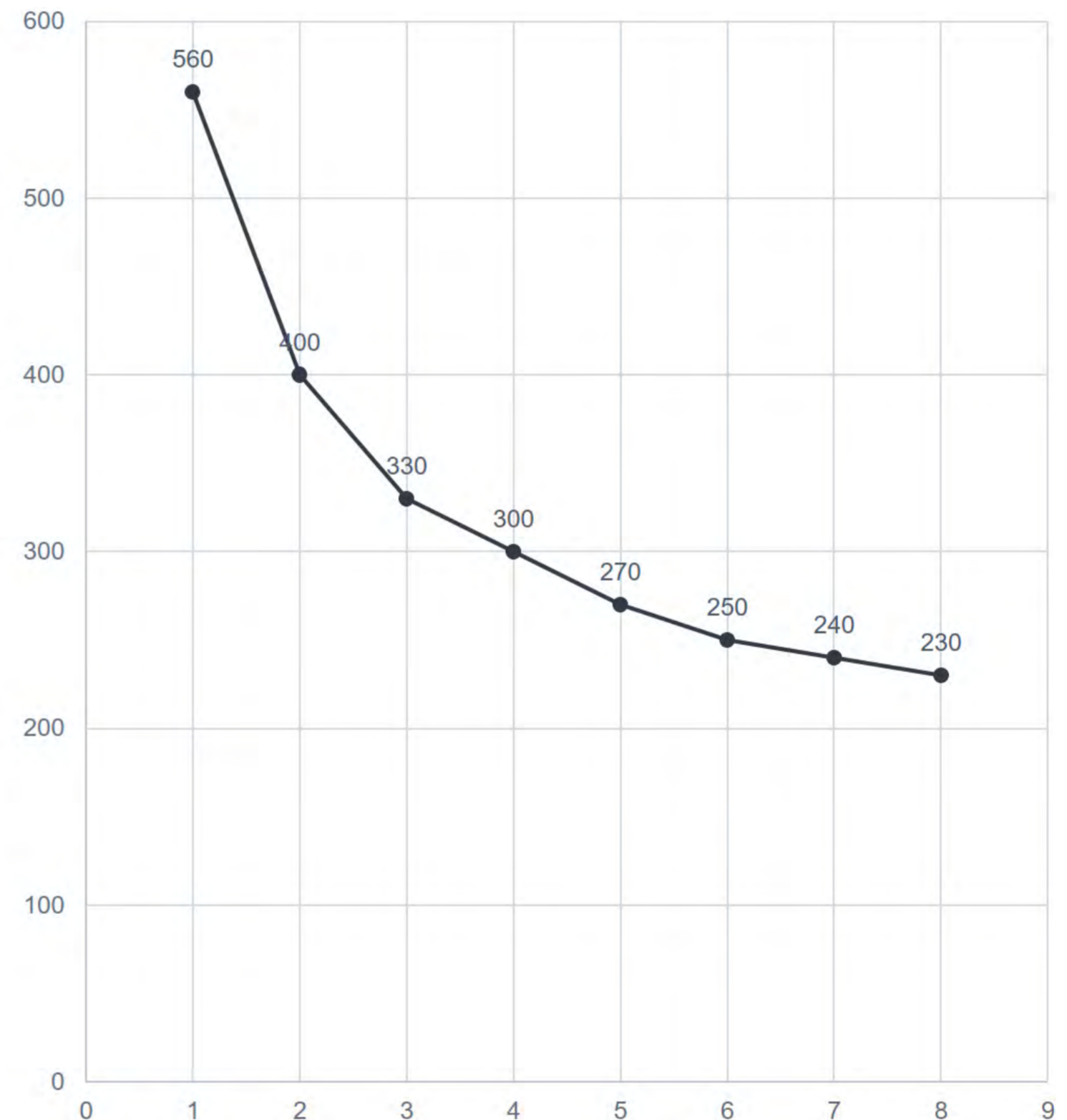
Varissuolla Pelttarinkadun linjausvaihto-
ehdossa keskustan saavutettavuus jouk-
koliikenteellä heikkenee erityisesti liikun-
tarajoitteisten, iäkkäämpien ihmisten ja
lapsiperheiden näkökulmasta, sillä kävely-
matka raitiotiepysäkillä kasvaa. Varissuon
pysäkkiväli Pelttarinkadun vaihtoehdossa

on kuitenkin yhteneväinen muun raitiotielin-
jauksen kanssa ja kävelyetäisyydet pysäkil-
le ovat kohtuullisia. Lisäksi runkobussilinja
täydentää joukkoliikennepalvelua Varis-
suolla mahdollistaen lyhyemmät kävelyetäi-
syydet pysäkeille. Kahdessa pidemmässä
linjausvaihtoehdossa kävelymatkat pysä-
keille eivät muutu merkittävästi nykyisestä.
Kuvassa 10.17 on esitetty pysäkkimäärän
vaikutukset keskimääräisiin kävelyetäisyyk-
siin Varissuolla.

Tuomiokirkolla raitiotien linjaus Uuden-
maankatua pitkin mahdollistaa sujuvat,
turvalliset ja esteettömät vaihtoyhteydet
raitiovaunusta paikallisliikenteen busseihin.
Tuomiokirkon vaihtoehdossa raitiotien
linjaus ei mahdollista vaihtoyhteyttä raitio-
tien ja bussien välillä samalla pysäkkisei-
säkkeellä, koska raitiotie ja bussit kulkevat
linjausvaihtoehdossa eri reittejä pitkin.
Lähimmät vaihtoyhteydet raitiovaunusta
bussiin sijaitsevat Uudenmaankadun tai
Hämeenkadun varressa. Tuomiokirkon linjaus
aiheuttaa estevaikutuksen ja turval-
lisuushaasteita torimaiselle alueelle. Rai-
tiotien nopeus on kuitenkin alhainen, mikä
pienentää turvallisuusriskejä.

Raitiotien liikennöinti tapahtuu osittain
sekaliikennekaistoilla, mikä aiheuttaa
turvallisuushaasteita. Suunniteltu nope-
ustaso näillä katuosuuksilla on kuitenkin
matala ja se vähentää riskejä. Myös lii-
kennevalo-ohjatut liittymät parantavat
liikenneturvallisuutta.

Keskimääräinen
kävelymatka (metriä)



Kuva 10.17 Pysäkkimäärän vaikutus asukkaiden keskimääräiseen kävelymatkan pituuteen Varissuolla.

10.16 KULKUTAPAOSUUDET JA KESTÄVIEN KULKUTAPOJEN MATKAMÄÄRÄT

Kestävien kulkutapojen käyttö heijastelee liikenteen kasvun aiheuttamia ilmasto- ja ruuhkautumisvaikutuksia. Raitiotie vaikuttaa kestävien kulkutapojen käyttöön maankäytön sijoittumisen ja joukkoliikenteen palvelutason muutosten kautta. Maankäytön sijoittuminen kestävästi liikkumisen kannalta myönteisille alueille on voimakkain kulkutapojen käyttöön vaikuttava tekijä, koska tällöin luodaan edellytyksiä joukkoliikenteen lisäksi myös kasvun ohjautumiselle kävelyyn ja pyöräilyyn.

Vertailuvaihtoehdossa (Runkobussijärjestelmä VE0+) matkamäärät Turussa kasvavat kaikilla kulkutavoilla vuodesta 2016 vuoteen 2030 noin 12 % ja vuoteen 2050 mennessä noin 28 %. Kestävien kulkutapojen osuus kasvaa Turussa noin 50 %:sta noin 53 %:iin 2030 ja noin 56 %:iin 2050 mennessä. Turun yleiskaavan sekä kaupunkiseudun Rakennemallin mukainen tavoite kestävien kulkumuotojen osuudelle on yli 66 prosenttia vuonna 2030.

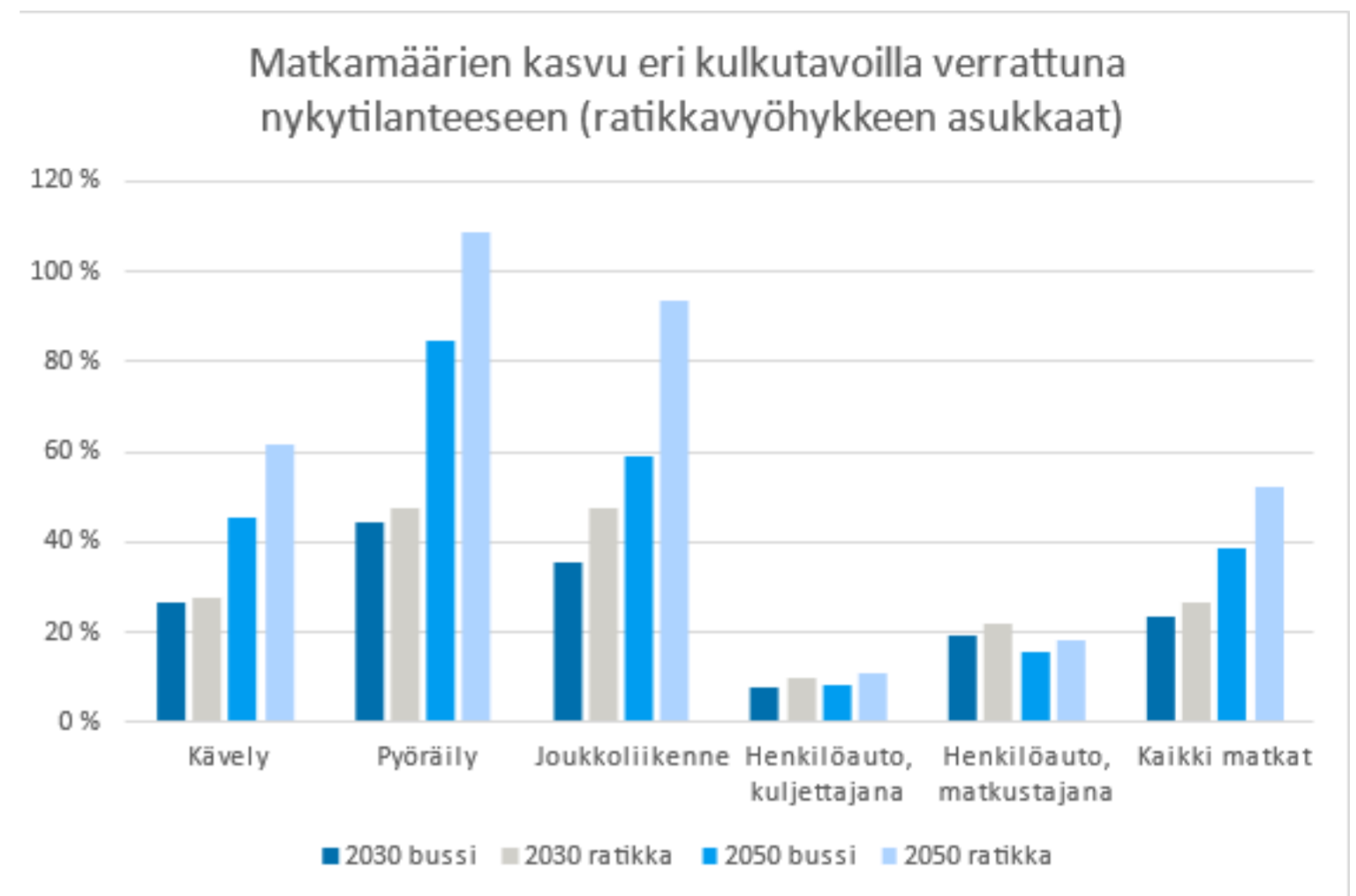
Raitiotien rakentaminen hillitsee automattojen määrän kasvua joukkoliikenteen palvelutason ja yhdyskuntarakenteen kehittymisen kautta. Raitiotien vaikutus joukkoliikenteen kulkutapaosuuteen Turussa vuonna 2030 on noin 0,2 %-yksikköä (1200 matkaa/vrk) ja raitiotiekäytävällä 0,7 %-yksikköä. Vuonna 2050 vastaavat luvut ovat 0,5 %-yksikköä (3800 matkaa/vrk) ja raitiotiekäytävällä 1,2 %-yksikköä. Pitkällä aikavälillä yhdyskuntarakenteen kehittyminen kävely- ja joukkoliikennevyöhykkeellä, minkä myötä vuonna 2050 kestävien kulkumuotojen osuus kasvaa 1,1 %-yksikköä (11 400 matkaa).

Muutos joukkoliikenteen kulkutapaosuudessa on pienempi suhteessa muiden kaupunkien raitiotiehankkeista tehtyihin liikenne-ennusteisiin (taulukko 10.5). Tämä viittaisi siihen, että Turussa raitiotien liikennöinnin tuottamat muutokset joukkoliikenteen palvelutasossa ja maankäytön sijoittumisessa suhteessa vertailuvaihtoehtoon eivät ole yhtä suuria kuin muissa kaupungeissa suhteessa vertailuvaihtoehtoon. Toisaalta eri kaupunkiseutujen liikennemalleissa on eroja siinä, mitkä tekijät selittävät kulkutavan valintaa ja kuinka suuri jousto mallissa on joukkoliikenteen palvelutason muutoksille. Erot matkamäärissä johtuvat siis osittain myös eroista arviointimenetelmässä.

Liikenne-ennustemallin tulokset perustuvat vuoden 2016 henkilöliikennetutkimukseen (HLT2016) ja tutkimuksessa havaittuihin liikkumisvalintoihin. Tulokset eivät siten huomioi koronapandemian vaikutuksia liikkumiseen.

Taulukko 10.5 Matkamäärien muutoksia vuorokaudessa hankearvioinneissa.

| Selvitys | Ennustevuosi | Rajaus | Joukkoliikennematkat (raitiotie - bussi) | Kestävien kulkutapojen matkat (raitiotie - bussi) |
|--|--------------|--------------------|--|---|
| Tampereen ratikka vaikutusten arviointi (2016) | 2025 | Tampereen kaupunki | + 12000 matkaa + 10 % | + 8000 matkaa + 2,3 % |
| Raide-Jokerin hankearviointi (2019) | 2030 | Helsingin seutu | + 4900 matkaa | Ei raportoitu |
| Pirkkala-Linnainmaa hankesuunnitelma (2023) | 2030 | Raitiotien käytävä | + 2700 matkaa + 6,1% | Ei raportoitu |
| Vantaan ratikan hankesuunnitelma (2023) | 2030 | Raitiotien käytävä | + 8400 matkaa + 20 % | + 31000 matkaa + 21 % |
| Turun raitiotien yleissuunnitelma (2023) | 2029 | Turun kaupunki | + 1200 matkaa + 2,3 % | + 420 matkaa + 0,2 % |



Kuva 10.18 Matkamäärien kasvu eri kulkutavoilla ennustevuosina (Turun raitiotien kysyntäennusteet, Ramboll/WSP päivitetty versio 21.3.2023).

10.17 LIIKENTEEN ILMASTOVAIKUTUKSET

Raitiotien vaikutukset liikenteen päästöihin johtuvat siitä, että joukkoliikenteen palvelutason parantuminen ja maankäytön tiivistyminen johtavat suurempaan kestävien kulkutapojen käyttöön. Raitiotien aiheuttamat kulkutapasiirtymät ja niistä johtuvat päästövaikutukset ovat kuitenkin maltillisia, erityisesti suhteessa raitiotien rakentamisen ja pintamateriaalien/kalusteiden päästöihin. Liikenteen päästöjen laskennassa on huomioitu sähköautojen yleistyminen ja Fölin bussiliikenteen sähköistyminen, mikä vähentää raitiotien tuottamia hyötyjä.

Raitiotien ilmastovaikutukset koostuvat rakentamisajan ja käyttöajan vaikutuksista. Raitiotien rakentamisesta aiheutuu merkittävästi ilmastopäästöjä, nyky menetelmillä noin 77,5 kilotonnia CO₂-ekvivalenttia. Mikäli raitiotien rakentamisen päästöt jakautuisivat tasan viidelle vuodelle, raitiotien rakentamisen osuus Turun ilmastosuunnitelman vuoden 2029 tavoitteellisista päästöistä on noin 13 %. Raitiotien rakentamisen päästöjen määrää voidaan vähentää muun muassa vähäpäästöisiä materiaaleja ja työkoneita hyödyntämällä sekä materiaalien kierrätystä ja massatasa-painoa optimoimalla. Toteutussuunnitelun ja rakentamisen aikaisilla valinnoilla voidaan vaikuttaa kymmeniä prosentteja

rakentamisen päästöihin. Lisäksi betonin ja teräksen valmistus kehittyy parhailaan nopeasti ja erilaisia vähähiilisiä ratkaisuja on jo markkinoilla. Käyttöaikana raitiotievaihtoehdon ilmastopäästöt ovat bussivaihtoehtoa pienemmät erityisesti joukkoliikenteeseen tukeutuvan kaupunkirakenteen kehittymisen vuoksi. Esimerkiksi vuoden 2050 liikenne-ennusteessa liikenteen ilmastopäästöt asukasta kohden vähentyvät Turussa noin 2,3 %. Koko Turun seudulla vähenemä on noin 0,7 kilotonnia CO₂-ekv/v. Raitiotien elinkaaren aikaisten päästöjen laskeminen on haastavaa pitkän aikavälin kumulatiivisten vaikutusten ja monien epävarmuuksien vuoksi. Raitiotien rakentamisesta nykymenetelmin aiheutuvien ilmastopäästöjen voidaan arvioida kuitenkin kumoutuvan vasta hyvin pitkän ajan kuluessa käytön aikana saavutettavilla päästövähennyksillä. Rakentamisen aikaisten päästöjen vähentäminen on siten ilmastovaikutusten kannalta olennaista.

Runkobussivaihtoehdossa rakentamisesta aiheutuvia ilmastopäästöjä ei ole laskettu.

Raitiotien linjausvaihtoehtojen välillä ei ole eroja liikenteen ilmastovaikutusten osalta, vaan vaikutukset ovat likimäärin samat kaikilla linjausvaihtoehdoilla.

10.18 YHTEISKUNTATALOUDELLINEN KANNATTAVUUSLASKELMA

Kannattavuuslaskelmassa verrataan hankevaihtoehtojen hyötyjä ja kustannuksia vertailuvaihtoehtoon. Laskelmassa on mukana vain sellaisia vaikutuksia, joihin hanke vaikuttaa tarkasteluajanjaksona ja joiden rahamääräiseen arviointiin on menetelmä ja selkeät arvotusperusteet. Kaikki tällaiset vaikutukset määritetään 30 vuoden pituiselta laskentajaksolta, jonka lisäksi tarkasteluajanjaksoon sisällytetään rakentamisaika.

Kannattavuuslaskelma on tehty noudattaen ratahankkeiden arviointiohjetta (Väyläviraston ohjeita 39/2020). Laskelmissa käytetyt yksikköarvot perustuvat julkaisuun Tie- ja rautatieliikenteen hankearvioinnin yksikköarvot 2018 (Väyläviraston ohjeita 40/2020), jotka on indeksikorjattu kustannuslaskentaa vastaavaan hintatasoon.

Laskelman lähtötiedot on saatu pääosin raitiotien liikenne-ennusteesta (Turun raitiotien kysyntäennusteet, Ramboll/WSP päivitetty versio 21.3.2023) ja yleissuunnitelman liikennöinti- ja investointikustannusten laskennasta. Kuluttajan ylijäämän laskennassa käytetyt matka-ajan painot ovat käytetyn liikenne-ennustemallin (Turun raitiotien kysyntäennusteet, Ramboll/WSP päivitetty versio 21.3.2023) reitinvalinnan mukaisia, joten painotukset ovat vastaavia kuin liikenne-ennusteessa.

Hyödyt

Hankkeen merkittävin hyötyerä on kuluttajan ylijäämä, joka tarkoittaa käyttäjien aika- ja palvelutasokustannusten muutosta.

Kannattavuuslaskelmassa aika- ja palvelutasokustannukset on laskettu liikenne-ennusteen parametrien pohjalta, huomioiden matka-aika liikennevälineessä, liityntäkävelyt, odotusajat ja ns. raidetekijä.

Raidetekijä on liikenne-ennusteeseen annettava parametri, joka kuvaa kannattavuuslaskelmassa raitiotien infrastruktuurin mahdollistamaa parempaa täsmällisyyttä ja laatueroja välisiä laatueroja. Raidetekijää on sovellettu myös pääkaupunkiseudulla ja Tampereella laadituissa raitiotieratkaisujen kysyntäennusteissa ja kannattavuuslaskelmissa. Tekijän määrittely on kuvattu tarkemmin luvussa (10.4).

Muita hyötyeriä ovat muun muassa päästökustannukset ja onnettomuuskustannukset, jotka mittaavat sitä, kuinka paljon hanke vähentää tieliikenteen määriä ja sitä kautta päästöjä ja liikenneonnettomuuksia.

Kustannukset

Kustannuksiin kuuluvat raitiotien investointikustannukset ja liikennöintikustannuksen 30 vuoden ajalta. Investointikustannus lasketaan lisäyksenä runkobussin investointikustannuksiin nähden.

Liikennöintikustannuksissa huomioidaan raitiotien liikennöinnin lisäksi bussilinjaston mahdollistamat liikennöintisäästöt. Niiden osalta on kuitenkin huomattava, että raitiotien liikennöinti välillä Satama-Kauppatori ei mahdollista merkittäviä säästöjä bussilinjaston liikennöinnissä.

Yhteiskuntataloudellinen kannattavuus

Raitiotie jää selkeästi alle yhteiskuntataloudellisen kannattavuusrajan. Yhteiskuntataloudellinen laskelma on esitetty taulukossa 10.6. Taulukossa raitiotien investointikustannuksessa ei ole mukana arkeologisia kaivauksia, PIMA-kustannuksia, maanhankintakustannuksia eikä muiden osuuksien (K1 ja K2) bussi- ja pyörätiejärjestelyjä.

Heikko yhteiskuntataloudellinen kannattavuus ja tämän tunnusluvun heikentyminen suhteessa aiempiin suunnitelmiin johtuu seuraavista tekijöistä:

- Liikennöintikustannukset kasvavat voimakkaasti, koska Satamaan päättyvä raitiotie ei mahdollista bussilinjaston karsimista yhtä merkittävästi kuin Runosmäelle tai Raisioon päättyvillä linjauksilla.
- Myös raitiotien liikennöinnin yksikkökustannukset ovat nousseet. Uudemmat luvut ovat linjassa Tampereen ja Helsingin toteutuneen kustannustason kanssa.
- Kuluttajan ylijäämä (matkustajien aika- ja palvelutasohyödyt) ovat laskeneet edellisestä arvioinnista. Tähän vaikuttavat raitiotien kysyntäennusteen päivitys (Turun raitiotien kysyntäennusteet, Ramboll/WSP päivitetty versio 21.3.2023) ja hankearvioinnin yksikköarvojen päivitys (Väyläviraston ohjeita 40/2020), jossa matkustajien ajan arvo on aiempaa pienempi.
- Päästökustannusten muutosta pienentää sähköautoilun voimakas yleistyminen ja siirtyminen sähköbussiliikennöintiin, jolloin raitiotien hyödyt jäävät pieniksi.

Taulukko 10.6 Yhteiskuntataloudellinen laskelma.

| Kustannukset (K), 30 vuotta M€ | Raitiotie VE1 Humalistonkatu |
|--|------------------------------|
| Rakentamisen ja suunnittelun kustannukset | -292.00 |
| Korko ja diskonttaus rakentamisen ajalta | -26.01 |
| Julkisten varojen rajakustannus | -39.40 |
| Vertailuvaihtoehdon kokonaisinvestointi | 95.00 |
| Kustannukset yhteensä | -262.41 |
| Hyödyt (H), 30 vuotta M€ | |
| Väylänpitäjän kustannusmuutokset | -34.15 |
| Kunnossapito ja käyttö | -34.15 |
| Tuottajan ylijäämä | -61.92 |
| Liikennöintikustannus | -99.76 |
| Lipputulojen muutos | 37.84 |
| Kuluttajan ylijäämä | 107.53 |
| Nykyiset matkustajat | 51.18 |
| Siirtyvät matkustajat | 18.96 |
| Autoliikenteen hyödynmuutos | 37.40 |
| Ulkoisvaikutukset | 8.02 |
| Tieliikenteen onnettomuudet | 8.02 |
| Päästökustannusten muutos | 0.55 |
| Raitiotieliikenne | 0.00 |
| Tieliikenne | 0.55 |
| Julkistaloudelliset verot ja maksut | -0.42 |
| Tieliikenteen verot ja maksut | -4.63 |
| Arvonlisäverot | 4.20 |
| Jäännösarvo | 32.80 |
| Hyödyt yhteensä | 52.40 |
| Hyöty-kustannussuhde (H/K) | 0.20 |

- Uusimmat hankearviointiohjeet (Väyläviraston ohjeita 40/2020) sisältävät uutena kustannuseränä julkisten varojen rajakustannuksen (ns. verokerroin), joka ei ole sisällynyt aiempiin yhteiskuntataloudellisiin laskelmiin.

Raitiotien yhteiskuntataloudellista kannattavuutta ei voida verrata muiden kaupunkiseutujen raitiotiehankkeisiin, koska hyötyjen laskennan taustalla olevan liikenne-ennustemallin parametrit (mm. raidetekijä) eivät määrity yksiselitteisesti eri seuduilla ja hankearvioinneissa.

Herkkyystarkastelut

Kannattavuuslaskelman herkkyystarkasteluna on tehty tarkastelut erilaisilla oletuksilla raidetekijän arvosta ja ajan arvosta, jotka ovat keskeisimpiä muuttuneita laskentamenetelmään liittyviä lähtökohtia suhteessa aiemmin Turun raitiotielle tehtyihin kannattavuuslaskelmiin.

Raidetekijän vaikutusta kannattavuuslaskelmaan testattiin herkkyystarkasteluna. Raidetekijä on tämän yleissuunnitelman ennusteissa kertoimella 0,50 x liikennevälineessä vietetty aika (Turun raitiotien kysyntäennusteet, Ramboll/WSP päivitetty versio 21.3.2023). Tässä tarkastelussa

käytettiin raidetekijän vaihtoehtoista määritelmää, jossa ajan kerroin on raitiotielle 0,85 ja nousuvastus on 1,5 minuuttia pienempi kuin bussille; mikä tarkoittaa, että matkustajat saavat pienemmän hyödyn raitiotien valinnasta.

Kannattavuuslaskelma on herkkä raidetekijän määrittelylle ja hyötyjen ero peruslaskelmaan on noin 66 miljoonaa euroa. Tämä osoittaa, että kulkutapojen laatuerojen (mm. epätasaisuus, liikennevälineen ruuhkautuminen) kuvaamistapa osana palvelutasohyötyjen laskentaa on kannattavuuslaskelman keskeisimpiä muuttujia.

Ajan arvon osalta testattiin määrittelyä, että joukkoliikennematkustajan ajan arvo on vuoden 2013 hankearviointiohjeen yksikköarvojen (Liikennevirasto 01/2015) mukaisesti 8,94 euroa / tunti / hlö. Perustarkastelussa ajan arvo on uusimman hankearviointiohjeistuksen mukainen 4,57 euroa / tunti / hlö (Väylä 40/2020).

Ajan arvon osalta ero peruslaskelmaan on hyödyissä noin 67 miljoonaa euroa. Ajan arvon määrittelyllä on suuri vaikutus hyöty-kustannussuhteeseen.

Taulukko 10.7 Yhteiskuntataloudellisen laskelman herkkyystarkastelut.

| Kustannukset (K), 30 vuotta M€ | VE1 Peruslaskelma | VE1 + Raidetekijä | VE1 + Ajan arvo |
|--|----------------------|----------------------|--------------------|
| Kustannukset yhteensä | -262.41 | -262.41 | -262.41 |
| Hyödyt (H), 30 vuotta M€ | | | |
| Väyläpitäjän kustannusmuutokset | | | |
| Kunnossapito ja käyttö | -34.15 | -34.15 | -34.15 |
| Tuottajan ylijäämä | -61.92 | -71.43 | -61.92 |
| Liikennöintikustannus | -99.76 | -99.76 | -99.76 |
| Lipputulojen muutos | 37.84 | 28.33 | 37.84 |
| Kuluttajan ylijäämä | 107.53 | 51.73 | 174.60 |
| Nykyiset matkustajat | 51.18 | 6.93 | 100.12 |
| Siirtyvät matkustajat | 18.96 | 3.93 | 37.08 |
| Autoliikenteen hyödynmuutos | 37.40 | 40.87 | 37.40 |
| Ulkoisvaikutukset | 8.02 | 8.02 | 8.02 |
| Tieliikenteen onnettomuudet | 8.02 | 8.02 | 8.02 |
| Päästökustannusten muutos | 0.55 | 0.55 | 0.55 |
| Raitiotieliikenne | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Tieliikenne | 0.55 | 0.55 | 0.55 |
| Julkistaloudelliset verot ja maksut | -0.42 | -1.48 | -0.42 |
| Tieliikenteen verot ja maksut | -4.63 | -4.63 | -4.63 |
| Arvonlisäverot | 4.20 | 3.15 | 4.20 |
| Jäännösarvo | 32.80 | 32.80 | 32.80 |
| Hyödyt yhteensä | 52.40 | -13.97 | 119.47 |
| Hyöty-kustannussuhde (H/K) | 0.20 | - | 0.46 |

10.19 KUNTATALOUDELLISET VAIKUTUKSET

Raitiotien vaikuttaa kuntataloudessa investointien lisäksi kiinteistötaloushyötyihin, joukkoliikenteen lipputuloihin ja liikennöintikustannuksiin, infrastruktuurin hoitokustannuksiin, verokertymiin ja nettokäyttökustannuksiin. Kuntatalouslaskelmaan sisältyy merkittäviä epävarmuustekijöitä monien oletusten sekä pitkän tarkasteluajavälin vuoksi. Esitetyt kuntatalousvaikutukset ovat diskonttaamattomia ja ilman inflaatiokorjausta ja ne on laskettu 30 vuoden aikajaksolle erotuslaskelmana runkobussivaihtoehtoon nähden sote-uudistuksen jälkeisessä tilanteessa. Kuntatalouslaskelman luvut eroavat yhteiskuntataloudellisesta kannattavuuslaskelmasta erityisesti sen takia, että yhteiskuntataloudellisessa laskelmassa luvut ovat diskontattuja.

Kiinteistötalous

Tonttien luovutuksesta saatavat tulot ja yksityisen maanomistuksen osalta maankäyttösopimuskorvauksina perittävät tulot perustuvat Satama-Varissuo raitiotien kiinteistötaloudelliseen analyysiin (Newsec 2022).

Kuntatalouslaskelmassa Newsecin laatimaa arviota rakennusoikeuksien arvoista on korotettu 15 prosenttia. Tarkistus perustuu arvion valmistumisen jälkeen tapahtuneeseen elinkustannusindeksin nousuun sekä yleiseen kauppahintojen kehitykseen.

Raitiotievaihtoehdoissa raitiotiekäytävälle Satama-Varissuo arvioidaan rakentuvan noin 630 000 kerrosneliometriä enemmän kuin runkobussivaihtoehdossa vuoteen 2050 mennessä. Puolet tästä arvioidaan siirtyvän muualta Turusta ja puolet olevan

lisärakentamista. Tällöin koko Turun osalta raitiotievaihtoehtojen maankäyttötulot ovat 147–150 miljoonaa euroa runkobussivaihtoehtoa suuremmat vuoteen 2050 mennessä. Kiinteistötaloudelliset hyödyt perustuvat ensisijaisesti raitiotiekäytävän maankäytön tehostumiseen tarkasteluajavälillä ja runkobussivaihtoehtoa suurempaan rakentamismäärään. Kiinteistötaloudelliset erot raitiotien reittivaihtoehtojen välillä ovat suhteellisen pieniä.

Verovaikutukset

Raitiotievaihtoehdossa oletetaan olevan noin 4300 asukasta enemmän kuin runkobussivaihtoehdossa vuonna 2050. Asukasmäärän eron kuntataloudelliset vaikutukset sote-uudistuksen jälkeisessä tilanteessa perustuvat erilliseen selvitykseen (FCG 2022).

Suurempi asukasmäärä ja väestöennusteen mukainen ikäjakauma kasvattaa 30 vuoden aikana nettokäyttökustannuksia noin 16 miljoonaa euroa enemmän kuin tuloverot, yhteisöverot, kiinteistöverot ja valtionosuudet kasvavat. 30 vuoden aikajaksolla tarkasteltaessa tonttien myyntitulot ja maankäyttösopimuskorvaukset (ks. kiinteistötalous) ovat kuitenkin moninkertaisesti tätä nettovaikutusta suurempia.

Raitiotien rakentamisesta Turulle verotuloina arvioidaan palautuvan vajaa 2 miljoonaa euroa ja raitiotievaihtoehdon suuremmasta talonrakentamisesta noin 5 miljoonaa euroa 30 vuoden aikana sote-uudistuksen jälkeisessä tilanteessa, mikäli 20 % rakentajista asuu Turussa. Työllisyysvaikutuksilla on merkitystä kunnallisveroon, mikäli se muuttaa työntekijän työmarkkina-asemaa.

Liikenteen pääomatalous

Liikenteen pääomatalouteen sisältyy raitiotien infrastruktuurin ja varikon poistot, infrastruktuurin ja varikon investointien rahoittamisen korkokulut, raitiotien rakentamisesta palautuvat valtionosuudet sekä runkobussivaihtoehdossa tehtävät parannus- ja korjausinvestoinnit korkokuluineen.

Turun kaupungin investointiosuudesta raitiotien infrastruktuurin ja varikon poistot 30 vuoden aikana (kumulatiivinen) ovat 209–222 miljoonaa euroa vaihtoehdosta riippuen. Tähän eivät sisälly raitiovaunukaluston investoinnit, jotka poistetaan liikennöintikustannusten yhteydessä. Työmaatehtävät ja riskivaraukset on jaettu hankeosakustannuksien suhteessa. Osa investoinneista jää poistettavaksi 30 vuoden tarkasteluajavälin jälkeen.

Turun kaupungin investointiosuudesta raitiotien infrastruktuurin ja varikon korkokulut 30 vuoden aikana (kumulatiivinen) ovat 109–115 miljoonaa euroa, kun korkokannaksi on oletettu 3,5 %. Korkokuluja toteutuu myös 30 vuoden tarkasteluajavälin jälkeen.

Valtion osuudeksi raitiotien infrastruktuurista, varikosta, Aninkaistenkadun ja Uudenmaankadun bussijärjestelyistä, työn-aikaisista liikennejärjestelyistä, taiteesta, arkeologisista kaivauksista, pilaantuneiden maiden kustannuksista ja maanhankinnan kustannuksista on oletettu 30 %.

Bussivaihtoehdossa tehtävien liikenteen infrainvestointien suuruudeksi on arvioitu parannus- ja korjausinvestointien osalta 95 miljoonaa euroa sekä näiden korkokuluja 41 miljoonaa euroa.

Liikenteen käyttötalous

Raitiotiellä lipputulot ovat 74 miljoonaa euroa suuremmat kuin runkobussivaihtoehdossa 30 vuoden aikana (kumulatiivinen). Erotusluku kuvaa koko seudun joukkoliikenteen lipputulojen erotusta. Lipputulot perustuvat raitiotien yleissuunnitelman liikenne-ennusteeseen vuosina 2030 ja 2050 (Turun raitiotien kysyntäennusteet, Ramboll/WSP päivitetty versio 21.3.2023) sekä lineaariseen kasvuun.

Liikennöintikustannukset ovat raitiotiellä 159–265 miljoonaa euroa kalliimmat kuin runkobussivaihtoehdossa 30 vuoden aikana (kumulatiivinen). Erotusluku kuvaa koko seudun joukkoliikenteen liikennöintikustannusten eroa. Liikennöintikustannuksiin sisältyy myös raitiovaunujen kuoletus (3,5 %, 40 v).

Infrastruktuurin hoito ja ylläpito on raitiotiellä 44–51 miljoonaa euroa kalliimpaa kuin runkobussivaihtoehdossa 30 vuoden aikana (kumulatiivinen).

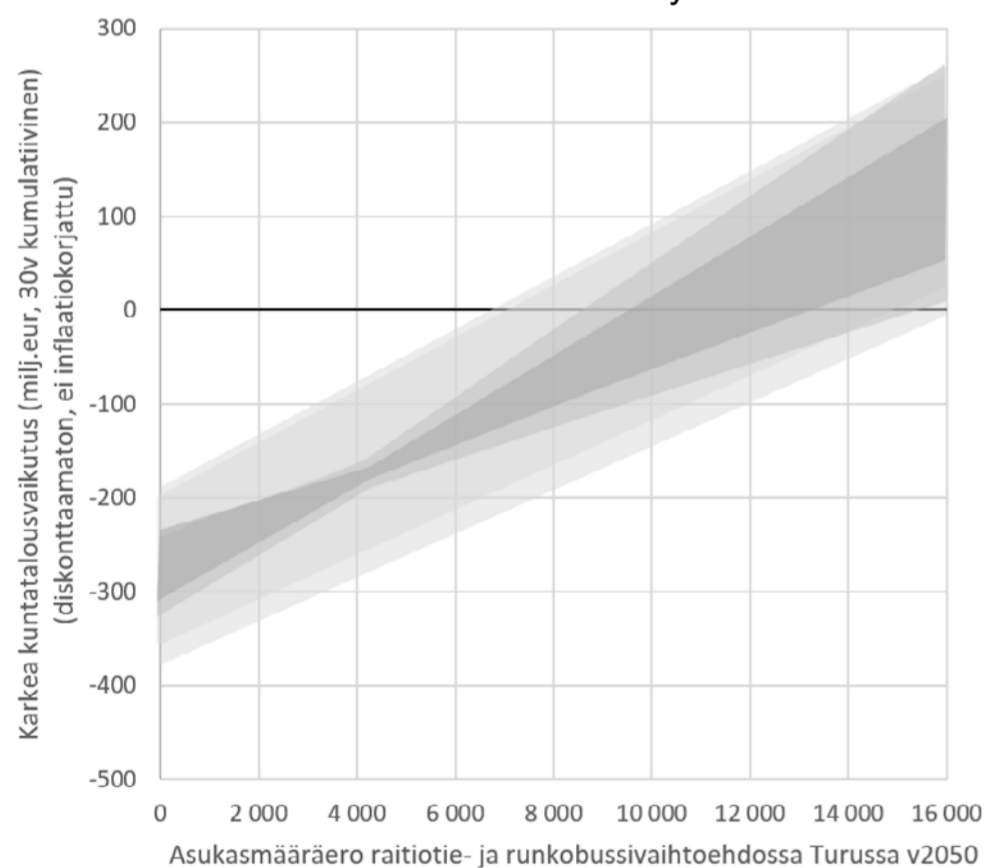
Johtopäätökset

Raitiotien kumulatiiviset pääoma- ja käyttötalousvaikutukset kuntatalouteen 30 vuoden aikana ovat suositeltavan VE1 Humalistonkadun osalta 173 miljoonaa euroa negatiivisempia runkobussivaihtoehtoon verrattuna. Esitetyt kuntatalousvaikutukset ovat diskonttaamattomia ja ilman inflaatiokorjausta ja ne on laskettu 30 vuoden aikajaksolle erotuslaskelmana runkobussivaihtoehtoon nähden sote-uudistuksen jälkeisessä tilanteessa.

Kuntatalouden kannalta raitiotien merkittävimmät vaikutukset aiheutuvat kasvavista tonttien myyntituloista ja maankäyttösopimuskorvauksista, kasvavista joukkoliikenteen lippituloista, kasvavista joukkoliikenteen liikennöintikustannuksista, raitiotien infrastruktuurin ja varikon poistoista ja korkokuluista sekä raitiotien rakentamisesta palautuvista valtionosuuksista.

Kuntatalouslaskelmaan sisältyy merkittäviä epävarmuustekijöitä monien oletusten sekä pitkän tarkasteluajavälin vuoksi. Merkittävä kuntatalousvaikutus on mm. raitiotien vaikutuksella Turun asukasmäärään, Turun väestöprofiililla, korkokannalla ja rakentamiskustannuksilla.

Laskelmat perustuvat vuonna 2020 tunnistettuihin aluekehityskohteisiin. Työn aikana on tunnistettu lisää kehityskohteita



Kuva 10.19 Raitiotien vaikutuksella kasvun ja rakentamisen määrään on merkittävä kuntatalousvaikutus. Kuvassa on esitetty harmailla alueilla eri oletusten karkeita vaikutuksia kuntatalouteen. Muuttujina ovat olleet kiinteistötulosten yksikköhinnat, asuinrakentamisen osuus, tasapainoiset verovaikutukset, runkobussivaihtoehdon korjausinvestointien suuruus sekä raitiotien rakentamiskustannusten 20% muutos.

muun muassa Varissuolta, Pääskyvuoresta ja sataman läheisyydestä. Tampereen ja Vantaan kokemusten perusteella on käynnistynyt yllättäviä kehityshankkeita raidehankkeiden läheisyydestä. Tampereen ja Vantaan uusimmissa arvioinneissa vuosina 2022 ja 2023 maankäytön kehitysodotuksia raitiotien varrella on nostettu selvästi aiemmasta kaupunkien kokemuksen perusteella. Tämän vuoksi olisi perusteltua nostaa raitiotiereitin maankäytön kaupunkikehitysodotuksia ja niistä aiheutuvia talousvaikutuksia myös Turussa.

Esimerkiksi mikäli asukasmääräero raitiotie- ja runkobussivaihtoehdon välillä vuonna 2050 olisi 12 000 asukasta ja lisäksi muuta rakentamista 20% lisääntyvästä asuinrakentamisesta, suurempien kiinteistötaloustulojen ja verovaikutusten muutosten myötä

kuntatalouden kumulatiiviset vaikutukset 30 vuoden aikana olisivat karkeasti 52 miljoonaa euroa negatiiviset runkobussivaihtoehtoon verrattuna.

Mikäli raitiotie- ja runkobussivaihtoehdon asukasmääräero vuonna 2050 olisi oletukseksi asetetun 4300 asukkaan (kh 18.1.2021) sijaan noin 10 000 – 15 000 asukasta, voisi erittäin karkean laskelman perusteella raitiotien suositeltu reittivaihtoehto VE1 olla kuntatalouden kannalta runkobussivaihtoehtoa kannattavampi 30 vuoden kumulatiivisessa tarkastelussa (Kuva 10.19). Tulos riippuu monista yksityiskohtaisista oletuksista.

Kuntatalouden kannalta reittivaihtoehdoista paras on Humalistonkadun reittivaihtoehto.

Matkakeskuksen reittivaihtoehto on liikennöintikustannuksiltaan noin 9 miljoonaa euroa Humalistonkadun vaihtoehtoa kalliimpi 30 vuoden tarkasteluajavälillä. Haaroitettu vaihtoehto on liikennöintikustannuksiltaan 30 vuoden aikana 96-106 miljoonaa euroa Humalistonkadun ja matkakeskuksen vaihtoehtoja kalliimpi. Toisaalta mikäli raitiotietä jatkettaisiin matkakeskuksesta Raisioon tai Runosmäkeen nopeasti raitiotien liikennöinnin aloittamisen jälkeen, liikennöintikustannusten ero muihin vaihtoehtoihin olisi huomattavasti pienempi. Varissuon pidemmillä reittivaihtoehdoilla investointi- ja liikennöintikustannukset kasvavat enemmän kuin lipputulot.

Taulukossa 10.8. on esitetty kuntataloudellinen laskelma.

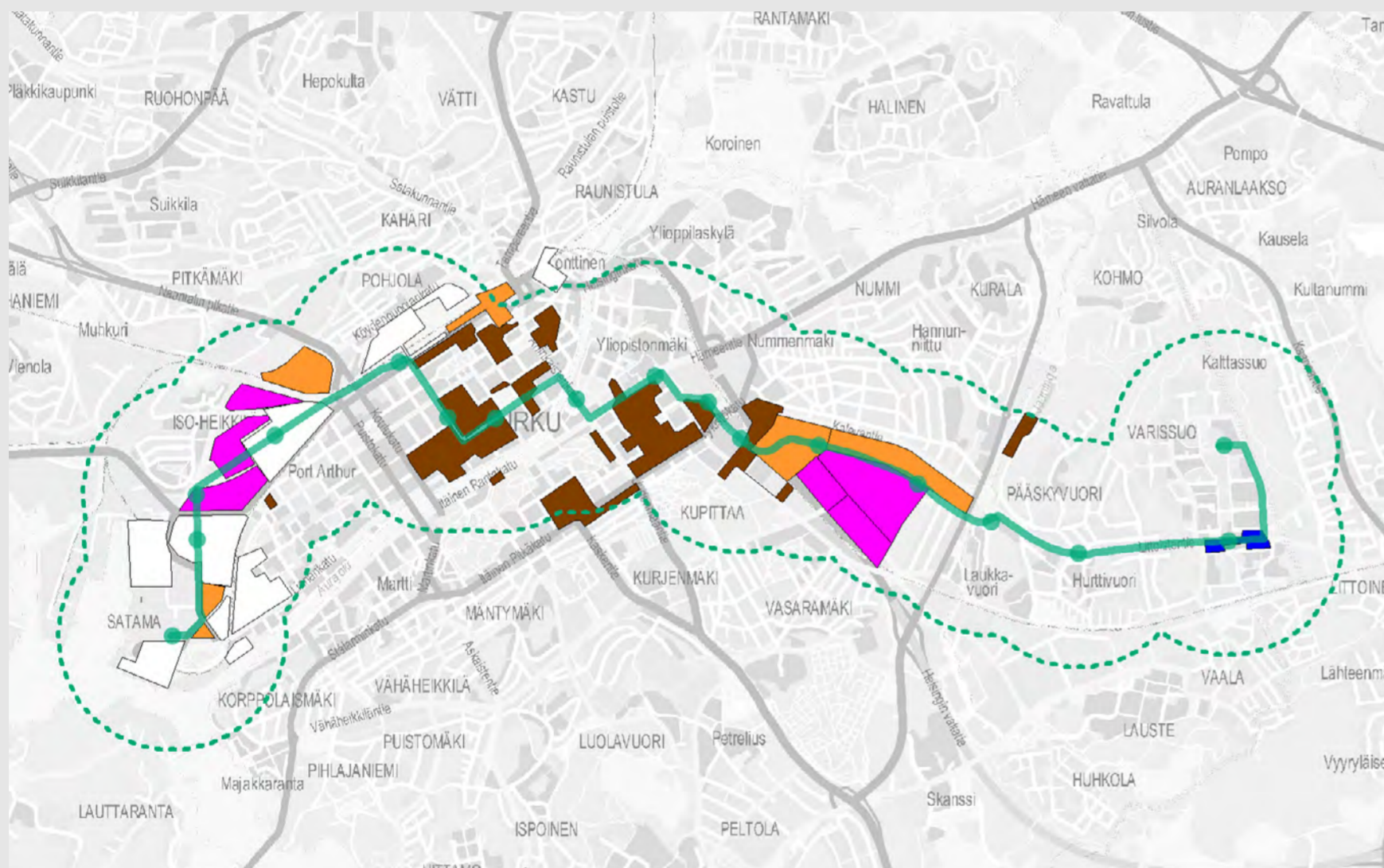
Taulukko 10.8 Kuntataloudellinen laskelma. Luvut ovat diskonttaamattomia ja ilman inflaatiokorjausta ja ne on laskettu 30 vuoden aikajaksolle erotuslaskelmana runkobussivaihtoehtoon nähden sote-uudistuksen jälkeisessä tilanteessa.

| | VE1 Humalistonkatu | VE2 Matkakeskus | VE3 Haaroitettu |
|---|-----------------------|--------------------|--------------------|
| Tonttien myyntitulot ja maankäyttösopimuskorvaukset | 149 | 150 | 147 |
| Raitiotien infrastruktuurin rakentamisesta palautuva kunnallisvero | 1 | 1 | 2 |
| Raitiotievaihtoehdon suuremmasta talonrakentamisesta palautuva kunnallisvero 30v kumulatiivinen | 5 | 5 | 5 |
| Tuloverovaikutukset 30v kumulatiivinen suuremmasta asukasmäärästä johtuen | 96 | 96 | 96 |
| Kiinteistöverot 30v kumulatiivinen suuremmasta asukasmäärästä johtuen | 22 | 22 | 22 |
| Valtionosuudet 30v kumulatiivinen suuremmasta asukasmäärästä johtuen | 7 | 7 | 7 |
| Nettokäyttökustannukset 30v kumulatiivinen suuremmasta asukasmäärästä johtuen | -168 | -168 | -168 |
| Yhteisverovaikutukset 30v kumulatiivinen | 27 | 27 | 27 |
| Kiinteistötalous ja verovaikutukset yhteensä | 139 | 141 | 137 |
| Joukkoliikenteen lipputulot 30v kumulatiivinen | 74 | 74 | 74 |
| Liikennöintikustannukset (sis. raitiovaunukaluston poistot ja korkokulut) 30v kumulatiivinen | -159 | -168 | -265 |
| Infrastruktuurin hoito ja ylläpito 30v kumulatiivinen | -44 | -47 | -51 |
| Liikenne käyttötalous yhteensä | -129 | -141 | -242 |
| Raitiotien infrastruktuurin ja varikon poistot 30v kumulatiivinen Turun kaupungin osuus | -209 | -212 | -222 |
| Raitiotien infrastruktuurin ja varikon korkokulut 30v kumulatiivinen Turun kaupungin osuus | -109 | -109 | -115 |
| Runkobussivaihtoehdon parannus- ja korjausinvestoinnit 30v kumulatiivinen | 95 | 95 | 95 |
| Runkobussivaihtoehdon korkokulut 30v kumulatiivinen | 41 | 41 | 41 |
| Liikenne pääomatalous yhteensä | -183 | -186 | -202 |
| Kaikki yhteensä | -173 | -186 | -306 |

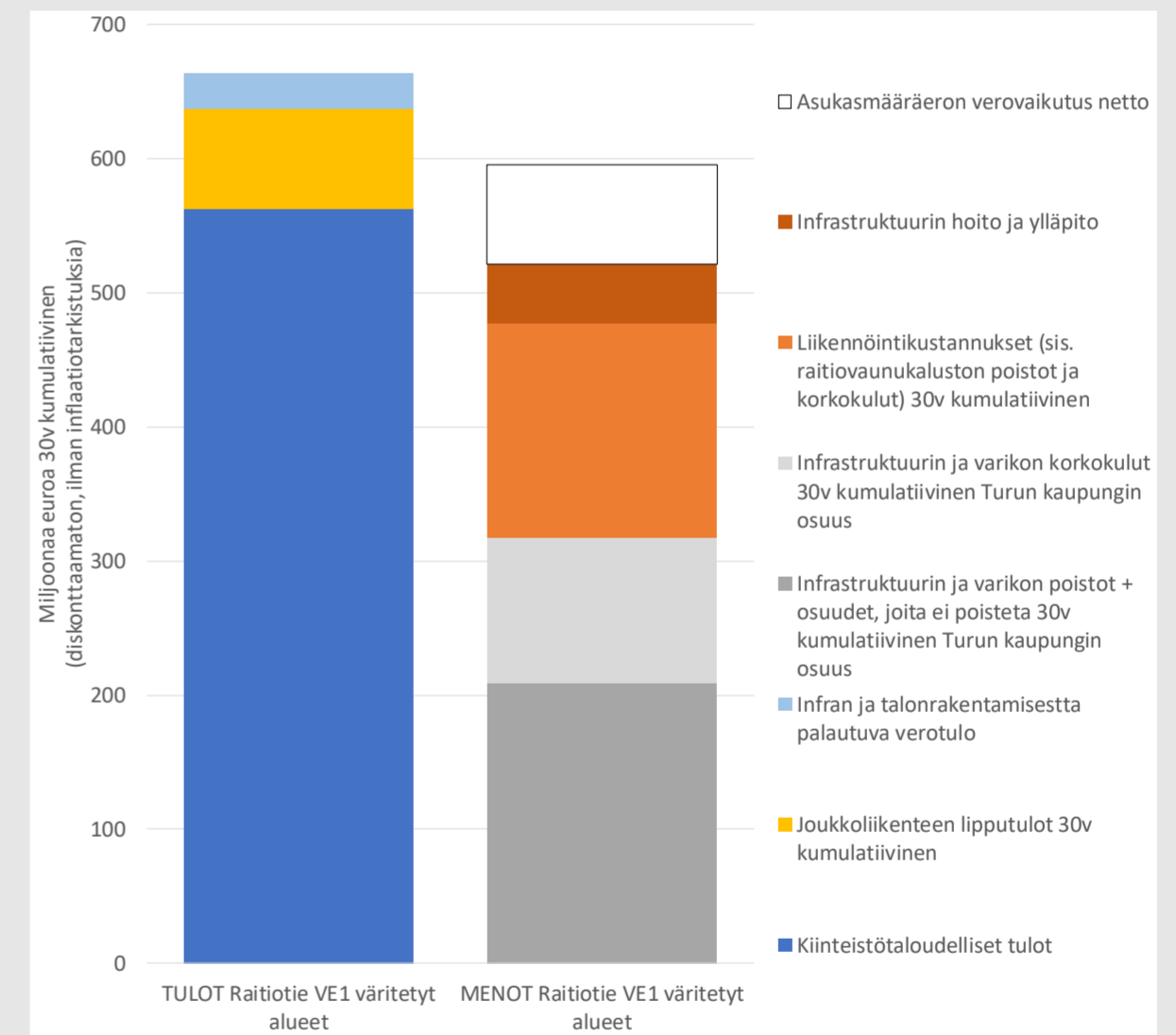
Raitiotien vertailu nykytilanteeseen

Mikäli raitiotietä verrataan runkobussivaihtoehdon sijaan nykytilanteeseen, tulot ovat moninkertaisia runkobussivertailuun nähden. Kiinteistötaloudellisen analyysin (Newsec 2022) perusteella raitiotiereitin kiinteistötaloudelliset tulot ovat suositellulla reittivaihtoehdolla noin 778 miljoonaa euroa, kun eroksi runkobussivaihtoehtoon on arvioitu 129 miljoonaa euroa. Vaikka rakennusoikeuden arvolla tarkistetuista kiinteistötaloudellisista tuloista vähennettäisiin sataman kehittämiseksi korvamerkityt

tulot sekä pääosin jo toteutuneet kiinteistötaloustulot, kuvassa 10.20 väritettyjen alueiden kiinteistötaloustuloilla, lipputuloilla ja rakentamisesta palautuvilla verotuloilla voitaisiin karkean arvion mukaan kattaa raitiotien suositellun reittivaihtoehdon kuntatalousvaikutukset 30 vuoden aikana. Tarkastelussa on oletettu kehitetty runkobussilinjasto toteutuneeksi jo nykytilanteessa, asukasmääräeron verovaikutus on skaalattu asukasmääräeron perusteella eikä mahdollista siirtymää raitiotiekäytävän ja muun Turun välillä ole otettu huomioon.



Kuva 10.20 Kuvassa väritettyjen alueiden kiinteistötaloustuloilla voitaisiin karkean arvion mukaan kattaa raitiotien suositellun reittivaihtoehdon kuntatalousvaikutukset 30 vuoden aikana. Kuvassa valkoisella merkittyjen alueiden kiinteistötaloustulot eivät sisälly arvioon.



Kuva 10.21 Raitiotien suositellun reittivaihtoehdon tulot ja menot nykytilannevertailussa kuvassa 10.20 merkittyjen alueiden rakennusoikeuden arvolla tarkistetuilla kiinteistötaloustuloilla. Tarkastelussa oletettu kehitetty runkobussilinjasto toteutuneeksi jo nykytilanteessa, asukasmääräeron verovaikutus skaalattu oletetun asukasmääräeron perusteella eikä mahdollista siirtymää raitiotiekäytävän ja muun Turun välillä ole otettu huomioon.

Kuntataloudelliset erot aikaisempiin suunnitteluvaiheisiin

Joukkoliikenteen liikennöintikustannukset ovat merkittävästi aiempia suurempia, mikä johtuu erityisesti bussilinjaston rakenteesta ja raitiotien liikennöinnin yksikkökustannuksista. Sataman suunnalla raitiotien ei ole arvioitu mahdollistavan merkittävää bussilinjaston vähentämistä.

Maankäytön kehittymisessä käytettävät oletukset vaikuttavat merkittävästi kuntatalouteen. Aiemmissa yleissuunnitelmissa oletettiin raitiotie- ja bussivaihtoehtoissa olevan sama määrä rakentamista Turussa ja maankäytön erot liittyivät maankäytön sijoittumiseen Turun kuntarajojen sisällä. Tässä yleissuunnitelmassa on oletettu, että vuonna 2050 raitiotievaihtoehdossa olisi noin 4300 asukasta enemmän kuin bussivaihtoehdossa. Tämän vuoksi kiinteistöaloushyödyt ovat merkittävästi suurempia kuin aiemmissa yleissuunnitelmissa. Toisaalta suurempi rakentamismäärä kasvattaa mm. infran rakentamisvaiheen pääomakustannuksia.

Verovaikutusten osalta sote-uudistus pienentää merkittävästi asukasmäärän vaikutusta kuntatalouteen.

Raitiotien investointikustannukset ovat nousseet.

Runkobussivaihtoehtoon on nyt sisällytetty myös arvio korjausinvestoinneista sekä korkokuluista.

Kuntataloudelliset erot muihin kaupunkeihin

Merkittävimmät erot Tampereen, Vantaan ja Raide-Jokerin arvioituihin kuntatalousvaikutuksiin ovat:

- Suurimman osan Satama-Varissuo raitiolinjan maankäyttöhankkeista on oletettu toteutuvan runkobussillakin, joskin pidemmällä aikavälillä. Tämän ja lyhyemmän reitin vuoksi kiinteistöaloushyödyt ovat bussivaihtoehtoon verrattaessa pienempiä kuin esimerkiksi Tampereen ja Vantaan uusimmissa arvioinneissa.
- Joukkoliikenteen nettokustannukset (liikennöintikustannusten ja lipputulojen erotus) ovat Satama-Varissuo raitiotiellä heikkoja erityisesti Tampereen arviointeihin verrattuna, koska Linnakaupungin suunnalla bussilinjastoa ei pystytä merkittävästi vähentämään eikä etenkään alkuvuosina matkustajakysyntä ole yhtä suurta kuin Varissuon suunnalla
- Laskentatavoissa on merkittäviäkin kaupunkikohtaisia eroja, esimerkiksi pääkaupunkiseudulla HSL:n kustannusten jakoperiaate vaikuttaa kuntakohtaisiin talousvaikutuksiin ja Tampereella on arvioitu kaupunkirakenteen infrarakentamisen kustannuksia. Myös kustannusarvioissa, niiden rajauksissa ja korkokuluissa on merkittävää eroa hankkeiden välillä muun muassa reitin pituuseroista johtuen.

10.20 LINJAUSVAIHTOEHTOJEN ARVIOINTI

Keskustan linjauksien vertailu

Vaihtoehdoissa raitiotie liikennöi Humalistonkadun kautta (VE1) tai Matkakeskuksen reitillä (VE2) erilaisilla liikennöintimalleilla. Liikennöinnin kannalta muista poikkeava vaihtoehto on Haarautettu vaihtoehto (VE3), jossa liikennöidään samanaikaisesti linjaa Varissuolta Matkakeskukselle ja Varissuolta Humalistonkadun kautta Satamaan. Vaihtoehtojen arvioinnissa on käytetty liikenne-ennusteita vuonna 2029.

Humalistonkadun vaihtoehdossa matkustajamäärät ovat suuremmat kuin Matkakeskuksen vaihtoehdossa. Matkakeskuksen linjaus tukee Aninkaisten alueen kehittämistä ja kytkee raitiotien paremmin osaksi seudullista ja valtakunnallista liikennejärjestelmää, kun Humalistonkadun vaihtoehdossa seudullisia vaihtoyhteyksiä palvelevat Yliopiston, Tuomiokirkon ja Kauppatorin pysäkit. Matkakeskuksen vaihtoehdolla on Humalistonkatua korkeammat liikennöinti- ja investointikustannukset. Matkakeskuksen linjauksen haasteena ovat erityisesti kunnallistekniikan toteutukseen ja huoltoon liittyvät riskit Läntisellä Pitkädulla. Humalistonkadun vaihtoehdossa Humalistonkatu välillä Eerikinkatu-Puutarhakatu muutetaan joukkoliikennekaduksi, jolloin Käsityöläiskatu ottaa Humalistonkadun autoliikenteen nykyistä roolia.

Haarautuva linjaus VE3 tukee Aninkaisten alueen kehittämistä sekä laajentaa kaupunkikuvallisia ja elinvoimaan liittyviä

hyötyjä suhteessa linjauksiin VE1 ja VE2. Haarautuva linjaus tukee matkakeskuksen alueen ja Humalistonkadun kehittymistä yhtäaikaaisesti, joten maankäytölliset vaikutukset ovat laajemmat kuin muissa vaihtoehdoissa, joissa vastaavat vaikutukset toteutuvat vasta raitiotieverkon laajentueksa. Raitiotien haarat kuormittuvat kuitenkin epätasaisesti, mikä aiheuttaa haasteita tehokkaassa liikennöinnissä. Samalla haarautuva vaihtoehto on investoinniltaan ja liikennöintikustannuksiltaan selvästi kallein. Mikäli raitiotietä laajennettaisiin ensimmäisen vaiheen jälkeen nopeasti Raision ja/tai Runosmäen suuntaan, seuraavan vaiheen investoinnit ja työnaikaiset haitat olisivat pienempiä. Tällöin myös liikennöintikustannusten ero Matkakeskuksen ja Humalistonkadun vaihtoehtoihin pieneisivät Kauppatori-Matkakeskus linjan toimiessa osana laajempaa raitiotieverkostoa.

Kaupunkilaisten linjausvaihtoehtojen äänestyksessä keskustan linjausvaihtoehtoista haarautuva linjaus ja Matkakeskuksen kautta kulkeva linjaus keräsivät lähes yhtä paljon ääniä. Humalistonkatu sai vähiten ääniä. Tarkemmin tuloksia on esitetty luvussa 3.2 ja liitteessä 3.2

Suosituksena on Humalistonkadun kautta kulkeva linjaus. Jos poliittinen tahtotila on laajentaa raitiotietä ensimmäisen vaiheen jälkeen Runosmäen ja/tai Raision suuntaan, niin tällöin voidaan valita haarautuva linjausvaihtoehto jatkosuunnitteluun.

Tuomiokirkontorin linjauksen vertailu

Tuomiokirkon kohdalla on suunnittelun aikana noussut tarve tutkia toista linjausvaihtoehtoa. Lähtökohtana toiminut linjaus kulkee Uudenmaankadun kautta ja sille on esitetty vaihtoehto, joka kulkee Tuomiokirkontorin kautta ja raitiotiepysäkki sijaitsee Tuomiokirkkotorilla. Tässä vaihtoehdossa bussit jäävät edelleen Uudenmaankadun pysäkeille.

Tuomiokirkontorin linjaus parantaa raitioliikenteen sujuvuutta merkittävästi suhteessa Uudenmaankadun linjaukseen, kun liikennöinti kiertää vilkkaan risteyksen ja Uudenmaankadun linjauksen mukaisen yhteiskäyttöpysäkin, jossa korkea vuoromäärä aiheuttaa viiveitä. Tuomiokirkkotorin linjaus sijoittuu kuitenkin kulttuurihistoriallisesti erittäin herkkään ympäristöön ja haittaa tapahtumatoiminnan kehittämistä torilla.

Kustannuksiltaan ja arkeologisten kaivausten laajuuden osalta vaihtoehdoilla ei ole merkittävää eroa. Rakentamisen aikaiset haitat ovat suuremmat Uudenmaankadun linjausvaihtoehdossa, mutta toisaalta raitiotietä laajennettaessa Skanssin ja Kaarinan suuntaan haitat ovat pienemmät, kun merkittävimmät arkeologiset kaivaukset on jo tehty ensimmäisessä vaiheessa. Uudenmaankadun linjausvaihtoehto on parempi myös Skanssin ja Kaarinan suunnan laajennuksen kannalta.

Kaupunkilaisten linjausvaihtoehtojen äänestyksessä Uudenmaankatua pitkin

kulkeva linjausvaihtoehto keräsi selvästi enemmän ääniä kuin Tuomiokirkontorin linjaus. Tarkemmin tuloksia on esitetty luvussa 3.2 ja liitteessä 3.2

Suosituksena on Uudenmaankadun kautta kulkeva linjaus.

Varissuon päätepysäkin vaihtoehdot

Varissuolla on verrattu kolmea päätepysäkvaihtoehtoa. Lyhimmässä vaihtoehdossa on päätepysäkki Pelttarinkadun päätepysäkkille. Vaihtoehtoisissa ratkaisuisa raitiotien linjaus jatkaa Karvataskunkatua ja Suurpäänkatua edelleen alkuperäistä linjausta pidemmälle ja tuo uusia pysäkkejä Varissuon alueelle. Vaihtoehdot ovat Orminkujan päätepysäkki ja Kraatarinkadun päätepysäkki. Linjausvaihtoehdot eivät vaikuta oletuksissa maankäytön kehittymisvauhtiin, joten arviointivuosi on liikennöinnin avausvuosi (2030-luvun alku).

Keskimääräiselle käyttäjälle kävelymatkat ovat kohtuullisia myös Pelttarinkadun pysäkkille, joten linjausvaihtoehdot eivät kasvata merkittävästi joukkoliikenteen potentiaalista matkustajamäärää. Varissuon maankäyttö ja raitiotielle valittu pysäkkikonsepti eivät myöskään puolla pidempiä linjausvaihtoehtoja, koska pidemmissä linjauksissa pysäkkien asukas- ja työpaikkamäärät ovat linjan muita pysäkkejä pienempiä.

Linjauksen jatko tuo toki raitiotiepysäkit paremmin asutuksen välittömään

läheisyyteen (alle 300 m etäisyys) useammalle Varissuon asukkaalle kuin Pelttarin-kadun pysäkki, mikä hyödyttää erityisesti heikommin liikkuvia ryhmiä. Toisaalta Varissuolle kulkee raitiotien lisäksi runko-bussilinja keskustaan Vasaramäki-Skanssi-Lauste reittiä nykyiselle kääntöpaikalle. Bussipysäkkejä on Varissuolla tiheämmin kuin raitiotiepysäkkejä, mikä mahdollistaa lyhyemmät kävelymatkat joukkoliikenteelle.

Pidemmät linjausvaihtoehdot kasvattavat raitiotien rakentamisen ja liikennöinnin kustannuksia. Rakentamiskustannukset kasvavat noin 5 M€ (Orminkuja) ja 10 M€ (Kraatarinkatu). Liikennöintikustannukset kasvavat Humalistonkadun linjauksessa runsaat 0,5 M€ vuodessa sekä Orminkujan että Kraatarinkadun vaihtoehdoissa verrattuna Pelttarin kadun linjaukseen.

Kaupunkilaisten linjausvaihtoehtojen äänestyksessä Kraatarinkadun linjaus keräsi selvästi eniten ääniä, joka oli vaihtoehdoista pisin. Pelttarin kadun linjaus sai seuraavaksi eniten ääniä ja vähiten ääniä keräsi Orminkujan linjaus. Tarkemmin tuloksia on esitetty luvussa 3.2 ja liitteessä 3.2

Suosituksena on Pelttarin kadun päätepysäkki. Varissuolla voidaan kuitenkin valita pidempi, Kraatarinkadulle päättyvä

linjausvaihtoehto, mikäli alueella halutaan tavoitella kokonaisvaltaisempaa uudistusta ja imagon nostoa. Alueen ilmeen ja imagon kohentaminen edellyttää kuitenkin myös muita toimenpiteitä, kuten esimerkiksi rakennuskannan uudistamista.

”Varissuon lenkki”

Raitiotien suunnittelun yhteydessä on esitetty Varissuon kokonaan kiertävää raitiotietä. Mikäli raitiotie kiertäisi Varissuon ja palaisi sen jälkeen keskustaan, haasteeksi tulee päätepysäkin järjestäminen sekä osittain kasvavat matka-ajat. Linjan päässä tarvitaan päätepysäkki ajantasasta sekä muun muassa kuljettajan taukoa varten, jolloin Varissuolta ennen päätepysäkkiä keskustaan matkaavien pitäisi odottaa muutama minuutti päätepysäkillä. Mikäli raitiotie kiertäisi Varissuon ja jatkaisi Littoisten suuntaan, matka-aika kasvaisi huomattavasti reitin loppupäässä. Hitaus tekee yleensä lenkistä kannattamattoman, koska se ei houkuttele riittävästi matkustajia kasvavien investointi- ja liikennöintikustannuksien vastapainoksi.

Turun seudun raitiotien pysäkkien saavutettavuus / Varissuon pysäkkivaihtoehdot



Kuva 10.22 Varissuolla lyhin linjausvaihtoehto Pelttarin kadulle kattaa suurimman osan Varissuosta, mikäli "Joukkoliikenteen suunnitteluohje HSL-liikenteessä 2016" julkaisun parhaan palvelutasoluokan mukaan hyväksytään kävelyetäisyydeksi linnuntie-etäisyytenä runko- ja raideliikenteelle 400 (tavoite) - 600 (maksimi-arvo) metriä.

10.21 RAITIOTIEN TAVOITEVERKON ARVIOINTI JA PYSÄKKIKONSEPTI

Tavoiteverkko

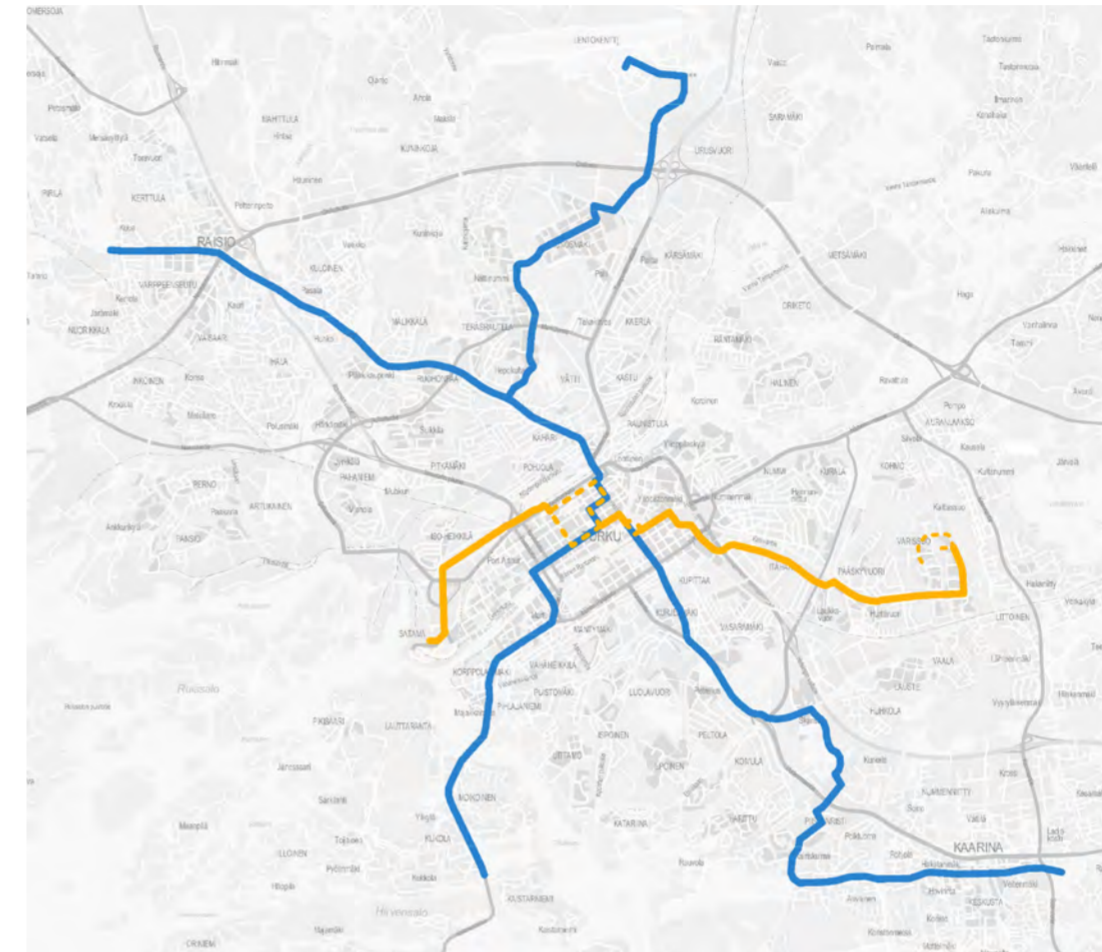
Raitiotiestä on laadittu vuoden 2013 jälkeen suunnitelmia Kauppatorilta Varissuon, Sataman, Raision, Runosmäen, Skanssin ja Hirvensalon reittihaaroille. Vaikutuksia on arvioitu yleissuunnitelmatasolla kaikille edellä mainituille reittihaaroille Hirvensaloa lukuun ottamatta. Lisäksi on laadittu karkeita reitti- ja pysäkkitarkasteluja raitiotien jatkeille Raision keskusta – Raision tehtaat, Runosmäki - lentoasema ja Skanssi – Kaarina.

Aiemmin tehtyjen vaikutusten arvioinnin perusteella voidaan todeta:

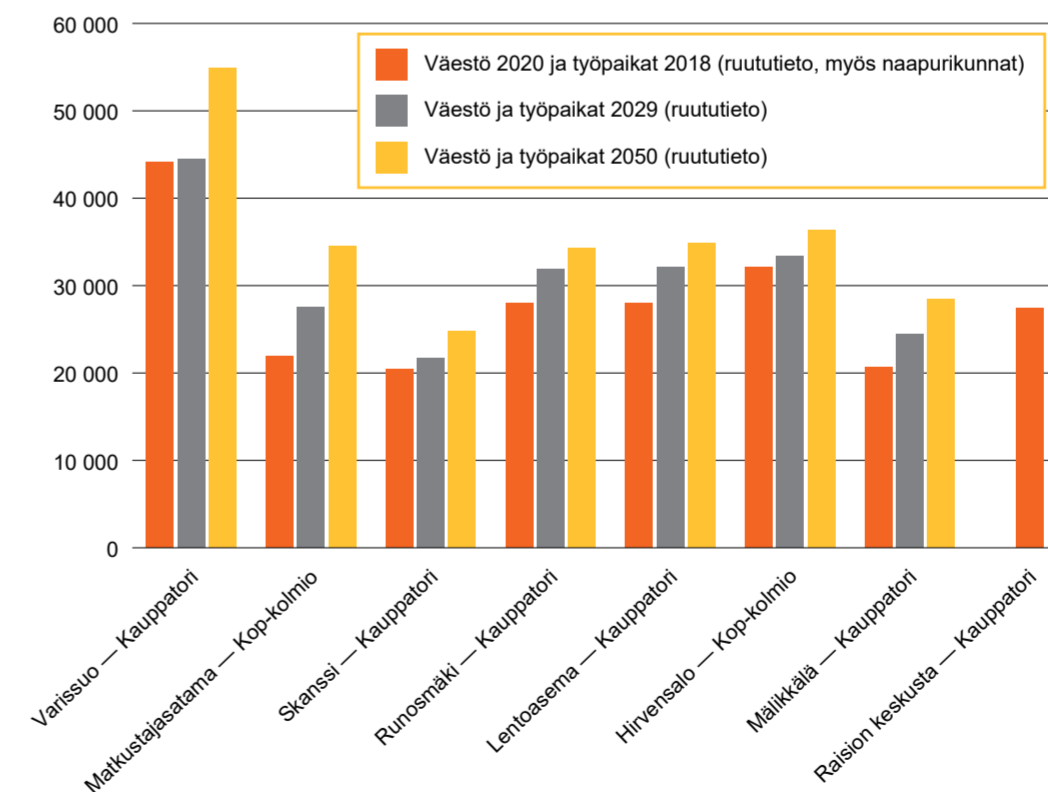
- Varissuon (Tiedepuiston) reittihaara on paras vaikutuksiltaan, koska sillä on jo nykyisin paljon joukkoliikennematkustajia sekä erityisesti Tiedepuiston vuoksi merkittävästi maankäytön kehittämispotentiaalia. Näiden vuoksi raitiotien välityskykyä pystytään hyödyntämään tehokkaasti ja toisaalta saadaan kiinteistötaloushyötyjä investoinnin vastapainoksi.
- Sataman (Linnakaupungin) sekä vähemmässä määrin myös Skanssin reittihaaralla on huomattavasti maankäytön kehittämispotentiaalia, mutta niiden joukkoliikenteen matkustustarve nykytilanteessa saadaan palveltua tehokkaimmin bussiliikenteellä, mikä heikentää näiden reittihaarojen talousvaikutuksia 30 vuoden tarkastelujaksolla. Talousvaikutukset näillä reittihaaroilla paranevat, mikäli maankäyttöä ehtii toteutumaan ja joukkoliikenteen kysyntä kasvaa ennen raitiotien rakentamista. Sataman

reittihaaran vaikutuksia voisi parantaa raitiotien linjaaminen Kirstinpuistosta Pansion suuntaan, mikäli maankäytön kehittyminen Pansion rannassa tulee ajankohtaiseksi. Tämä suunta mahdollistaisi paremmin myös bussilinjaston muokkauksen.

- Raision ja Runosmäen reittihaaroilla on jo nykyisin paljon joukkoliikennematkustajia ja useita bussilinjoja. Raitiotie mahdollistaa bussilinjaston merkittäviä muutoksia, jolloin joukkoliikenteen liikennöintikustannukset paranevat 30 vuoden aikajaksolla merkittävästi sataman ja Skanssin reittihaaroihin verrattuna. Raision ja Runosmäen reittihaaroilla on aiempien maankäyttöarvioiden perusteella karkeasti puolet sataman (Linnakaupungin) tai Varissuon (Tiedepuiston) reittihaaran maankäytön kehittämispotentiaalista Turun puolella, minkä lisäksi Raision reittihaaralla on Raision puolella maankäytön kehittämismahdollisuuksia. Raision ja Runosmäen reittihaarojen maankäytön kehittämispotentiaali on arvioitu samalle tasolle Skanssin reittihaaran kehittämispotentiaalilla.
- Hirvensalon reittihaaran vaikutuksia ei ole arvioitu yhtä tarkasti, mutta todennäköisesti joukkoliikennematkustajia olisi hyvin ja bussilinjaston muokkaukselle olisi edellytyksiä. Haasteena on tehokkaan maankäytön rajalliset kehittämismahdollisuudet raitiotien välittömässä läheisyydessä Pihlajaniemen ja Vaahemäen-Sorttamäen länsipuolta lukuun ottamatta. Laajemmin Hirvensalossa maankäytön kehittämispotentiaali on suuri, mutta se perustuisi raitiotien liityntäliikenteeseen.



Kuva 10.23 Turun seudun raitiotien tavoiteverkko.



Kuva 10.24 Reittihaarojen asukas- ja työpaikkamäärien summa raitiotieverkoston toteututtua. Varissuon ja sataman reittihaarojen asukas- ja työpaikkamäärät perustuvat raitiotien maankäyttöoletuksiin, muilla reittihaaroilla ei ole otettu huomioon raitiotien vaikutusta. Lähde: Turun kaupunki, 2022.

Pysäkkikonsepti

Raitiotiepysäkkien sijainti on pyritty optimoimaan siten, että etäisyydet pysäkeille ovat mahdollisimman sujuvat ja lyhyet, mutta pysäkkejä ei olisi kuitenkaan liikaa. Tiheämpi pysäkkiväli lyhentää kävelymatkoja pysäkeille, mutta alentaa nopeutta sekä matka-aikojen luotettavuutta. Joukkoliikenteen suunnitteluohjeessa HSL-liikenteessä 2016 parhaalla viiden tähden palvelutasolla runko- ja raideliikenteen kävelyetäisyys linnuntietä tulisi tavoitellun tilanteessa olla alle 400 metriä ja maksimissaan 600 metriä. Tampereen raitiotien suunnitteluohjeen mukaan raitiotiepysäkin tulee palvella vähintään 2500 asukkaan tai työpaikan matkustajakysyntää ja sopivaksi pysäkkiväliksi aluekeskuksissa ja tiiviissä kaupunkiympäristössä mainitaan 400-600 metriä. Poikkeuksia voivat muodostaa esimerkiksi julkisten ja kaupallisten palveluiden keskittymä, merkittävä oppilaitos tai joukkoliikenteen solmukohta.

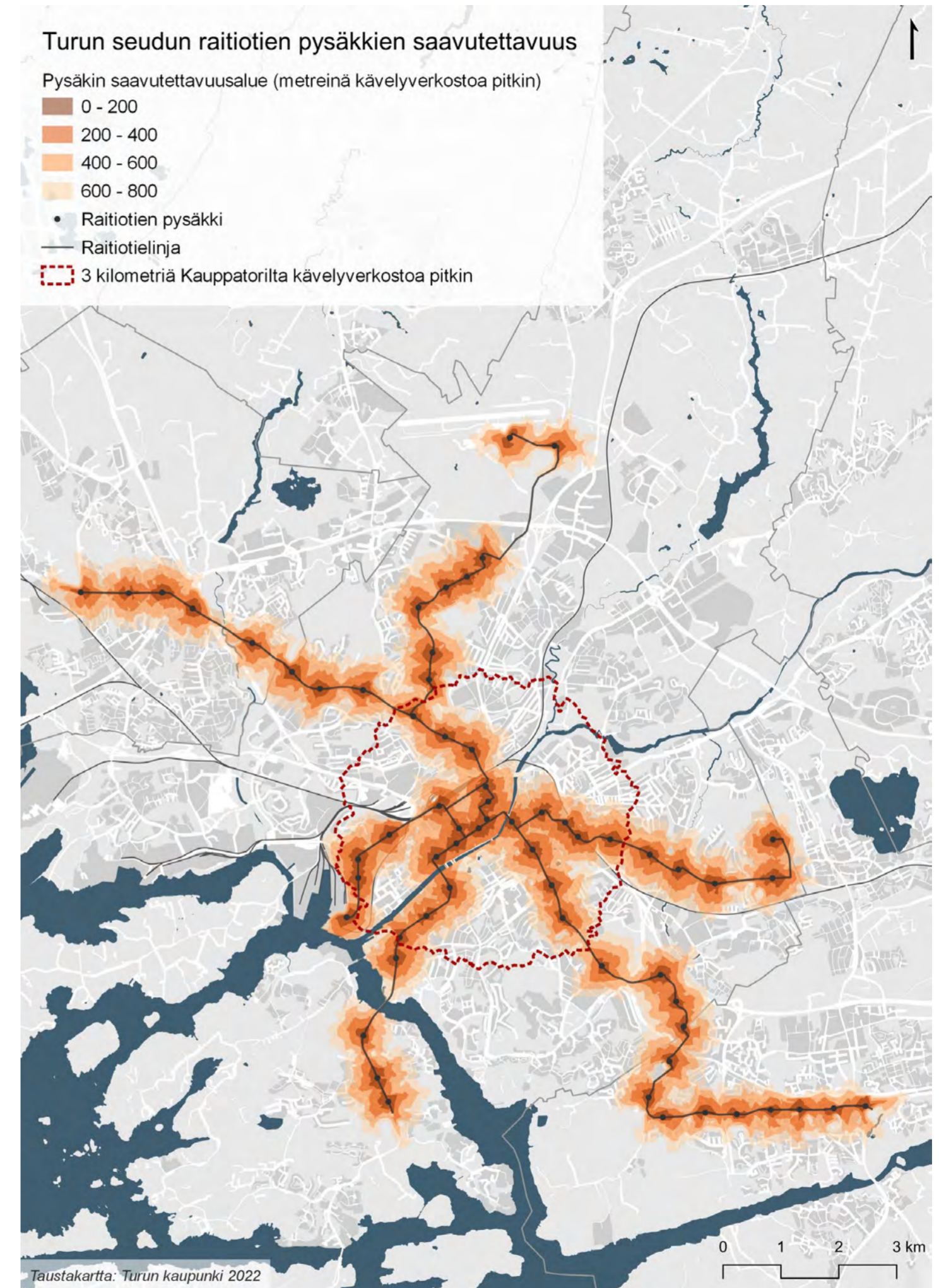
Raitiotiepysäkkien keskimääräinen pysäkkiväli on suositellulla Varissuo-Satama linjauksella noin 690 metriä. Pysäkkiväli on tiheämpi keskustassa, mikä yhdessä jyrkien käännösten kanssa aiheuttaa muita alueita alhaisemman keskinopeuden (kuva 6.2). Vertailun vuoksi Tampereen Hervanta-Lentävänniemi raitiotien, Raide-Jokerin ja Vantaan raitiotien keskimääräinen pysäkkiväli on noin 670-800 metriä.

Vuoden 2050 maankäyttöennusteessa on Turussa vilkkaimmilla pysäkeillä noin 7500-8500 asukasta tai työpaikkaa 600 metrin kävelyetäisyydellä. Vastaavasti hiljaisimmilla pysäkeillä on noin 100-500 asukasta tai työpaikkaa. Edellä mainittuihin lukuihin ei

sisälly Raision ja Kaarinan raitiotiepysäkit ja maankäyttö, koska niistä ei ollut käytävissä vuoden 2050 maankäyttöennustetta. Vuosien 2018-2020 asukas- ja työpaikkamäärätietojen perusteella Raisiossa Raisionkaaren sekä Kaarinassa kaikilla pysäkeillä keskustan kahta pysäkkiä lukuun ottamatta olisi alle 1000 asukasta tai työpaikkaa 600 metrin etäisyydellä.

Mikäli Varissuolla olisi pisimmän linjausvaihtoehdon mukaisesti neljä pysäkkiä, 600 metrin kävelyetäisyydellä olisi yhteensä vain noin 700-750 asukasta tai työpaikkaa enemmän kuin kahdella pysäkillä. Suunnittelun pysäkkikonseptin perusteella raitiotien tavoiteverkkoon ei ole perusteltua sisällyttää Varissuon pidempiä linjausvaihtoehtoja eikä Hännikönkadun pysäkkivarausta. Näiden pysäkkien toteuttaminen poikkeaisi suunnitellusta pysäkkikonseptista, jolloin uhkana on pysäkkien lisäämistarve muuallekin raitiotieverkolle hidastaen matka-aikaa ja heikentäen raitiotien kilpailukykyä. Rieskalähteentien pysäkin välttämättömyyttä Satakunnantiellä tulee myös vielä harkita jatkosuunnittelussa. Muiden Turun pysäkkivarausten toteuttamista perustelee suurempi käyttäjäpotentiaali, joukkoliikenteen potentiaalinen solmukohta tai muu merkittävä käyntikohde.

Yleissuunnitelman tarkennuksesta poiketen Raisiossa raitiotielinjausta olisi jo nykyään käytön vuoksi perusteltua jatkaa keskustasta Kalkelankadun pysäkillä asti heti Raision raitiotien ensimmäisen vaiheen toteuttamisen yhteydessä. Kaarinassa raitiotien nopeuteen tulee kiinnittää huomiota jatkosuunnittelussa, koska matka-aika uhkaa pidentyä epähoukuttelevaksi lyhyehkön pysäkkivälin ja kiertelevän reittilinjauksen vuoksi.



Kuva 10.25 Kävelyetäisyydet raitiotiepysäkeille tavoiteverkossa.

10.22 RAITIOTIEHANKKEEN KOKONAISARVIOINTI

Seuraavassa raitiotien vaikutuksia on arvioitu suhteessa kaupunginhallituksen vuonna 2013 raitiotien toteuttamiselle asettamiin tavoitteisiin. Arviointi on tehty vertaamalla raitiotietä runkobussijärjestelmään. Raitiotielle on asetettu viisi tavoitetta, joista neljään raitiotien arvioidaan vastaavan paremmin kuin runkobussijärjestelmän

1. Kaupungin kilpailukyky, kasvu ja keskustan vetovoima

Raitiotiellä on pitkällä aikavälillä enemmän positiivisia vaikutuksia kaupungin kilpailukykyyn ja se tukee paremmin keskustavision tavoitteiden toteutumista kuin runkobussivaihtoehto.

Käydyin vuorovaikutuksen pohjalta raitiotien arvioidaan nostavan investointihalukkuutta sen vaikutusalueella ja nopeuttavan hankkeiden toteutumista, parantavan kaupungin imagoa ja luovan palvelukeskittymiä pysäkkiympäristöihin. Raitiotien pysyvyys tuo ennakoitavuutta ja luottamusta rakentajille, asukkaille, yrityksille ja sijoittajille Turun alueen pitkäjänteiseen kehittämiseen. Esimerkiksi Tampereella raitiotien varren maankäytön toteutuminen on ollut odotettua nopeampaa. Kilpailussa yrittäjistä ja työllistävästä yrityksistä menestyvät ne kaupungit, jotka onnistuvat houkuttelemaan eniten asukkaita muuttamaan ja pysymään paikkakunnalla. Työvoiman saatavuutta edistää raitiotiehen sitoutuva asuinrakentaminen sekä pehmeät vetovoimatekijät, kuten laadukas ja kestävä julkinen liikenne, viihtyisät ympäristöt sekä autoista vapaat kävelykeskustat.

Raitiotiellä on hyvä imago ja tunnistettava reitti. Sen käyttö on matkustajille helppoa, minkä vuoksi reitin varren alueet keskustan ulkopuolellakin ovat helposti saavutettavissa paikallisille, vierailijoille ja matkailijoille. Modernin eurooppalaisen kaupungin yksi tunnuspiirre on raiteet ja raitiotiejärjestelmä. Myönteinen kierre vahvistaa Turun ja kaupunkiseudun kasvua, kiinnostavuutta ja tunnettuutta.

Toisaalta muista kaupungeista saatujen kokemusten pohjalta raitiotien rakennustöiden haittavaikutukset ovat merkittäviä erityisesti yrityksille ja muun joukkoliikenteen matkustukselle.

2. Kestävä kaupunkirakenne

Raitiotien arvioidaan tukevan kestävästä kaupunkirakenteen kehittymistä runkobussivaihtoehtoa paremmin.

Raitiotie luo edellytyksiä maankäytön tiivistymiselle ja vähentää liikkumisen aiheuttamia päästöjä. Turku on kasvanut viimeisen kymmenen vuoden aikana keskimäärin noin 1800 asukkaalla vuodessa. Vuonna 2050 Turussa ennustetaan olevan 243 000 asukasta. Raitiotie edellyttää ja mahdollistaa tiivistä kaupunkirakennetta, mikä tukee Yleiskaavan 2029 tavoitetta kasvun keskitämisestä joukkoliikennekäytävälle. Samalla liikkumisen aiheuttamat päästöt vähenevät. Satama-Varissuo raitiotien varrella sijaitsee Turun merkittävimmät kaupunkikehityskohdet Tiedepuisto, Linnakaupunki ja keskustan kehittäminen.

Raitiotien vaikutusalueelle arvioidaan toteutuvan noin 35 % enemmän asunto-, toimisto- ja liiketilarakentamista vuoteen 2050 mennessä verrattuna runkobussivaihtoehtoon. Tämä lisämaankäyttö sijoittuu kestävästi liikkumisen kannalta edulliselle alueelle hyvän joukkoliikennetarjonnan varteen ja luo siten edellytyksiä kestäväälle liikenteen kehitykselle.

Liikenneyhteyksillä ja saavutettavuudella on vahva yhteys alue- ja kaupunkikehitykseen. Liikennepoliittiset ratkaisut, kuten merkittävät joukkoliikenneinvestoinnit, stimuloivat monin eri tavoin kaupunkikehitykseen, sillä ne luovat myönteisiä muutosvaikutuksia ei-liikenteellisille, taloudellisille ja sosiaalisille vaikutuksille. Liikennehankkeilla on suoria ja epäsuoria vaikutuksia kaupunkikehitykseen, ja ne voivat toimia alue- ja kaupunkikehittämisen kiihdyttiminä. Raitiotie voi siten vaikuttaa alueiden eriytymiskehitykseen parantamalla joukkoliikenteen saavutettavuutta ja avaamalla uuden maankäytön toteutumismahdollisuuksia. Uudella asuntotuotannolla voidaan ajan kanssa vaikuttaa yksittäisen alueen eriytymiskehitykseen. Raitiotielinja ja uusi asuntotuotanto eivät kuitenkaan riitä yksin kääntämään eriytymiskehitystä, sillä eriytymisen kääntäminen tai lievittäminen edellyttää lisäksi muuta eriytymisvaarassa olevan alueen pitkäjänteistä kehittämistä laajalla toimenpidevalikoimalla.

Raitiotien ilmastovaikutukset koostuvat rakentamisajan ja käyttöajan vaikutuksista. Raitiotien rakentamisesta aiheutuu

merkittävästi ilmastopäästöjä, nyky menetelmillä noin 77,5 kilotonnia CO₂-ekvivalenttia. Mikäli raitiotien rakentamisen päästöt jakautuisivat tasan viidelle vuodelle, raitiotien rakentamisen osuus Turun ilmastosuunnitelman vuoden 2029 tavoitteellisista päästöistä on noin 13 %. Raitiotien rakentamisen päästöjen määrää voidaan vähentää muun muassa vähäpäästöisiä materiaaleja ja työkoneita hyödyntämällä sekä materiaalien kierrätystä ja massatasapainoa optimoimalla. Toteutussuunnitelman ja rakentamisen aikaisilla valinnoilla voidaan vaikuttaa kymmeniä prosentteja rakentamisen päästöihin. Lisäksi betonin ja teräksen valmistus kehittyä parhaalla nopeasti ja erilaisia vähähiilisiä ratkaisuja on jo markkinoilla. Käyttöaikana raitiotievaihtoehtoon ilmastopäästöt ovat runkobussivaihtoehtoa pienemmät erityisesti joukkoliikenteeseen tukeutuvan kaupunkirakenteen kehittymisen vuoksi. Esimerkiksi vuoden 2050 liikenne-ennusteessa liikenteen ilmastopäästöt asukasta kohden vähentyvät Turussa noin 2,3 % (koko Turun seudulla noin 0,7 kilotonnia CO₂-ekv/v). Raitiotien elinkaaren aikaisten päästöjen laskeminen on haastavaa pitkän aikavälin kumulatiivisten vaikutusten ja monien epävarmuuksien vuoksi. Raitiotien rakentamisesta nyky menetelmin aiheutuvien ilmastopäästöjen voidaan arvioida kuitenkin kumoutuvan vasta hyvin pitkän ajan kuluessa käytön aikana saavutettavilla päästövähennyksillä. Rakentamisen aikaisten päästöjen vähentäminen on siten ilmastovaikutusten kannalta olennaista. Runkobussivaihtoehtodossa rakentamisesta aiheutuvia ilmastopäästöjä ei ole laskettu.

3. Kaupungin asukkaiden viihtyvyys ja hyvinvointi

Raitiotien vaikutukset asukkaiden viihtyvyyteen ja hyvinvointiin ovat positiivisempia kuin runkobussivaihtoehdossa. Hankkeeseen liittyy merkittävästi laadukkaiden katutilojen sekä viher- ja oleskelualueiden uudistamista usein ”seinästä seinään”. Samalla liikennejärjestelmän luotettavuus, helppous, autottoman elämän mahdollisuus, esteettömyys ja turvallisuus paranevat suhteessa busseihin, mikä sopii kaikille ikäryhmille.

Heikkoutena ovat raitiotiehen liittyvät ajo-angot ja sähkönsyöttöasemat, jotka heikentävät kaupunkikuvaa.

4. Sujuva liikennejärjestelmä ja houkutteleva joukkoliikenne

Liikennejärjestelmän ja joukkoliikenteen kannalta vaikutukset ovat raitiotievaihtoehdossa hieman positiivisemmat kuin runkobussivaihtoehdossa.

Raitiotie lisää runkobussivaihtoehtoa enemmän joukkoliikenteen käyttöä. Raitiotiellä ennustetaan olevan noin 22 000 nousijaa vuorokaudessa vuonna 2030 ja noin 43 600 nousijaa vuorokaudessa vuonna 2050. Raitiotien vahvuksina bussiliikenteeseen verrattuna ovat laatutekijät kuten liikennöinnin luotettavuus, esteettömyys, reitin hahmotettavuus, matkustusmukavuus ja suuri välityskyky. Raitiotien hyödyt ulottuvat alueellisen ja valtakunnallisen liikennejärjestelmän solmupisteiden kautta reittiä laajemmalle alueelle. Raitiotien toteutuksen yhteydessä parannetaan merkittävästi pyöräilyn olosuhteita parantamalla olemassa olevia pyörävyliä ja rakentamalla uusia.

Keskustan joukkoliikennekaistoilla kehitetyn runkobussijärjestelmän matka-ajat ovat kilpailukykyisiä raitiotien kanssa, jos merkittävää ketjuuntumista ei tapahdu. Pitkällä aikavälillä runkobusseilla on riski ketjuuntumiselle, kun vuoroväliä joudutaan tihentämään alle viiden minuutin. Vaikka liikenne-ennusteen mukainen huipputunnin matkustajakuormitus on esimerkiksi ”Joukkoliikenteen suunnittelupohje HSL-liikenteessä 2016” mukaan järjestettävissä nivelbusseilla viiden minuutin vuorovälillä, Varissuon bussien ruuhkaisuudesta annetaan Fölille palautetta jo nykytilanteessa. Erityisesti yksittäiset vuorot voivat olla ruuhkaisia. Runkobussijärjestelmän kapasiteetti ei riitä, jos joukkoliikenteen matkustajamäärät kasvavat kaupungin tavoitteiden mukaisesti eli enemmän kuin matkustajamääräennusteissa.

Turun ja kaupunkiseudun ennustettu asukas- ja työpaikkamäärän kasvu lisää kaikkien kulkutapojen liikennemääriä. Jalankulun, pyöräilyn ja joukkoliikenteen matkamäärien ennustetaan kasvavan suhteellisesti enemmän kuin autoliikenteen sekä raitiotievaihtoehdossa että runkobussivaihtoehdossa.

Henkilöautoliikenteen kaistamäärien väheneminen heikentää jossain määrin henkilöautoliikenteen sujuvuutta. Toisaalta myös runkobussivaihtoehdossa on oletettu olevan joukkoliikennekaistat Aninkaistenkadulla, Uudenmaankadulla ja Hämeenkadulla, joten vaihtoehtojen väliset erot henkilöautoliikenteessä ovat pienet. Pitkällä aikavälillä maankäytön kasvusta johtuvaan autoliikenteen kysynnän kasvuun ei pystytä vastaamaan keskustassa autoliikenteen kapasiteettia lisäämällä, koska kadut on jo rakennettu seinästä seinään eikä kaistoja saada enää lisää. Vaarana on sekä autotietä joukkoliikenteen ruuhkautuminen.

Keskustan saavutettavuus ruuhka-aikoinakin pyritään varmistamaan erottamalla joukkoliikenne kriittisimmillä reiteillä autoliikenteestä erillisille kaistoille sekä varmistamaan pyöräilyn ja jalankulun verkostojen jatkuvuus, sujuvuus ja turvallisuus. Näin tuetaan tilatehokkaiden ja kestävien kulkutapojen toimintaedellytyksiä ja houkuttelevuutta. Autoliikenteen pääväyläverkkoa pyritään yleiskaavan mukaisesti kehittämään Turun keskustan ohittavilla väylillä. Suositelussa reittivaihtoehdossa Humalistonkatu välillä Eerikinkatu-Puutarhakatu muutetaan joukkoliikennekaduksi, jolloin Käsityöläiskatu ottaa Humalistonkadun autoliikenteen nykyistä roolia.

5. Taloudellisesti kestävä investointi

Taloudellisen kestävyuden kannalta runkobussivaihtoehto on raitiotievaihtoehtoa kannattavampi investointi käytetyillä oletuksilla.

Kaikki raitiotievaihtoehdot jäävät selkeästi alle yhteiskuntataloudellisen kannattavuusrajan. Hankkeen merkittävin yhteiskuntataloudellinen hyötyerä on kuluttajan ylijäämä, joka tarkoittaa käytännössä matkustajien aika- ja palvelutasohyötyjä. Yhteiskuntataloudellisessa laskelmassa aikasäästöt ovat suuremmat kuin liikennöintikustannusten kasvu, mutta ne eivät maksa takaisin hankkeen korkeaa investointikustannusta. Joukkoliikennejärjestelmän liikennöintikustannukset kasvavat raitiotien myötä merkittävästi, koska erityisesti sataman suunnalla saada merkittäviä säästöjä bussilinjaston karsimisesta Raision ja Runosmäen suuntiin verrattuna.

Raitiotien kumulatiiviset pääoma- ja käytötalousvaikutukset kuntatalouteen 30 vuoden aikana ovat negatiiviset. Kuntatalouden kannalta reittivaihtoehdoista paras on Humalistonkadun reittivaihtoehto.

Kuntatalouslaskelmaan sisältyy merkittäviä epävarmuustekijöitä monien oletusten sekä pitkän tarkasteluajavälin vuoksi. Merkittävä kuntatalousvaikutus on muun muassa raitiotien vaikutuksella Turun asukasmäärään, Turun väestöprofiililla, korkokannalla ja rakentamiskustannuksilla. Esimerkiksi mikäli raitiotie- ja runkobussivaihtoehtojen asukasmääräero olisi vuonna 2050 oletetun 4300 asukkaan sijaan 10 000 - 15 000 asukasta, voisi erittäin karkean laskelman perusteella raitiotien suositeltu reittivaihtoehto VE1 olla kuntatalouden kannalta runkobussivaihtoehtoa kannattavampi 30 vuoden kumulatiivisessa tarkastelussa.

Mikäli raitiotietä verrataan runkobussivaihtoehdon sijaan nykytilanteeseen, erityisesti kiinteistötaloustulot ovat moninkertaisia runkobussivertailuun nähden. Reitin varren kiinteistötaloustuloilla, lipputuloilla ja rakentamisesta palautuvilla verotuloilla voitaisiinkin karkean arvion mukaan kattaa raitiotien suositellun reittivaihtoehdon kuntatalousvaikutukset 30 vuoden aikana, vaikka rakennusoikeuden arvolla tarkistetuista kiinteistötaloudellisista tuloista vähennettäisiin sataman kehittämiselle korvaamarkityt tulot sekä pääosin jo toteutuneet kiinteistötaloustulot.

Kuntatalouden kannalta raitiotien merkittävimmät vaikutukset aiheutuvat kasvavista tonttien myyntituloista ja maankäyttösopimuskorvauksista, kasvavista joukkoliikenteen lipputuloista, kasvavista joukkoliikenteen liikennöintikustannuksista, raitiotien infrastruktuurin ja varikon poistoista ja korkokuluista. Tulee myös huomata, että raitiotien yhteydessä joukkoliikenneinvestoinnin lisäksi investoidaan huomattavasti kunnallistekniikkaan, jalankulku- ja pyörävyliin sekä autoliikenteen järjestelyihin.

11

JATKOSUUNNITTELU

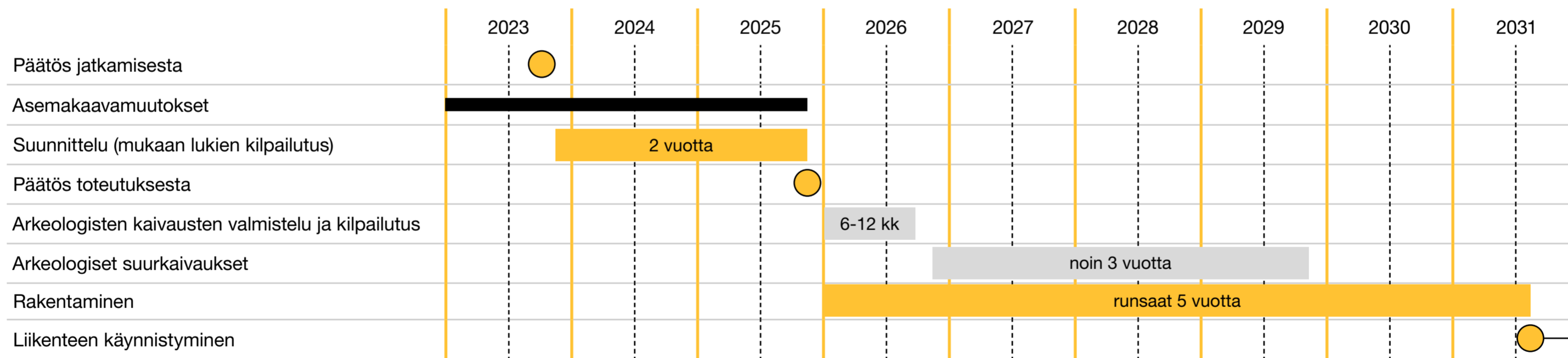
11.1 TOTEUTUSMUOTO JA AIKATAULU

Turun raitiotie on mahdollista toteuttaa erilaisilla hankintamalleilla. Toteutusmuodosta laaditaan erillinen selvitys, jossa arvioidaan eri toteutusmuotojen hyviä ja huonoja puolia Turun raitiotien kannalta.

Raitiotie voidaan hankkia **perinteisellä mallilla**, jossa aluksi laaditaan toteutus-suunnitelmat ja sen jälkeen kilpailutetaan rakennusurakka. Viimeaikoina ovat yleistyneet erilaiset **allianssimallit** raitiotiehankkeiden toteutusmuotoina, joista esimerkkinä Tampereen raitiotie sekä Helsingin seudulla Raide-Jokeri, Kruunusillat ja Kalasatama-Pasila -hanke. Allianssimallissa hankkeen eri osapuolet (tilaaja, urakoitsija

ja suunnittelija) tyypillisesti solmivat yhteisen sopimuksen, jossa sovitaan myös riskien ja hyötyjen jakamisesta. Yksi mahdollisuus olisi myös toteuttaa raitiotie **STk-urakkamallilla** (Suunnittele-toteuta-malli kehitysvaiheella). STk-mallissa on kehitysvaihe, jonka aikana kehitetään yhdessä suunnitelmia (urakoitsija, suunnittelija ja tilaaja). Kehitysvaihe kestää tyypillisesti noin puoli vuotta, jonka jälkeen luovutetaan tilaajalle lopulliset toteutus-suunnitelmat. Kehitysvaiheen aikana on tavoitteena yhdessä löytää innovatiivisia ratkaisuja, joilla voidaan esimerkiksi säästää resursseja toteutusvaiheessa.

Kuvassa 11.1 on esitetty karkea aikataulu ja siihen liittyvät keskeiset päätöksentekopisteet. Toteutusmuodolla ei ole merkittävää vaikutusta aikatauluun eikä päätöksentekoaikajankohtiin. Oletuksena kuvassa on, että hankkeen jatkamisesta tehdään päätös syksyllä 2023.



Kuva 11.1 Suuntaa-antava aikataulu.

11.2 JATKOSSA HUOMIOTAVIA ASIOITA

Työn aikana on tunnistettu seuraavia asioita, joihin on kiinnitettävä erityisesti huomiota raitiotien toteutuksen seuraavissa vaiheissa:

- Jatketaan avointa vuorovaikutusta asukkaiden, yritysten ja muiden sidosryhmien kanssa kaikissa suunnittelu- ja toteutusvaiheissa.
- Tehdään tiivistä yhteistyötä maankäytön suunnittelun kanssa. Esimerkiksi satama-aluetta ja Tiedepuistoa suunnitellaan aktiivisesti ja raitiotiellä on toteutuksessaan kummassakin keskeinen rooli.
- Varmistetaan elinkeinoelämän toimintaedellytykset erityisesti keskusta-alueella, johon kohdistuvat raitiotien rakentamisen aiheuttamat suurimmat muutokset nykytilaan.
- Seurataan joukkoliikenteen matkustajamäärien kehitystä. Koronapandemian myötä etätyön suosio on kasvanut ja muutos saattaa osin jäädä pysyväksi. Tällä olisi vaikutusta erityisesti ruuhka-aikeiden kysyntään.
- Panostetaan työnaikaisiin liikennejärjestelyihin erityisesti keskusta-alueella. Kaikille liikennemuodoille (henkilöautoliikenne, joukkoliikenne, pyöräily ja jalankulku) on varmistettava laadukkaat, toimivat ja turvalliset tilapäisjärjestelyt rakentamisen aikana.
- Tehdään liikenteen toimivuustarkasteluja etenkin joukkoliikenteelle kriittisistä kohdista, jotta voidaan varmistaa joukkoliikenteen toimintaedellytykset ja tarvittaessa kehittää suunnitelmaratkaisuja.
- Varmistetaan Hämeenkadun ja Uudenmaankadun kohdalla, että arkeologiset kohteet eivät vaurioidu niin rakentamisen aikana kuin liikenteen avauduttua.
- Arvioidaan, onko tarkoituksenmukaista saneerata laajemmin muun muassa katu- ja kunnallistekniikkaa kuin raitiotien toteuttaminen vaatisi.
- Simuloidaan ratasähköjärjestelmä määritysten ja syöttöasemien sijoittelun tarkentamiseksi.
- Tarkennetaan ratasähkön sähkömagneettisia vaikutuksia herkkiin kohteisiin.
- Määritetään työssä esitettyjen luontoarvoselvitysten toteuttamisajankohdat.
- Varmistetaan jatkosuunnittelussa, että suunnitteluratkaisut ja materiaalivalinnat ohjaavat mahdollisimman pieniin päästömääriin ja kustannuksiin.
- Harkitaan kokonaisvaltaisen päästöarvion laatimista, jossa huomioidaan raitiotien rakentamisen ja liikenteen päästömuutosten lisäksi vaikutukset asuin- ja toimitilarakentamisen hiilidioksidipäästöihin.

11.3 RISKIENHALLINTA

Työn aikana

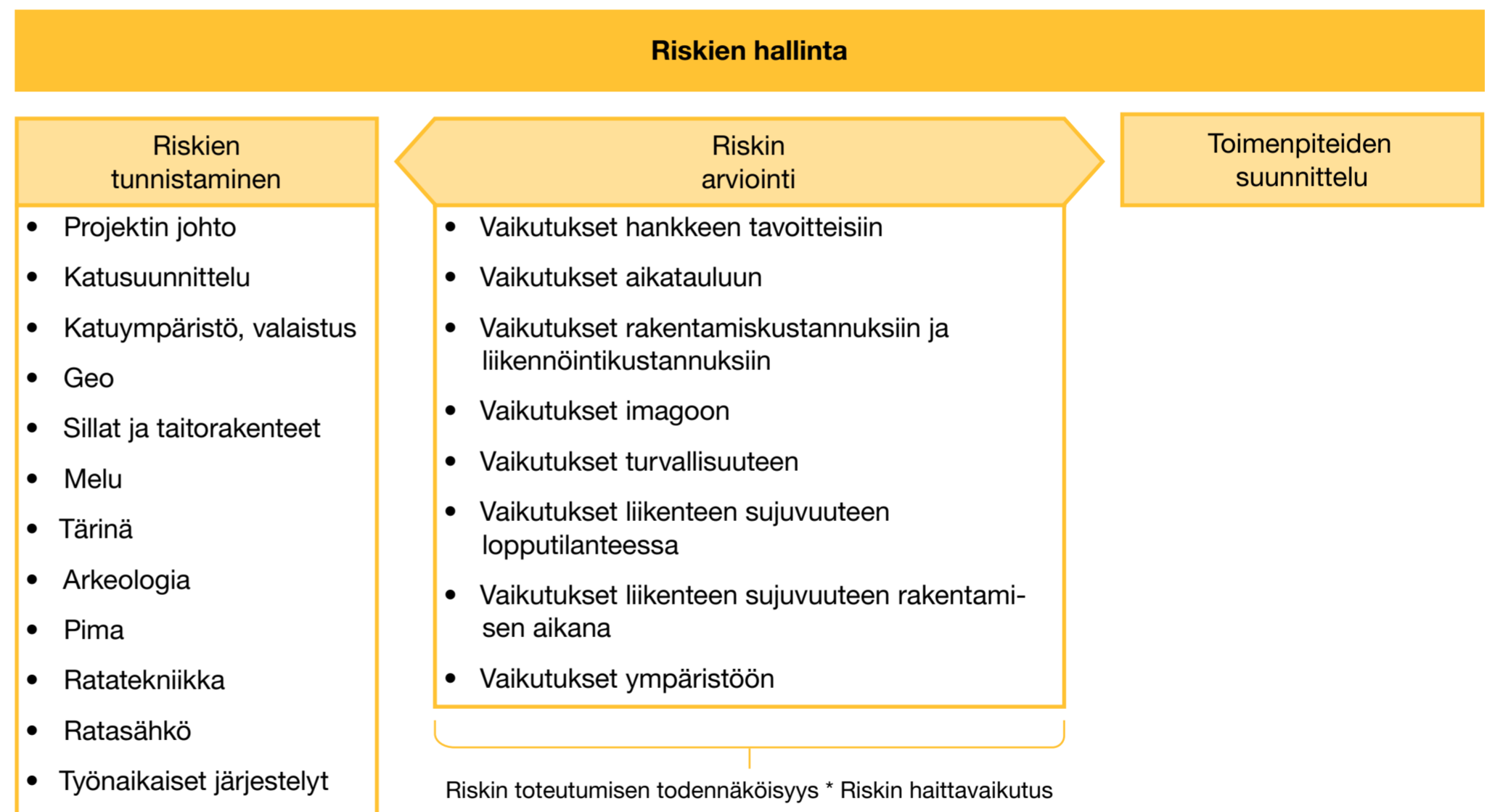
Yleissuunnitelman laadinnan alussa todettiin merkittäväksi riskiksi se, että ei löydetä hyviä suunnitteluratkaisuja erityisen haastaville kohteille, joita olivat keskusta-alue, raitiotien risteäminen satamaradan kanssa ja varikkoratkaisu. Toimenpiteenä riskin hallitsemiseksi oli se, että suunnittelutyö aloitettiin näistä kohteista, jotta niille saatiin varmistettua riittävä suunnittelu-aika.

Suunnittelutyön riskejä pienennettiin myös perustamalla useita pientyöryhmiä, jotka keskittyivät oman osaamisalueensa asioihin. Pienryhmät muodostettiin seuraaville osa-alueille: Design Manual, Geo ja arkeologia, Johtosiirrot ja ratasähkö, Liikennesuunnittelu, Kustannushallinta, Melu ja täriinä, Vaikutustenarviointi ja Vuorovaikutus.

Työn aikana oltiin aktiivisesti yhteydessä Väylävirastoon koskien satamaraitien risteämistä sekä varikkoratkaisua, joka sijoittuu osittain rata-alueelle. Satamaraitien risteämiseen liittyvä ongelma poistui työn aikana, kun satamaraitien linjaus muuttui siten, että raitiotien ei tarvitse lainkaan risteä junaraiteiden kanssa.

Jatkovaiheissa

Seuraavissa suunnitteluvaiheissa riskienhallinta on syytä systematisoida siten, että riskejä tunnistetaan ja arvioidaan jatkuvasti ja niiden hallitsemiseksi määritetään toimenpiteet. Tunnistetuille riskeille on suositeltavaa arvioida riskin toteutumisen todennäköisyys ja kuinka suuri haittavaikutus on riskillä sen toteutetussa. Asiaa on havainnollistettu kuvassa 11.2



Kuva 11.2 Riskienhallinta jatkossa.

LIITTEET

Liite 3.1 Syksyn 2021 vuorovaikutuksen keskeiset tulokset

Liite 3.2 Kevään 2022 vuorovaikutuksen keskeiset tulokset

Liite 4 Design Manual

Liite 5.1 Liikennesuunnitelmat

Liite 5.2 Pituusleikkaukset

Liite 5.3 Tyyppipoikkileikkaukset

Liite 5.4 Magneettikenttäselvitys ja syöttöasema/Ratatek

Liite 5.5 Pohjanvahvistukset ja johtosiirrot arkeologia-alueilla

Liite 5.6 Kaapelisiirtosuunnitelmat

Liite 5.7 Vesihuolto- ja pohjanvahvistussuunnitelmat

Liite 6.1 Yhteiskaistat ja -pysäkit selvitys

Liite 6.2 Yhteiskäyttöpysäkkien toimivuusanalyysit

Liite 7.1 Kustannuslaskennan ja päästöarvion raportti

Liite 7.2 Kustannuslaskennan rajaukset

Liite 7.3 Rakentamiskustannukset ja päästöarviot osioittain

Liite 7.4 Fore-hankeosalaskentaraportti

Liite 7.5 Pitoajat ja jäännösarvot

Liite 7.6 Pintamateriaalien ja kalusteiden hiilijalanjälkivertailun raportti

Liite 10.1 Meluselvitys

Liite 10.2 Tärinäselvitys

Liite 10.3 Toimivuustarkastelujen keskeiset tulokset

Erillisselvityksiä

- FCG, Turun ratikan kuntatalous- ja verovaikutukset, 8.5.2023
- Arkeologiaselvitys, Muuritutkimus Oy, 21.9.2022
- Turun raitiotie, ympäristökustannusten tarkastelu, Ramboll, 17.5.2022
- Turun Satama-Varissuo raitiotien kiinteistöaloudellinen analyysi, Newsec Advisory Finland Oy, 25.4.2022
- Turun raitiotien kysyntäennusteet, Ramboll/WSP päivitetty versio 21.3.2023
- Satama-Varissuo raitiotien vaikutus maankäyttöön, Turun kaupunki, 17.12.2020
- Raitiotie Satama - Varissuo kuntataloudelliset vaikutukset, 8.5.2023, Turun kaupunki