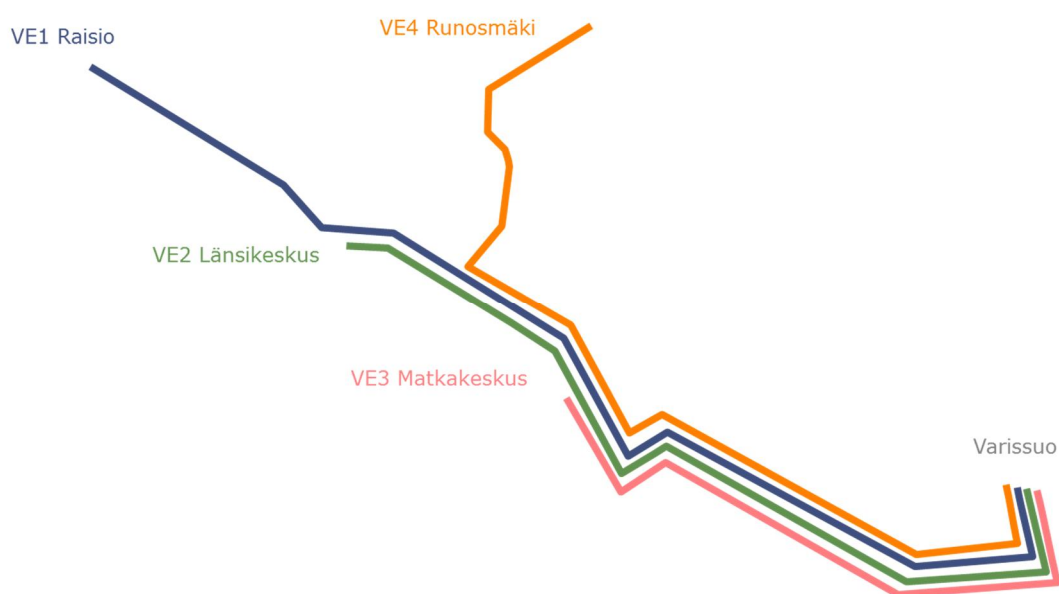


Turun raitiotien yleissuunnitelman tarkennus – liikennemallitarkastelut



Sisällys

1.	Ennusteen laatimisen periaatteet	3
	Turun seudullinen liikenne-ennustemalli	3
	Nykyennusteen tarkistus ja arviointi.....	3
2.	Vaihtoehtojen kuvaus	4
	Liikenneverkot	4
	Joukkoliikennelinjastot.....	4
	Maankäyttö.....	4
3.	Luotettavuus- ja laatutekijöiden kuvaaminen matkustajamääräennusteissa	10
	Luotettavuus- ja laatutekijät matkustajamääräennusteissa.....	10
	Kirjallisuuskatsaus raidefaktorista	10
	Laatu- ja luotettavuustekijät aiemmissa raitiotien matkustajamääräennusteissa	11
	Laatu- ja luotettavuustekijöiden kuvaaminen ennusteessa	11
4.	Liikennemallitarkasteluiden tuloksia	12
	Joukkoliikenteen kulkutapaosuus seudulla	12
	Joukkoliikenteen matkustajamäärät.....	13
	Raitiotien matkustajamäärät vuorokausitasolla	14
	Huipputunnin matkustajakuormitus.....	15
	Vaihdollisten matkojen määrä.....	20
	Henkilöautoliikenteen siirtymät	21
5.	Herkkyystarkastelut.....	22
6.	Johtopäätöksiä mallitarkasteluista	23
7.	Malliin liittyviä kehittämissuhteita.....	24

1. Ennusteen laatimisen periaatteet

Turun seudullinen liikenne-ennustemalli

Tarkastelut on tehty Turun seudullisella liikenne-ennustemallilla. Turun kaupunkiseudun (Kaarina, Lieto, Naantali, Raisio ja Turku) kattava liikenne-ennustemalli on alun perin laadittu vuosina 1997–1998 tehtyjen liikennetutkimusten perusteella ja sitä on päivitetty viimeksi syksyllä 2016 Turun yleiskaavan liikenne-ennusteisiin. Päivityksissä mallinnettu alue on laajennettu käsittämään koko kaupunkiseudun rakennemallialue.

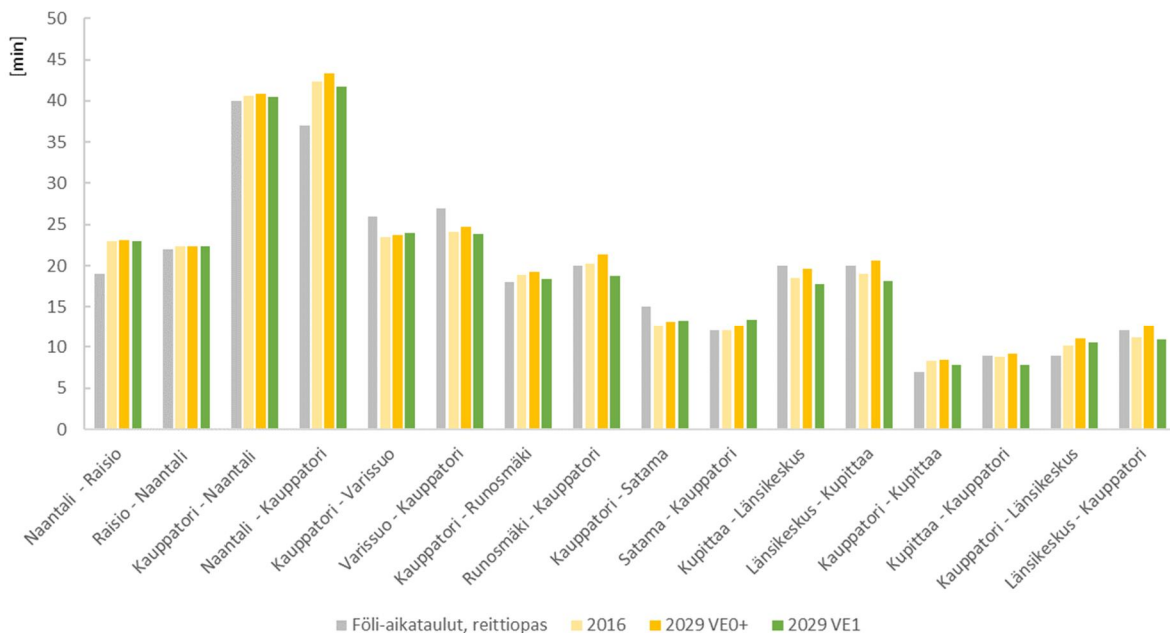
Liikennemallissa on kuvattu seuraavat kulkutavat: kevyt liikenne (kävely ja pyöräily yhdessä), henkilöautoliikenne, joukkoliikenne ja raskas liikenne. Liikennemalli käsittää henkilöliikenteen matkatuoto-, kulkutapa- ja suuntautumismallit. Ulkoinen henkilöautoliikenne ja tavaraliikenne on lisätty malliin liikennetutkimusten tietojen perusteella. Malli ei sisällä ulkoisen joukkoliikenteen kuvausta (pitkämatkainen joukkoliikenne).

Liikennemallissa kysyntä on kuvattu erikseen aamu- ja iltahuipputunnille (AHT, IHT) sekä päivätunnille (PT). Tuntikohtaiset ennusteet laajennetaan vuorokausikohtaisiksi tunnusluvuiksi kaavalla:

$$1,35 \times (2 \times \text{AHT} + 8 \times \text{PT} + 2 \times \text{IHT}).$$

Nykyennusteen tarkistus ja arviointi

Ennusteen laatimisen pohjaksi on tarkistettu mallin joukkoliikenteen kuvausta nykytilanteen bussiliikenteen aikataulujen ja joukkoliikenteen nousijamäärien perusteella. Joukkoliikenteen matka-aikojen osalta tarkistettiin bussien tarjoamia matka-aikoja suhteessa aikatauluihin keskeisillä yhteysväleillä (kuva 1). Bussien ajoaikojen kuvaus vaikuttaa suoraan siihen, kuinka kilpailukykyisiä runkobussit ovat raitiotiehen verrattuna. Tarkastelun perusteella mallinnetut nykytilanteen ajoajat vastaavat karkeasti katsoen aikatauluaikoja, eikä systemaattista virhettä ole havaittavissa. Yksittäisenä poikkeuksena malli aliarvioi hieman Naantalin ja Raision välistä matka-aikaa.



Kuva 1. Mallinnettujen bussilinjaston ajoaikojen vertailu

Lisäksi joukkoliikenteen vastusparametreja on säädetty perustuen matkakorttiaineistosta saatuihin bussien nousijatietoihin. Nousijatiedoissa havaittiin lähtötilanteessa selkeästi liian vähän joukkoliikennematkoja Runosmäessä ja Varissuolla sekä vastaavasti liikaa nousuja Kaarinan, Naantalin ja Raision suunnalla. Tämä virhe aiheuttaa vääristymää työssä tutkittavien linjausvaihtoehtojen välillä ja siksi mallin toimintaa korjattiin kevyen liikenteen vastuslaskennan, kulkutavan valinnan sekä joukkoliikenteen sijoittelupainojen (nousuvastus) osalta.

Lisäksi yleiskaavan liikenne-ennusteissa käytetty suurten kauppakeskittymien (Mylly, Skanssi, Länsikeskus ja Kuppittaa) kerroin on poistettu käytöstä, koska alueille suuntautui nykytilanteen liikenne-ennusteessa havaittua selvästi enemmän joukkoliikennematkoja.

2. Vaihtoehtojen kuvaus

Liikenne-ennusteet perustuvat ennustevuosien 2029 ja 2050 vaihtoehtokohtaisiin liikenneverkko-, joukkoliikennelinjasto- sekä maankäyttökuvauksiin. Työssä on tarkasteltu raitiotielle ja superbussille neljää erilaista linjausvaihtoehtoa:

- VE1 Raisio – Varissuo,
- VE2 Länsikeskus – Varissuo,
- VE3 Matkakeskus – Varissuo,
- VE4 Runosmäki – Varissuo.

Lisäksi liikennemallitarkasteluiden vertailuvaihtoehdoksi on muodostettu nolla- ja nollaplusvaihtoehdot. Yhteenveto vaihtoehtojen sisällöstä on esitetty taulukoissa 1 ja 2.

Liikenneverkot

Liikenneverkon kuvauksessa on mukana yleiset tiet sekä tärkeimmät kadut. Liikenneverkot perustuvat Turun yleiskaavan 2029 liikenne-ennusteisiin¹, joissa on muodostettu liikenneverkkokuvaukset vuosille 2029 ja 2050. Liikenneverkolle toteutettavat hankkeet ovat ennustevuosina samanlaiset, mutta raitiotie- ja superbussivaihtoehdoissa oletetaan toteutettavaksi keskustan rauhoittamistoimenpiteet sekä joukkoliikennekaistat akselille Aninkaistenkatu–Uudenmaankatu sekä Hämeenkadulle.

Turun keskustavisiassa 2050 on auto- ja joukkoliikenteen liikenneverkon osalta esitetty erilaisia ratkaisuja kuin tässä ennusteessa, koska keskustavisiota julkaistiin tämän työn ennusteen laadinnan jälkeen.

Joukkoliikennelinjastot

Joukkoliikennelinjastojen osalta liikennemalliin on kuvattu vaihtoehtokohtaiset linjastot koko mallialueella. Joukkoliikennelinjastojen suunnittelua on tehty yleissuunnitelman tarkennuksen yhteydessä ja niistä on tehty erillinen muistio², jossa on kuvattu tarkemmin linjastojen erot. Vaihtoehtoina on tarkasteltu nykyisen kaltainen VE0 linjasto, runkobusseihin perustuva VE0+ linjasto sekä samoin runkobusseihin perustuvat raitiotie- ja superbussilinjastot. Raitiotie- ja superbussilinjastot ovat samanlaiset samoilla linjausvaihtoehdoilla.

Erot superbussin ja raitiotien välillä perustuvat kuvattuun nopeustasoon sekä kulkutapakohtaisiin laatu- ja luotettavuustekijöihin. Pysäkkivälien nopeustaso on saatu ennusteiden lähtökohdaksi yleissuunnitelman tarkennuksen yhteydessä tehdyistä OpenTrack -simuloinneista. Laatu- ja luotettavuustekijöitä kuvataan raidefaktorilla, jonka määräytyminen on selostettu luvussa 3.

Maankäyttö

Maankäytön osalta on käytetty syksyn 2016 maankäyttöennusteita (taulukko 1). Yleissuunnitelman tarkennuksen aikana on tapahtunut merkittäviä muutoksia, jotka eivät olleet tiedossa liikenne-ennusteen laadintahetkellä. Positiivinen rakennemuutos on parantanut Turun ja seudun kasvuennusteita, minkä vuoksi mm. on nostettu yleiskaavan 2029 mitoitusavoitteita noin 20 000 asukkaalla ja 10 000 työpaikalla toukokuussa 2017. Tässä suunnitelmassa on käytetty aiempia kasvuennusteita.

¹ "Turun yleiskaavan liikenne-ennusteet 2016" (Strafica 2016)

² "Muistio – Bussilinjaston raitiotie- ja superbussivaihtoehdot" (Ramboll 2017)

Taulukko 1. Liikenne-ennusteessa käytetyt asukas- ja työpaikkamäärät kaupunkiseudun keskeisten alueiden osalta.

Kunta	Asukasmäärät			Työpaikkamäärät		
	2015 (YKR)	2029	2050	2012 (YKR)	2029	2050
Turku	180 676	200 675	217 703	91 046	106 879	125 623
Aura	3 887	4 382	4 606	1 246	1 157	1 182
Kaarina	32 530	45 760	52 991	8 683	10 199	11 190
Lieto	18 921	21 531	22 843	5 356	5 594	5 835
Parainen	15 369	17 194	18 073	4 845	4 321	4 413
Masku	9 574	10 538	11 077	2 361	2 382	2 436
Mynämäki	7 767	8 888	9 342	1 901	1 960	2 007
Naantali	18 718	23 979	26 439	5 558	6 226	6 728
Nousiainen	4 816	5 332	5 605	991	1 055	1 082
Paimio	10 534	11 616	12 209	3 389	3 529	3 590
Raisio	23 793	28 746	30 275	9 504	10 813	11 730
Rusko	6 022	6 362	6 642	1 592	1 439	1 475
Sauvo	2 986	3 348	3 520	658	709	726
Yhteensä	335 593	388 351	421 325	137 130	156 262	178 017

Maankäyttötietoja kuvaavia osa-aluekohtaisia muuttujia ovat asukasmäärä (asukkaat yhteensä sekä ikäryhmittäin 7–17-vuotiaat, 18–64-vuotiaat ja 65–90-vuotiaat), kokonaistyöpaikkamäärä, kaupan työpaikkojen määrä ja palvelutyöpaikkojen määrä.

Maankäyttötiedot perustuvat yleiskaavan maankäyttötietoihin sekä raitiotien käytävissä raitiotien kaupunkirakennetarkasteluun³. Kaupunkirakennetarkastelun maankäyttötietoja on edelleen muokattu liikennemallin lähtötiedoiksi. Liikenne-ennusteen asukas- ja työpaikkamäärät ennustetilanteissa on laskettu seuraavilla periaatteilla:

Asukasmäärä (asukkaat yhteensä sekä ikäryhmittäin 7–17-vuotiaat, 18–64-vuotiaat ja 65–90-vuotiaat)

- Kaupunkirakennetarkastelun asumisen kerrosala vuoteen 2050 on muunnettu asukkaiksi kertoimella 1 asukas per 50 k-m².
- Vuoden 2025 asukasmäärät lasketaan aluekohtaisesti siten, että vuoden 2050 asukasmäärästä ajatellaan toteutuvan vuoteen 2025 mennessä yhtä suuri osuus kuin yleiskaavassa, jossa on asukasmäärät erikseen molemmille ennustevuosille. Raisiossa oletetaan toteutuvan karkeasti puolet uudesta rakentamisesta.
- Eri ikäryhmien osuudet alueen asukkaista pysyvät alueittain samana kuin nykytilanteessa.
- Nykyisen asutuksen asumisväljyyden kasvu lasketaan siten, että nykyisen väljyyden oletetaan olevan 40 k-m²/asukas ja ennustevuonna (2050) 50 k-m² / asukas.

Asukasmäärien kehitystä tarkasteltaessa on huomioitava asumisväljyyden kasvu, jonka vuoksi asukasmäärät jopa laskevat suhteessa nykytilanteeseen monella alueella, huolimatta rakennetusta lisäkerrosalasta.

Työpaikkamäärä (kokonaistyöpaikkamäärä, kaupan työpaikkojen määrä ja palvelutyöpaikkojen määrä)

- Kaupunkirakennetarkastelun muu kerrosala vuoteen 2050 on muunnettu työpaikoiksi kertoimella 1 työpaikka per 60 k-m². Kertoimen käyttöä on perusteltu tarkemmin muistiossa "Maankäytön kuvaus Turun raitiotien yleissuunnitelman vaihtoehtoverailussa" (Turun kaupunki 2014).
- Vuoden 2025 työpaikkamäärät lasketaan aluekohtaisesti siten, että vuoden 2050 työpaikkamäärästä ajatellaan toteutuvan vuoteen 2025 mennessä yhtä suuri osuus kuin yleiskaavassa, jossa on työpaikkamäärät erikseen molemmille ennustevuosille. Raisiossa oletetaan toteutuvan karkeasti puolet uudesta rakentamisesta.
- Kaupan ja palvelun työpaikkojen määrä laskettu kokonaistyöpaikkamäärästä siten, että osuus kaikista työpaikoista pysyy alueittain samana kuin nykytilanteessa.

³ " Turun raitiotien kaupunkirakennetarkastelu" (Turun kaupunki 2016)

Maankäytön kokonaismäärät raitiotien käytävässä on esitetty kuvissa 2–5. Tarkemmat aluekohtaiset maankäyttötiedot on esitetty liitteessä 1.

Taulukko 2. Vuoden 2029 tarkastelutilanteet

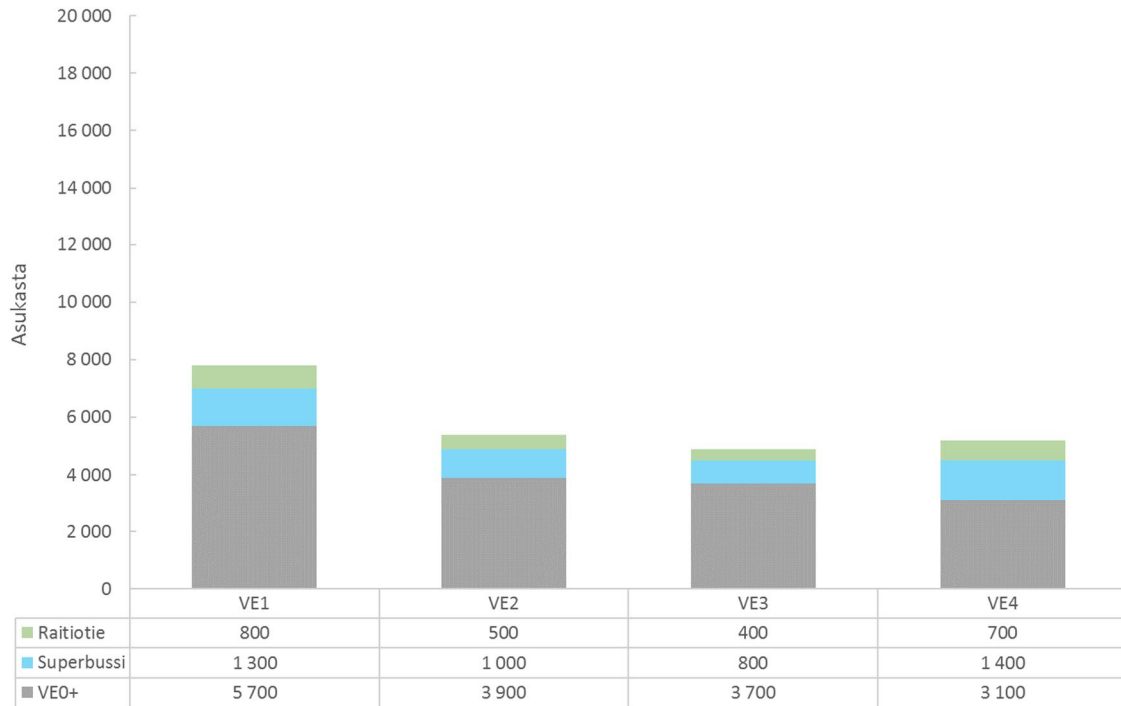
Vaihtoehto	Ajoneuvoliikenteen verkko	Joukkoliikennejärjestelmä	Maankäyttö
VE0	Yleiskaavan 2029 kehitetty liikenneverkko	Vuoden 2016 linjasto	Pohjana yleiskaavan 2029 liikenne-ennusteiden maankäyttö Linjauksen varrella raitiotien kaupunkirakennetarkastelun (2016) nollavaihtoehto*
VE0+	Yleiskaavan 2029 kehitetty liikenneverkko Keskustan nopeusrajoituksia on alennettu Joukkoliikennekaistat akselille Aninkaistenkatu–Uudenmaankatu sekä Hämeenkadulle	Ve0+ runkobussilinjasto	Pohjana yleiskaavan 2029 liikenne-ennusteiden maankäyttö Linjauksen varrella raitiotien kaupunkirakennetarkastelun (2016) nollavaihtoehto*
Raitiotie (VE1, VE2, VE3, VE4)	Yleiskaavan 2029 kehitetty liikenneverkko Keskustan nopeusrajoituksia on alennettu Joukkoliikennekaistat akselille Aninkaistenkatu–Uudenmaankatu sekä Hämeenkadulle Satakunnankadulta ja Littoistentieltä vähennetty yksi kaista suuntaansa raitiotien linjauksen kohdalta	Raitiotie vaihtoehtokohtaisella linjauksella (VE1, VE2, VE3, VE4), vuoroväli 7,5min Vaihtoehtokohtaisesti muokattu runkobussilinjasto	Pohjana yleiskaavan 2029 liikenne-ennusteiden maankäyttö Linjauksen varrella raitiotien kaupunkirakennetarkastelun (2016) raitiotievaihtoehto*
Superbussi (VE1, VE2, VE3, VE4)	Sama kuin raitiotievaihtoehdossa	Superbussi vaihtoehtokohtaisella linjauksella (VE1, VE2, VE3, VE4), vuoroväli 7,5min Runkobussilinjasto sama kuin raitiotievaihtoehdossa	Pohjana yleiskaavan 2029 liikenne-ennusteiden maankäyttö Linjauksen varrella raitiotien kaupunkirakennetarkastelun (2016) superbussivaihtoehto*

* Maankäytön kokonaismäärä pysyy eri vaihtoehdoissa samana, eli vaihtoehdot vaikuttavat vain maankäytön sijoittamiseen seudun sisällä.

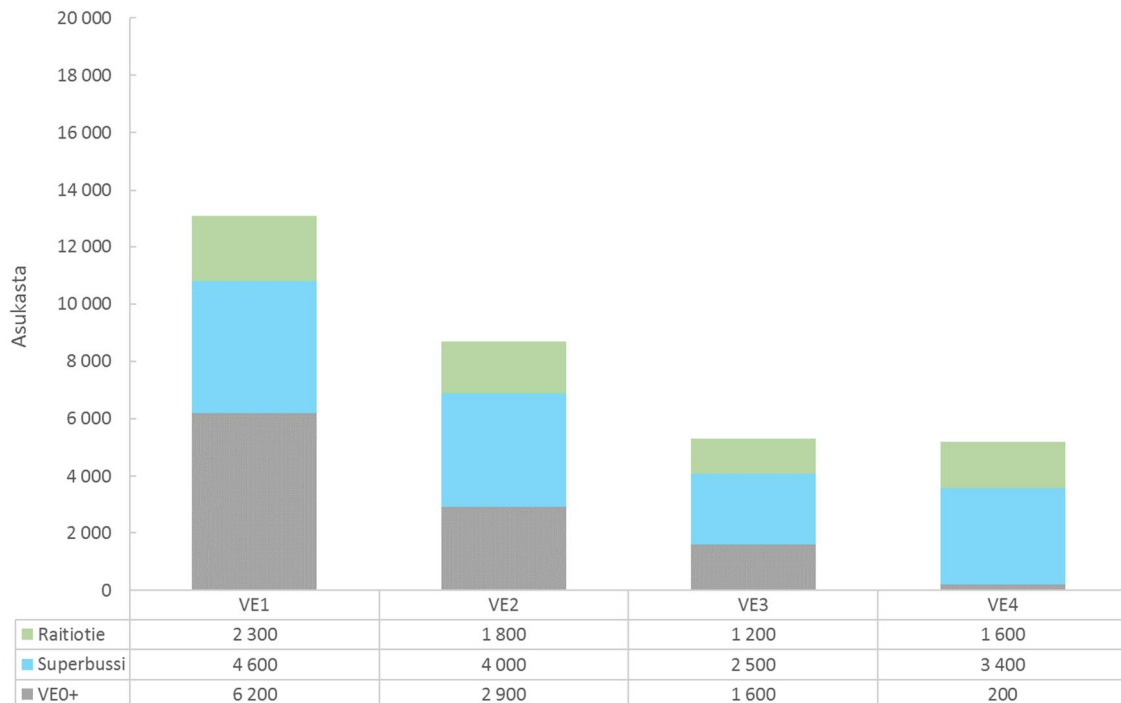
Taulukko 3. Vuoden 2050 tarkastelutilanteet

Vaihtoehto	Ajoneuvoliikenteen verkko	Joukkoliikennejärjestelmä	Maankäyttö
VE0	Yleiskaavan 2050 kehitetty liikenneverkko	Vuoden 2016 linjasto	Yleiskaavan 2050 liikenneennusteiden maankäyttö Linjauksen varrella raitiotien kaupunkirakennetarkastelun (2016) nollavaihtoehto*
VE0+	Yleiskaavan 2050 kehitetty liikenneverkko Keskustan nopeusrajoituksia on alennettu Joukkoliikennekaistat akselille Aninkaistenkatu–Uudenmaankatu sekä Hämeenkadulle	Ve0+ runkobussilinjasto	Yleiskaavan 2050 liikenneennusteiden maankäyttö Linjauksen varrella raitiotien kaupunkirakennetarkastelun (2016) nollavaihtoehto*
Raitiotie (VE1, VE2, VE3, VE4)	Yleiskaavan 2050 kehitetty liikenneverkko Keskustan nopeusrajoituksia on alennettu Joukkoliikennekaistat akselille Aninkaistenkatu–Uudenmaankatu sekä Hämeenkadulle Satakunnankadulta ja Littoistentieltä vähennetty yksi kaista suuntaansa raitiotien linjauksen kohdalta	Raitiotie vaihtoehtokohtaisella linjauksella (VE1, VE2, VE3, VE4) , vuoroväli 7,5min Vaihtoehtokohtaisesti muokattu runkobussilinjasto	Yleiskaavan 2050 liikenneennusteiden maankäyttö Linjauksen varrella raitiotien kaupunkirakennetarkastelun (2016) raitiotievaihtoehto*
Superbussi (VE1, VE2, VE3, VE4)	Sama kuin raitiotievaihtoehdossa	Superbussi vaihtoehtokohtaisella linjauksella (VE1, VE2, VE3, VE4), vuoroväli 7,5min Runkobussilinjasto sama kuin raitiotievaihtoehdossa	Yleiskaavan 2050 liikenneennusteiden maankäyttö Linjauksen varrella raitiotien kaupunkirakennetarkastelun (2016) superbussivaihtoehto*

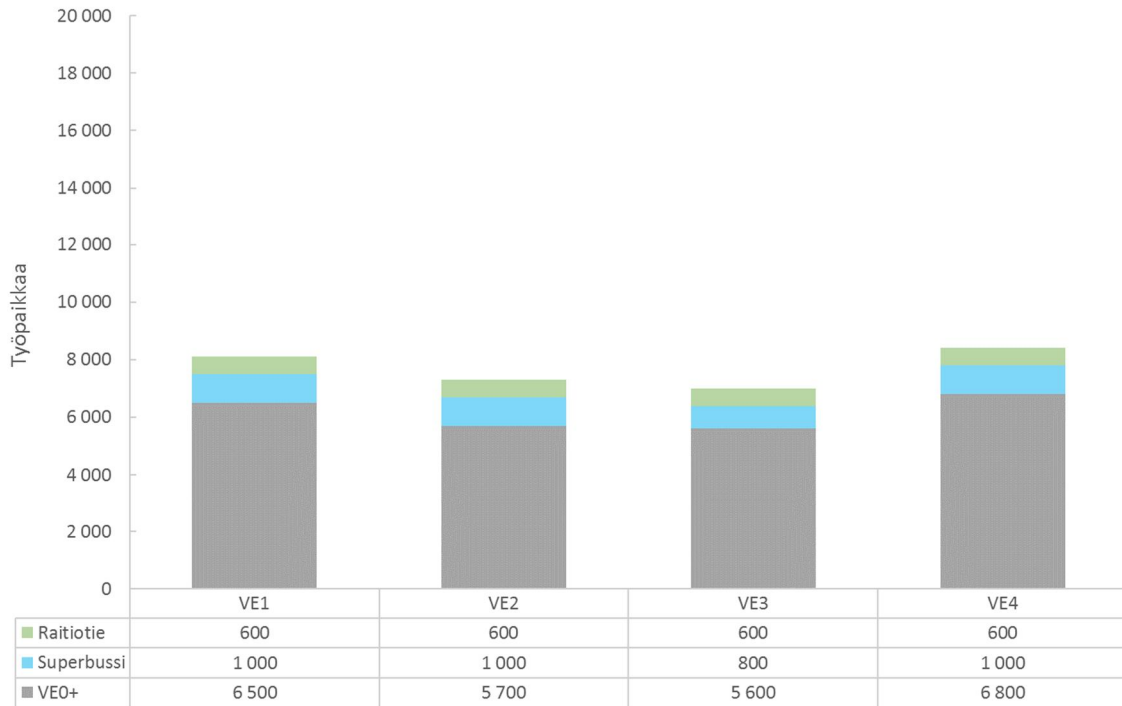
* Maankäytön kokonaismäärä pysyy eri vaihtoehdoissa samana, eli vaihtoehdot vaikuttavat vain maankäytön sijoittamiseen seudun sisällä.



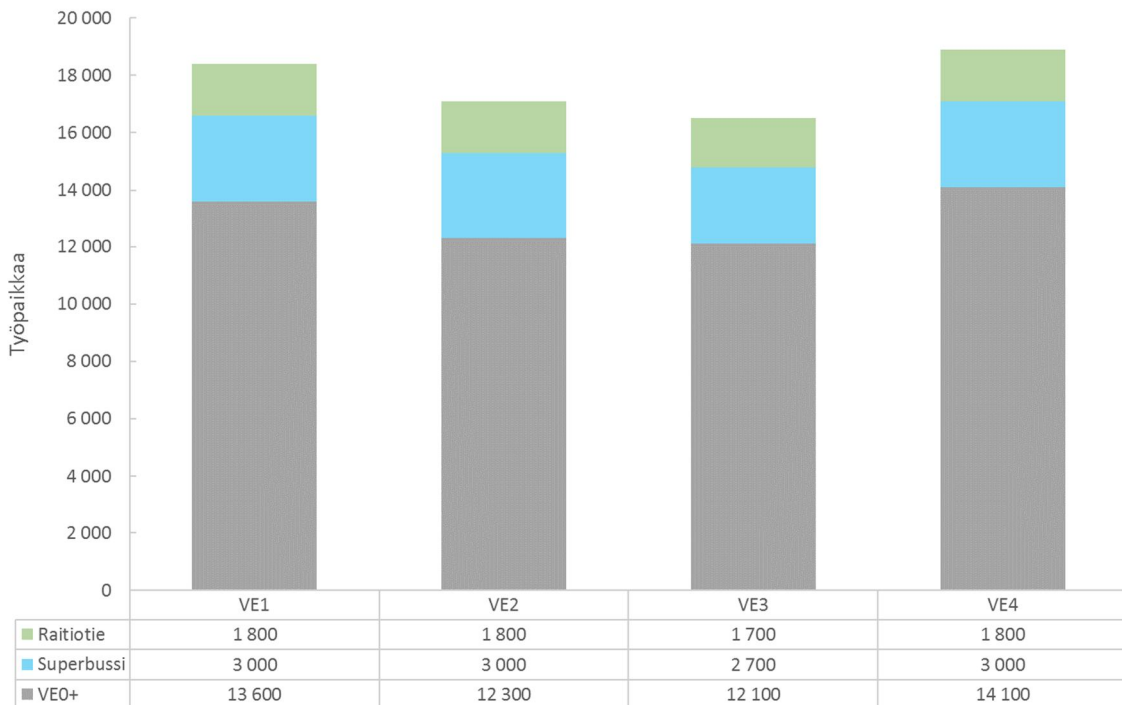
Kuva 2. Liikennöintikäytävän asukasmäärät eri vaihtoehdoissa vuoden 2029 tilanteessa. Summaan laskettu mukaan vain asukkaat raitiotien linjauksen läheisyydessä.



Kuva 3. Liikennöintikäytävän asukasmäärät eri vaihtoehdoissa vuoden 2050 tilanteessa. Summaan laskettu mukaan vain asukkaat raitiotien linjauksen läheisyydessä.



Kuva 4. Liikennöintikäytävän työpaikkamäärät eri vaihtoehdoissa vuoden 2029 tilanteessa. Summaan laskettu mukaan vain asukkaat raitiotien linjauksen läheisyydessä.



Kuva 5. Liikennöintikäytävän työpaikkamäärät eri vaihtoehdoissa vuoden 2050 tilanteessa. Summaan laskettu mukaan vain asukkaat raitiotien linjauksen läheisyydessä.

3. Luotettavuus- ja laatutekijöiden kuvaaminen matkustajamääräennusteissa

Luotettavuus- ja laatutekijät matkustajamääräennusteissa

Turun seudullisessa liikenne-ennustemallissa matkustajamääräennusteet perustuvat painotettuihin matka-aikoihin⁴. Painotetulla matka-ajalla voidaan pelkkää matka-aikaa paremmin kuvata joukkoliikenteen matkustajien havaittuja reittivalintoja. Matka-ajan ohella matkustajan valintoihin vaikuttavat eri osavaiheiden (kävely, odotusaika, vaihdot) koettu rasittavuus ja kulkumuotokohtaiset laatutekijät (mukavuus, luotettavuus, odotteluolosuhteet, hahmotettavuus, turvallisuus).

Kulkumuotokohtaisia laatutekijöitä kuvataan liikenne-ennustemalleissa osana painotettua matka-aikaa nousuun⁵ liittyvän vakion (nousuvastus) tai matka-aikaan liittyvän kertoimen (raidefaktori) avulla. Kuvaustapojen erona on se, että nousuvastus on sama jokaiselle kulkumuotoa käyttävälle matkustajalle, kun taas raidefaktoriin vaikutuksen suuruus riippuu matkustajan ajoajasta kyseisellä liikennevälineellä.

Turussa kulkumuotokohtaista vakiota tai kerrointa ei ole voitu sovittaa superbussin tai raitiotien osalta nykyisiin matkustajamääriin tai kyselytutkimukseen perustuen, joten laatu- ja luotettavuustekijöiden tuottaman hyödyn suuruusluokkaa on selvitetty kirjallisuuskatsauksella.

Kirjallisuuskatsaus raidefaktoriga

Kirjallisuuskatsauksessa käytiin läpi yhteensä 5 metatutkimusta, joissa on tarkasteltu raitiotien, superbussin ja tavallisen bussien välisiä eroja ja niiden kuvaamista matkustajamääräennusteissa. Kirjallisuuskatsauksessa läpikäytyt selvitykset ja tutkimukset eivät ole yksiselitteisiä siinä, miten raideoliikenteen ja bussien välisiä eroja tulisi kuvata. Myös hyötyjen suuruus vaihtelee tutkimuskohtaisesti melko paljon.

Transit Cooperative Research Program (2006) sekä Currie ym. (2005) suosittelevat kirjallisuuskatsaukseen perustuen, että BRT- ja raitiotiejärjestelmien välille ei tulisi kuvata ennusteissa kulkumuotokohtaisia eroja, jos niiden keskeiset olosuhteet (matka-ajat, kustannukset, vaihtotarve sekä järjestelmän laatutekijät) ovat samat. Kirjallisuuskatsauksessa todetaan, että jos raitiotien ja BRT:n järjestelmien ominaisuudet ovat samat, on niiden matkustajamäärät yhtä suuret. Todelliset erot syntyvät tavallisen bussien ja palvelutasoltaan korkealuokkaisimpien kulkutapojen välille.

Currie ym. (2005) on johtanut yhdeksän eri tutkimuksen perusteella raitiotien matkustajalle tarjoamaksi hyödyksi keskimäärin 10 minuuttia. On kuitenkin huomattava, että tutkimuksissa vaihteluväli on suuri 2–20 minuuttia. BRT - järjestelmän tuottama hyöty suhteessa tavalliseen bussiin on noin 12 minuuttia, vaihteluväli ollessa 9–20 minuuttia.

Osittain tutkimuksissa on löydetty myös eroja BRT:n ja raitiotien välille. Axhausen ym. (2001) tunnustivat Saksassa tehdyssä ennen-jälkeen tutkimuksessa vähäisen raidefaktoriin olemassaolon. Tutkitussa tapauksessa kaupungin vanha ratikkalinja on korvattu uusilla busseilla, mikä saattaa osittain selittää pientä eroa raitiotien ja bussien välillä. Tutkimuksessa ei ole tarkemmin raportoitu bussien ja raitiotien välisistä laatueroista, esimerkiksi pysäkkiolosuhteiden tai luotettavuuden suhteen.

Wardman ym. (2009) on usean SP-tutkimusten synteessin avulla saanut tavallisen bussien ja raitiotien väliseksi eroksi (kulkumuotokohtainen vakio) noin 10 minuuttia matka-ajassa. Laadukkaan bussipalvelun (BRT) ero painotetussa matka-ajassa tavalliseen bussiin on ollut keskimäärin noin 3,8 minuuttia. Tutkimuksen johtopäätöksissä todetaan, että raitiotietä suositetaan, vaikka raitiotien ja BRT:n ominaisuudet olisivat samanlaisia kyselyissä.

Samassa tutkimuksessa Wardman ym. (2009) ovat kartoittaneet erilaisista tutkimuksista raitiotien laatutekijöitä, jotka erottavat raitiotien tavallisista busseista. Matkustajille tärkeimmät tekijät (korkein maksuhalukkuus) ovat turvallisuus ajoneuvossa ja odotuspaikoilla sekä palvelun luotettavuus. Lisäksi vaihtopaikan laadulla, henkilökunnan asenteella sekä joukkoliikenne-etuuksilla on keskimääräistä suurempi merkitys. On kuitenkin huomattava, että eri tutkimuksissa on otettu mukaan hyvin erilaisia laatutekijöitä.

⁴ Turun seudulla painotettu matka-aika sisältää kulkutavan valinnan ja matkojen suuntautumisen mallissa puhtaan matka-ajan lisäksi vain raidefaktoriin (ei erillisiä painoja kävelyajalle, odotusajalle tai vaihdolle). Sen sijaan sijoittelumallissa painotetaan kaikkia matkan osavaiheita rasittavuuskertoimilla (kävelylle 2,0; odotusajalle 2,0; ajoajalle 1,0; lisäksi vakiona nousuvastus 7 minuuttia).

⁵ Nousu tarkoittaa matkustajan nousua joukkoliikennevälineeseen.

Laatu- ja luotettavuustekijät aiemmissa raitiotien matkustajamääräennusteissa

Raideliikenteen laatu- ja luotettavuushyötyihin on otettu kantaa jo aiemmin tehdyissä raitioteiden matkustajamääräennusteissa. Raideliikenteen matkustajaennusteita on tehty aiemmin Tampereella, Turussa ja Helsingin seudulla. Hyötyjä on eri seuduilla kuvattu erilaisilla tavoilla (raidefaktori, nousuvastus), mutta niiden keskimääräiset hyödyt ovat samaa suuruusluokkaa.

Tampereen ja Turun vuoden 2014 ennusteissa⁶ on käytetty hyötyjen kuvaamiseen raidefaktoria, jonka arvoksi on määritetty kirjallisuuskatsauksen perusteella 0,65–0,85. Superbussin hyötyjen on määritetty olevan puolet raitiotien hyödyistä. Tarkkoja ennusteissa käytettyjä arvoja ei kuitenkaan ole raportoitu. Raidefaktoria on sovellettu ainoastaan ajoaikoihin, joten vaihdot kuvautuvat samanarvoisina vaihdoissa bussista raitiovaunuun ja bussilinjojen välisissä vaihdoissa.

Helsingin seudun Helmet-ennustemalleissa käytetään nousuvastusta kuvaamaan joukkoliikennekulkumuotokohtaisia ominaisuuksia. Nousuvastus on suuruudeltaan 1 minuutti raidekulkumuodoille (junat, raitiotie) ja busseille 2,5–10 minuuttia riippuen linjan pituudesta. Lisäksi Jokeri-runkobussilinjalle on määritetty nousuvastukseksi 4,5 minuuttia. Nousuvastus perustuu kalibrointeihin, joilla matkustajamäärät on saatu vastaamaan laskentoja.⁷

Laatu- ja luotettavuustekijöiden kuvaaminen ennusteessa

Tässä työssä kulkumuotokohtaiset laatu- ja luotettavuustekijät kuvataan ennusteeseen raidefaktoria avulla. Lähestymistapaa on sovellettu aiemmin Turun ja Tampereen raitiotien matkustajamääräennusteissa, joten raidefaktoria käyttö tekee matkustajamääräennusteesta vertailukelpoisen aiempien ennusteiden kanssa. Lisäksi Turun seudullisessa mallissa on hankala saada vakiota sisällytettyä osaksi painotettua matka-aikaa.

Raidefaktoria määrityksessä ensisijaista on kyetä vertaamaan ja suhteuttamaan runkobussia, superbussia ja raitiotietä keskenään merkittävimpien tekijöiden osalta. Erot on perustettava eroihin siinä, millaiseksi palvelutaso on suunniteltu näillä kulkutavoilla.

Kuvattavien kulkutapojen eroja näiden laatutekijöiden osalta on kuvattu taulukossa 4. Merkittävimmiksi laatutekijöiksi on katsottu kirjallisuuskatsauksen perusteella matkustusmukavuus, odottelu- ja vaihto-olosuhteet, linjaston hahmotettavuus, luotettavuus sekä turvallisuus.

Taulukko 4. Runkobussin, superbussin ja raitiotien erot laatu- ja luotettavuustekijöiden kannalta

Laatu- ja luotettavuustekijät	Runkobussi	Superbussi	Raitiotie
Matkustusmukavuus (kaluston laatu, tasainen kulku, istumatilat, täsmällisesti laiturin viereen)	+	++	+++
Odottelu- ja vaihto-olosuhteet (sääsuojaus, informaatio, vaihtokävelyt, vaihtojen ajastaminen, pyöräpysäköinti, valaistus ja turvallisuus)	++	+++	+++
Linjaston hahmotettavuus (linjojen määrä, variaatiot, brändi)	+	++	+++
Luotettavuus (täsmällisyys suhteessa aikatauluihin, viivytykset muusta liikenteestä, reaaliaikainen informaatio)	+	+++	+++
Turvallisuus (erotetut omat väylät, sosiaalinen kontrolli)	++	+++	+++
Yhteensä	+ 7	+ 13	+ 15

Raidefaktoria määrityksessä nollavaihtoehdon muodostaa runkobussi, jonka raidefaktori on oletettu yksi. Raitiotien raidefaktori on valittu 0,5 ja superbussin 0,65. Raitiotien käytävässä keskimääräisen matkan ajoajan pituus on 9 minuuttia, jolloin raidefaktori tuottaisi raitiotielle keskimäärin noin 4,5 minuutin hyödyn suhteessa tavalliseen bussiin. Keskimääräinen hyöty on perusteltu aiempien mallinnusten suhteen. Lisäksi vaikka kirjallisuuskatsauksessa todettuja arvoja ei voida suoraan yleistää, on suuruusluokka hyvin suhteessa myös tutkimuksissa esiin nousseihin arvioihin.

⁶ "Työraportti – Turun raitiotien yleissuunnitelman liikenne-ennusteet" (Kalenoja ym. 2014)

⁷ "Helsingin seudun työssäkäyntialueen liikenne-ennustemallit 2010 – Liikennejärjestelmämallit" (HSL 2011, s. 57–61.)

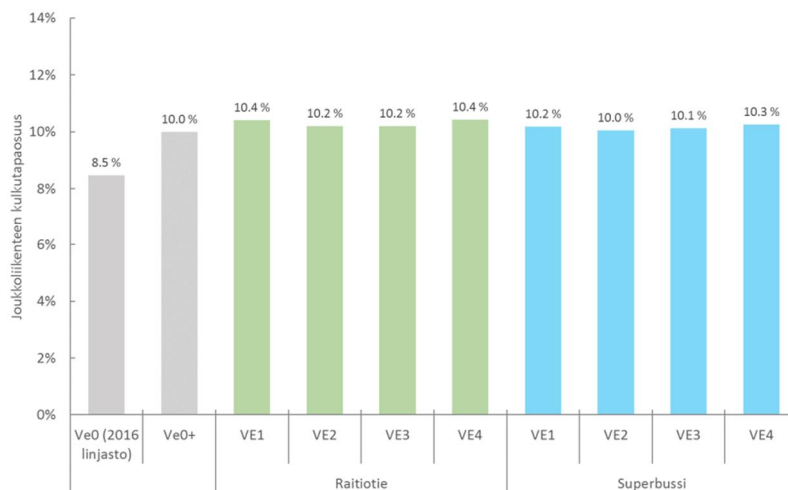
4. Liikennemallitarkasteluiden tuloksia

Liikenne-ennusteissa on tuotettu suunnittelun ja vaikutusten arvioinnin lähtökohdiksi tuloksia joukkoliikenteen kulkutapaosuuden kehityksestä, joukkoliikenteen matkustajamääristä, raitiotien matkustajamääristä, vaihdollisten matkojen määrästä sekä henkilöautoliikenteen siirtymistä. Liikennemallilla tuotetaan lisäksi saavutettavuutta ja matka-aikoja kuvaavia tunnuslukuja vaikutusten arvioinnin tueksi.

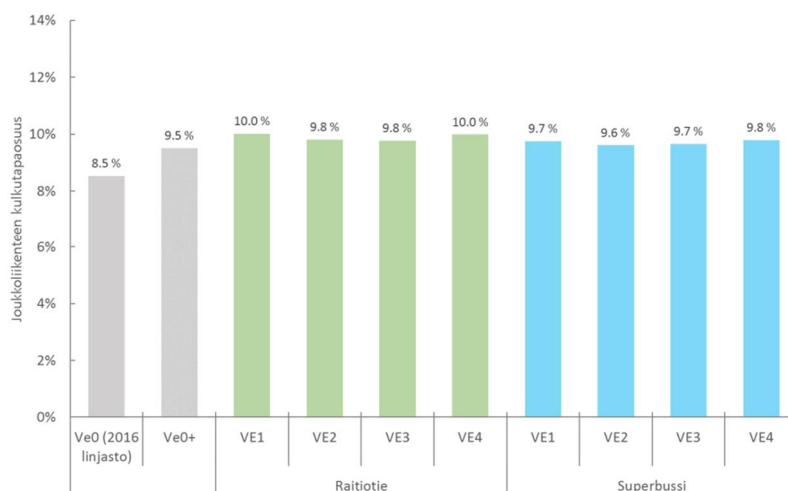
Joukkoliikenteen kulkutapaosuus seudulla

Yleisesti joukkoliikenteen kulkutapaosuuksien muutokset ovat seutasolla pieniä suhteessa VE0+ vaihtoehtoon, sillä jo runkobussivaihtoehdossa raitiotien ja superbussin käytävissä liikennöi runkolinja koko päivän kattavalla tiheällä vuorovälillä. Lisäksi koko seudun tarkastelu tasoittaa raitiotien käytävissä tapahtuvia muutoksia. Joukkoliikenteen kulkutapaosuuksissa tapahtuvat muutokset on esitetty kuvissa 6 ja 7.

Kulkutapaosuuksien muutos on suurinta linjausvaihtoehdoilla VE1 ja VE4, mikä tarkoittaa, että näissä vaihtoehdossa joukkoliikenteen palvelutaso paranee merkittävimmin. Vaikutus on voimakkain linjojen päissä Varissuolla, Raisiossa ja Runosmäessä, joissa raitiotietä käyttää valtaosa alueen joukkoliikennematkustajista. Kaikkien eri linjausvaihtoehtojen alueelliset kulkutapa-vaikutukset on esitetty liitteessä 2.



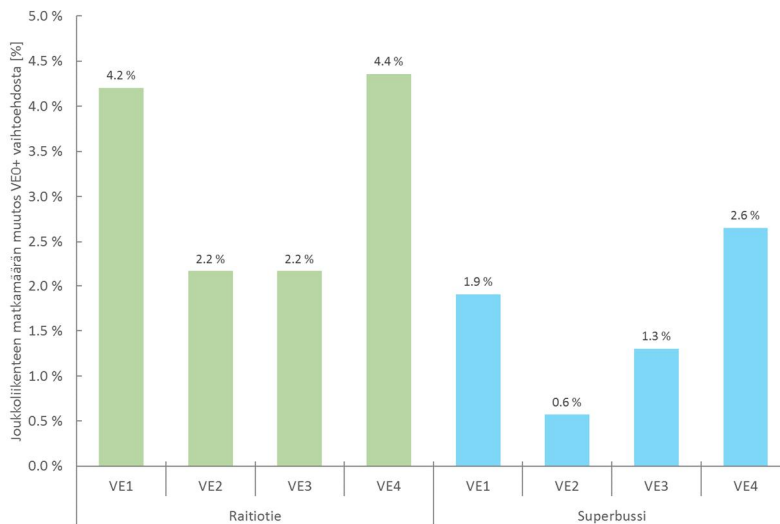
Kuva 6. Mallinnettu joukkoliikenteen kulkutapaosuus seudulla eri vaihtoehdoissa vuonna 2029.



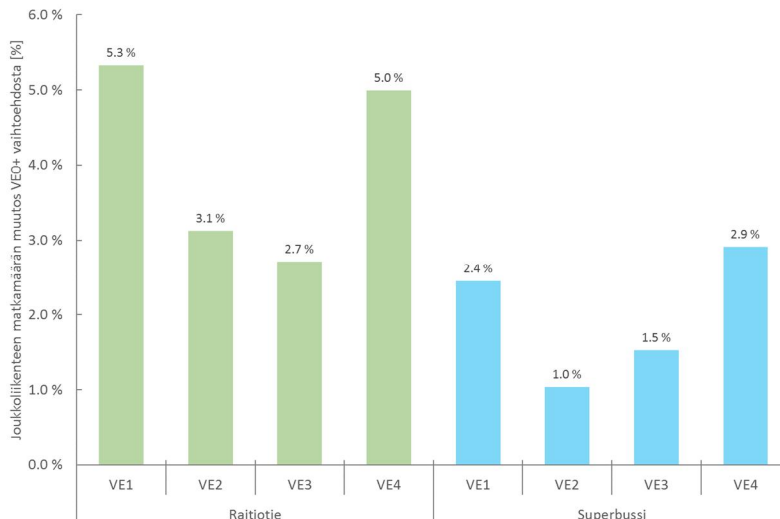
Kuva 7. Mallinnettu joukkoliikenteen kulkutapaosuus seudulla eri vaihtoehdoissa vuonna 2050.

Joukkoliikenteen matkustajamäärät

Linjausvaihtoehtojen väliset erot tulevat selkeämmin esille joukkoliikenteen matkamäärissä. Jos muutosta tarkastellaan suhteessa VE0+ joukkoliikenteen matkamääriin, niin vuonna 2050 raitiotie kasvattaa joukkoliikenteen matkamäärää 2,7–5,3 % ja superbussi vastaavasti 1,0–2,9 %. Voimakkain vaikutus on vuonna 2029 linjausvaihtoehdoilla VE4. Vastaavasti vuonna 2050 voimakkain vaikutus on lisärakentamisen johdosta vaihtoehdolla VE1.



Kuva 8. Joukkoliikenteellä vuorokauden aikana tehtävän matkamäärän muutos seudulla suhteessa VE0+ vaihtoehtoon (2029). VE0+ vaihtoehdossa on noin 124 000 joukkoliikennematkaa vuorokaudessa.



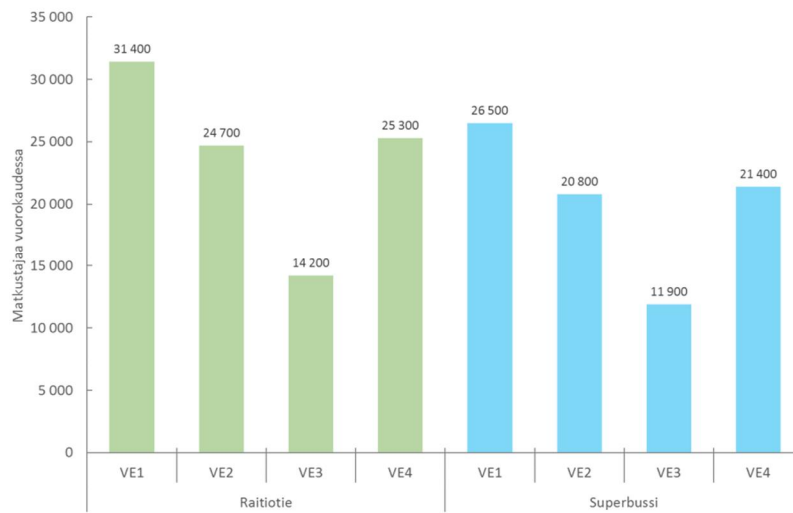
Kuva 9. Joukkoliikenteellä vuorokauden aikana tehtävän matkamäärän muutos seudulla suhteessa VE0+ vaihtoehtoon (2050). VE0+ vaihtoehdossa on noin 143 000 joukkoliikennematkaa vuorokaudessa.

Raitiotien matkustajamäärät vuorokausitasolla

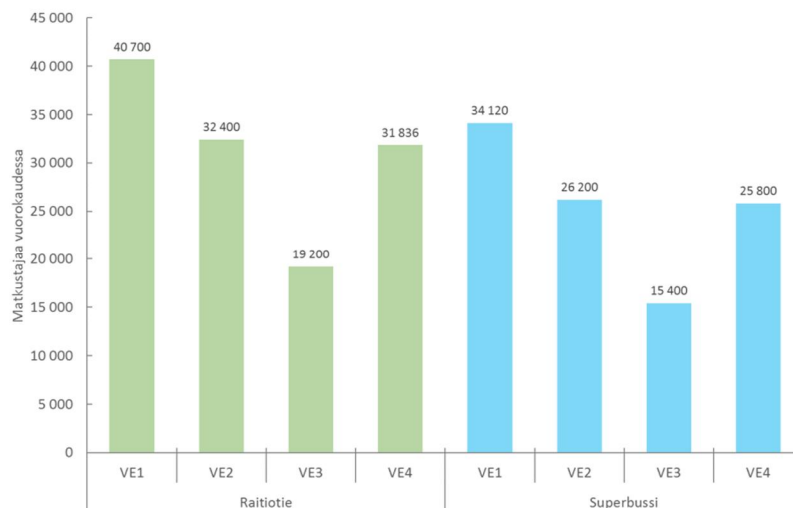
Linjausvaihtoehtojen väliset erot näkyvät selvimmin matkustajamäärissä.

- Suosituin linjausvaihtoehto on molempina ennustevuosina VE1 Varissuo – Raisio, jolla on yli 40 000 nousua vuorokaudessa vuonna 2050. Vaihtoehdossa 27 % kaikista joukkoliikennematkoista tehdään raitiotiellä.
- Vaihtoehdossa VE3 raitiotien käyttö on pienintä, jolloin 11 % kaikista joukkoliikennematkoista tehdään raitiotiellä.

Raitiotien ja superbussin vuorokauden matkustajamäärät on esitetty kuvissa 10 ja 11. Vaihtoehtokohtaiset kuormitukset on esitetty kartoilla liitteessä 3.



Kuva 10. Raitiotiellä ja superbussilla tehtyjen matkojen määrä vuorokaudessa (2029). Maksimissaan 24 % joukkoliikennematkoista käyttää raitiotietä. Minimissään vastaavasti 9 % matkoista käyttää raitiotietä.



Kuva 11. Raitiotiellä ja superbussilla tehtyjen matkojen määrä vuorokaudessa (2050). Maksimissaan 27 % joukkoliikennematkoista käyttää raitiotietä. Minimissään vastaavasti 11 % matkoista käyttää raitiotietä.

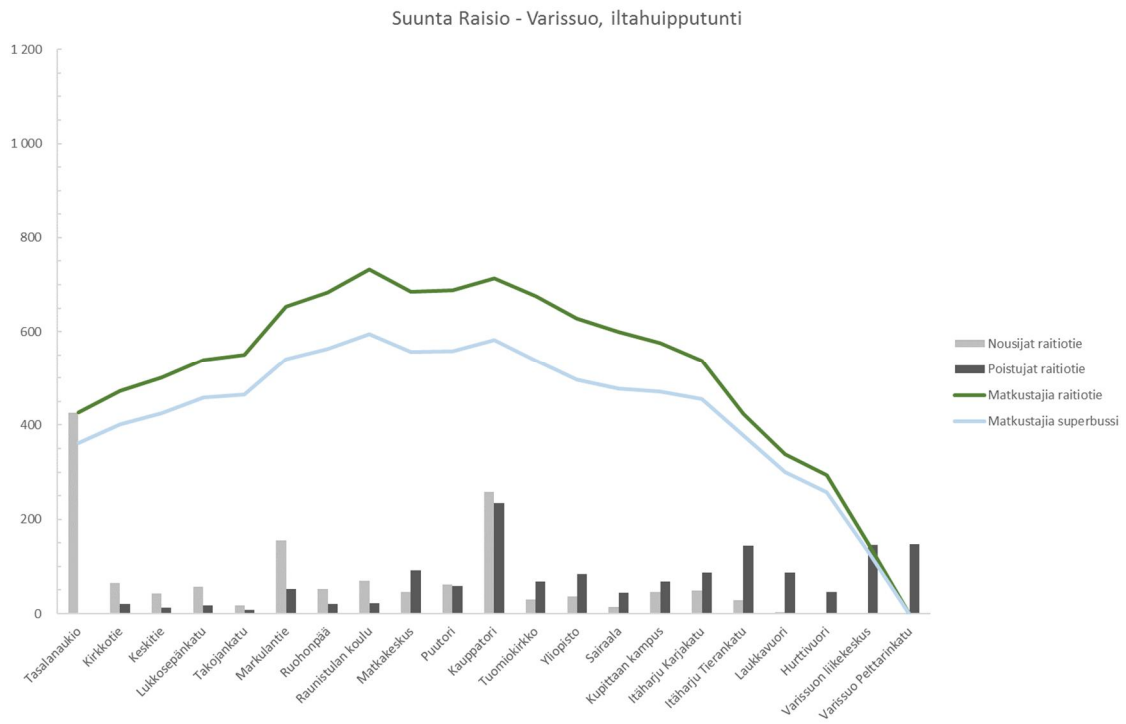
Huipputunnin matkustajakuormitus

Huipputunnin matkustajakuormitus on tärkeä muuttuja raitiotien kapasiteetin mitoittamisen kannalta. Vaihtoehtojen väliset erot ovat samat kuin edellä vuorokauden yli tarkasteltaessa. Vaihtoehdot VE1 ja VE4 ovat kuormituksen kannalta mitoittavia, joten niistä on tehty tarkennetut kuormitusprofiilit:

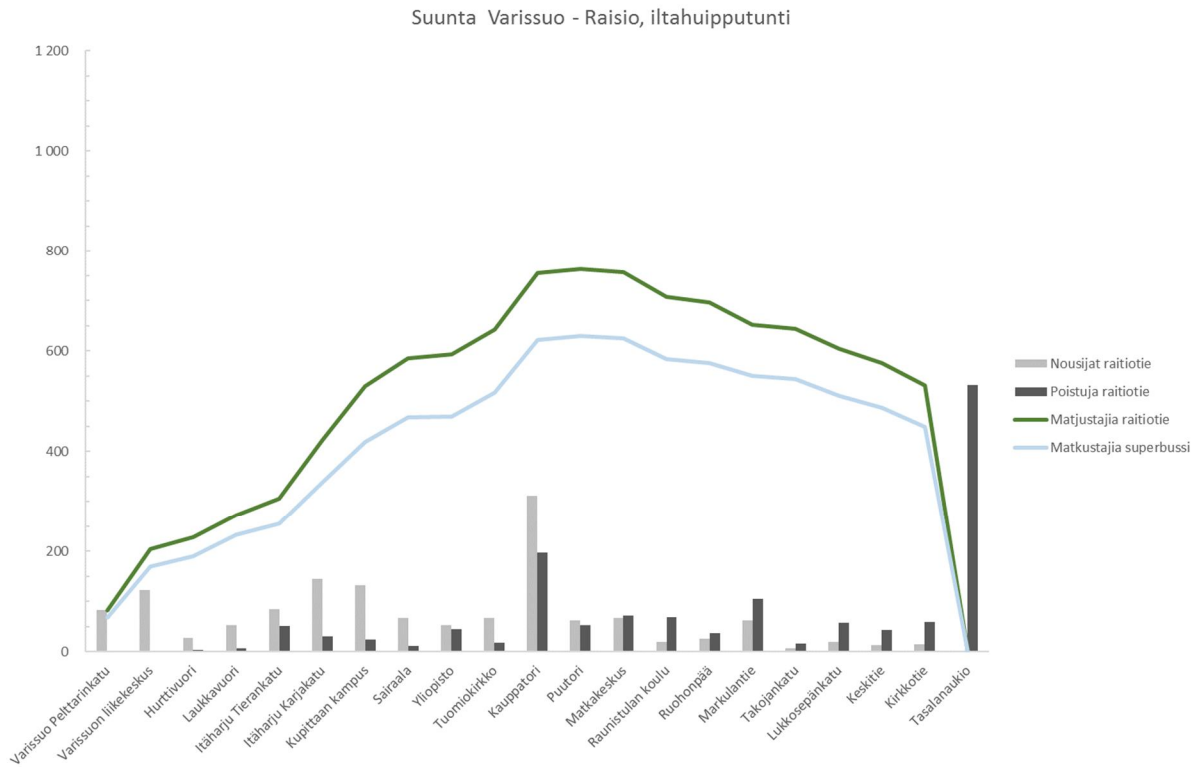
- VE1 (kuvat 12–15): Vuoden 2029 maksimi poikkileikkauksessa huipputunnin aikana raitiotiellä noin 750 matkustajaa ja superbussilla noin 600 matkustajaa suuntaansa. Vuonna 2050 maksimi on raitiotiellä 1000 matkustajaa huipputunnin aikana ja superbussilla vastaavasti 800 matkustajaa.
- VE4 (kuvat 16–19): Vuoden 2029 maksimi poikkileikkauksessa huipputunnin aikana raitiotiellä noin 600 matkustajaa ja superbussilla noin 500 matkustajaa suuntaansa. Vuonna 2050 maksimi on raitiotiellä 800 matkustajaa huipputunnin aikana ja superbussilla vastaavasti 650 matkustajaa.
- Vertailuvaihtoehdossa runkolinjan 3 maksimikuormitus poikkileikkauksessa on vuonna 2029 noin 500 matkustajaa tunnissa ja vuonna 2050 noin 650 matkustajaa tunnissa. Maksimikuormitukset samalla tasolla superbussin VE4 linjauksen kuormituksen kanssa. Vertailussa on huomattava, että runkobussi kulkee 5 minuutin vuorovälillä ja välillä Naantali–Varissuo.

Maksimikuormitusta tarkasteltaessa on huomattava, että myös huipputuntien sisällä on vaihtelua matkustajamäärissä. Nykytilanteen Föli-alueen nousujen perusteella iltahuipputunnin aikana kuitenkin vilkkain 15 minuuttia vastaa 30 % huipputunnin nousuista. Maksimissaan raitiotien vuoden 2050 kuormitus (1000 matkustajaa) tarkoittaisi noin 150 matkustajaa per vuoro.

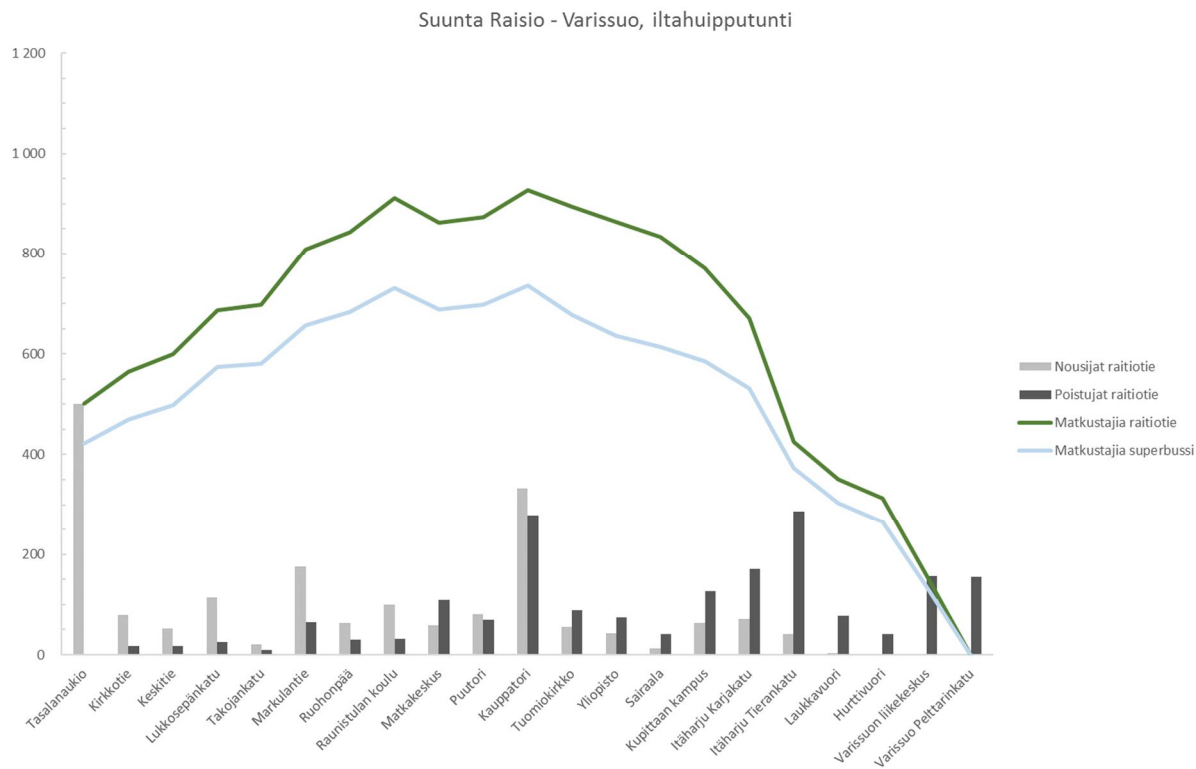
Välityskyvyn tarpeesta Turun raitiotie- ja superbussireiteillä on tehty erillinen muistio.



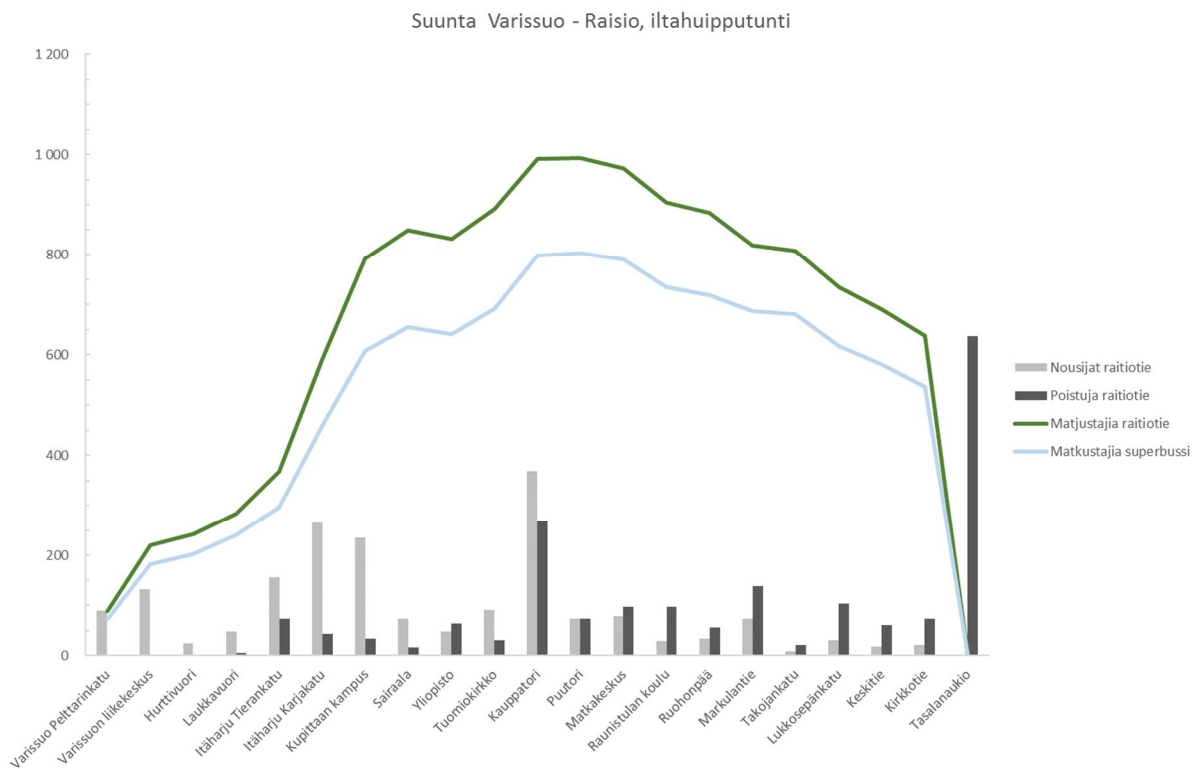
Kuva 12. Raitiotien ja superbussin kuormitus vuoden 2029 tilanteessa VE1



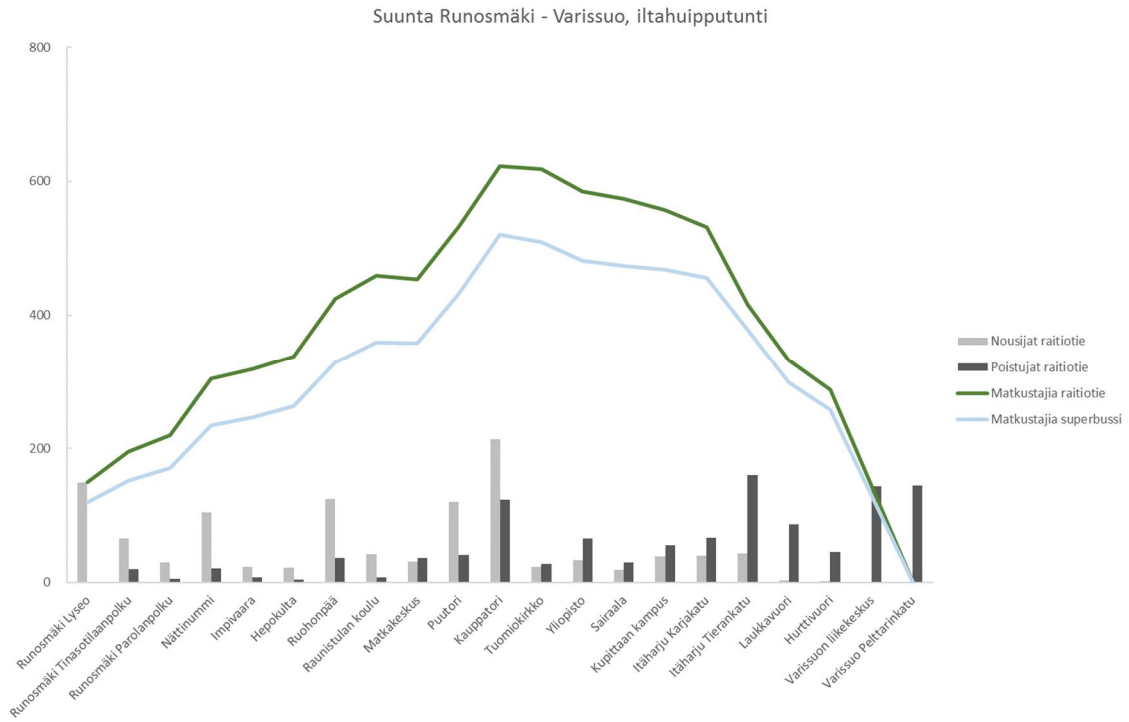
Kuva 13. Raitiotien ja superbussin kuormitus vuoden 2029 tilanteessa VE1



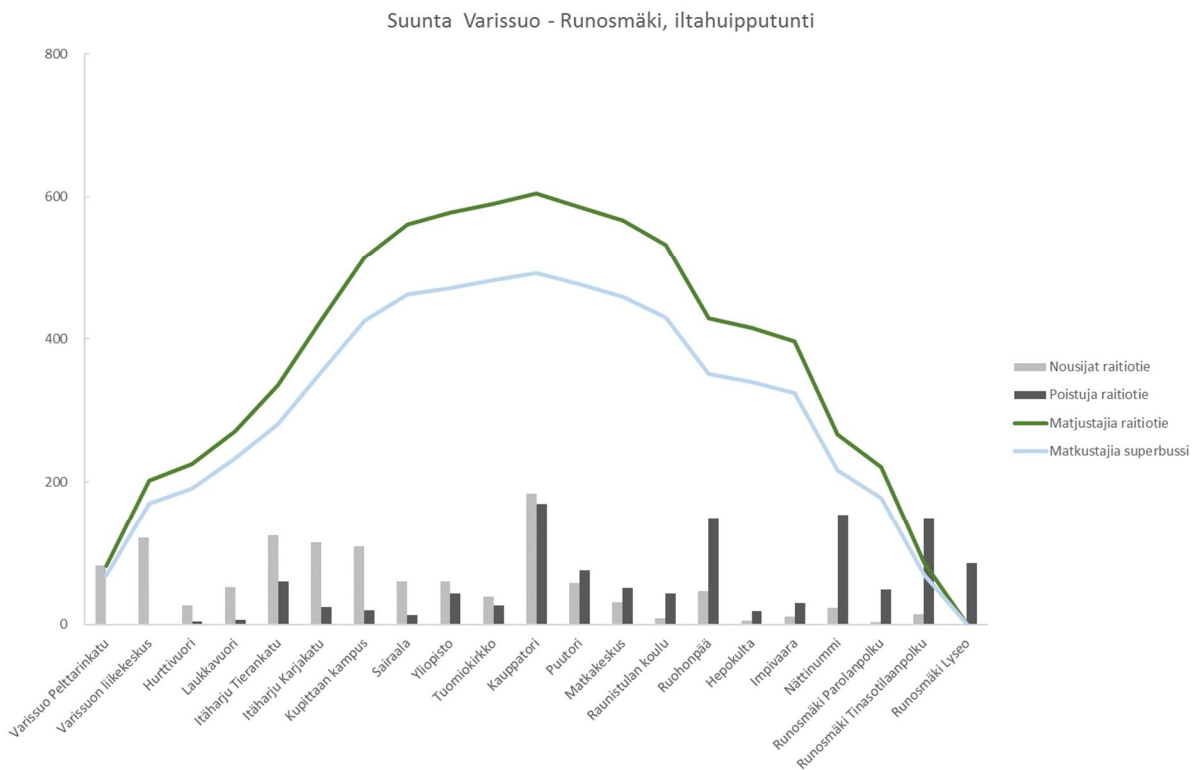
Kuva 14. Raitiotien ja superbussin kuormitus vuoden 2050 tilanteessa VE1



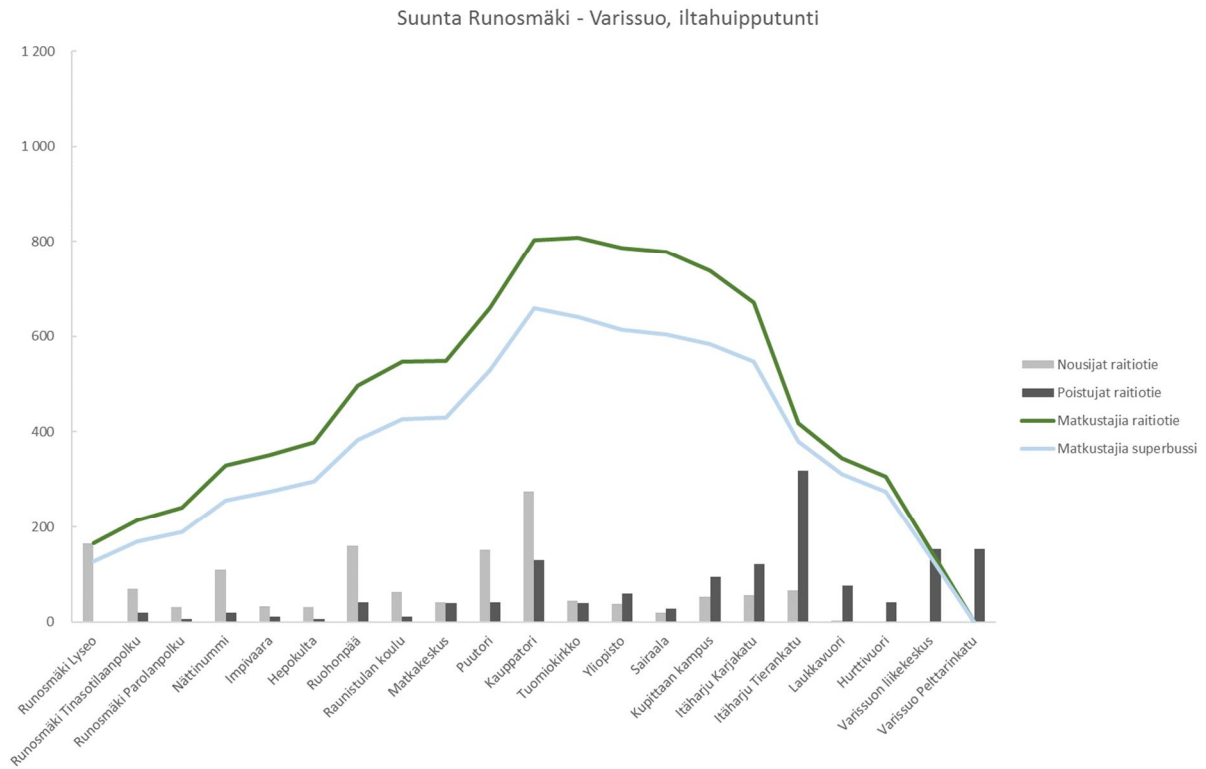
Kuva 15. Raitiotien ja superbussin kuormitus vuoden 2050 tilanteessa VE1



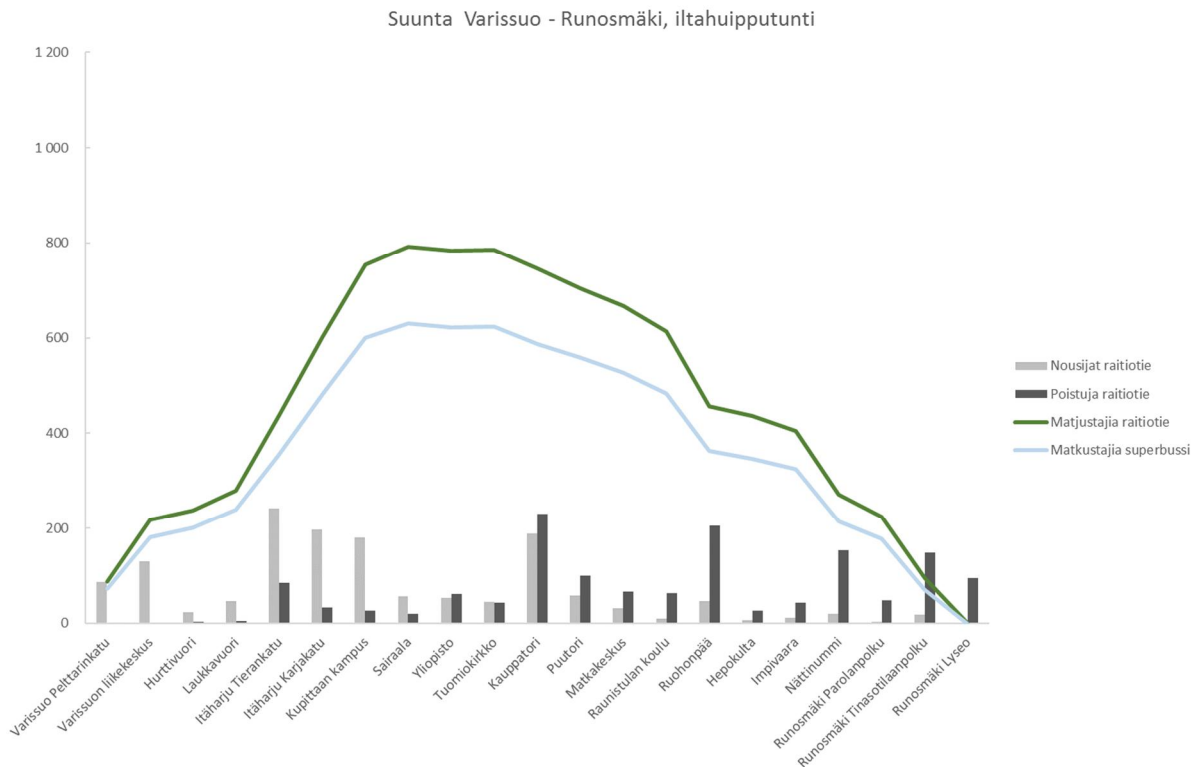
Kuva 16. Raitiotien ja superbussin kuormitus vuoden 2029 tilanteessa VE4



Kuva 17. Raitiotien ja superbussin kuormitus vuoden 2029 tilanteessa VE4



Kuva 18. Raitiotien ja superbussin kuormitus vuoden 2050 tilanteessa VE4

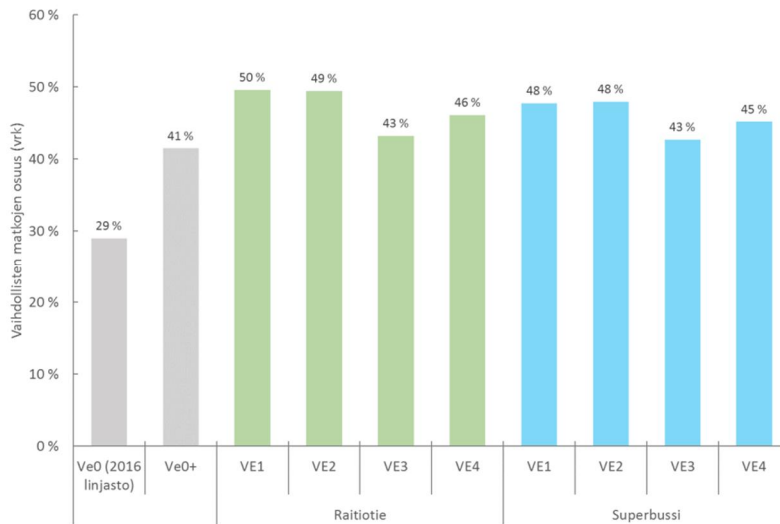


Kuva 19. Raitiotien ja superbussin kuormitus vuoden 2050 tilanteessa VE4

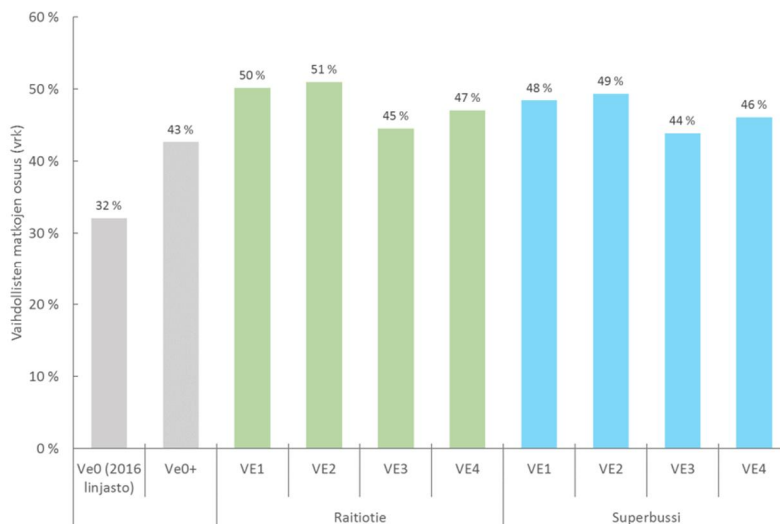
Vaihdollisten matkojen määrä

Yleisesti kaikissa vaihtoehtoissa vaihdollisten matkojen määrä kasvaa merkittävästi suhteessa nykyisen kaltaiseen linjastoon. Ennustetilanteissa jopa joka toinen joukkoliikennematka on vaihdollinen, kun nykytilanteessa arviolta joka neljäs matkoista sisältää vaihdon. Raisioon ja Länsikeskukseen päättyvät linjausvaihtoehdot perustuvat voimakkaimmin vaihtamiseen, mikä selittää osittain myös suuria raitiotien/superbussin matkustajamääriä.

Vaihdollisten matkojen määrän voimakas kasvaminen perustuu pitkälti linjastorakenteen muuttumiseen. Runkobussilinjasto perustuu tiheisiin runkobussilinjoihin ja näitä tukeviin liityntälinjoihin, jotka on pääosin päätetty ennen Turun keskustaa.



Kuva 20. Vaihdollisten matkojen osuus kaikista joukkoliikennematkoista vuonna 2029.



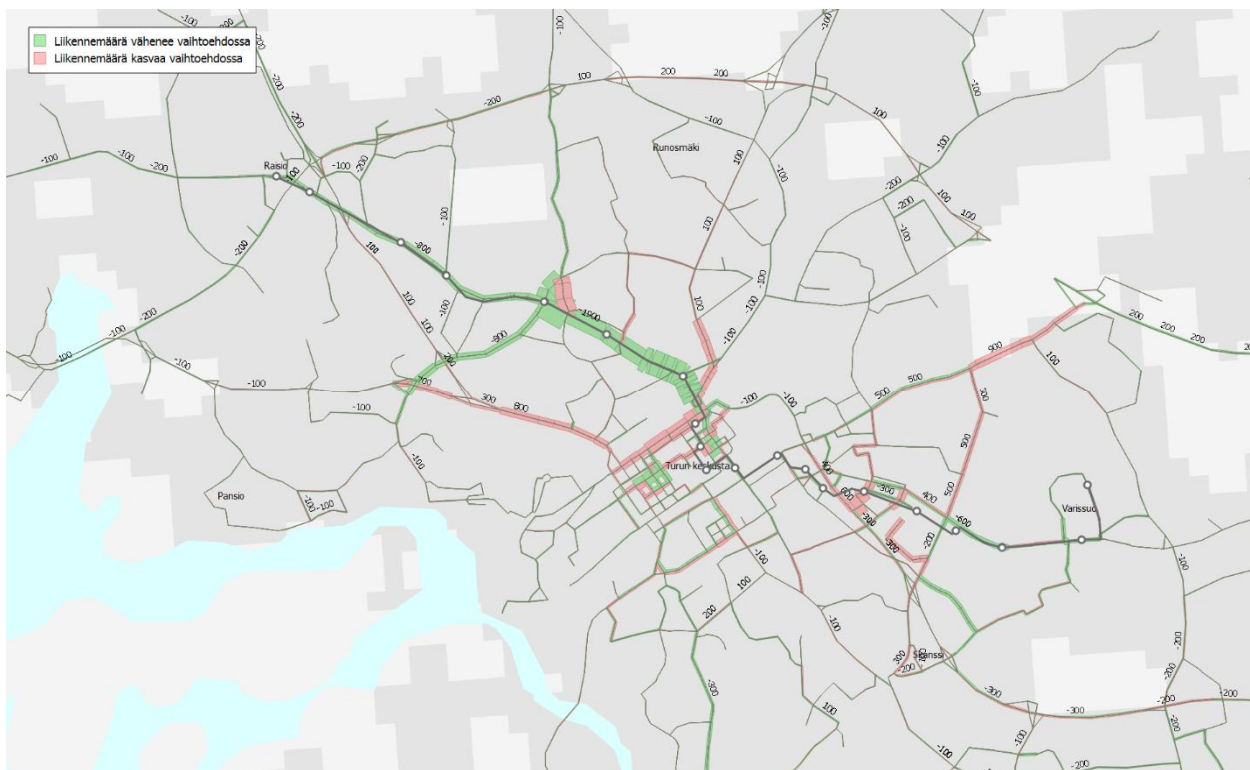
Kuva 21. Vaihdollisten matkojen osuus kaikista joukkoliikennematkoista vuonna 2050.

Henkilöautoliikenteen siirtymät

Raitiotien tai superbussin liikennöinti vaikuttaa henkilöautoliikenteeseen kulkutapavalinnan sekä henkilöautojen reitinvalinnan kautta. Kulkutavan valinnassa raitiotie ja superbussi aiheuttavat siirtymää henkilöautoliikenteestä joukkoliikennematkoihin, mutta edellisen perusteella siirtymät kulkutapojen välillä ovat pieniä VE0+ ja raitiotie- tai superbussivaihtoehtojen välillä.

Henkilöautojen reitinvalintaan vaikuttavat kaista- ja risteysjärjestelyt (kaistavähennykset) superbussin ja raitiotien reitillä sekä Turun keskustassa. Tämä vaikutus on kulkutavan valintaa huomattavasti voimakkaampi. Raitiotien ja superbussin liikennöintikäytävästä siirtyy keskustan läpi ajavaa liikennettä vaihtoehtoisille reiteille.

Kuvassa 22 on esitetty henkilöautoliikenteen siirtymät raitiotien linjausvaihtoehdossa 1, jossa henkilöautoliikenteen järjestelyt ovat laajimmat. Vaihtoehtojen välillä muutokset ovat pitkälti samankaltaisia, lukuun ottamatta vaihtoehtoa VE3, jossa Satakunnantielle ja Raisiontielle ei ole oletettu kaistavähennyksiä. Kaikkien eri linjausvaihtoehtojen vaikutukset muuhun henkilöautoliikenteeseen on esitetty liitteessä 4.



Kuva 22. Henkilöautoliikenteen siirtymät raitiotien linjausvaihtoehdolla VE1 (ennustevuosi 2029)

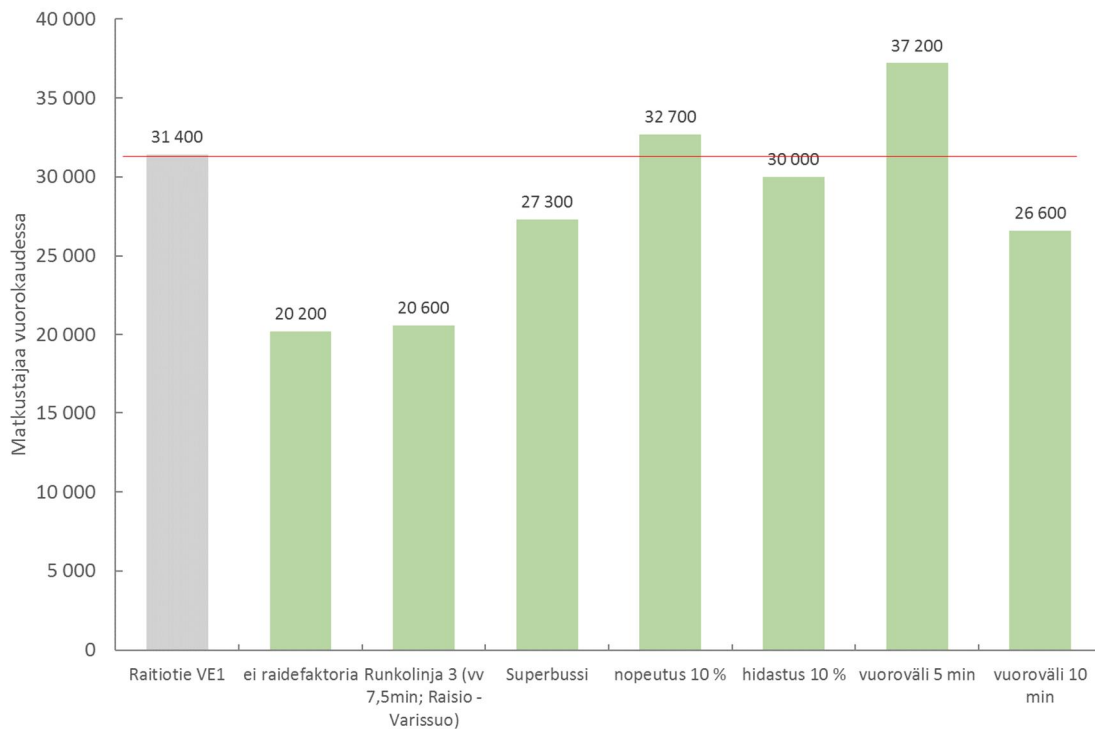
5. Herkkyystarkastelut

Herkkyystarkastelussa selvitetään erilaisten mallinnuksessa tehtyjen oletuksien vaikutuksia raitiotien matkustajamääriin. Tarkasteluun on valittu vaihtoehto 1 (Raisio-Varissuo), jonka matkustajamäärät ovat vaihtoehtoista suurimmat.

Herkkyystarkastelussa tarkasteltu seuraavia tekijöitä:

- Raidefaktori (ei raidefaktoria, superbussin raidefaktori)
- Vastaavalla reitillä ja vuorovälillä liikenneivä runkobussilinja (raitiotietä tiheämpi pysäkkiväli)
- Raitiotien nopeus (nopeutus 10 %, hidastus 10 %)
- Raitiotien vuoroväli (5 min, 10 min)

Herkkyystarkastelun tulokset on esitetty kuvassa 23.



Kuva 23. Linjausvaihtoehdon VE1 matkustajamäärien herkkyystarkastelu (vrk) (ennustevuosi 2029)

Raidefaktori vaikuttaa nousumääriin merkittävästi. Raidefaktoriin poistaminen vähentää matkustajamääriä perusennusteesta 36 %. Superbussin raidefaktoriin matkustajamäärät vähenevät 13 % suhteessa perusennusteeseen (huom. ennuste ei ole sama kuin superbussin perusennuste, johtuen erilaisesta maankäyttöoletuksesta).

Vertailussa aiempiin matkustajamääräennusteisiin, samoilla raidefaktoriin arvoilla raitiotien matkustajamäärät ovat hieman suurempia. Vuoden 2014 ennusteissa raitiotien matkustajamäärä on ollut 21 000 – 23 000 nousua raidefaktoriin 0,65. On huomattava, että muutos ei johdu ainoastaan raidefaktoriin, vaan mallissa on muutettu myös muun linjaston rakennetta ja maankäyttöoletuksia, mikä vaikuttaa kuormitukseen.

Nopeutuksen ja hidastuksen vaikutus toimii samalla tavalla raidefaktoriin kanssa, mutta vaikutus on vähäisempi. Nopeutus (10 %) kasvattaa matkustajamäärää 4 % ja vastaava hidastus vähentää matkustajamäärää 5 %.

Vuorovälin merkitys on liikenne-ennustemallissa voimakas, johtuen siitä, että matkustajan odotusajaksi lasketaan vuorovälin puolikas ja odotusajan painokerroin on kaksi. Eli 7,5 minuutin vuorovälillä matkustajan odotusaika on 3,75 minuuttia. Laskemalla vuoroväli 5 minuuttiin matkustajan hyöty on 1,25 minuuttia, jota painotetaan kertoimella kaksi. Vuorovälin lyhentäminen viiteen minuuttiin kasvattaa matkustajamääriä 20 % ja pidentäminen 10 minuuttiin pienentää matkustajamäärää noin 16 %.

6. Johtopäätöksiä mallitarkasteluista

Mallitarkasteluissa on tuotettu tuloksia joukkoliikenteen kulkutapaosuuksista, raitiotien kuormituksista, henkilöautoliikenteen siirtymistä sekä vaihdollisten matkojen määrästä.

Kulkutapaosuuksien muutos on seututasolla kaikissa vaihtoehtoissa melko maltillista suhteessa VEO+ vaihtoehtoon. Joukkoliikenteen kulkutapaosuuksien kasvu on suurimmillaan vaihtoehdossa VE1 Varissuo–Raisio puolen prosentin luokkaa. Muutoksen vähäisyyteen vaikuttaa se, että jo VEO+ vaihtoehdossa raitiotien/superbussin käytävissä liikennöi hyvän palvelutason tarjoava runkobussi tiheällä vuorovälillä. Runkobussilla on raitiotietä ja superbussia tiheämpi vuoroväli ja tiheämpi pysäkkiväli, mikä tarkoittaa lyhyempiä kävelymatkoja sekä odotusaikoja matkustajille. Raitiotie ja runkobussi ovat puolestaan runkobussia houkuttelevampia matka-aikojen sekä luotettavuus- ja laatutekijöiden (matkustusmukavuus, odottelu- ja vaihto-olosuhteet, linjaston hahmotettavuus, luotettavuus sekä turvallisuus) ansiosta. Toinen seututasoisen kulkutapamuutoksen vähäisyyteen vaikuttava tekijä on se, että yksi raitiotie/superbussilinja ei muuta merkittävästi muuta linjastorakennetta VEO+ runkobussivaihtoehtoon verrattuna.

Raitiotien matkustajakuormituksen osalta suosituin linjausvaihtoehto on VE1 Varissuo–Raisio, joka kerää selkeästi suurimman matkustajakuormituksen. Vuonna 2029 vuorokauden matkustajamäärä on noin 30 000 matkustajaa ja vuonna 2050 vuorokauden matkustajamäärä nousee noin 40 000 matkustajaan vuorokaudessa. Suuri matkustajamäärä selittyy osin sillä, että VE1 vaihtoehdossa toteutuu voimakas syöttöliikenne raitiotielle, mikä näkyy vastaavasti myös vaihdollisten matkojen määrän kasvuna.

Matkustajamäärät pysyvät ennusteiden mukaan huipputuntien aikana keskimäärin kulkuvälineiden tarjoaman kapasiteetin alapuolella. Vuoteen 2029 mennessä siirtymällä superbussiin voidaan runkobussin vuoroväliä harventaa 5 minuutista 7,5 minuuttiin, mikä tuottaisi kustannussäästöjä. Vuosien 2030-2050 välillä Varissuo-Raisio superbussilla alkaa kuitenkin suuren matkustajamäärän vuoksi olla painetta siirtymään 5 minuutin vuoroväliin. Ennusteiden mukaan Varissuo-Raisio superbussin kapasiteetti 7,5 minuutin vuorovälillä loppuisi aikaisintaan vuoden 2050 paikkeilla. Raitiotietä tarvitaan kapasiteetin puolesta aikaisintaan vuonna 2050, jolloin ennusteen mukaan saavutetaan 1000 matkustajan kuormitus tunnissa suuntansa. Raitiotielle riittää 7,5 minuutin vuoroväli.

Henkilöautoliikenteen vaikutusten ja siirtymien osalta vaihtoehdot ovat pitkälti samankaltaisia, lukuun ottamatta vaihtoehtoa VE3, jossa Satakunnantielle ja Raisiontielle ei ole oletettu kaistavähennyksiä. Nopeusrajoitusten alennus keskustassa siirtää liikennettä keskustan ohittaville väylille. Kaistavähennys Satakunnantiella ja Raisiontiellä puolestaan siirtää vaikutusta yhä kauemmas keskustasta ja voimakkaammin kehätielle.

Jos saatuja tuloksia tarkastellaan suhteessa vuonna 2014 yleissuunnitelman yhteydessä tehtyihin liikennemallitarkasteluihin ja -ennusteisiin⁸ on nähtävissä seuraavat muutokset:

- Raitiotien ja superbussin aikaansaamat joukkoliikenteen kulkutapamuutokset ovat aiempia ennusteita maltillisempia. Aiemmin raportoidut muutokset esimerkiksi Turun sisäisillä matkoilla ovat useita prosenttiyksikköjä, mikä raitiotien/superbussin ohella johtui myös vertailulinjaston rakenteesta. Muutoksia ei ole myöskään raportoitu täysin vastaavalla alueella kuin nyt tehdyissä ennusteissa.
- Raitiotien kuormitukset ovat vuoden 2029 Runosmäen linjauksella hieman aiempaa ennustetta suuremmat. Vuoden 2014 ennusteissa matkustajamäärät ovat olleet noin 21 000 – 23 000 matkustajaa vuorokaudessa, kun nyt ennustettu matkustajamäärä on noin 25 000 matkustajaa vuorokaudessa.
- Vaihdollisten matkojen määrä kasvaa nyt tehdyissä ennusteissa aiempaa voimakkaammin. Aiemmissä ennusteissa vaihdollisten matkojen määrä on ollut maksimissaan 34 % kaikista joukkoliikennematkoista, kun se tämän työn ennusteissa on 45-50 %.

Erot aiempien ennusteisiin ovat seurausta osittain eroista tarkasteltavissa vaihtoehtoissa ja osittain käytetyn liikenneennustemallin vaihdoksesta. Vaihtoehtojen lähtötiedot ovat muuttuneet ja esimerkiksi vertailuvaihtoehdon VEO+ runkobussilinjasto on muuttunut suhteellisen paljon yleissuunnitelmavaiheesta, mikä vaikuttaa esimerkiksi vaihdollisten matkojen määrän kasvuun. Lisäksi liikennemalleissa on käytetty erilaisia selittäviä muuttujia ja mallit on tehty kahdella erilaisella sijoitteluohjelmistolla, joiden sijoittelu- ja vastuslaskennan periaatteet poikkeavat toisistaan.

⁸ "Työraportti – Turun raitiotien yleissuunnitelman liikenne-ennusteet" (Kalenoja ym. 2014)

7. Malliin liittyviä kehittämisehdotuksia

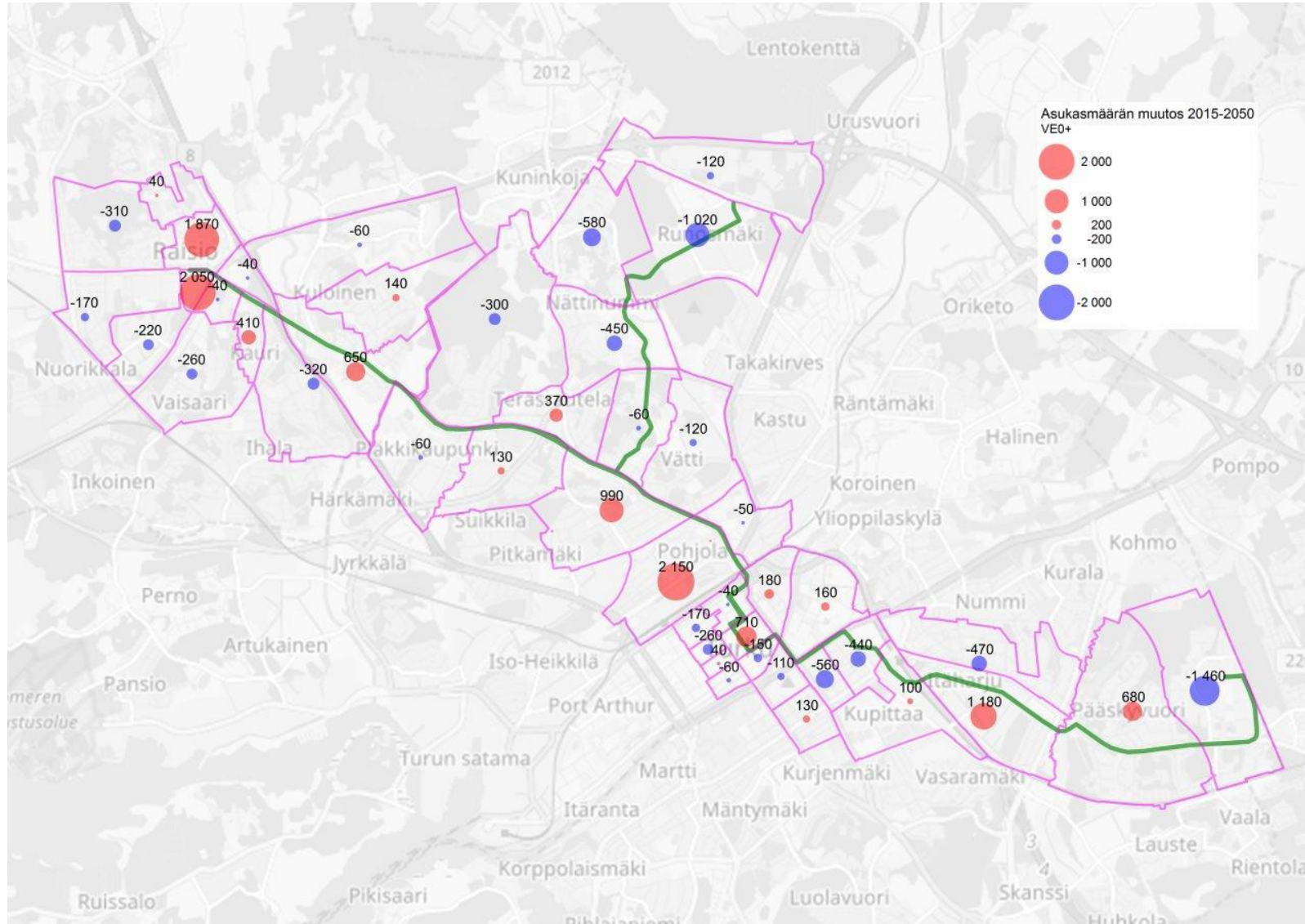
Ennustemallissa on muutamia ominaisuuksia, joita kannattaa harkita kehitettäväksi tulevaisuudessa:

- Maankäyttö- ja liikenneverkoennusteet tulee jatkossa päivittää. Tässä ennusteessa on käytetty lähtötietona syksyn 2016 tietoja maankäytön ja liikenneverkon kehityksestä. Vuoden 2017 aikana maankäytön kehitystavoitteita nostettiin mm. positiivisen rakennemuutoksen johdosta. Turun keskustavisio 2050 johdosta liikenneverkon kehittämisestä on uusia näkemyksiä.
- Liikkumiskäyttäytyminen tulee päivittää vuonna 2018 valmistuvan liikennetutkimuksen mukaiseksi. Esimerkiksi joukkoliikenteen käyttäjämäärät ovat kasvaneet viime vuosina erittäin nopeasti.
- Turun ennustemallissa on määritetty kävelyn nopeudeksi suhteellisen alhainen 3 km/h. Tällöin kävelymatkojen pidentyminen vaikuttaa voimakkaasti matka-aikoihin ja sitä kautta sijoittelutuloksiin. Tämä saattaa vaikuttaa negatiivisesti raitiotien hyötyihin, sillä raitiotie järjestelmänä perustuu busseja pidempiin pysäkkiväleihin.
- Ennustemallin kulkutavan valinnassa ei nykyisellään huomioida vaihtojen määrän kasvamista osana joukkoliikenteen matkavastuksia. Tämä saattaa suosia vaihtoon perustuvia järjestelmiä suhteessa suoriin linjoihin.

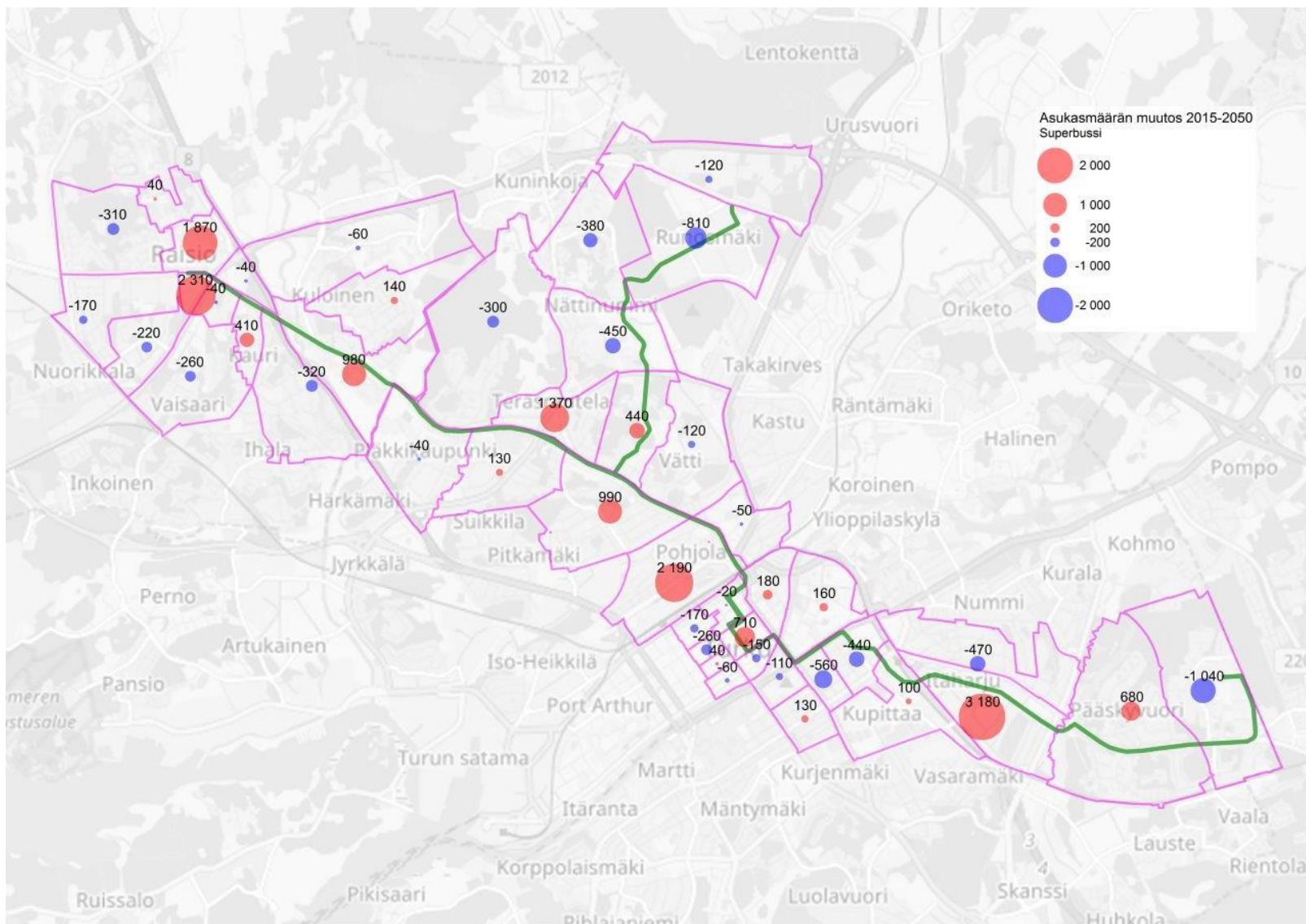
Koska ennustemalli (matkanpituudet, kulkutapaosuudet) on sovitettu nyt käytössä olevilla parametreilla vastaamaan nykytilannetta, ei näitä tekijöitä voida ilman mallin uudelleenestimointia merkittävästi muuttaa.

Edellä esitetyt huomiot on kuitenkin hyvä huomioida mallin jatkokehityksessä sekä tulosten tarkastelussa.

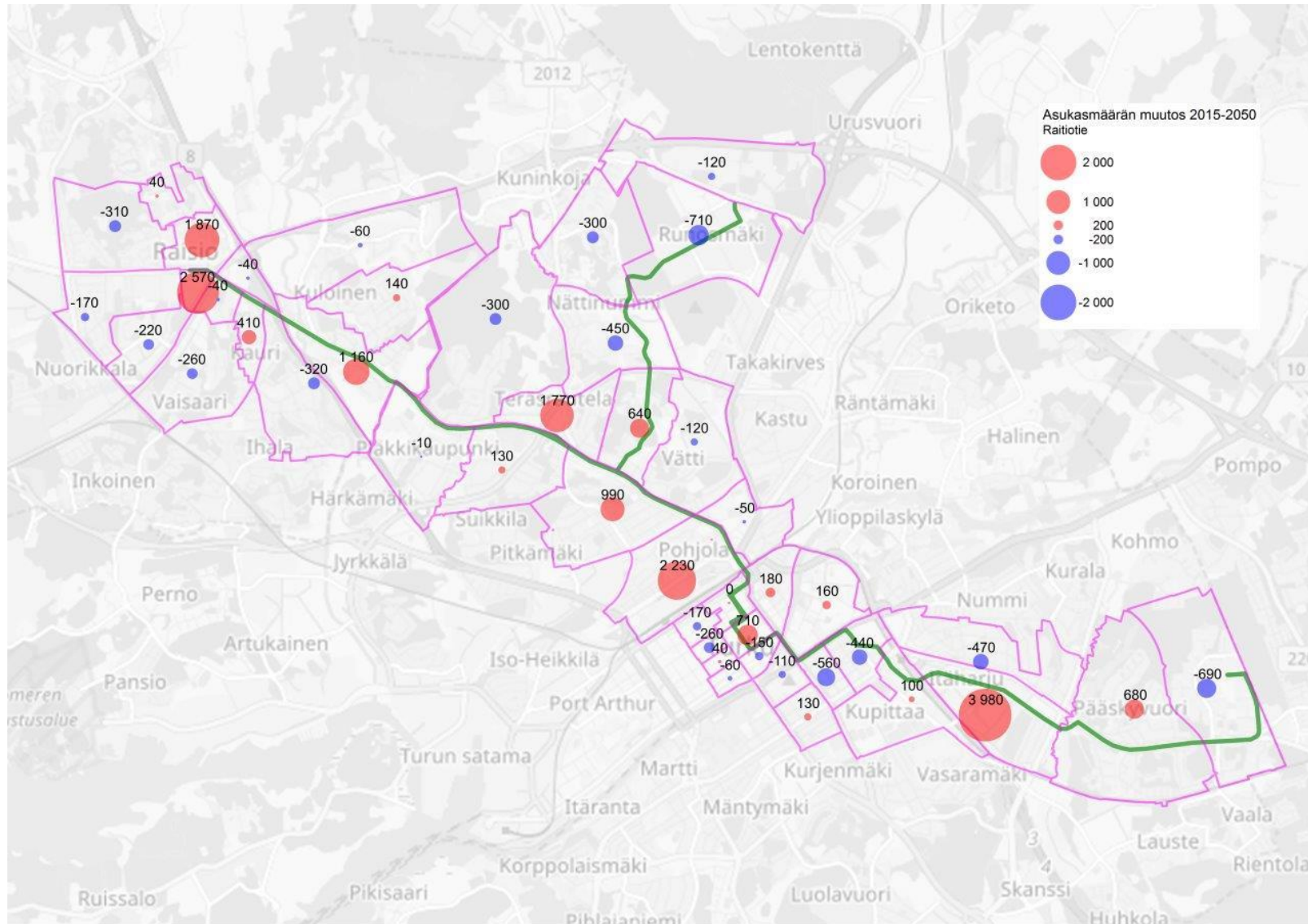
LIITE 1. Maankäyttö raitiotien käytävässä



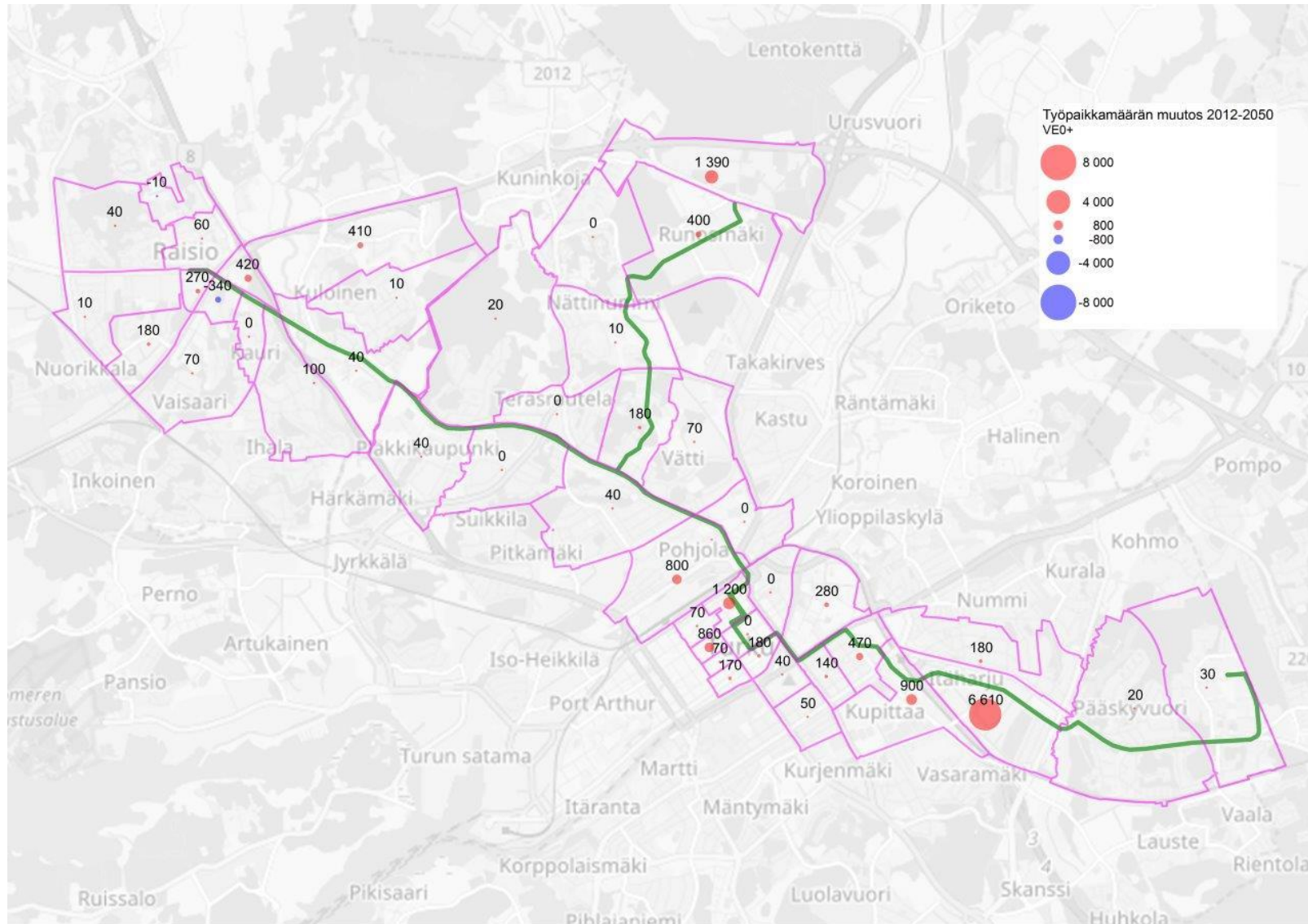
Kuva 1. Asukasmäärän muutos 2015–2050 vaihtoehdossa VEO+. Kuvassa on mukana ovat kaikkiin linjausvaihtoehtoihin liittyvät alueet.



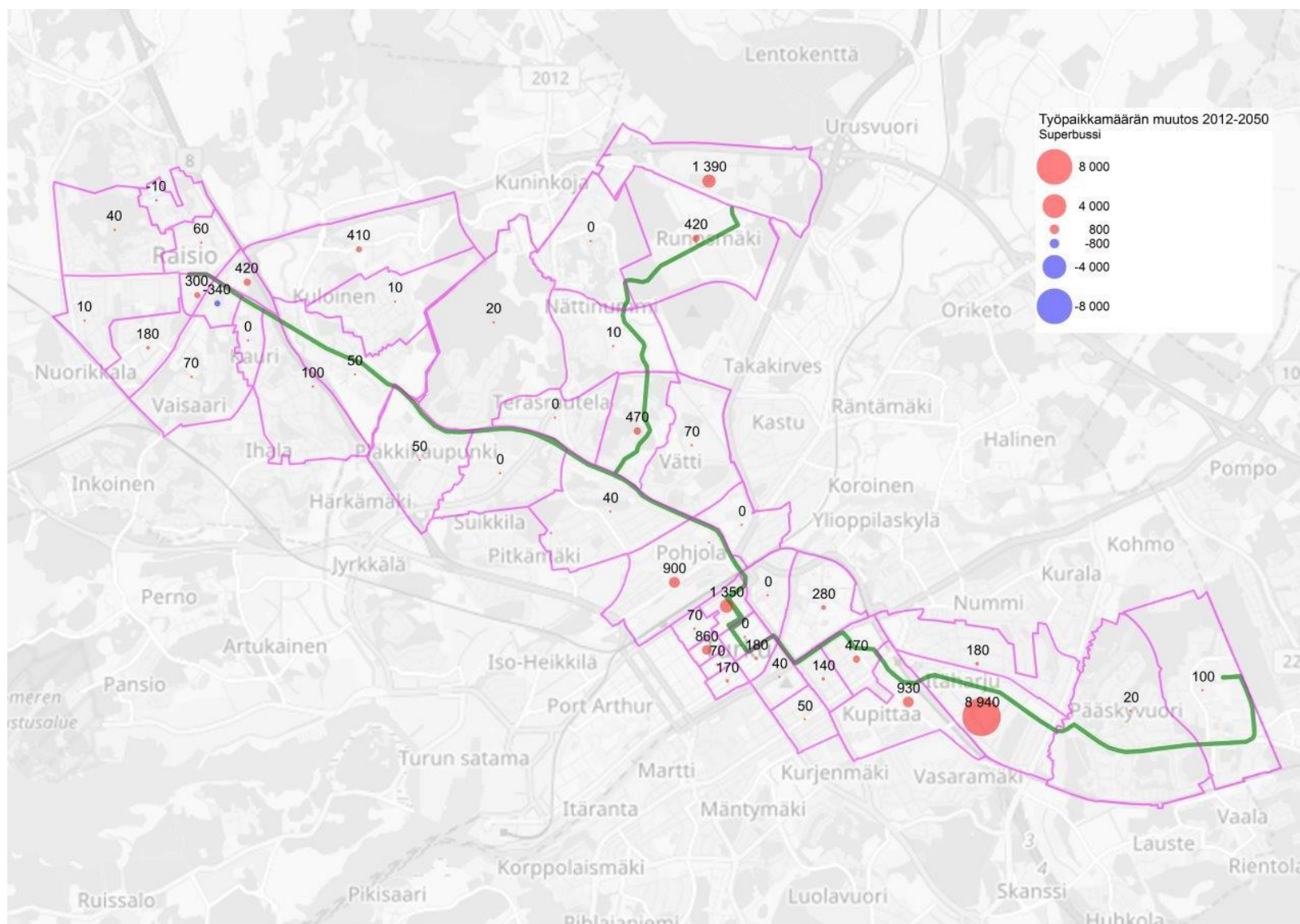
Kuva 2. Asukasmäärän muutos 2015–2050 superbussivaihtoehdoissa. Kuvassa on mukana ovat kaikkiin linjausvaihtoehtoihin liittyvät alueet.



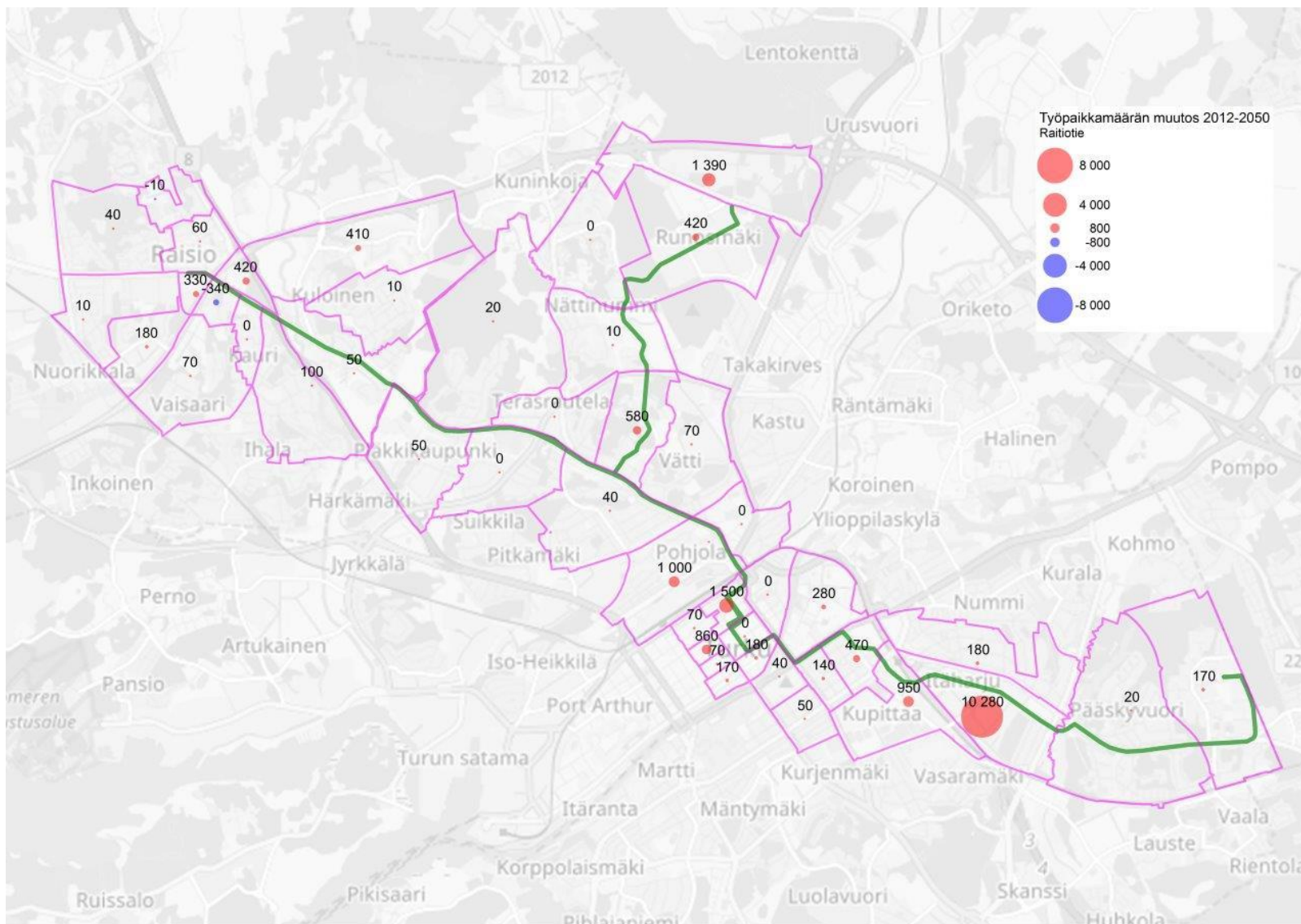
Kuva 3. Asukasmäärän muutos 2015–2050 raitiotievaihtoehdoissa. Kuvassa on mukana ovat kaikkiin linjausvaihtoehtoihin liittyvät alueet.



Kuva 4. Työpaikkamäärän muutos 2015–2050 vaihtoehdossa VE0+. Kuvassa on mukana ovat kaikkiin linjausvaihtoehtoihin liittyvät alueet.

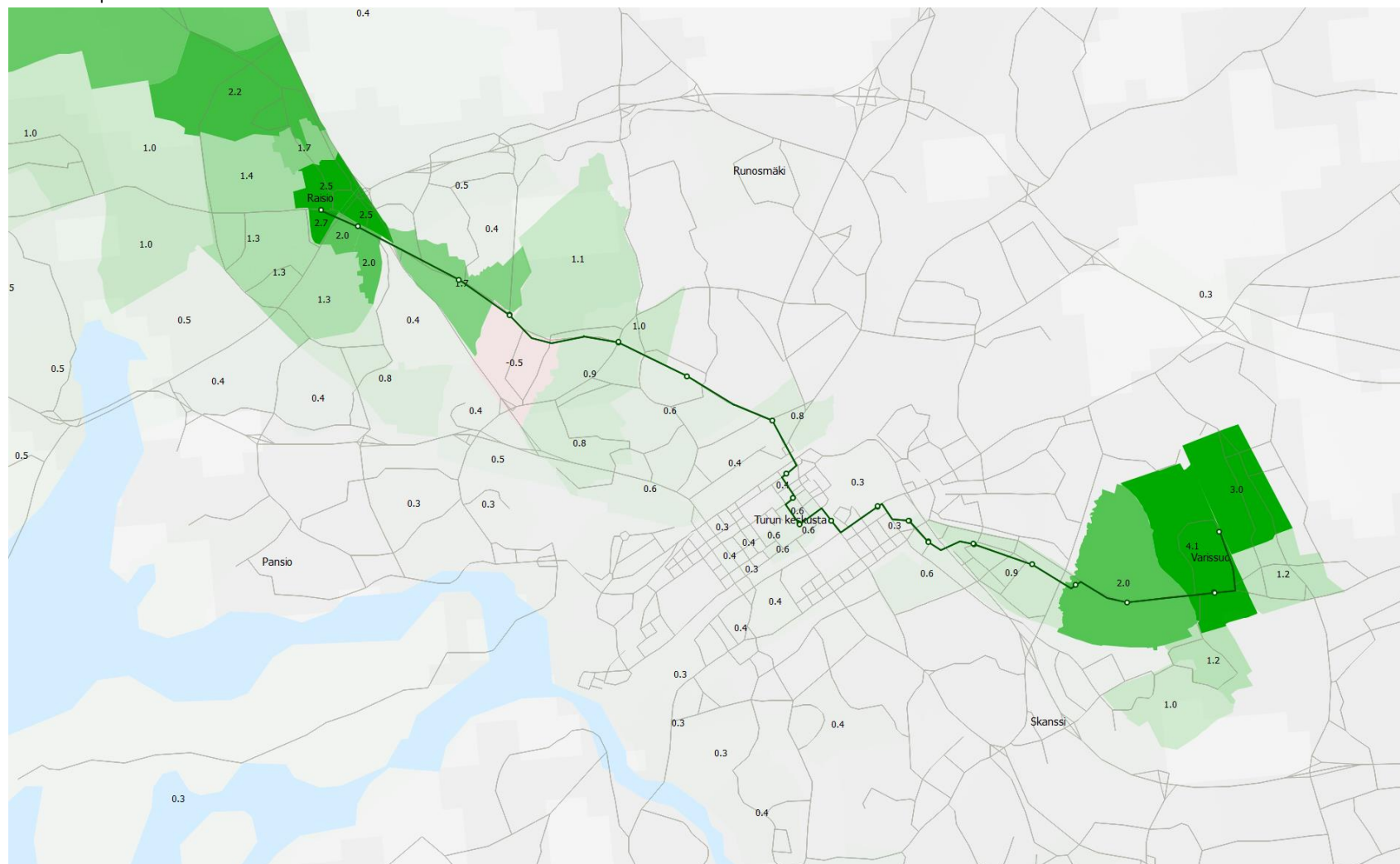


Kuva 5. Työpaikkamäärän muutos 2015–2050 superbussivaihtoehdossa. Kuvassa on mukana ovat kaikkiin linjausvaihtoehtoihin liittyvät alueet.

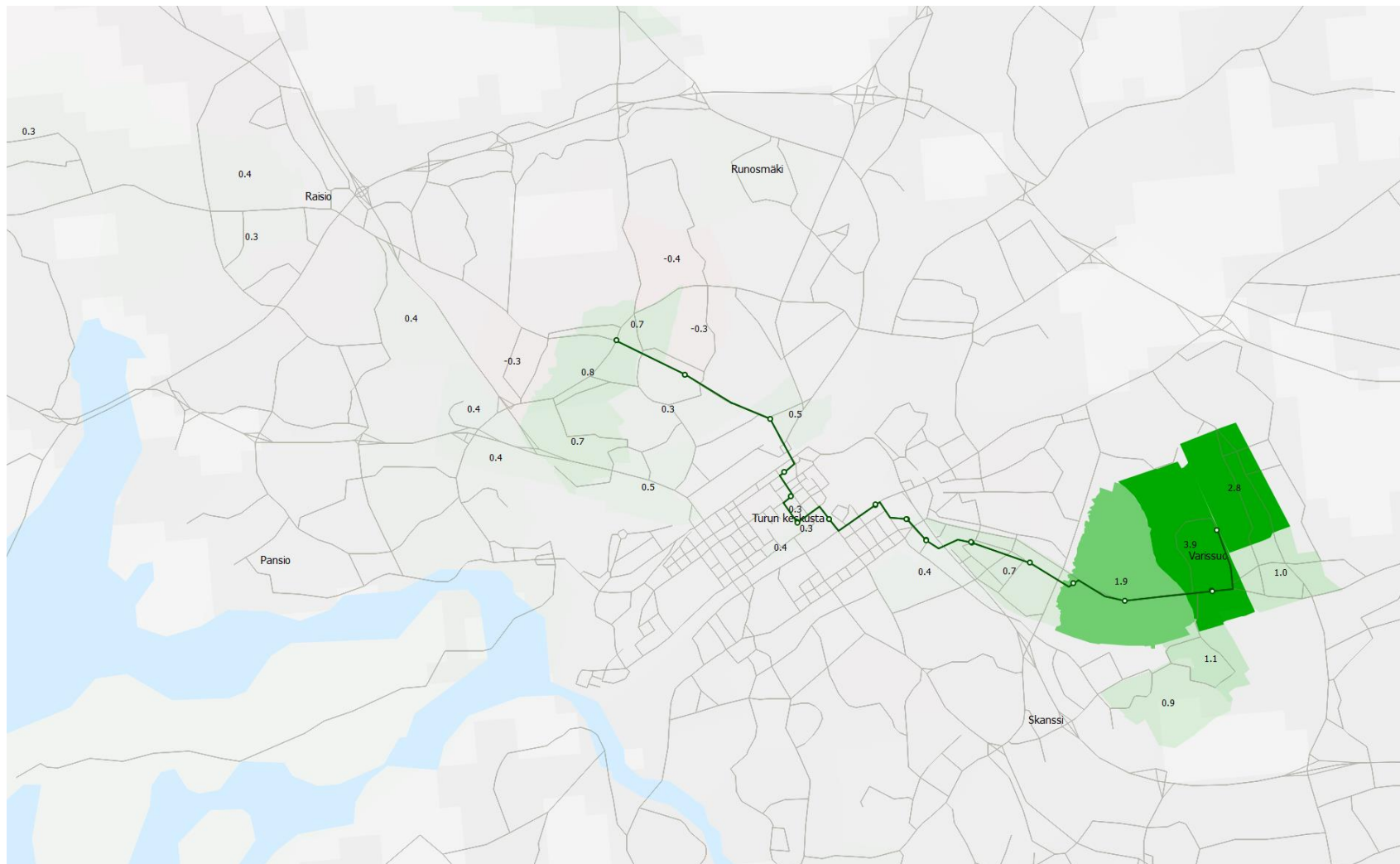


Kuva 5. Työpaikkamäärän muutos 2015–2050 raitiotievaihtoehdossa. Kuvassa on mukana ovat kaikkiin linjausvaihtoehtoihin liittyvät alueet.

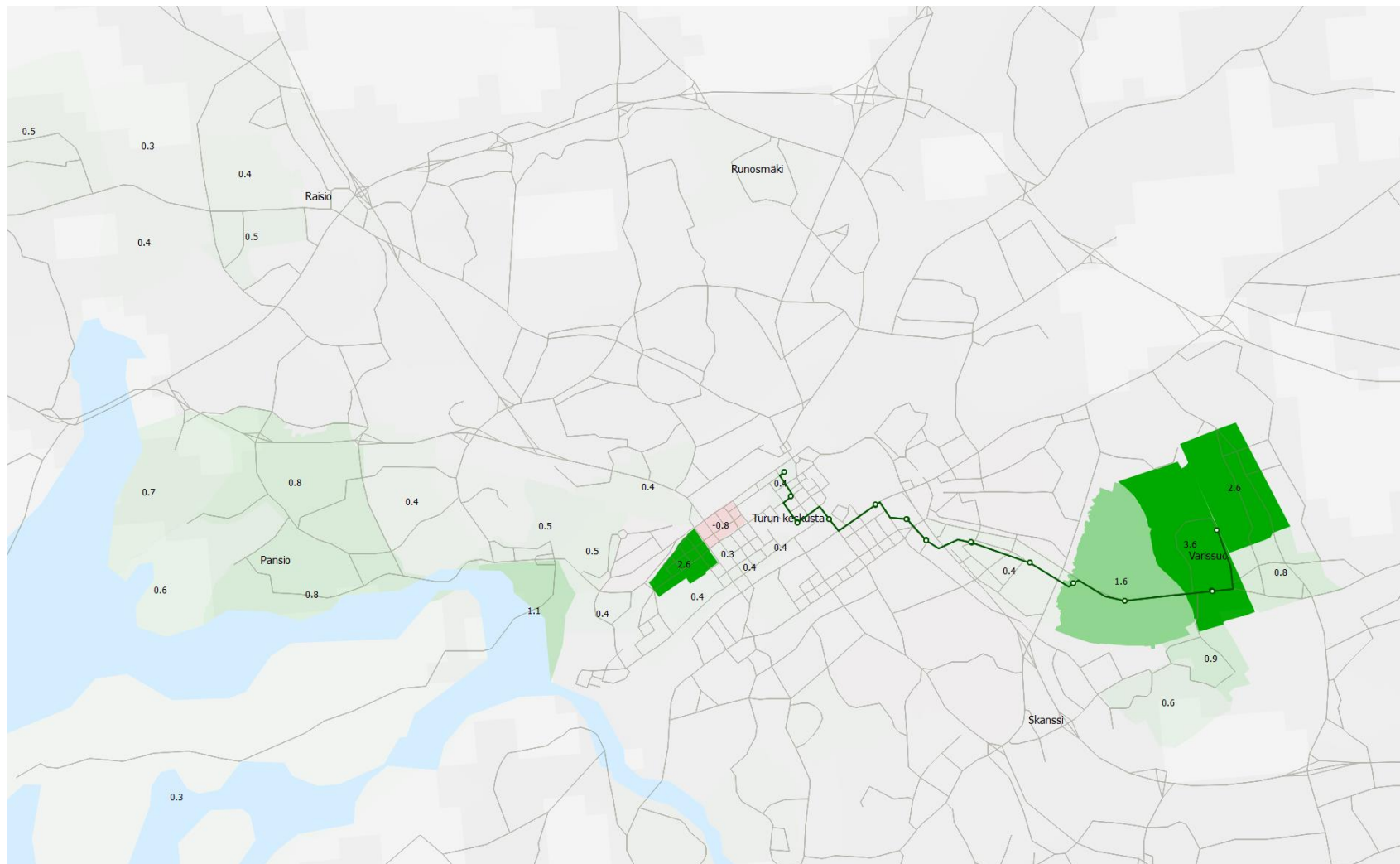
LIITE 2. Kulikutapamuutokset alueittain



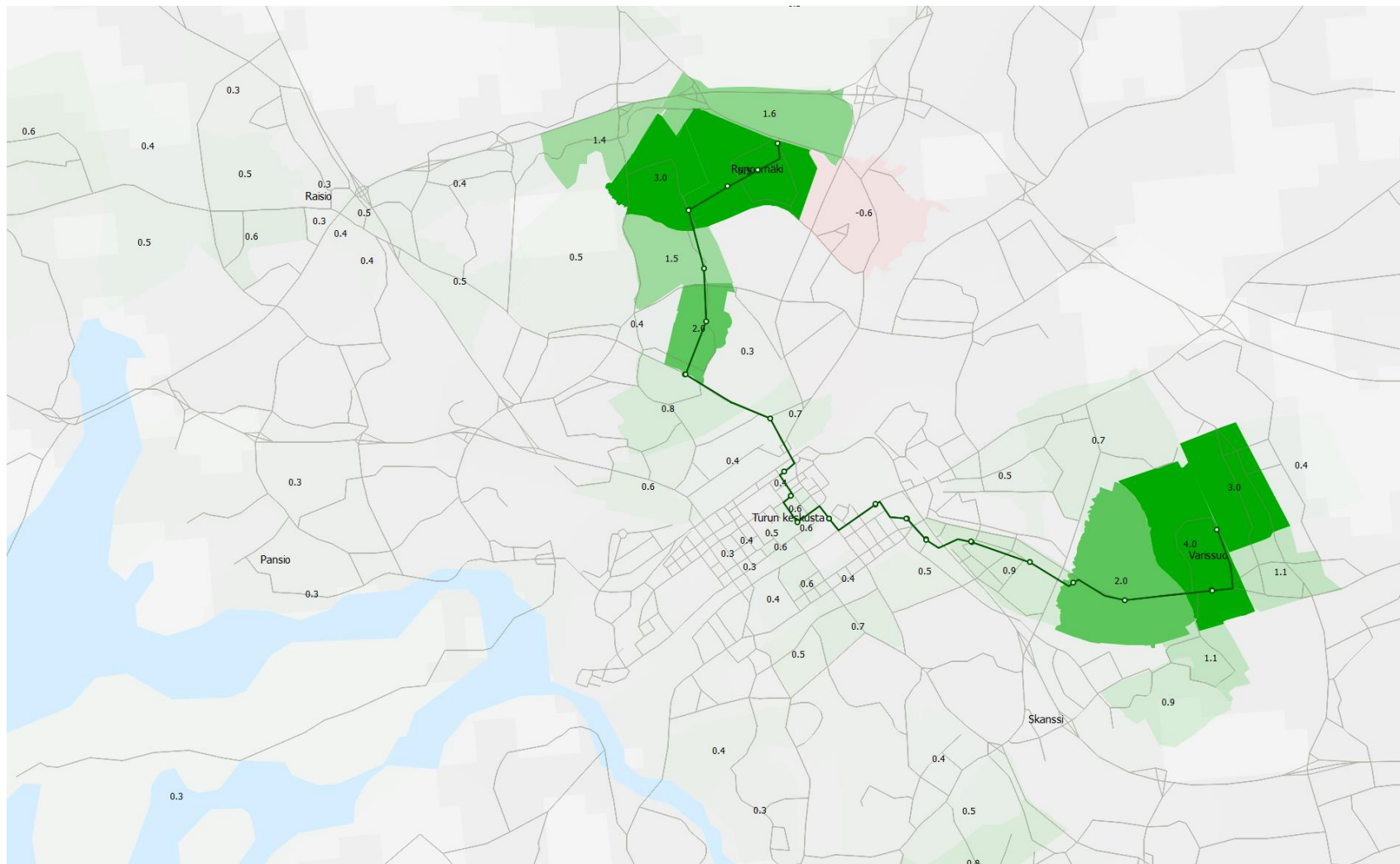
Kuva 1. Alueelliset kulikutapaosuuksien muutokset [prosenttiyksikköä] raitiotien linjausvaihtoehdolla VE1 (2029)



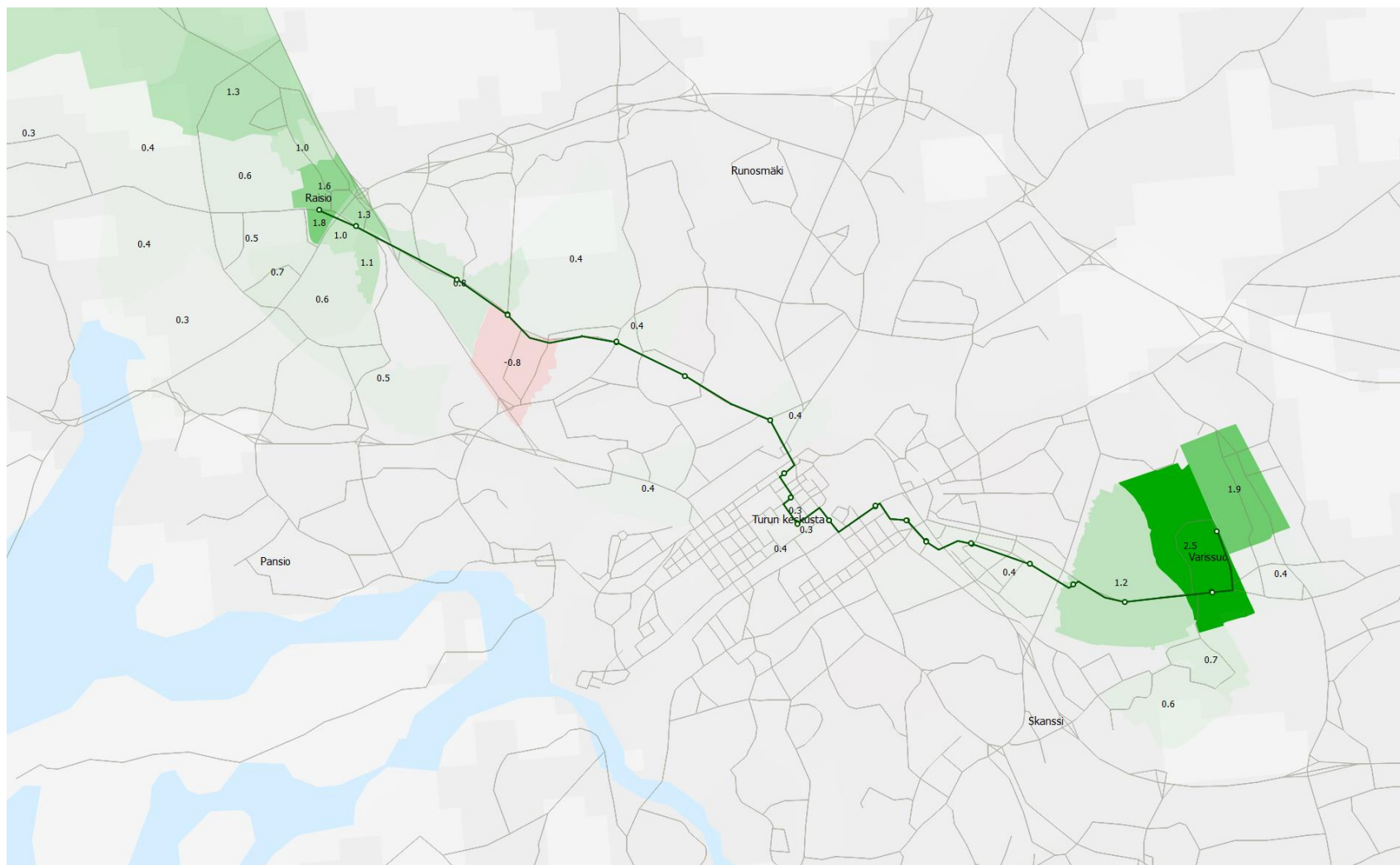
Kuva 2. Alueelliset kulkutapaosuuksien muutokset [prosenttiyksikköä] raitiotien linjausvaihtoehdolla VE2 (2029)



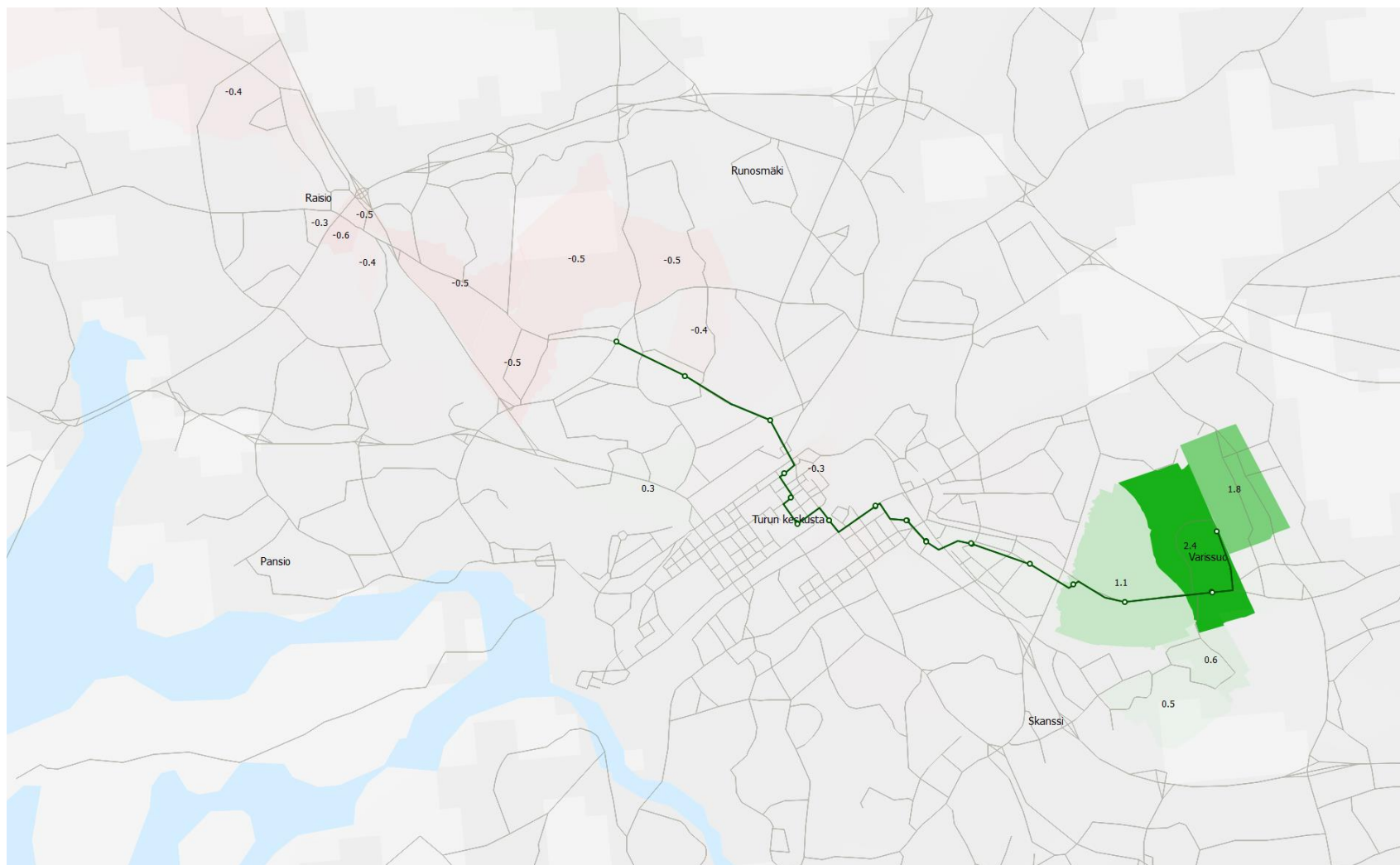
Kuva 3. Alueelliset kulkutapaosuuksien muutokset [prosenttiyksikköä] raitiotien linjausvaihtoehdolla VE3 (2029)



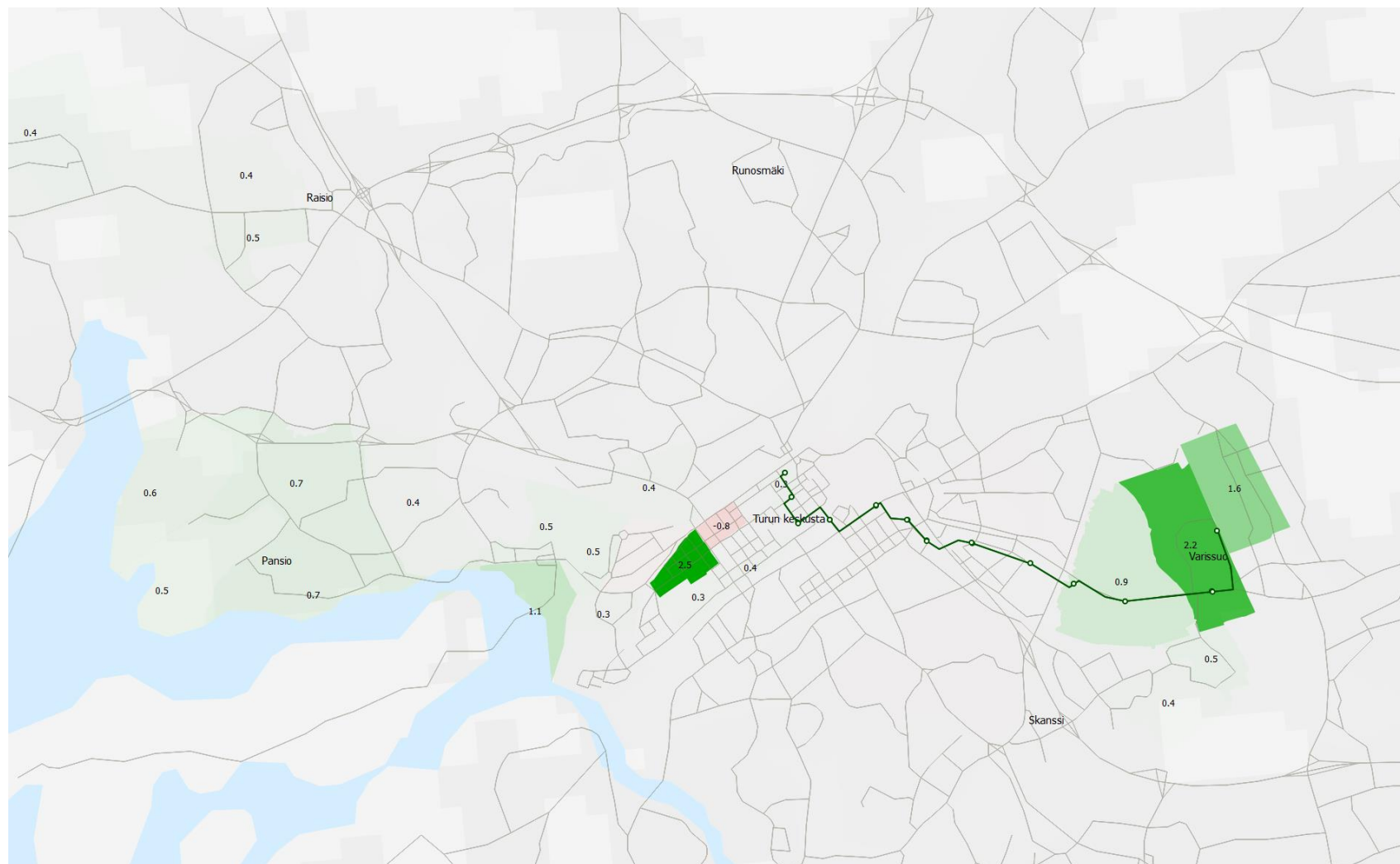
Kuva 4. Alueelliset kulkutapaosuusien muutokset [prosenttiyksikköä] raitiotien linjausvaihtoehdolla VE4 (2029)



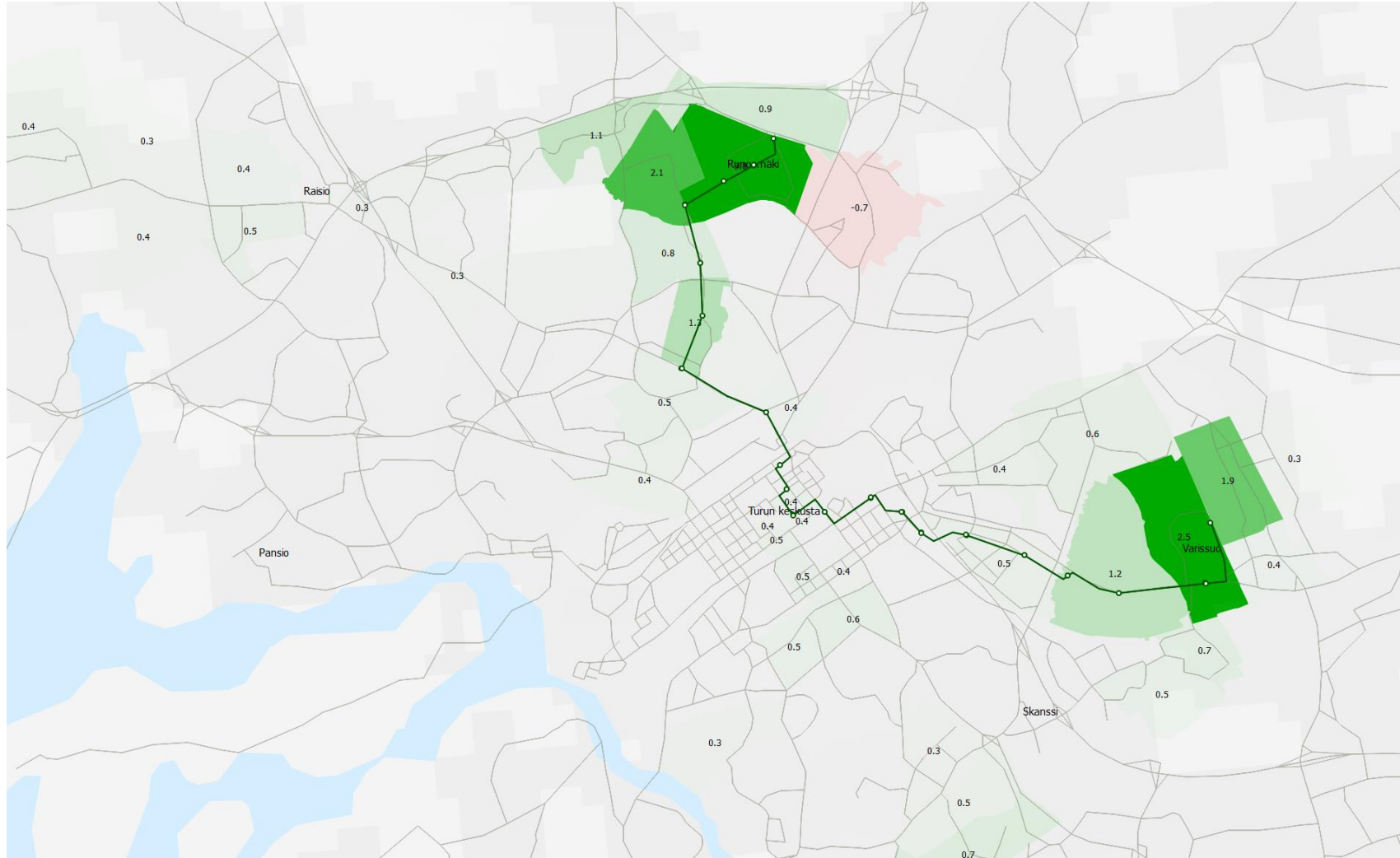
Kuva 5. Alueelliset kulkutapaosuusien muutokset [prosenttiyksikköä] superbussin linjausvaihtoehdolla VE1 (2029)



Kuva 6. Alueelliset kulkutapaosuuksien muutokset [prosenttiyksikköä] superbussin linjausvaihtoehdolla VE2 (2029)

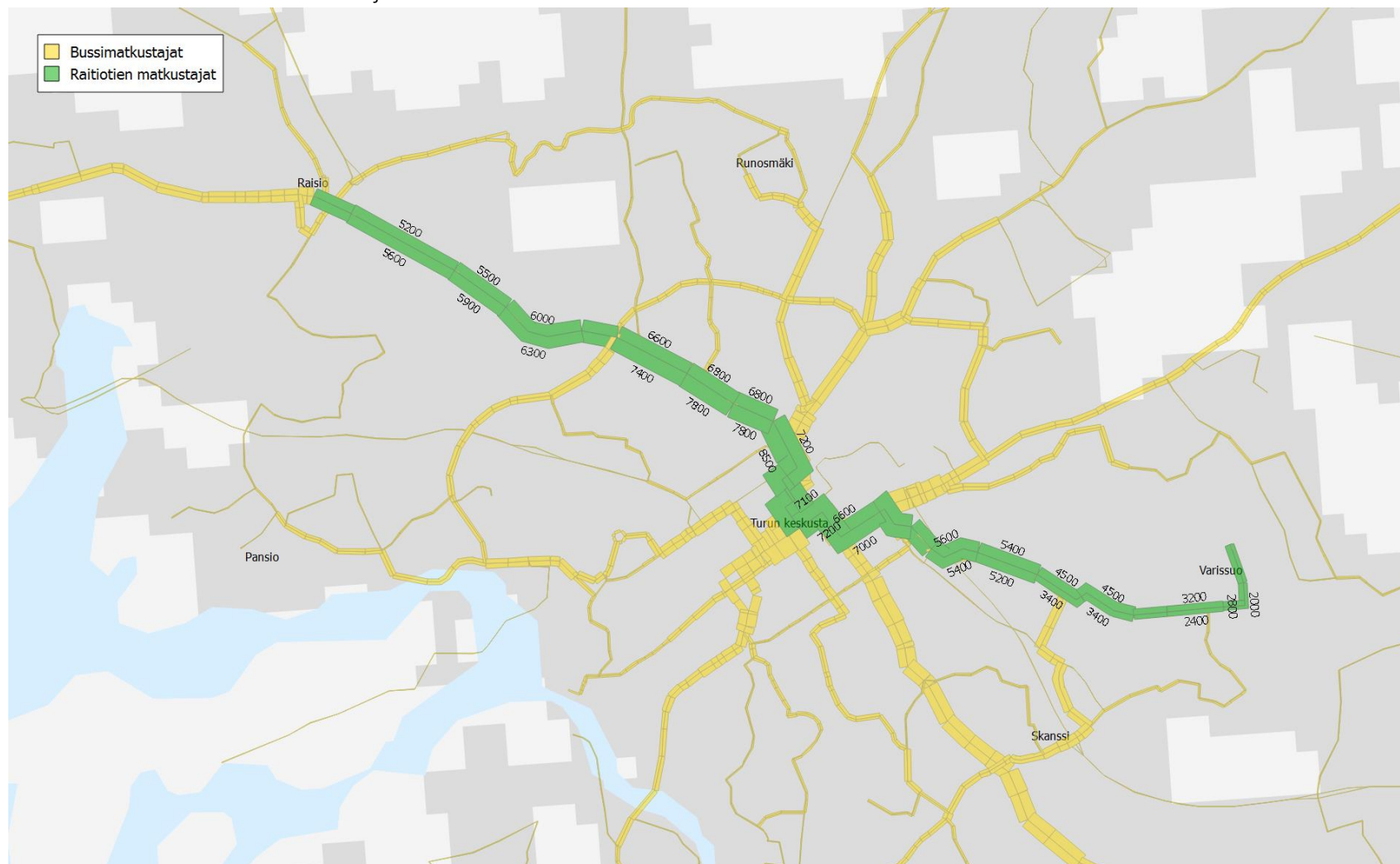


Kuva 7. Alueelliset kulkutapaosuuksien muutokset [prosenttiyksikköä] superbussin linjausvaihtoehdolla VE3 (2029)

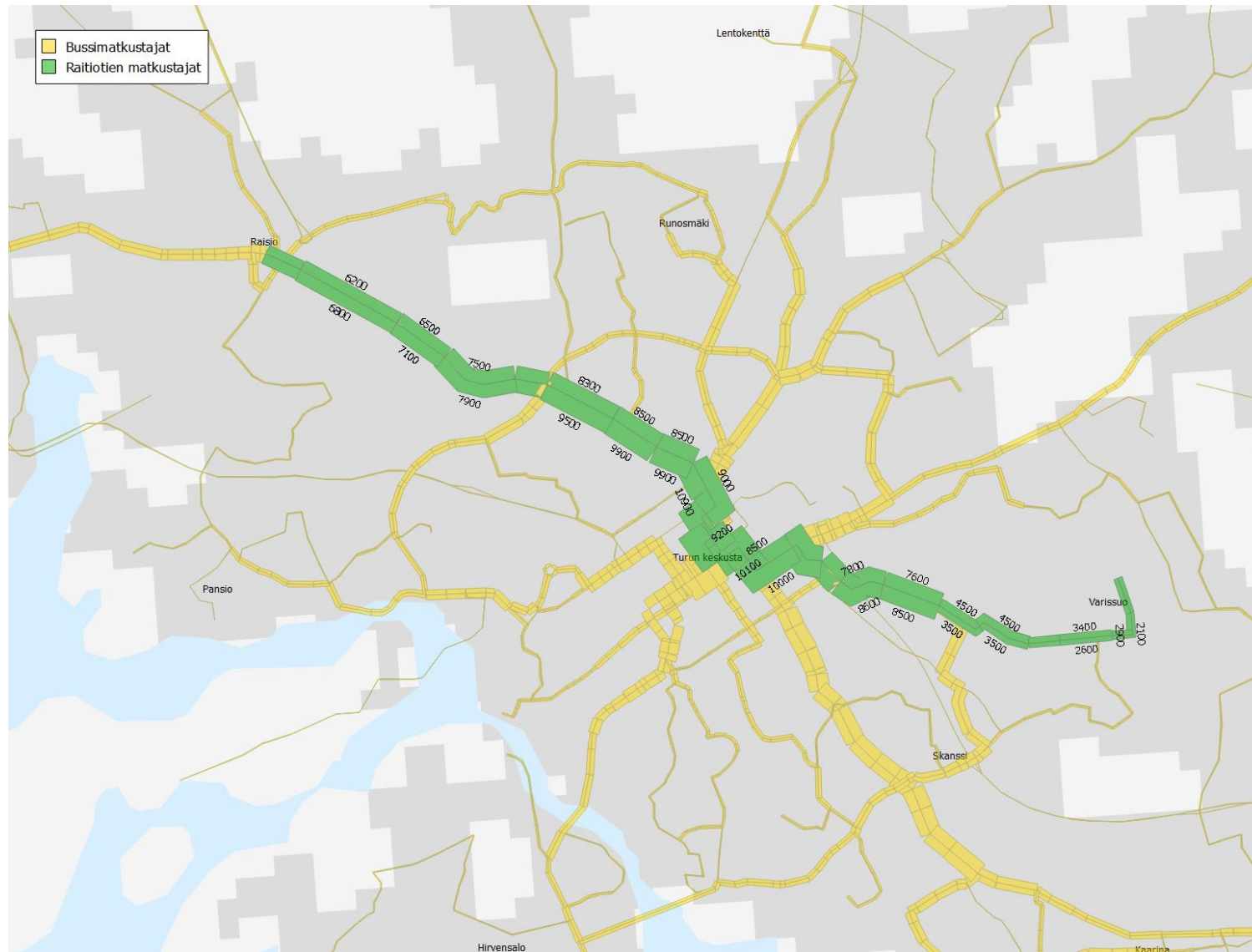


Kuva 8. Alueelliset kulkutapaosuuksien muutokset [prosenttiyksikköä] superbussin linjausvaihtoehdolla VE4 (2029)

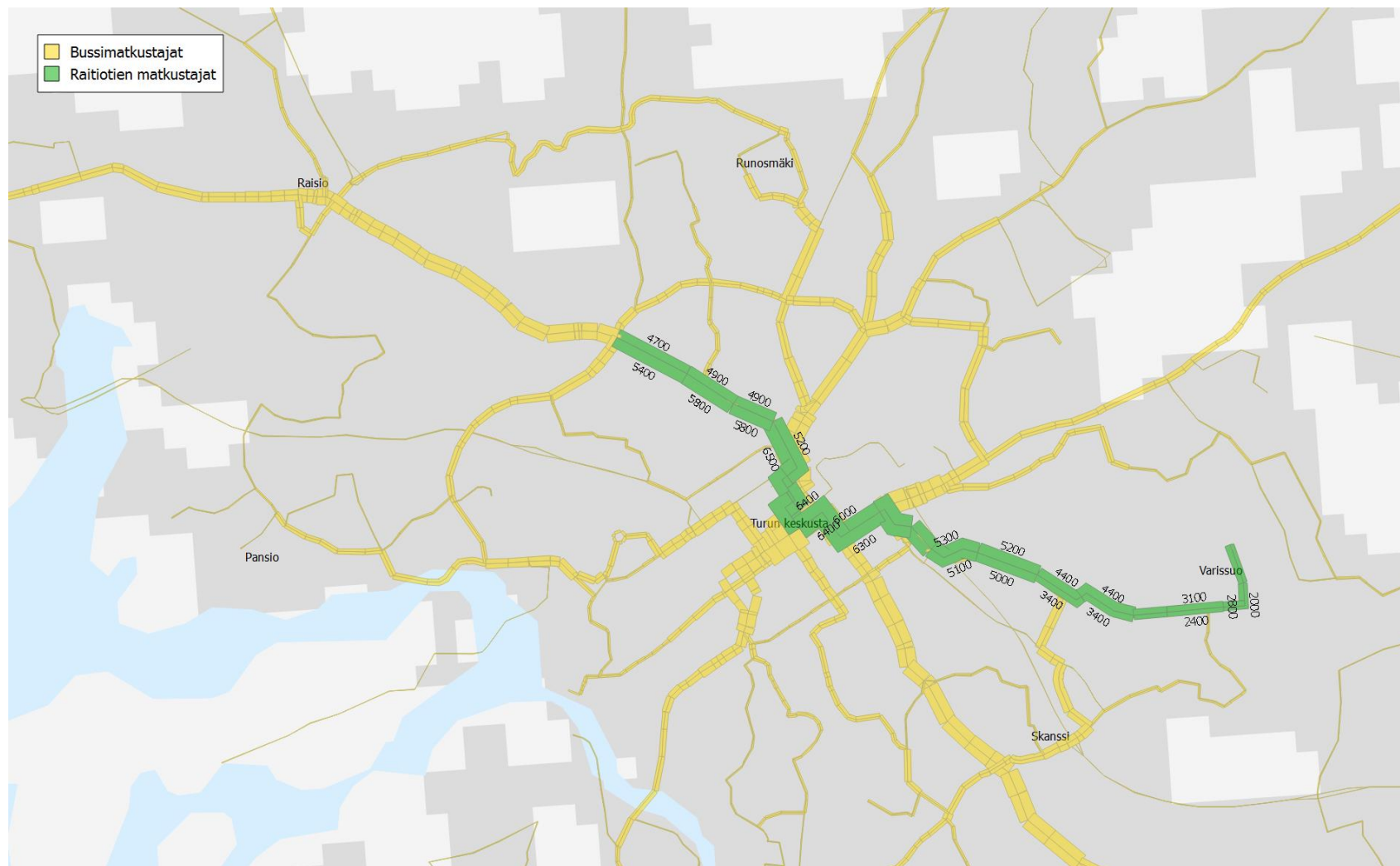
LIITE 3. Raitiotien vuorokauden matkustajakuormitukset eri vaihtoehdoissa



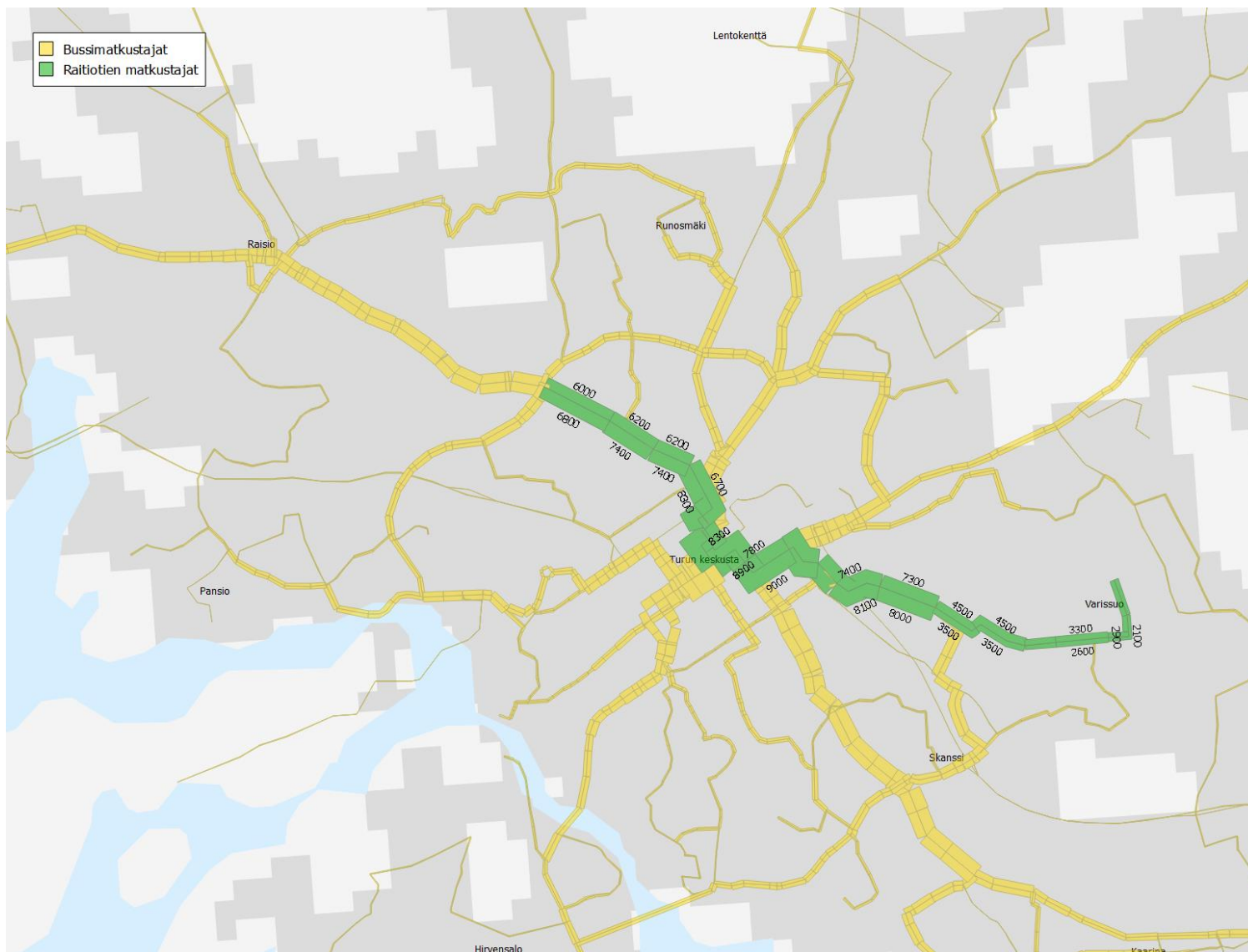
Kuva 1. Raitiotien vuorokauden matrustajakuormitus VE1 (2029)



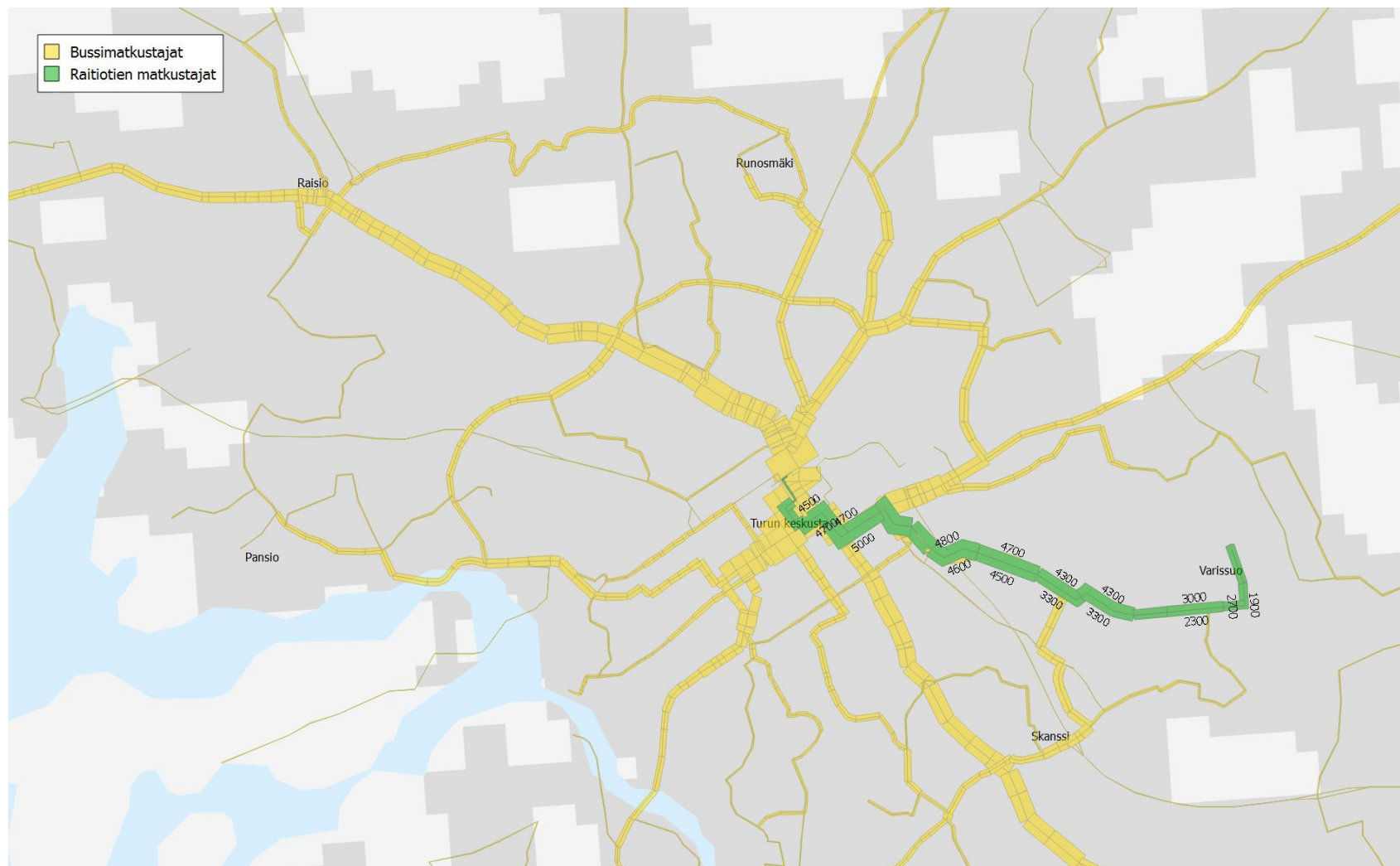
Kuva 2. Raitiotien vuorokauden matkustajakuormitus VE1 (2050)



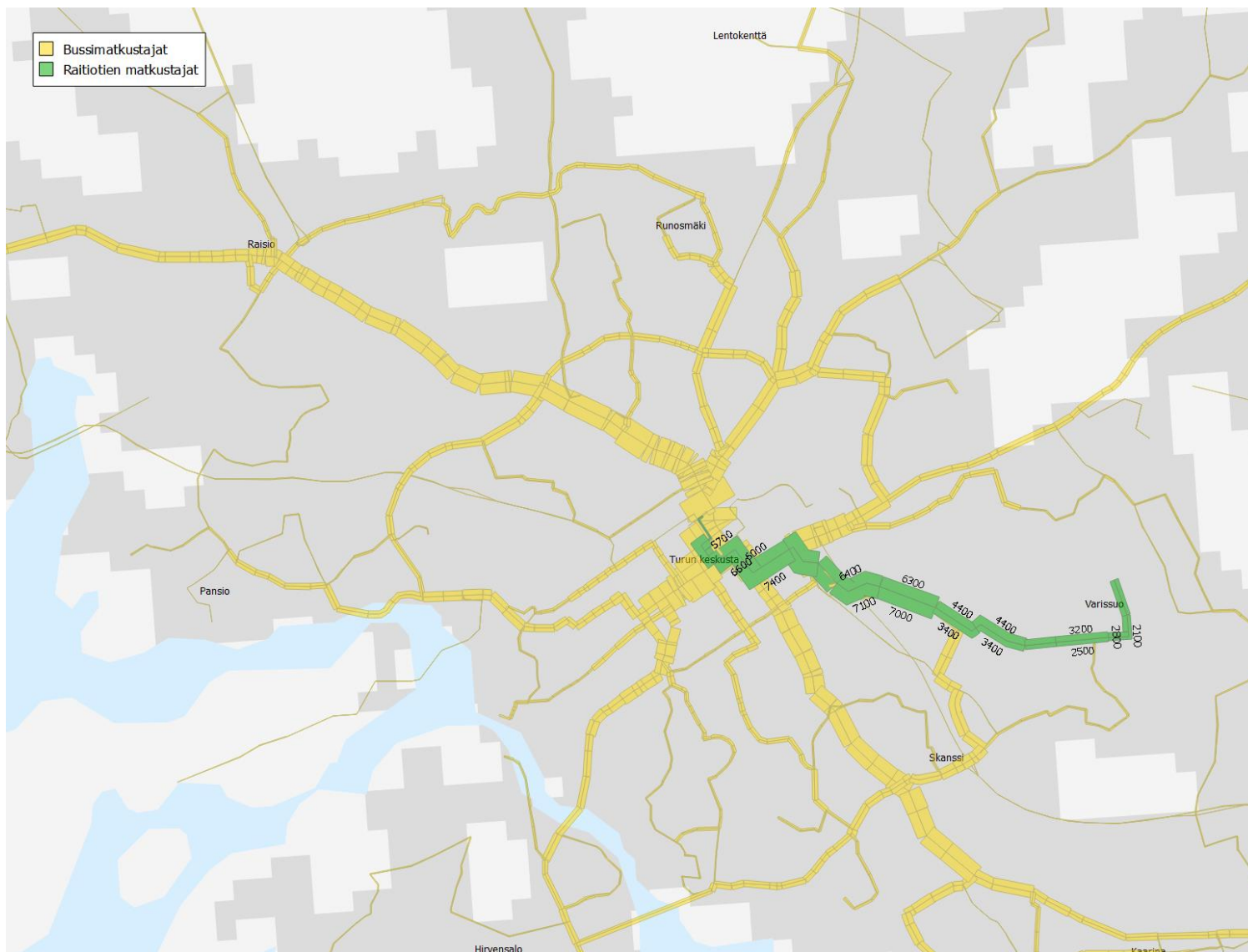
Kuva 3. Raitiotien vuorokauden matrustajakuormitus VE2 (2029)



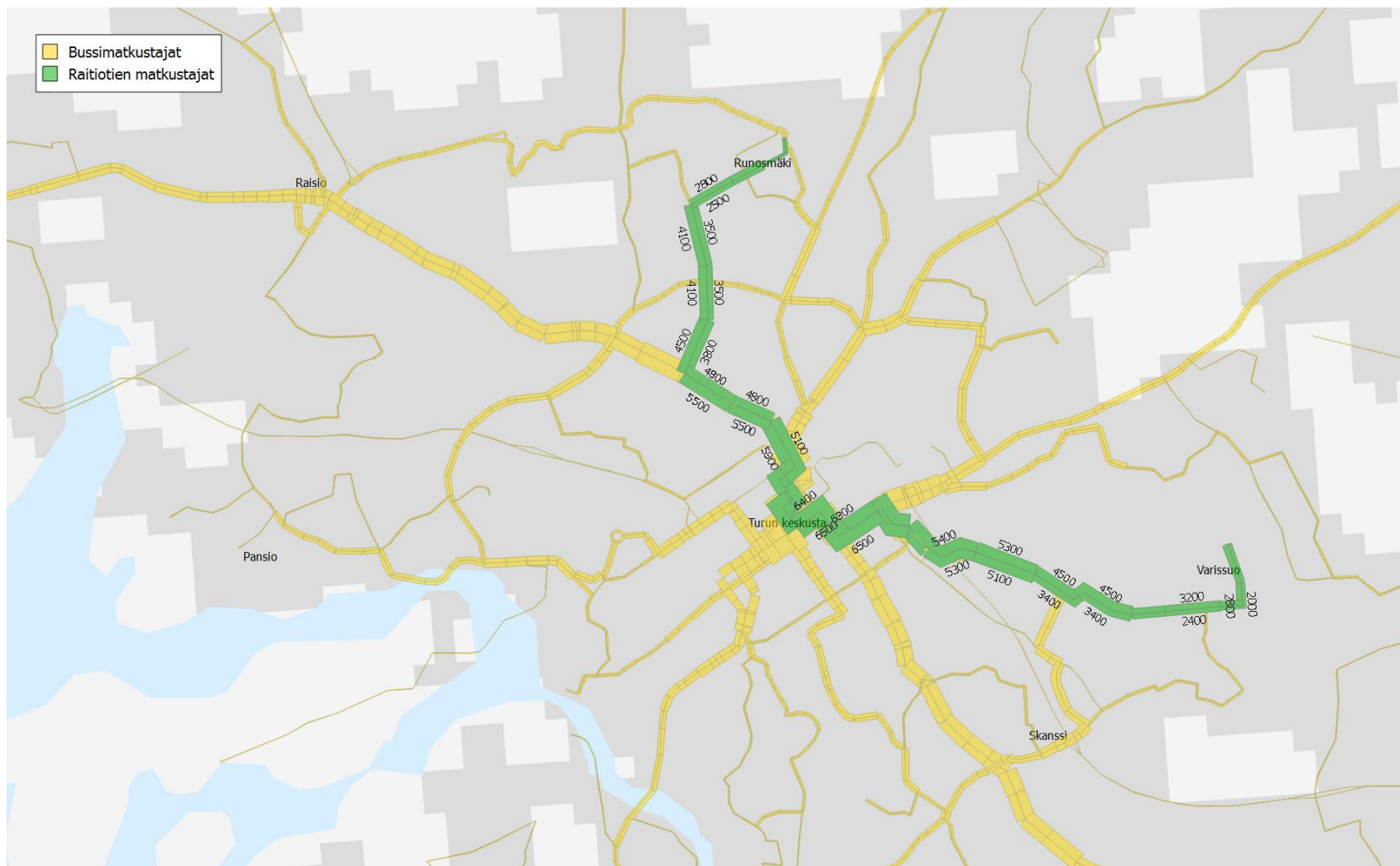
Kuva 4. Raitiotien vuorokauden matkustajakuormitus VE2 (2050)



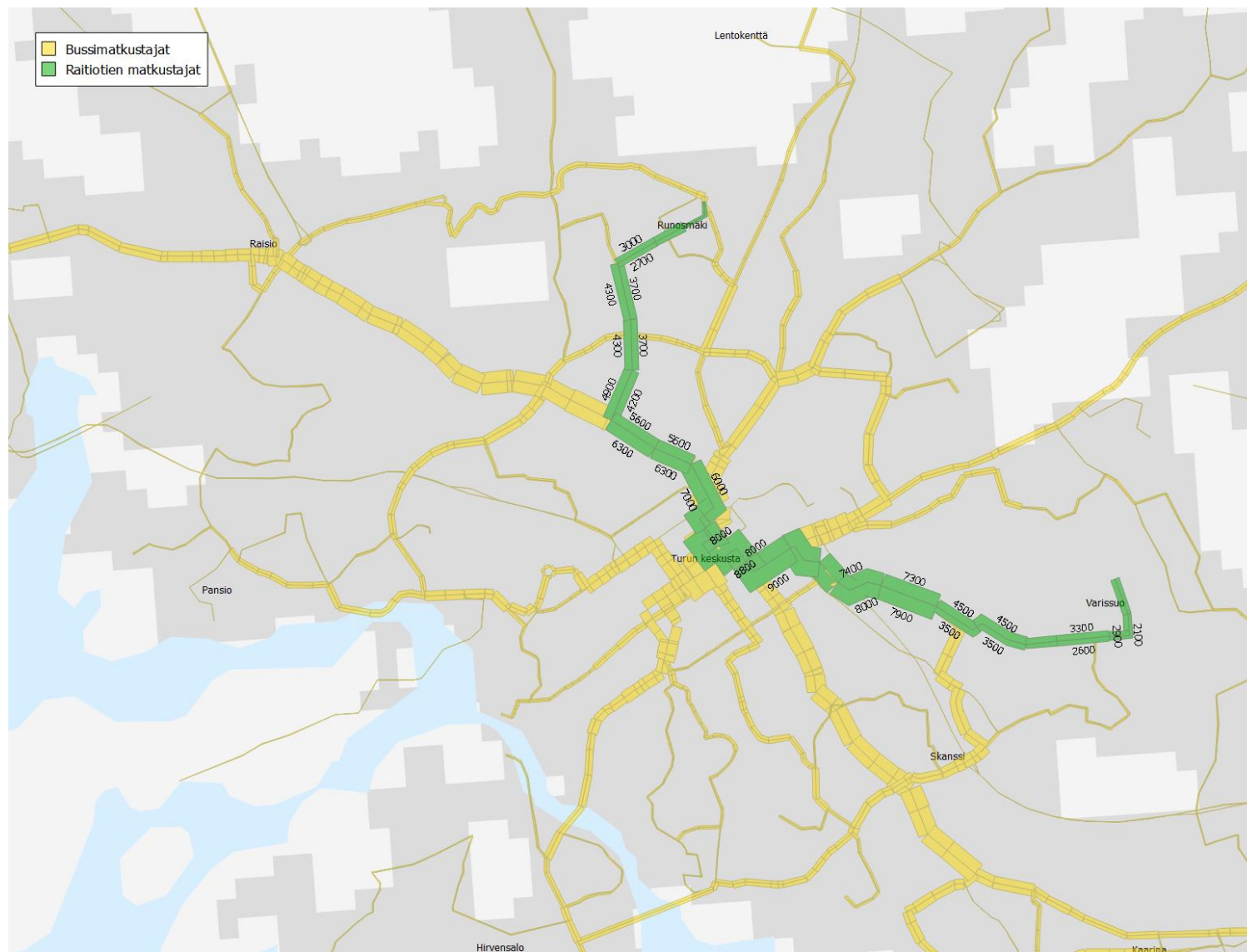
Kuva 5. Raitiotien vuorokauden matrustajakuormitus VE3 (2029)



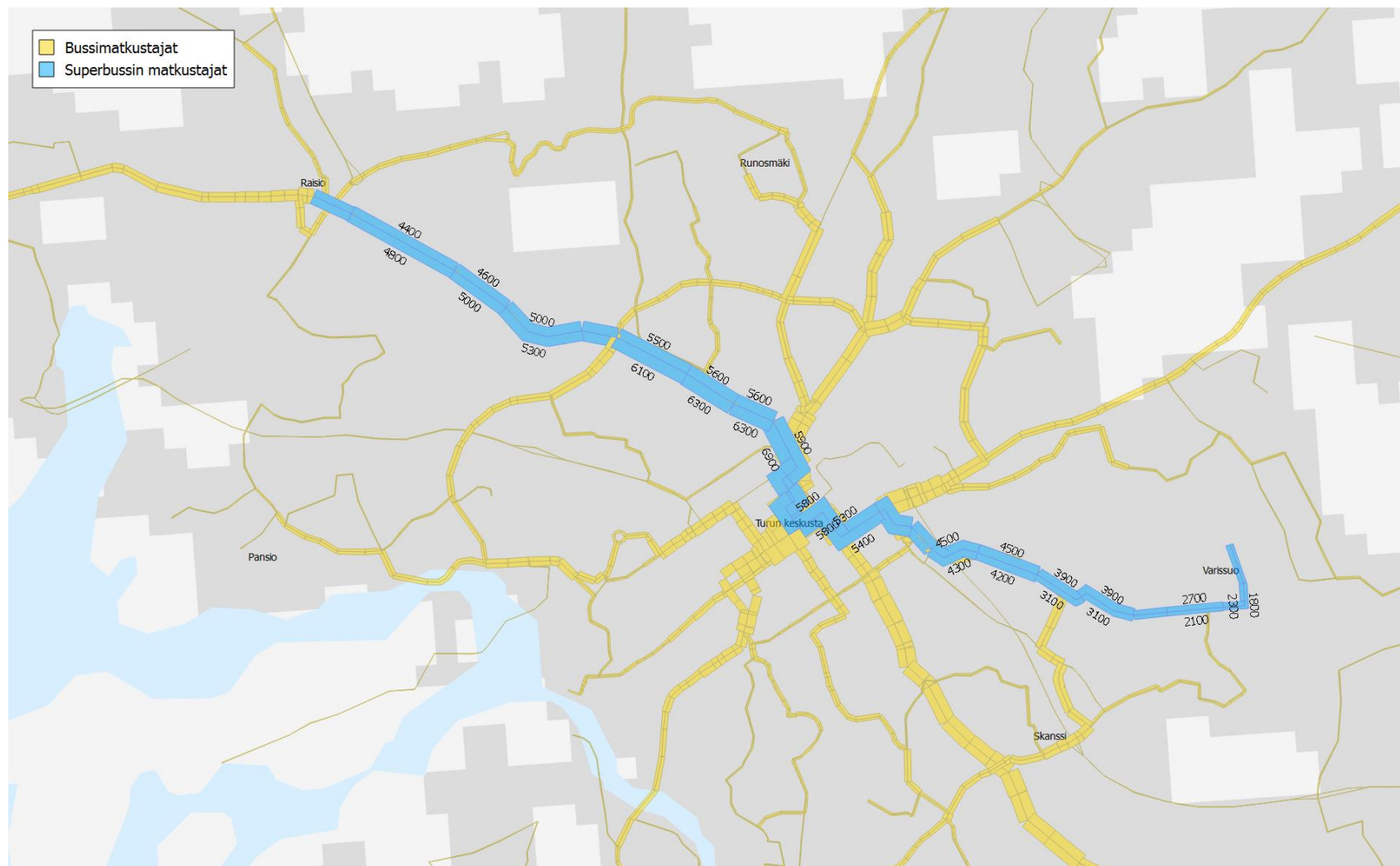
Kuva 6. Raitiotien vuorokauden matkustajakuormitus VE3 (2050)



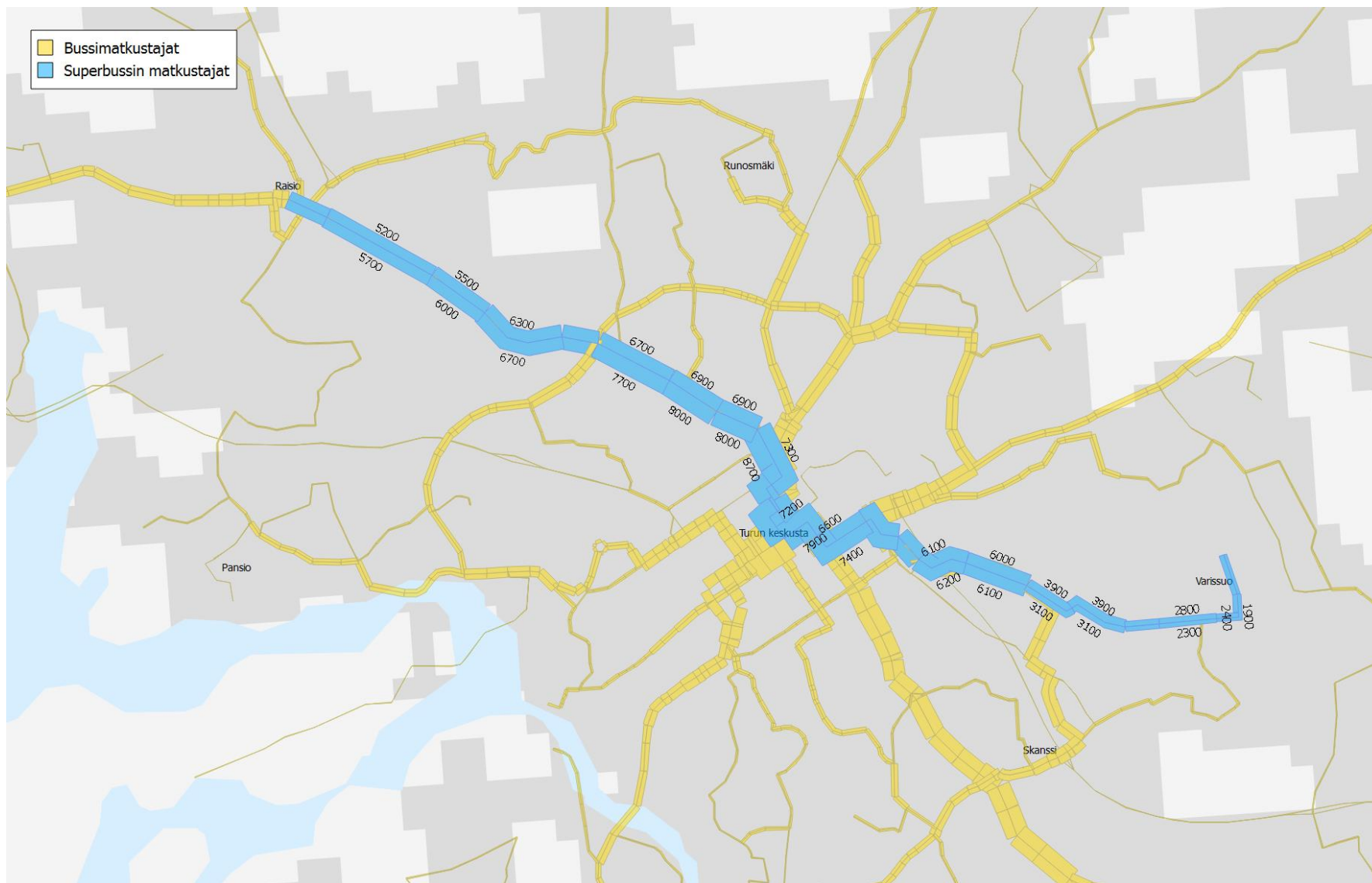
Kuva 7. Raitiotien vuorokauden matrustajakuormitus VE4 (2029)



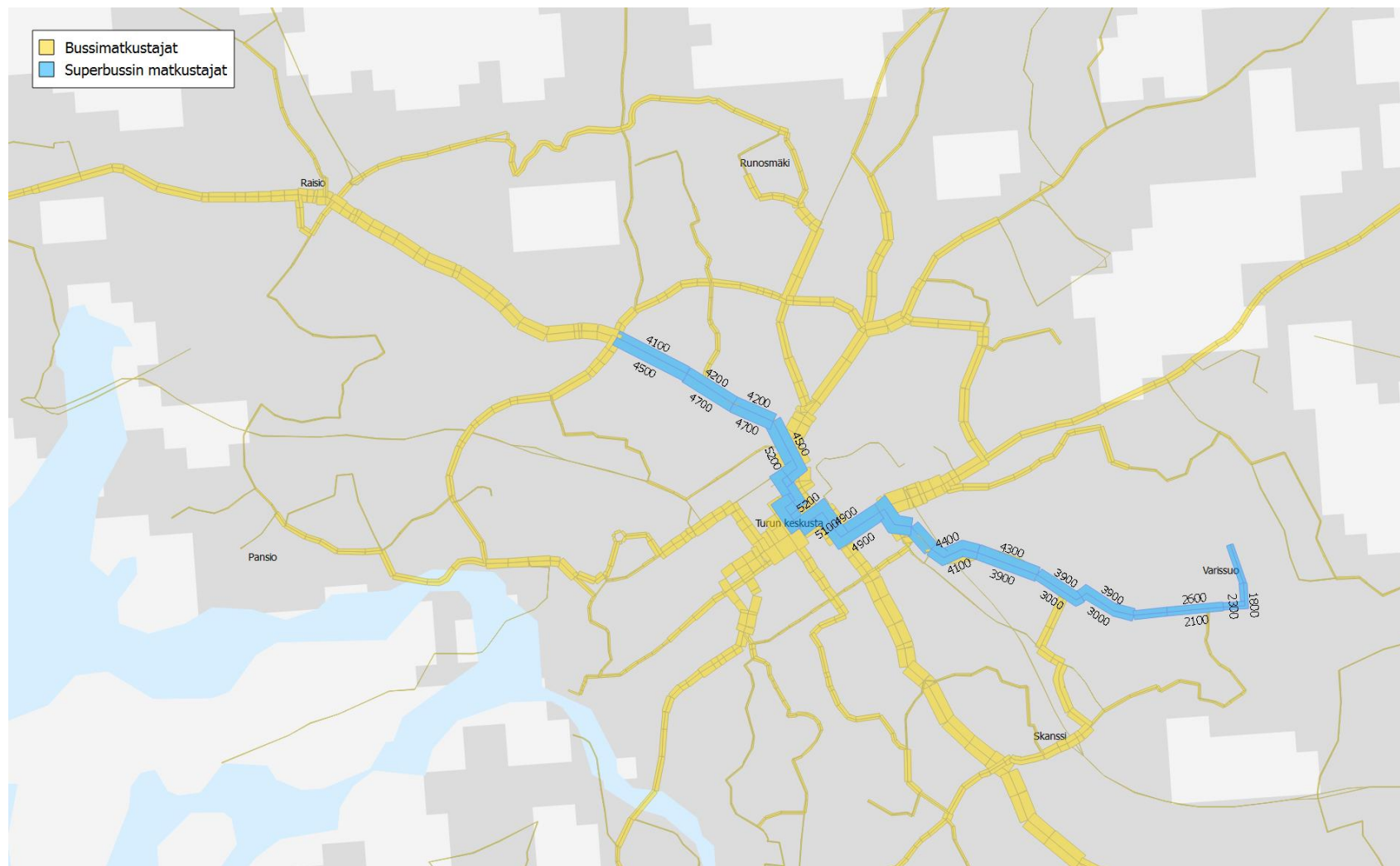
Kuva 8. Raitiotien vuorokauden matkustajakuormitus VE4 (2050)



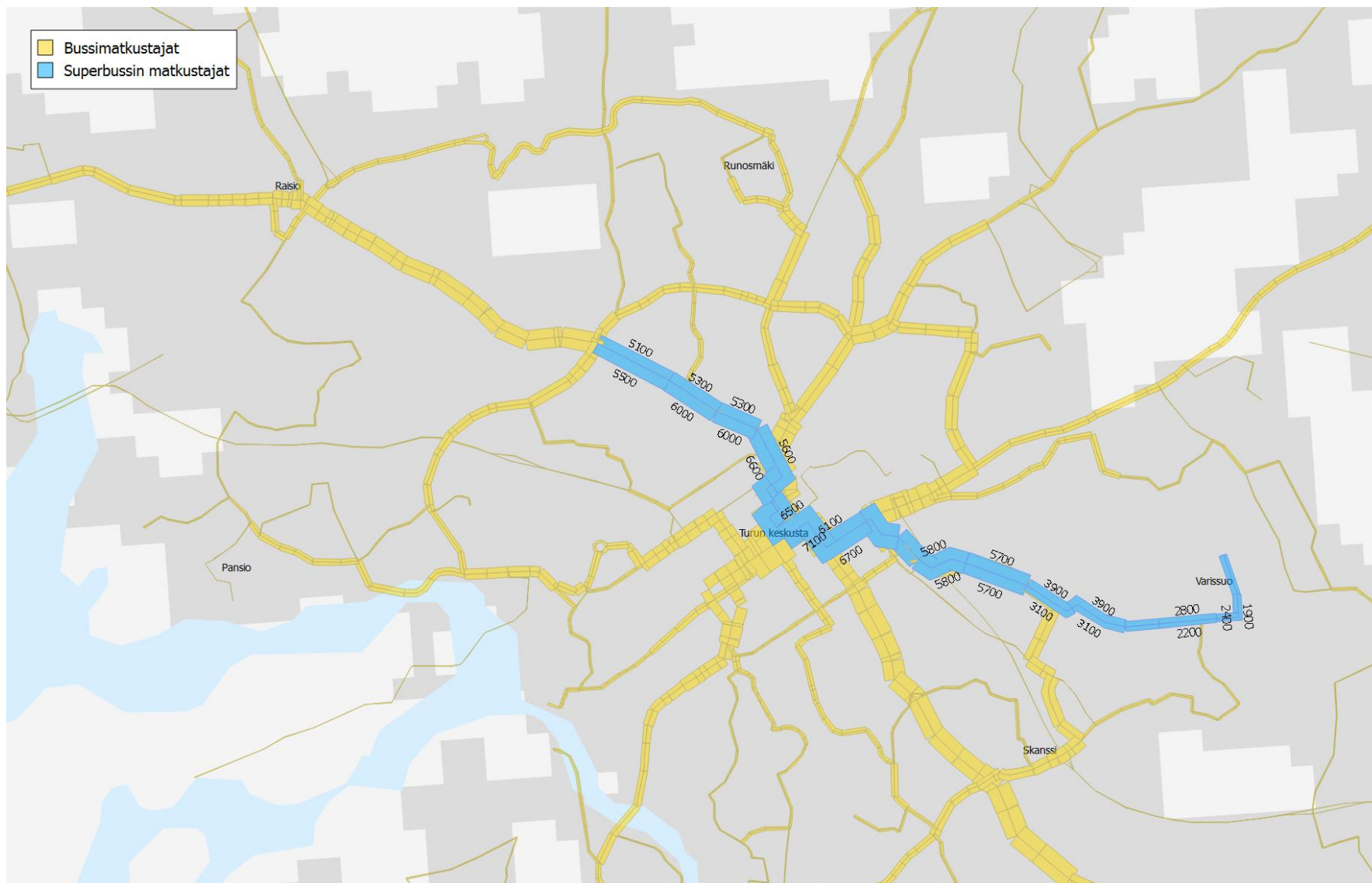
Kuva 9. Superbussin vuorokauden matkustajakuormitus VE1 (2029)



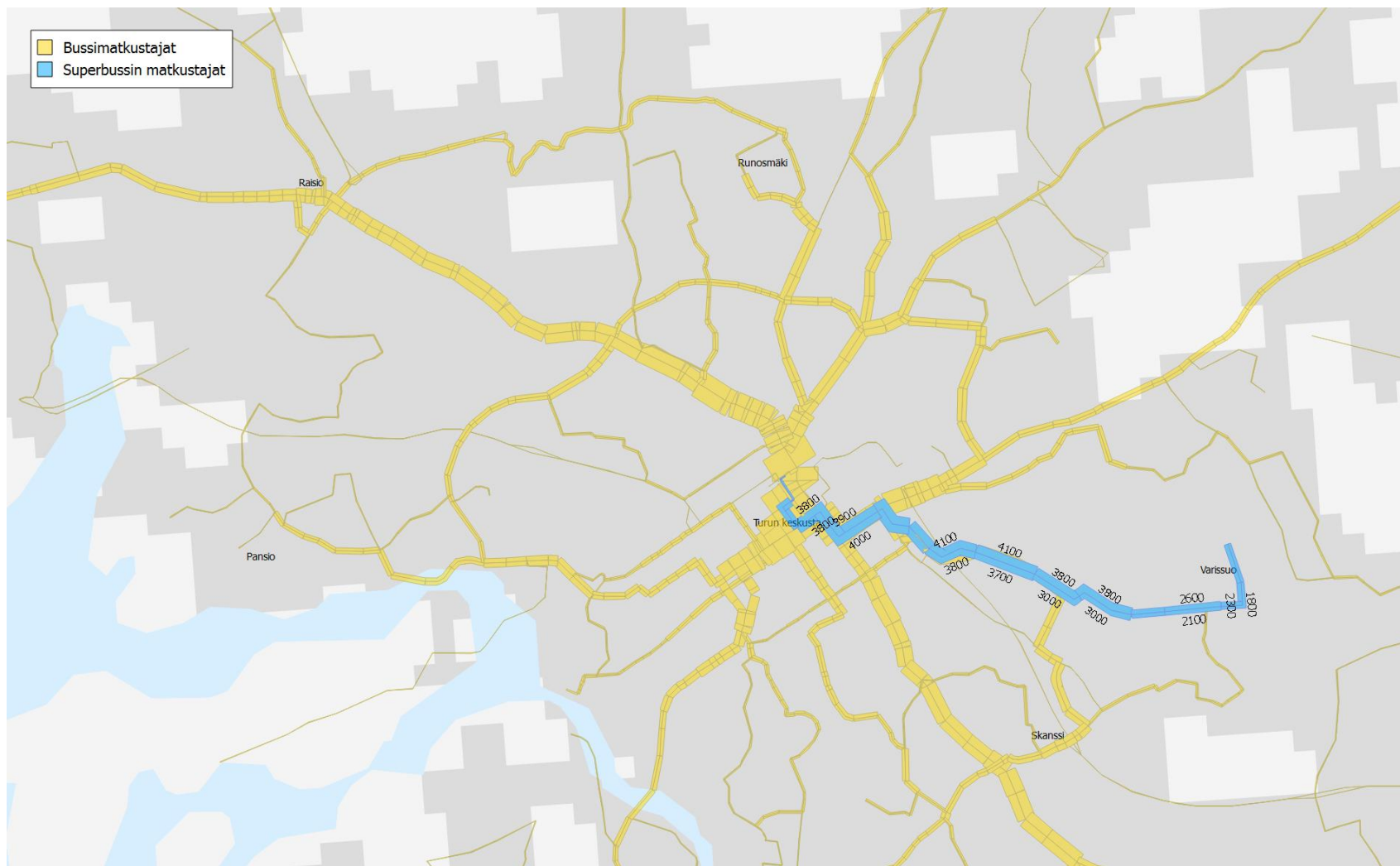
Kuva 10. Superbussin vuorokauden matkustajakuormitus VE1 (2050)



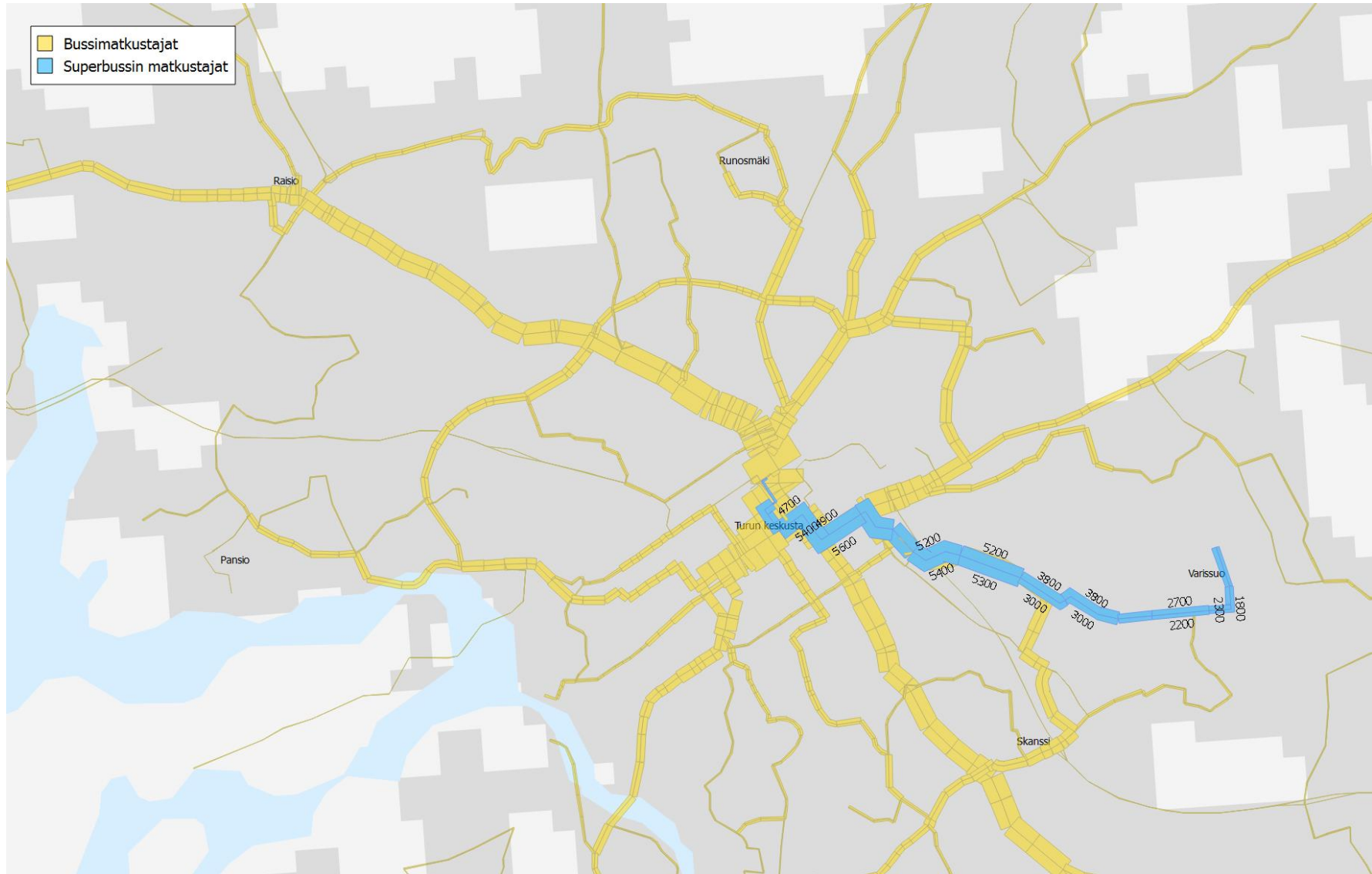
Kuva 11. Superbussin vuorokauden matkustajakuormitus VE2 (2029)



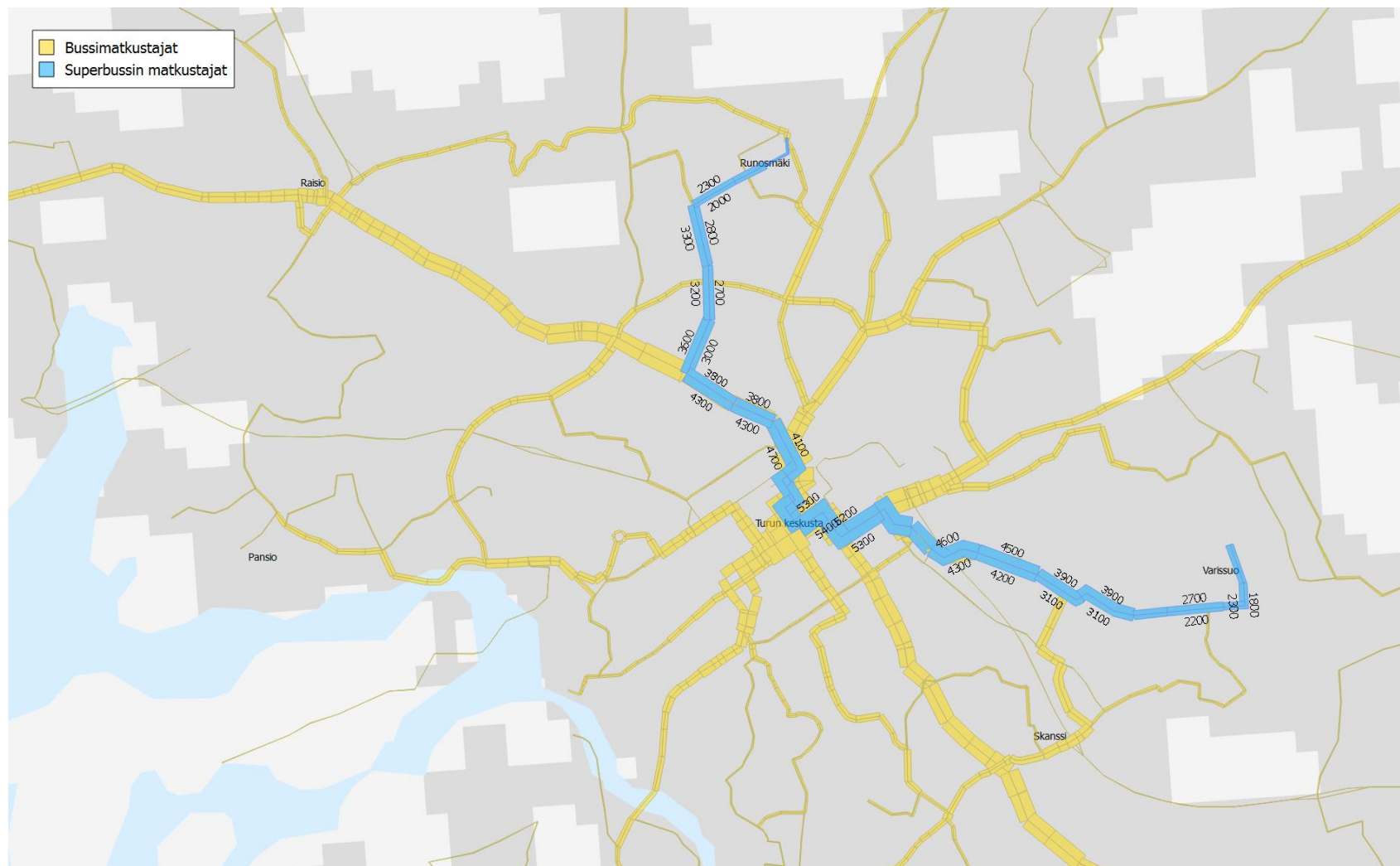
Kuva 12. Superbussin vuorokauden matrustajakuormitus VE2 (2050)



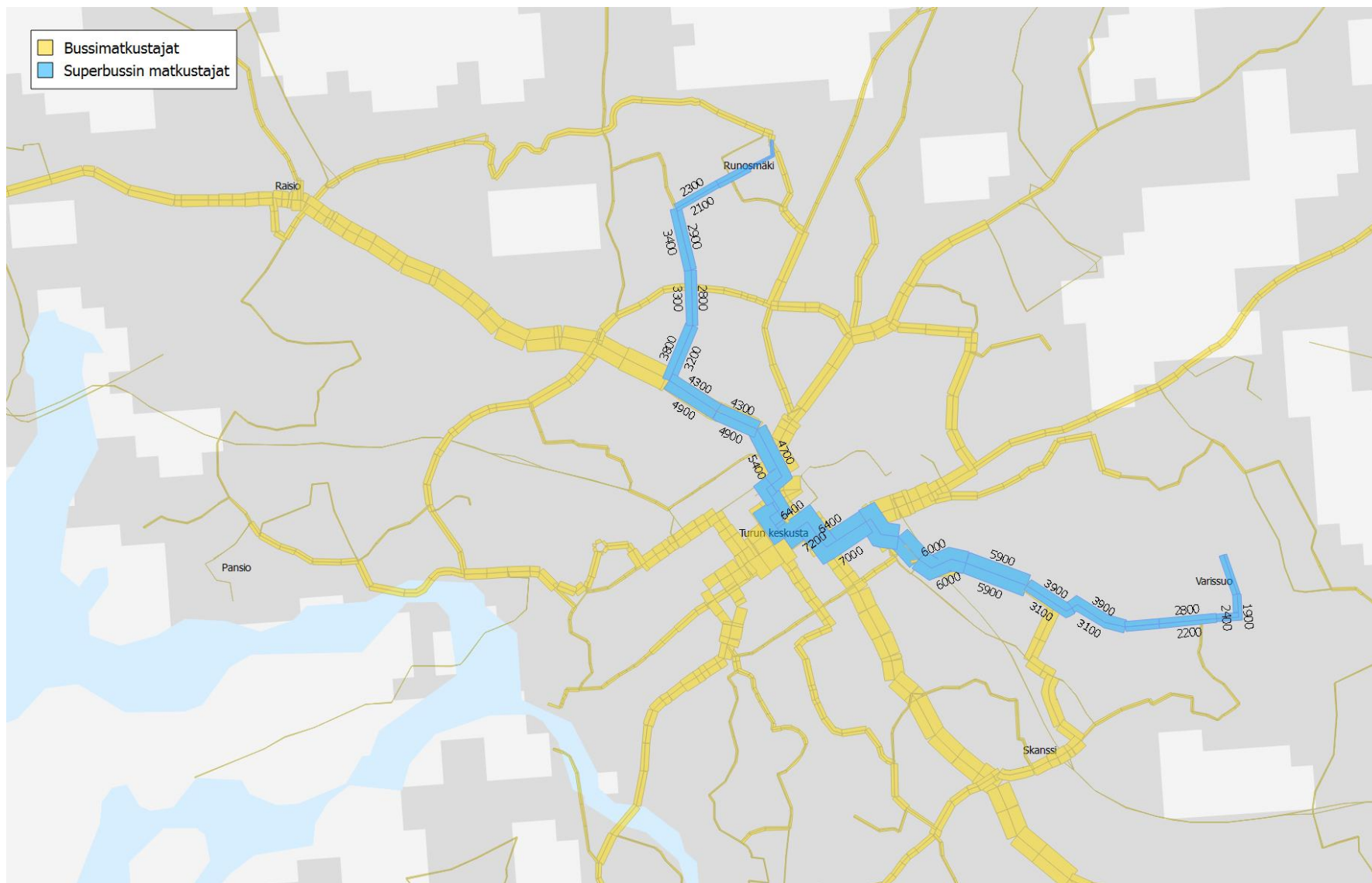
Kuva 13. Superbussin vuorokauden matkustajakuormitus VE3 (2029)



Kuva 14. Superbussin vuorokauden matkustajakuormitus VE3 (2050)

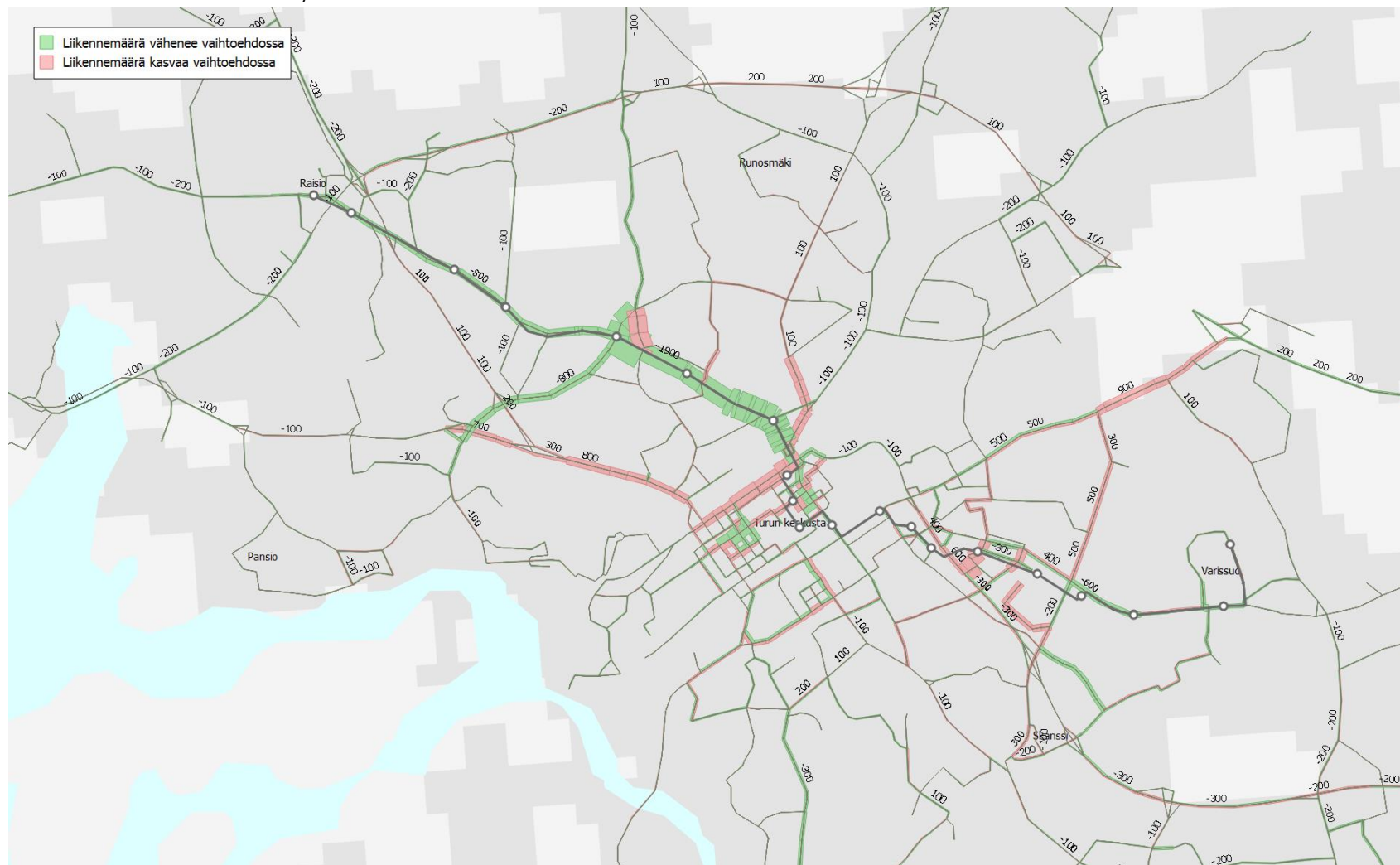


Kuva 15. Superbussin vuorokauden matkustajakuormitus VE4 (2029)

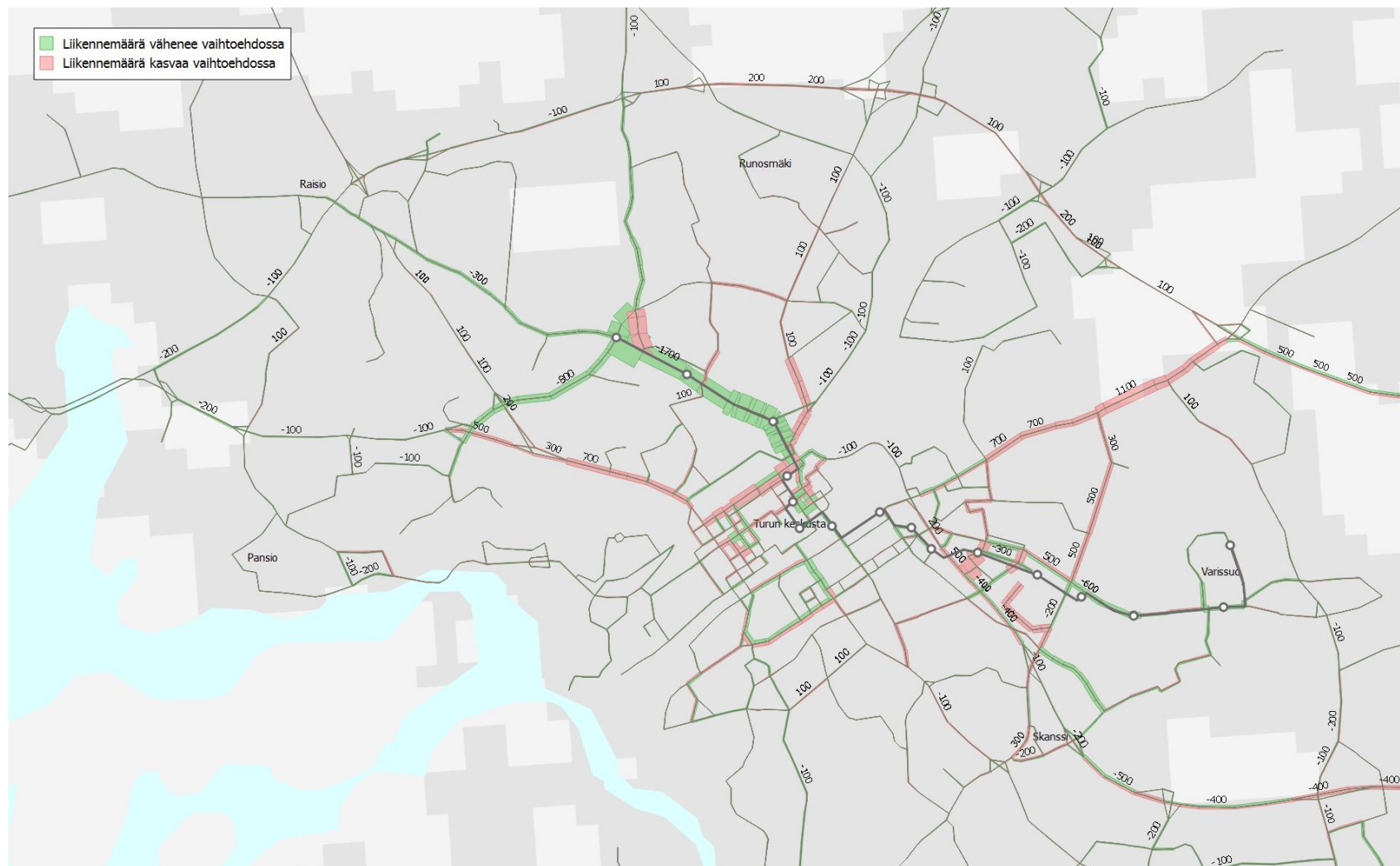


Kuva 16. Superbussin vuorokauden matkustajakuormitus VE4 (2050)

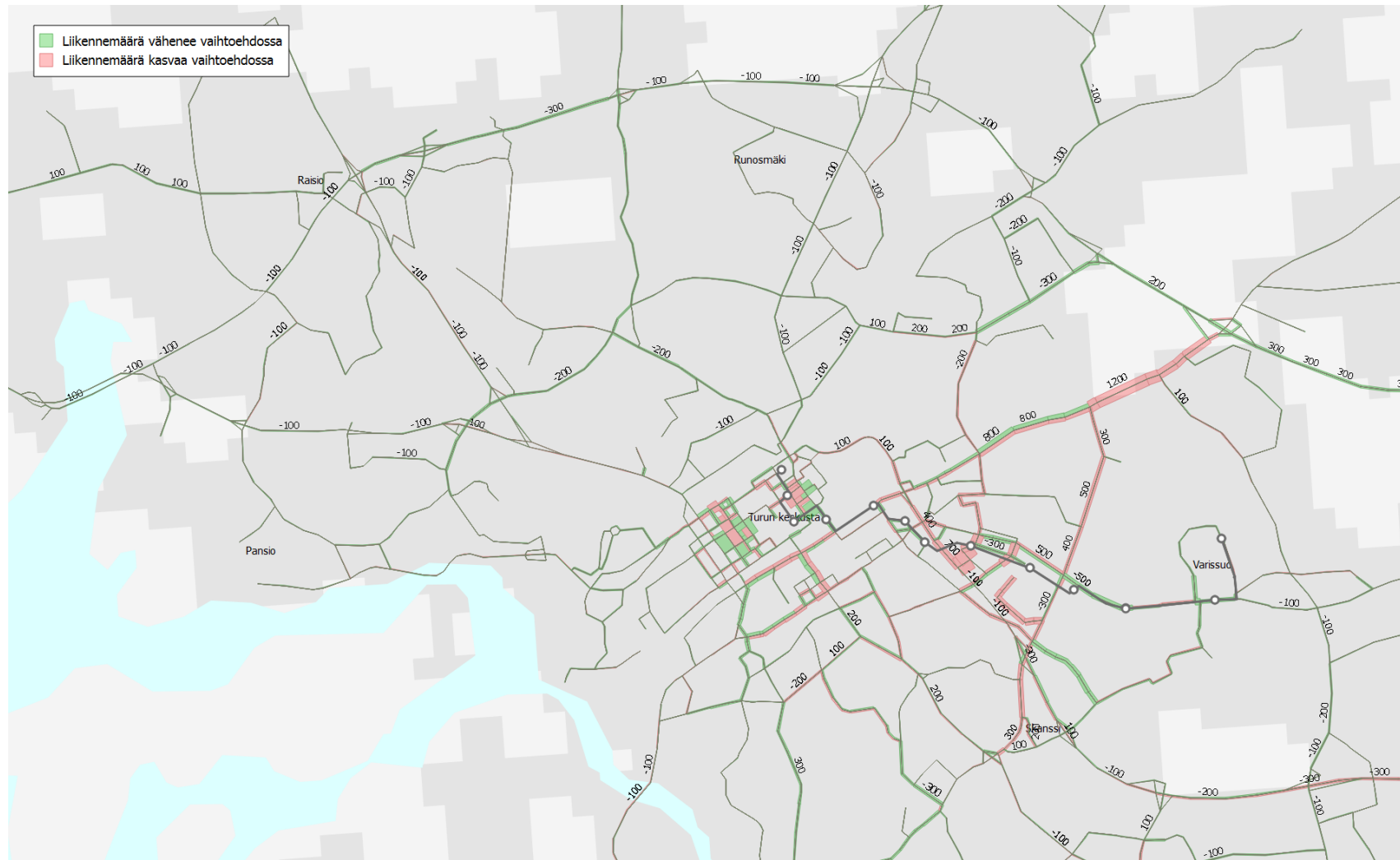
LIITE 4. Henkilöautoliikenteen siirtymät eri vaihtoehdoissa



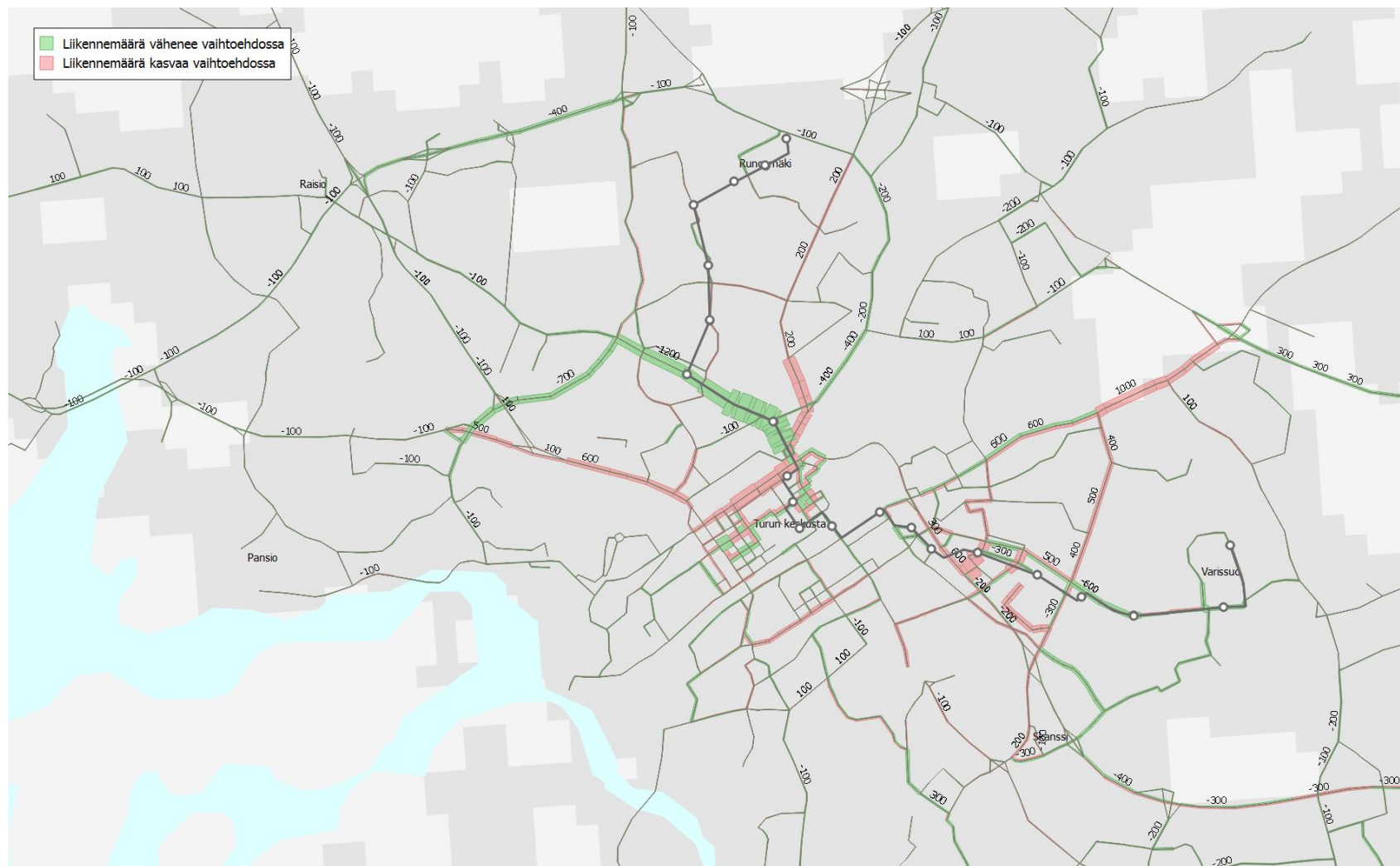
Kuva 1. Henkilöautoliikenteen siirtymät raitiotien linjausvaihtoehdolla VE1



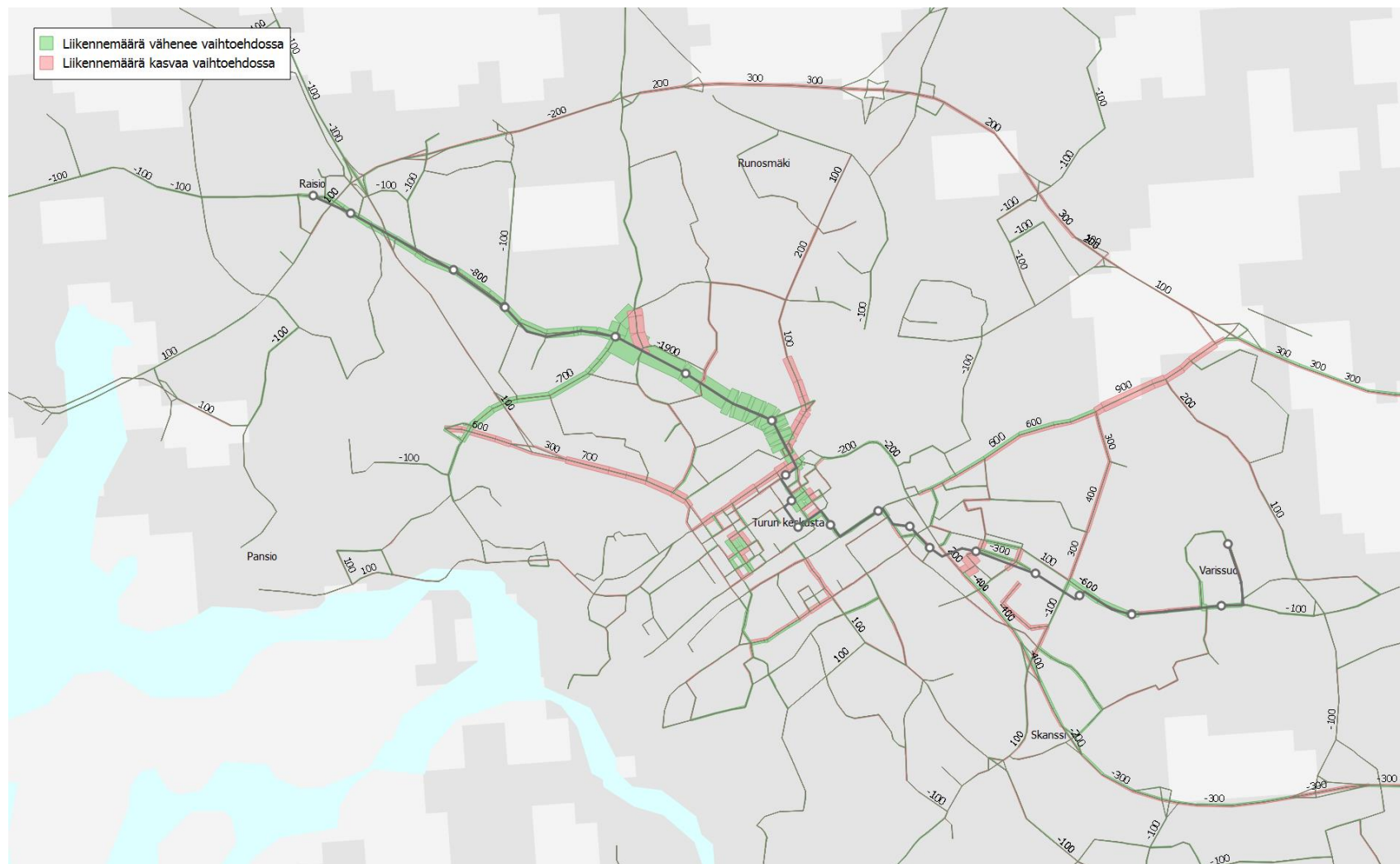
Kuva 2. Henkilöautoliikenteen siirtymät raitiotien linjausvaihtoehdolla VE2



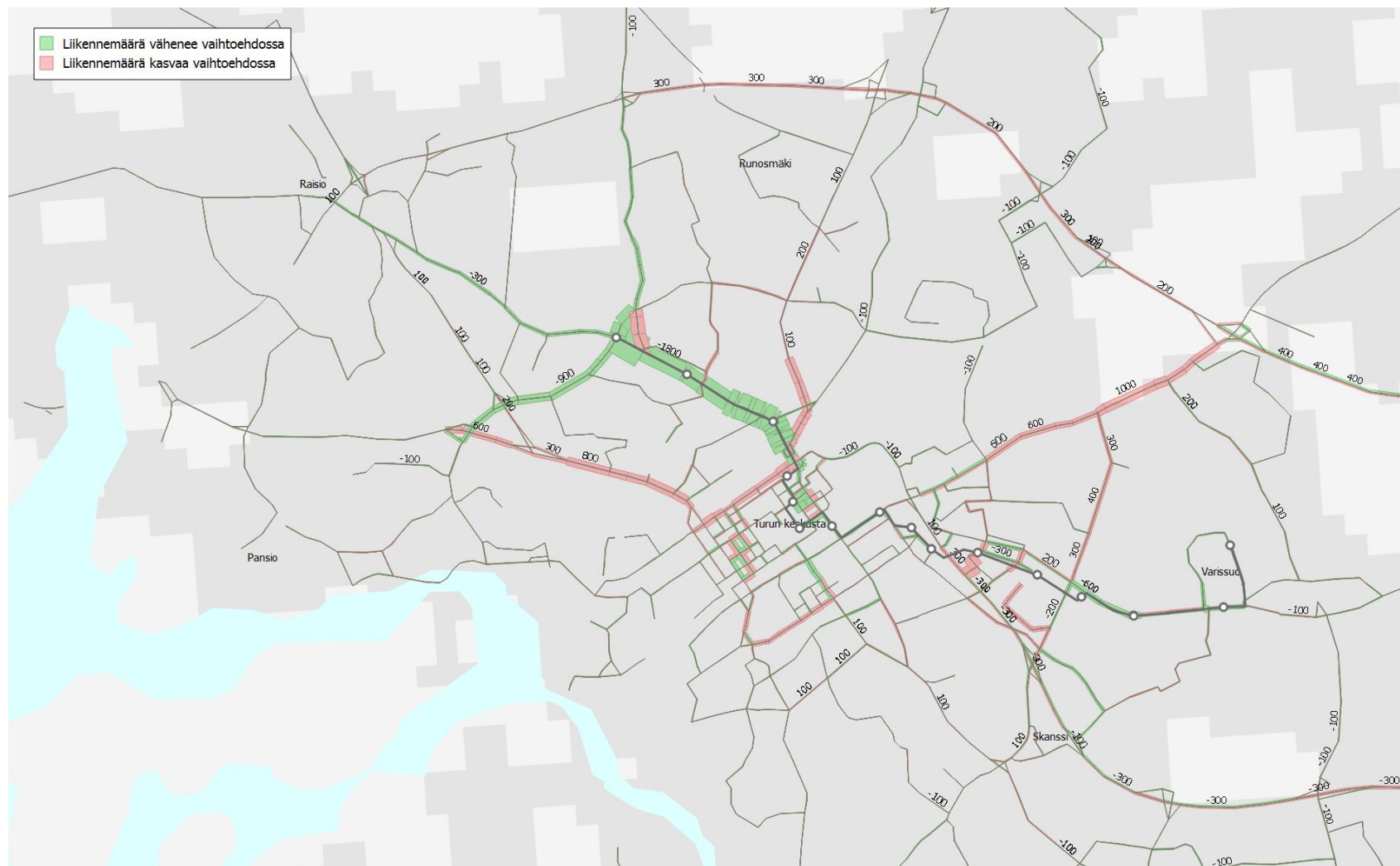
Kuva 3. Henkilöautoliikenteen siirtymät raitiotien linjausvaihtoehdolla VE3



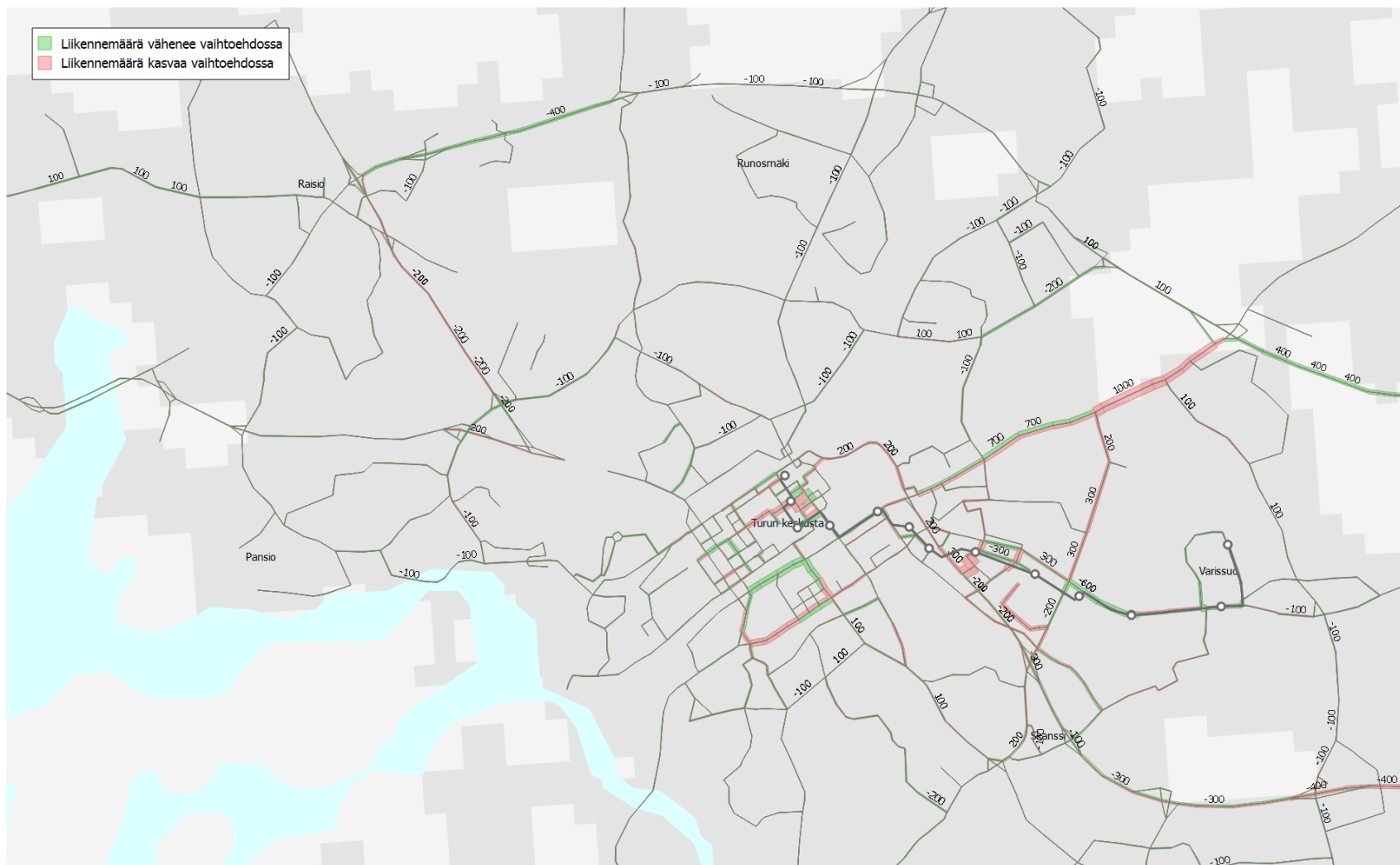
Kuva 4. Henkilöautoliikenteen siirtymät raitiotien linjausvaihtoehdolla VE4



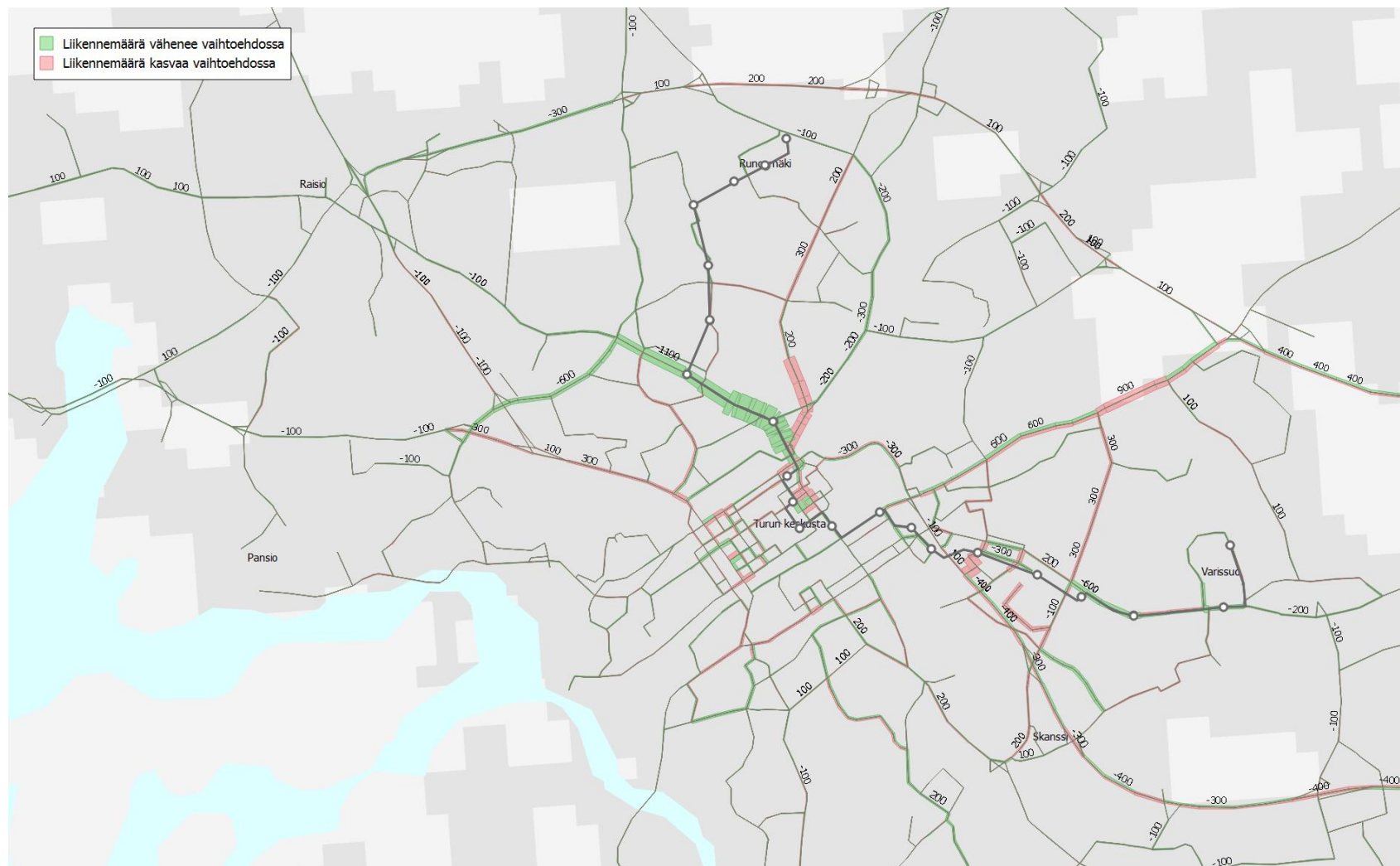
Kuva 5. Henkilöautoliikenteen siirtymät superbussin linjausvaihtoehdolla VE1



Kuva 6. Henkilöautoliikenteen siirtymät superbussin linjausvaihtoehdolla VE2



Kuva 7. Henkilöautoliikenteen siirtymät superbussin linjausvaihtoehdolla VE3



Kuva 8. Henkilöautoliikenteen siirtymät superbussin linjausvaihtoehdolla VE4