

## **Välityskyvyn tarve Turun raitiotie- ja superbussireiteillä**

7.9.2018

## Sisällys

1	Kalustotyyppien välityskyky .....	2
2	Huipputunnin välityskyky .....	3
3	Kalustotyyppin valinta Turussa.....	5
3.1	Liikenne-ennusteen mukainen kasvuskenaario (ns. perusennuste) .....	5
3.2	Herkkyystarkastelut.....	7
3.2.1	Superbussin välityskyvyn riittävyys raitiotien ennusteen toteutuessa .....	7
3.2.2	Maankäytön nopeamman kasvun mukainen kasvuskenaario.....	8
3.2.3	Joukkoliikenteen viimeaikaisen toteutuneen kasvun mukainen kasvuskenaario .....	10
4	Yhteenveto välityskyvyn riittävydestä kaksinivelbussilla Varissuo-Kupittaa välillä aamuhuipputunnin aikana.....	12

Selvityksessä on esitetty välityskykyjä eri kalustotyypeille. Ei ole olemassa yksiselitteistä määrittelyä hyväksyttävällä kapasiteetille, vaan eri kaupungit käyttävät erilaisia mitoituksia omiin kokemuksiinsa perustuen. Tämä selvitys perustuu suurelta osin ”Systemanalys för lokal kollektivtrafik i Malmö – för buss, superbuss och spårvagn” (Malmö stad 28.5.2012) selvitykseen, jossa määriteltiin matkustusmukavuuden huomioiva matkustajamäärä eri kalustotyypeille (taulukko 1). Kyseistä mitoitusmäärittelyä on käytetty Ruotsissa useissa projekteissa. Selvityksessä on esitetty myös muita mitoitusmäärittelyitä mm. vertailun vuoksi. On huomattava, että kaluston rekisteröidyt matkustajamäärät ovat huomattavasti korkeampia kuin matkustusmukavuuden huomioon otettava mitoitus, jonka ylittyessä matkustajat alkavat kokea epä-mukavuutta sekä liikkuminen kulkuvälineessä vaikeutuu mikä edelleen johtaa mm. pidempiin pysähtymisaikoihin. Lisäksi syynä matkustusmukavuuden huomioon otettavaan mitoituksen käyttöön on matkustajamäärien satunnaisvaihtelu. Esitetyt luvut kuvaavat talven keskimääräisiä matkustajamääriä.

## 1 Kalustotyyppien välityskyky

Telibusseja on paljon käytössä Turun seudun joukkoliikenteessä nykytilanteessa. Telibussit ovat noin 14,5 metriä pitkiä. Telibussiin mahtuu tyypillisesti noin 50 istumapaikkaa, minkä lisäksi 4 hlöä/m<sup>2</sup> mitoituksella lisäksi mahtuu noin 30-40 henkilöä seisomaan ja matkustusmukavuuden mitoituksella noin puolet tästä. Näin yhden telibussin teoreettinen enimmäisvälityskyky on noin 80-90 matkustajaa (4 hlöä/m<sup>2</sup>) ja matkustusmukavuuden huomioivalla mitoituksella noin 60-70 matkustajaa.

Kaksinivelbusseja ei ole käytössä Suomessa. Kaksinivelbussit ovat noin 24-25 metriä pitkiä. Istumapaikkojen määrä riippuu merkittävästi kaluston sisustusvalinnoista: mitä vähemmän asennetaan istuimia sitä suuremmaksi muodostuu kokonaispaikkamäärä. Tyypillisesti istuinpaikkoja on noin 45-60, jolloin kaksinivelbussin teoreettinen enimmäisvälityskyky on noin 130-150 matkustajaa (4 hlöä/m<sup>2</sup>) ja matkustusmukavuuden huomioivalla mitoituksella noin 90-110 matkustajaa. 90 matkustajaa/kaksinivelbussi on Malmön kaupungin ja Skånetrafikenin käyttämä mitoitus vuonna 2012. Kesäkuussa 2018 Skånetrafikenin kanssa käytyjen keskustelujen perusteella Malmön superbussilinjan 5 käytännön kokemusten perusteella saattaa olla mahdollista, että siirrytään käyttämään noin 120 matkustajaa/kaksinivelbussi –mitoitusta, koska kokemusten mukaan mm. kaikista ovista bussiin nouseminen lisää välityskykyä. Vastaavasti Skånetrafikenilla on arvioitu, että yksinivelbussilla saatetaan siirtyä 65 matkustajaa/yksinivelbussi-mitoituksesta noin 90 matkustajaa/yksinivelbussi-mitoitukseen mikäli kaikkia ovia voidaan käyttää bussiin nousemiseen. 90 matkustajaa/yksinivelbussi on hyvin lähellä HSL:n käyttämää yksinivelbussin tuntikapasiteetin mitoitusta (89 henkilöä/yksinivelbussi).

Raitiovaunujen pituus vaihtelee merkittävästi kapasiteetin tarpeen mukaan. Helsingin vanhat raitiovaunut ovat noin 20 metriä pitkiä, Helsingin uudet raitiovaunut (Transtech Artic) ovat noin 28 metriä pitkiä sekä Raide-Jokerin ja Tampereen tulevat raitiovaunut ovat noin 35-37 metriä pitkiä. Pisimmillään raitiovaunut voivat olla jopa 50-60 metriä pitkiä. Raitiovaunun pituus vaikuttaa luonnollisesti erittäin paljon välityskykyyn. Myös raitiovaunun leveydellä on vaikutusta välityskykyyn. Turussa on oletettu, että käytettäisiin noin 37 metriä pitkiä raitiovaunuja. Tampereen 37-metrisissä raitiovaunuissa on 64

kiinteää istuinpaikkaa ja 40 kääntöistuinta. Tampereen 37-metrinen raitiovaunujen teoreettinen enimmäisvälityskyky on 264 matkustajaa (4 hlöä/m<sup>2</sup>), jolloin mm. kääntöistuimien kohdat on laskettu seisomapaikoiksi. Malmön selvityksen mukaan 30- ja 40-metrinen raitiovaunun matkustusmukavuuden huomioon ottava mitoitus on 128 ja 180 matkustajaa, jolloin interpoloimalla 37-metrinen raitiovaunun matkustusmukavuuden huomioon ottavaksi mitoitukseksi saataisiin Malmön selvityksen perusteella noin 164 matkustajaa. Teli- ja kaksinivelbussin perusteella matkustusmukavuuden huomioon otettava mitoitus 37-metrillä raitiovaunulla olisi noin 164-200 matkustajaa.

*Taulukko 1. Eri kalustotyyppien mitoitus HSL suunnitteluohjeen 2016, Raide-Jokerin hankesuunnitelman (2015), ruotsalaisten selvitysten (Systemanalys för lokal kollektivtrafik i Malmö (2012), HelsingborgsExpressen, förslag till genomförande (2015), BRT i Örebro (2016)) ja Retour d'expériences des choix Tramway-BHNS dans les agglomérations Frances (TTK 2016) mukaan.*

	Matkustajaa
Telibussi HSL	78
Telibussi HSL yksittäisen lähdön maksimi	74
Telibussi HSL tuntikapasiteetin mitoitus	66
Boggibuss 15m praktiskt kapacitetstak Örebro	58
Boggiebuss 14,4m praktiskt kapacitet Helsingborg	54
Nivelbussi HSL	105
Nivelbussi HSL yksittäisen lähdön maksimi	100
Nivelbussi HSL tuntikapasiteetin mitoitus	89
BHNS 18m capacité réelle (capacite théorique)	71,5 (110)
Ledbuss 18m praktiskt kapacitetstak Malmö, Helsingborg ja Örebro	65
Dubbelledbuss 24m praktiskt kapacitetstak Malmö, Helsingborg ja Örebro	90
BHNS 24m capacité réelle (capacite théorique)	89,7 (138)
Raitiovaunu Artic HSL	151
Raitiovaunu Artic HSL yksittäisen lähdön maksimi	143
Raitiovaunu Artic HSL tuntikapasiteetin mitoitus	128
Spårvagn 30m praktiskt kapacitetstak Malmö, Helsingborg ja Örebro	128
TRAM 32m capacité réelle (capacite théorique)	130 (200)
Raitiovaunu 30m x 2,65m Raide-Jokerin hankesuun.	150
Spårvagn 40m praktiskt kapacitetstak Malmö, Helsingborg ja Örebro	180
TRAM 43m capacité réelle (capacite théorique)	195 (300)
Raitiovaunu 40m x 2,65m Raide-Jokerin hankesuun.	210
Raitiovaunu 45m x 2,65m Raide-Jokerin hankesuun.	225

## 2 Huipputunnin välityskyky

Huipputunnin välityskyky riippuu kalustotyyppin matkustajamäärästä sekä vuorovälistä. Tihentämällä vuoroväliä 10 minuutista 5 minuuttiin, voidaan kaksinkertaistaa välityskyky siirtymättä suurempaan kalustotyyppiin. Toisaalta vuorovälin ollessa tiheämpi kuin viisi minuuttia, alkaa muodostua bus-

sien ketjuuntumista sekä pysäkkien ja liittymien ruuhkautumista. Tällöin bus-  
sit kulkevat jonossa, mutta ketjuuntuneiden bussien välillä saattaa syntyä  
suunniteltuja aikatauluja pidempiä vuorovälejä. Tällöin takaa tuleva bus-  
si saattaa ottaa huomattavasti alhaisemmalla matkustajamäärällä edellä kul-  
kevan kiinni, eikä välityskyky käytännössä kasva yhtä paljoa kuin teoreetti-  
sessa laskelmassa. Liittymissä etuisuuksien järjestäminen on helpompaa,  
mikäli etuutta pyytäviä vuoroja on vähemmän. Viittä minuuttia tiheämpi vuo-  
roväli ei enää paranna merkittävästi houkuttelevuutta tai matkustajien hyö-  
tyjä. Käyttämällä harvempaa vuoroväliä pystytään säästämään liikennöinti-  
kustannuksissa.

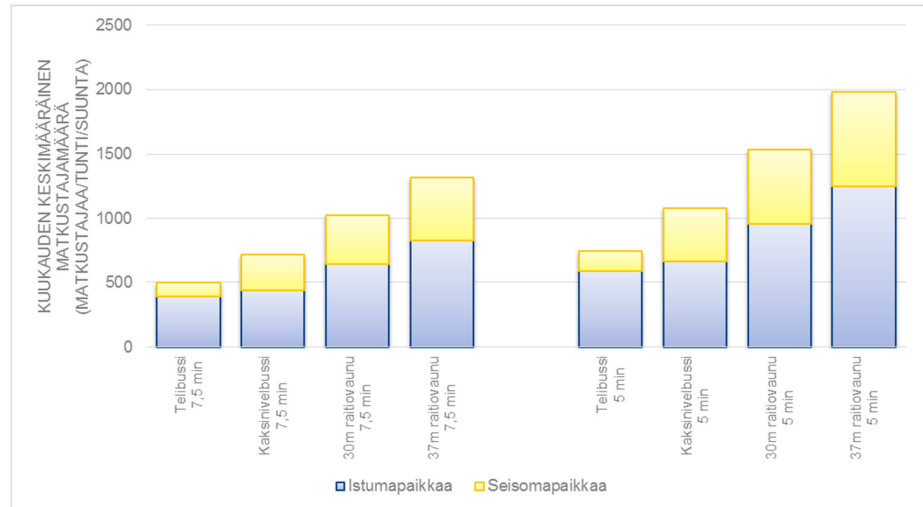
Huipputunnin välityskyky on laskettu viiden minuutin vuorovälin mukaan,  
joka on mm. Malmön selvityksessä arvioitu optimaaliseksi vuoroväliksi. Väli-  
tyskykyä voidaan vielä kasvattaa tihentämällä vuoroväliä noin kolmeen mi-  
nuuttiin, mutta tällöin alkaa muodostua edellä mainittuja liikenteellisiä haas-  
teita.

Telibussilla HSL suunnitteluohjeessa tuntikapasiteetin mitoituksessa käyte-  
tään 66 paikkaa, jolloin viiden minuutin vuorovälillä tuntikapasiteetiksi muo-  
dostuisi 792 matkustajaa. Örebron selvityksen mukaan (taulukko 1) telibus-  
sin tuntikapasiteetiksi muodostuisi viiden minuutin vuorovälillä noin 700 mat-  
kustajaa. Telibussien enimmäisvälityskyvyksi matkustusmukavuuden hu-  
mioivalla mitoituksella ja viiden minuutin vuorovälillä muodostuu edellisten  
keskiarvon perusteella noin 750 matkustajaa/tunti/suunta.

Kaksinivelbusseilla olisi 7,5 minuutin vuorovälillä suunnilleen sama välitys-  
kyky kuin telibusseilla viiden minuutin vuorovälillä. Viiden minuutin vuoro-  
väliä kaksinivelbussin enimmäisvälityskyvyksi muodostuu Malmön selvityksen  
mukaan matkustusmukavuuden huomioivalla mitoituksella noin 1080 mat-  
kustajaa/tunti/suunta. Tässä käytetyssä mitoituksessa ei ole siis otettu hu-  
mioon mahdollista Skånetrafikenin kaksinivelbussin uutta suurempaa mitoi-  
tusta (kts. luku 1) vaan on käytetty alkuperäisiä vuoden 2012 mitoituksia.  
Nyt käytetty mitoitus (90 matkustajaa/kaksinivelbussi) on väljyyden vuoksi  
matkustusmukavuuden kannalta parempi vaihtoehto, mikä taas todennäköi-  
sesti vaikuttaa joukkoliikenteen houkuttelevuuteen.

30 metriä pitkän raitiovaunun enimmäiskuormituksena käytetään Malmön  
selvityksen perusteella 128 matkustajaa. Tällöin viiden minuutin vuorovälillä  
raitiovaunun enimmäisvälityskyvyksi matkustusmukavuuden huomioivalla  
mitoituksella muodostuu noin 1540 matkustajaa/tunti/suunta.

37 metriä pitkän raitiovaunun enimmäisvälityskyvyksi viiden minuutin vuo-  
rovälillä Malmön 30- ja 40-metrinen raitiovanujen matkustusmukavuuden hu-  
mioivan mitoituksen interpoloinnin perusteella noin 1980 matkusta-  
jaa/tunti/suunta.



Kuva 1. Eri kalustotyyppien välityskyky 5 ja 7,5 minuutin vuoroväleillä matkustusmukavuuden huomioivalla mitoituksella.

Yhteenvetona voidaan todeta, että kaksinivelbussilla on 7,5 minuutin vuorovälillä suunnilleen sama välityskyky kuin telibussilla viiden minuutin vuorovälillä. Vastaavasti noin 30 metriä pitkällä raitiovaunulla on suunnilleen sama välityskyky 7,5 minuutin vuorovälillä kuin kaksinivelbussilla viiden minuutin vuorovälillä. 37 metriä pitkään raitiovaunuun mahtuu jo lähes kaksinkertainen määrä matkustajia kaksinivelbussiin verrattuna.

### 3 Kalustotyyppin valinta Turussa

Kalustotyyppin valinta perustuu suurimpaan matkustajakuormitukseen eli siihen kuinka monta matkustajaa on suurimmillaan yhtä aikaa kyydissä huipputunnin aikana yhteen suuntaan. On huomattava, että esitetyt matkustajamäärät ovat talven huipputunnin keskimääräisiä matkustajamääriä, jolloin osalla vuoroista matkustajamäärä on suurempi ja osalla pienempi.

Nykytilanteessa Turussa suurin matkustajakuormitus on arkipäivän aamuhuipputunnin (klo 7-8) aikana Varissuolta keskustaan päin kuljettaessa hieinan ennen Kupittaata. Lokakuussa 2017 suurin matkustajakuormitus oli noin 480 matkustajaa/tunti/suunta (sis. linjat 32, 32A, 42 ja osan linjan 12 matkustajista). Iltapäivällä huipputunnin matkustajakuormitus kohti Varissuota oli merkittävästi aamua alhaisempi. Eri ajankohtia vertailemalla iltahuipputunnin ja aamuhuipputunnin välinen ero oli noin 150-190 matkustajaa/tunti/suunta. Raision ja Kauppatorin välillä suurin matkustajakuormitus aamulla ja iltpäivällä oli noin 280-315 matkustajaa/tunti/suunta lokakuussa 2017.

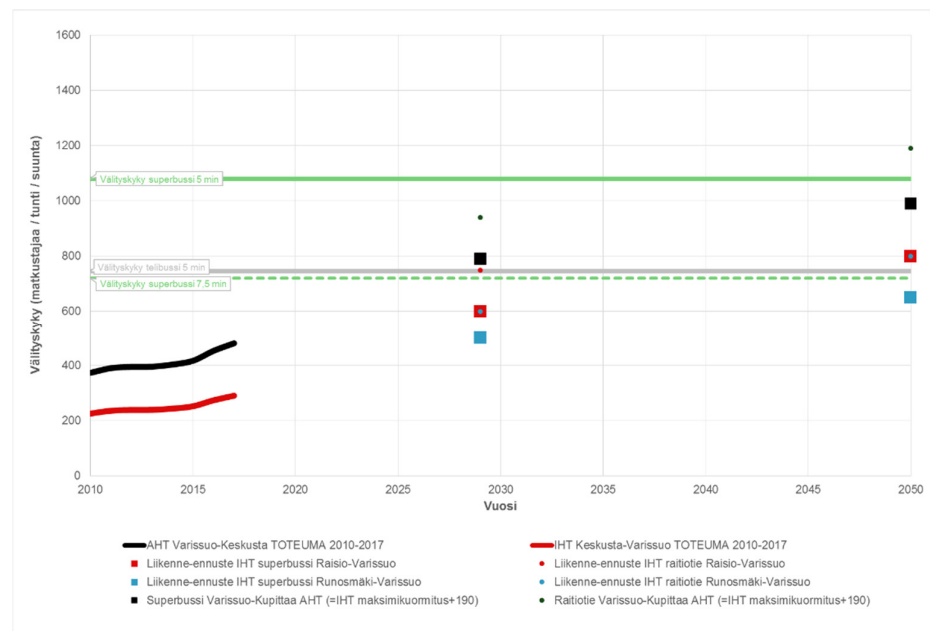
Liikenne-ennusteita voidaan laatia useisiin eri oletuksiin perustuen. Olennaisimmat muutokset ovat väestömäärän ja toimintojen kasvu linjan varressa ja Turun seudulla sekä joukkoliikenteen kulkutapaosuus. 2010-luvulla Turun väestömäärä ja joukkoliikenteen käyttö ovat molemmat kasvaneet nopeasti.

#### 3.1 Liikenne-ennusteen mukainen kasvuskenaario (ns. perusennuste)

Turun raitiotien yleissuunnitelman tarkennuksessa suurin matkustajakuormitus ennustettiin Varissuo-Raisio raitiotielle, jolla oli ennusteen mukaan vuonna 2029 noin 750 ja vuonna 2050 noin 1000 matkustajaa suuntaansa

iltahuipputunnin aikana. Suurin matkustajakuormitus ennusteessa on Kaupatori-Raunistulan koulu –välillä. Jopa vuoden 2050 raitiotien iltahuipputunnin matkustajaennusteeseen pystytään siis vastaamaan superbussilla hyväksyttävällä mitoituksella viiden minuutin vuorovälillä.

Liikenne-ennustetta ei ole laadittu aamuhuipputunnille, jonka aikana on nykytilanteessa suurin matkustajakuormitus erityisesti Varissuo-Kupittaa –välillä (noin 480 matkustajaa suuntaansa aamuhuipputunnissa, vrt. iltapäivän 290 matkustajaa suuntaansa tunnissa). Aamupäivällä ruuhka-aijppu kestää lyhyemmän aikaa, mutta toisaalta ruuhkaisimman 15-30 minuutin aikana liikennettä on jopa enemmän kuin iltapäivällä. Näin ollen Varissuo-Kupittaa välillä aamuhuipputunnin aikana liikennekuormitus on todennäköisesti suurempi kuin iltahuipputunnin aikana eikä vuonna 2050 välttämättä enää riitä superbussin viiden minuutin vuoroväli, mikäli raitiotien ennuste toteutuu ja aamuhuipputunnin matkustajamäärä on tulevaisuudessakin yhtä paljon suurempi kuin iltahuipputunnin matkustajamäärä. Toisaalta liikenne-ennusteessa kalustotyyppillä on vaikutusta matkustajamäärään: raitiotie houkuttelee ennusteessa noin 25 % enemmän matkustajia kuin superbussi kyseiselle linjalle. Superbussin liikenne-ennusteen (Varissuo-Raisio v2050 noin 800 matkustajaa/iltahuipputunti/suunta) toteutuessa voitaisiin superbussilla pystyä vastaamaan matkustajakysyntään myös aamuhuipputunnin aikana vuonna 2050. Raision haaralla aamu- ja iltahuipputunnin matkustajakuormituksessa ei ole nykytilanteessa suurta eroa (aamulla 315 ja iltapäivällä 285 matkustajaa tunnissa suuntaansa).



**Kuva 2. Kaksinivelbussilla pystytään vastaamaan viiden minuutin vuorovälillä superbussiennusteiden mukaiseen matkustajakysyntään (neliöt) matkustusmukavuuden huomioivalla mitoituksella. Aamuhuipputunnille ei ole laadittu liikenne-ennustetta, mutta aamuhuipputunnin enimmäismatkustajakuormitukseksi on oletettu nykyisen Varissuo-Kupittaa –välin aamu- ja iltahuipputunnin maksimierotuksen mukaisesti noin 190 matkustajaa/tunti/suunta enemmän kuin iltahuipputunnin aikana. Raitiotiellä (pienet ympyrät) on suurempi matkustajaennuste kuin superbussilla.**

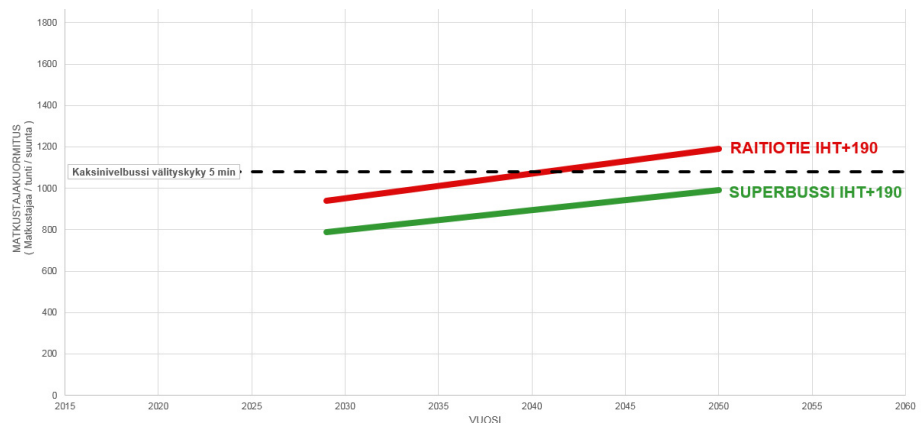


Kuva 3. Raitiotien matkustajaennusteisiin (ympyrät) pystytään vastaamaan matkustusmukavuuden huomioivalla mitoituksella 37-metrillä raitiovaunuilla 7,5 minuutin vuorovälillä. Mikäli valittaisiin 30-metriset raitiovaunut, tulisi aamuhuipputunnin aikana siirtyä viiden minuutin vuoroväliin 2030-luvun lopulla, mikäli aamuhuipputunnin matkustajakuormitus olisi nykytilanteen Varissuo-Kupittaa -välin aamu- ja iltahuipputunnin maksimierotuksen mukaisesti noin 190 matkustajaa/tunti/suunta suurempi kuin iltahuipputunnin aikana. Aamuhuipputunnille ei ole laadittu liikenne-ennustetta.

## 3.2 Herkkyystarkastelut

### 3.2.1 Superbussin välityskyvyn riittävyys raitiotien ennusteen toteutuessa

Mikäli liikenne-ennusteessa raitiotielle oletettu vetovoima joukkoliikenteen käyttöön ja raitiotielle oletettu maankäyttö toteutuvat superbussilla, kaksinivelbussin välityskyky loppuisi Varissuo-Kupittaa välillä aamuhuipputunnin aikana viiden minuutin vuorovälillä vuoden 2040 jälkeen. Iltahuipputunnin aikana välityskyky loppuisi ennen vuotta 2060.

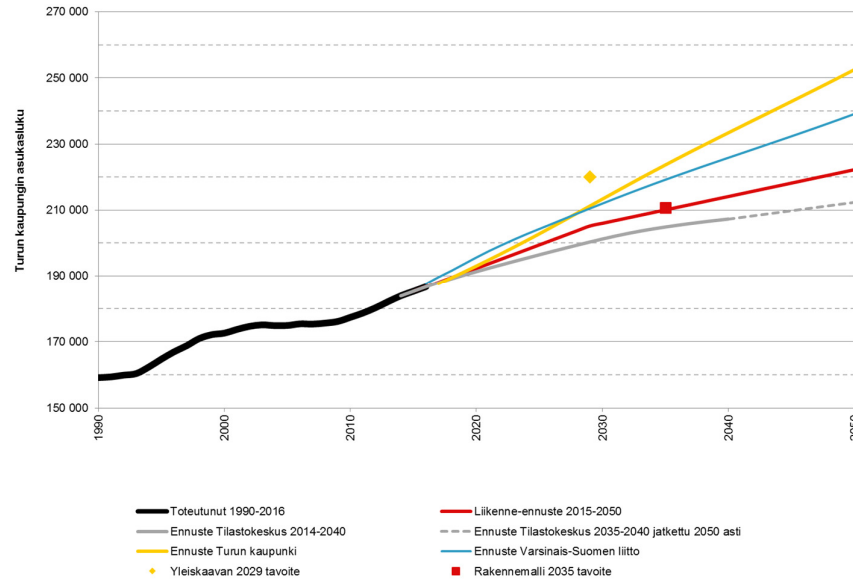


Kuva 4. Kaksinivelbussin välityskyvyn riittävyys raitiotien ja superbussin ennusteella. Käyrät kuvaavat oletettua aamuhuipputunnin ennustetta, joissa iltahuipputunnin ennusteiden päälle on lisätty nykyinen aamuhuipun ja iltahuipun matkustajamäärän maksimierotus (190 matkustajaa/tunti/suunta).



### 3.2.2 Maankäytön nopeamman kasvun mukainen kasvuskenaario

Liikenne-ennustetta laadittaessa Turun kasvuennusteet olivat merkittävästi alhaisemmat kuin vain reilua vuotta myöhemmin (keväällä 2018). Erot ennusteiden välillä korostuvat erityisesti vuoden 2030 jälkeen.



Kuva 5. Väestöennusteiden vertailua.

On tehty herkkyystarkastelu ”nopean kasvun skenaario”, jossa käytetty liikenne-ennusteen asukasmäärä koko Turun kaupungin osalta on siirretty vastaamaan Turun väestöennustetta. Tällöin liikenne-ennusteen vuoden 2050 Turun asukasmäärät toteutuisivat jo vuonna 2035 ja vastaavasti liikenne-ennusteen vuoden 2029 Turun asukasmäärät toteutuisivat vuonna 2027. Tällä tarkastelulla myös liikennemallialueen muiden kuntien asukasmäärät sekä kaikkien kuntien työpaikkamäärät aikaistuisivat vuodesta 2050 vuoteen 2035. Tällöin koko liikennemallialueella (13 kuntaa) vuonna 2035 asuisi 421 000 asukasta, kun vuonna 2015 vastaava luku oli noin 336 000. Tämä tarkoittaisi koko liikennemallialueen osalta 2015-2035 keskimääräistä 4300 asukkaan vuosittaista kasvua. Vuoden 2035 jälkeen maankäytön nopeamaan kasvun skenaariossa asukas- ja matkustajamäärien on oletettu kasvavan samaa nopeutta kuin 2027-2035.

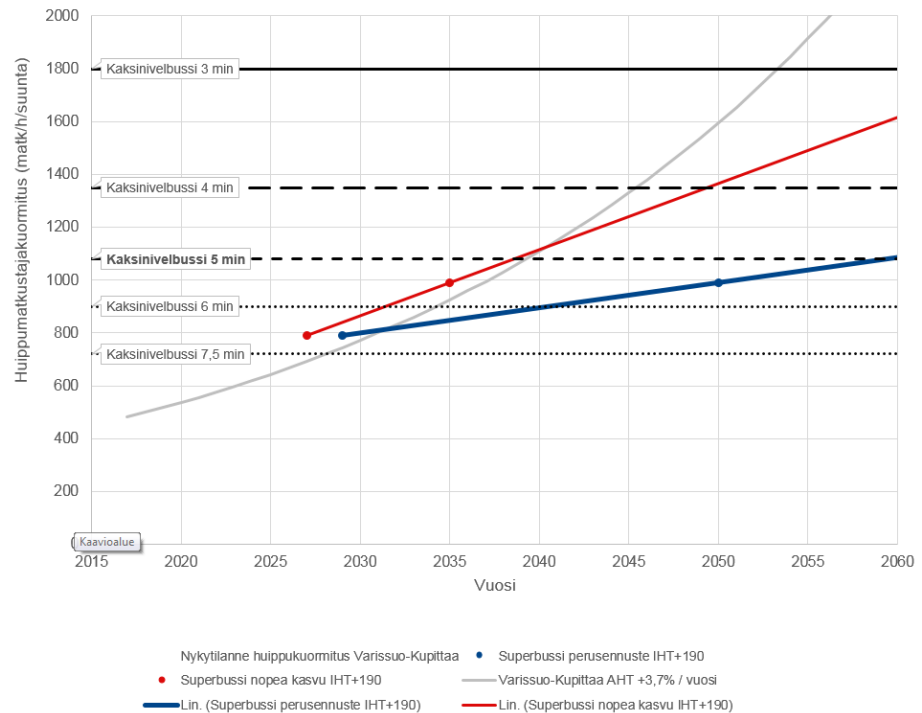
Turun väestöennusteen mukaan Varissuo-Kupittaa välin asukasmäärä kasvaisi vuoteen 2030 mennessä melko maltillisesti (keskimäärin noin +100 asukasta/vuosi), mutta erityisesti Itäharjun nykyisen teollisuusalueen asukasmäärä on oletettu alkamaan kasvamaan nopeammin 2030- ja 2040-luvuilla. Tästä johtuen Varissuo-Kupittaa –välin asukasmäärä kasvaisi Turun väestöennusteen mukaan noin 8000 asukkaalla vuoteen 2050 mennessä.

Nopean maankäytön kasvun mukaisessa kasvuskenaariossa kaksinivelbusin välityskyky aamuhuipputunnin aikana kuormitetuimmalla Varissuo-Kupittaa välillä riittäisi matkustusmukavuuden huomioivalla mitoituksella, mikäli hyväksytään viittä minuuttia tiheämpi vuoroväli

- superbussin nopealla kasvulla
  - viiden minuutin vuorovälillä 2030-luvun lopulle
  - neljän minuutin vuorovälillä\* välityskyky loppuisi noin vuonna 2050
  - kolmen minuutin vuorovälillä\* välityskyky riittäisi vielä vuoden 2060 jälkeenkin.

- raitiotien nopealla kasvulla
  - neljän minuutin vuorovälillä\* välityskyky loppuisi noin vuonna 2040
  - kolmen minuutin vuorovälillä\* välityskyky loppuisi noin vuonna 2055

\* Tulee ottaa huomioon, että viittä minuuttia tiheämmällä vuorovälillä alkaa syntyä liikenteellisiä haasteita mm. bussien ketjuuntumisen vuoksi, jolloin takaa tuleva bussi saavuttaa edellä kulkevan alemmalla matkustajamäärällä eikä huipputunnin välityskyky kasva yhtä suureksi kuin teoreettisessa laskelmassa.



Kuva 6. Herkkyytarkastelu superbussin vuorovälitarpeesta, mikäli matkustajamäärät ylittävät superbussin perusennusteen. Kun superbussin perusennusteeseen on muutettu vastaamaan aamuhuipputunnin oletettua matkustajakysyntää (sininen viiva), pitäisi kaksinivelbussin matkustusmukavuuden huomioiva välityskyky viiden minuutin vuorovälillä riittää kuormitetuimmalla Varissuo-Kupittaa osuudella kuormitetuimpana ajankohtana noin vuoteen 2060 asti. Nopeassa kasvuskenaariossa (punainen viiva) on oletettu, että superbussin liikenne-ennuste toteutuu ennustettua nopeammin, vuonna 2018 laaditun Turun väestöennusteen mukaisesti, minkä lisäksi kasvun on odotettu jatkuvan samalla nopeudella vuoteen 2060 asti. Nopealla kasvuskenaariolla tulisi kaksinivelbussin matkustusmukavuuden huomioivalla mitoituksella tihentää vuoroväliä kuormitetuimmalla osuudella aamuhuipputunnin aikana neljään minuuttiin 2030-luvun lopulla ja kolmeen minuuttiin noin vuonna 2050. Viittä minuuttia tiheämpi vuoroväli aiheuttaa liikenteellisiä haasteita mm. pysäkkien ruuhkautumisen ja liikenne-etuuksien järjestämisen kannalta, mitkä johtavat bussien ketjuuntumiseen. Bussien ketjuuntumessa takaa tuleva bussi saavuttaa edellä kulkevan alemmalla matkustajamäärällä eikä huipputunnin välityskyky kasva yhtä suureksi kuin teoreettisessa laskelmassa.

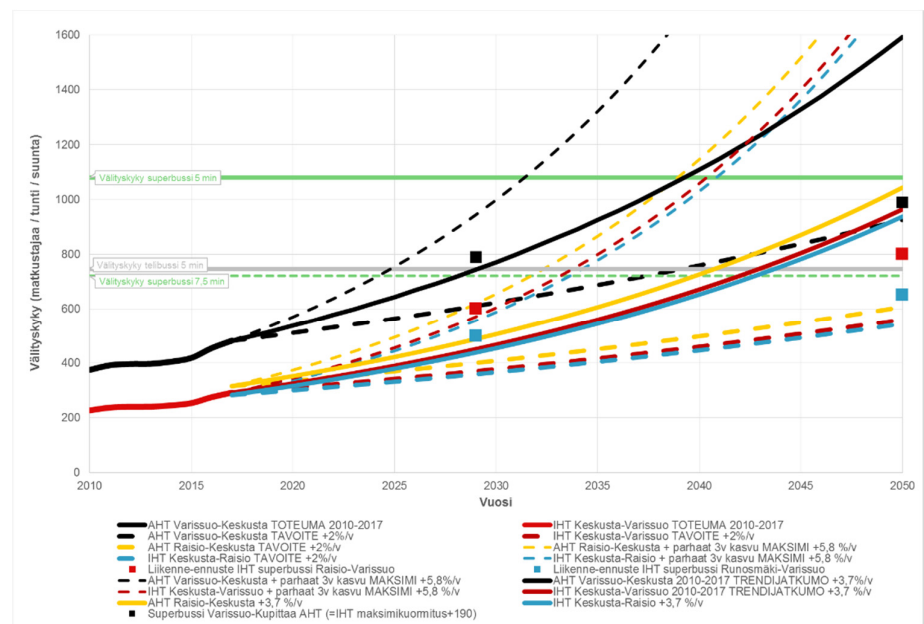
### 3.2.3 Joukkoliikenteen viimeaikaisen toteutuneen kasvun mukainen kasvuskenaario

Turun seudun joukkoliikenteen matkustajamäärät ovat kasvaneet noin viiden prosentin vuosivauhtia vuosien 2014-2017 välillä. Varissuon linjoilla keskimääräinen kasvu on ollut 5,8 prosenttia vuodessa samalla aikavälillä. Vuosien 2010-2017 välillä Varissuon linjojen keskimääräinen matkustajamäärän kasvu on ollut 3,7 prosenttia vuodessa. Joukkoliikenteen tavoitteena on matkustajamäärien vuosittainen kahden prosentin kasvu. Näin ollen kaikki joukkoliikenteen matkustajamäärien kasvuskenaariot ovat merkittävästi Turun asukasmäärien kasvuskenaarioita suurempia (ennusteesta ja vuodesta riippuen +0,2...+1,3 % vuodessa), jolloin tavoitteiden mukaisesti myös joukkoliikenteen kulkutapaosuus kasvaisi.

Mikäli joukkoliikenteen matkustajamäärät jatkavat lähes kuuden prosentin vuosittaista kasvuvauhtia, kaksinivelbussin välityskyky viiden minuutin vuorovälillä loppuu ruuhkaisimmalla Varissuo-Kupittaa välillä aamuruuhkassa 2030-luvun alkupuolella. Kupittaa-Varissuon iltapäiväruuhka ja Raision haaran välityskyky kaksinivelbussilla viiden minuutin vuorovälillä loppuisi 2040-luvun alkupuolella. Lähes kuuden prosentin vuosittainen kasvu joukkoliikenteen matkustajamäärissä olisi moninkertainen Turun asukasmäärän kasvuennusteisiin nähden.

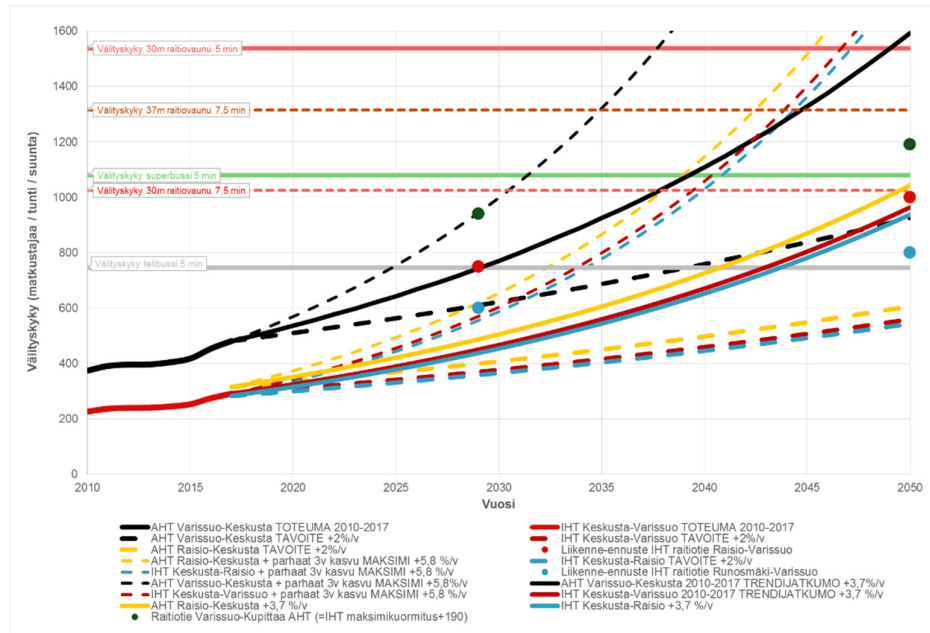
Mikäli joukkoliikenteen matkustajamäärät jatkava vajaan neljän prosentin vuosittaista kasvuvauhtia, kaksinivelbussin välityskyky viiden minuutin vuorovälillä loppuu ruuhkaisimmalla Varissuo-Kupittaa välillä aamuruuhkassa noin vuonna 2040. Kupittaa-Varissuo iltapäiväruuhkan ja Raision haaran välityskyky riittäisi tällöin 2050-luvulle asti.

Mikäli joukkoliikenteen matkustajamäärät kasvavat kahden prosentin vuosittavoitteen mukaisesti, kaksinivelbussin välityskyky riittää kaikissa tarkastelutilanteissa 2050 jälkeenkin.



Kuva 7. Kaksinivelbussin matkustusmukavuuden huomioivalla mitoituksella tarvitaan Varissuo-Kupittaa välillä aamuhuipputunnin aikana\* viiden minuutin vuoroväliä vuonna 2029 matkustajamäärien kasvaessa vähintään 3,7 % prosenttia vuosivauhtia tai superbussin liikenne-ennusteen toteutuessa. \*Aamuhuipputunnille ei ole laadittu liikenne-ennustetta, vaan matkustajamäärä

perustuu oletukseen, että Varissuo-Kupittaa välillä aamuhuipputunnin aikana on nykytilannetta vastaavan maksimierotuksen mukaisesti noin 190 matkustajaa/tunti/suunta suurempi kuormitus kuin iltahuipputunnin aikana.



Kuva 8. 30- ja 37-metrinen raitiovaunun kapasiteetin riittävyys eri joukkoliikenteen kasvuskenaarioilla.

#### 4 Yhteenveto välityskyvyn riittävydestä kaksinivelbussilla Varissuo-Kupittaa välillä aamuhuipputunnin aikana

Joukkoliikenteen välityskyvyn tarvetta on erittäin vaikea arvioida vuosikymmenien päähän, koska siihen vaikuttaa useita tekijöitä:

- joukkoliikenteen käytön suosio ja muiden kulkutapojen sujuvuus
- mahdolliset muutokset liikkumistavoissa
- Turun ja seudun asukas- ja työpaikkamäärien muutokset
- maankäytön kehittymisen sijoittuminen eri alueille eri ajanjaksoilla
- hyväksyttävä mitoitus kalustossa

Mikäli tarvitaan suurta kuljetuskapasiteettia, vähintään noin 1000 matkustajaa/tunti/suunta, raitiotie pystyy vastaamaan parhaiten tarpeeseen. Turun nykyiset matkustajakuormitukset ovat noin 300-500 matkustajaa/tunti/suunta ja ennusteet noin 800-1200 matkustajaa/tunti/suunta.

Superbussille liikennemallilla laaditulla ennusteella kaksinivelbussin välityskyky riittäisi noin vuoteen 2060 asti.

Mikäli maankäyttö kuormitetuimman osuuden varrella ja/tai superbussin matkustajamäärät kasvavat liikenne-ennustetta nopeammin, saattaa kuormitetuimmalla osuudella kaksinivelbussin matkustusmukavuuden huomioiva välityskyky loppua viiden minuutin vuorovälillä merkittävästi aiemminkin:

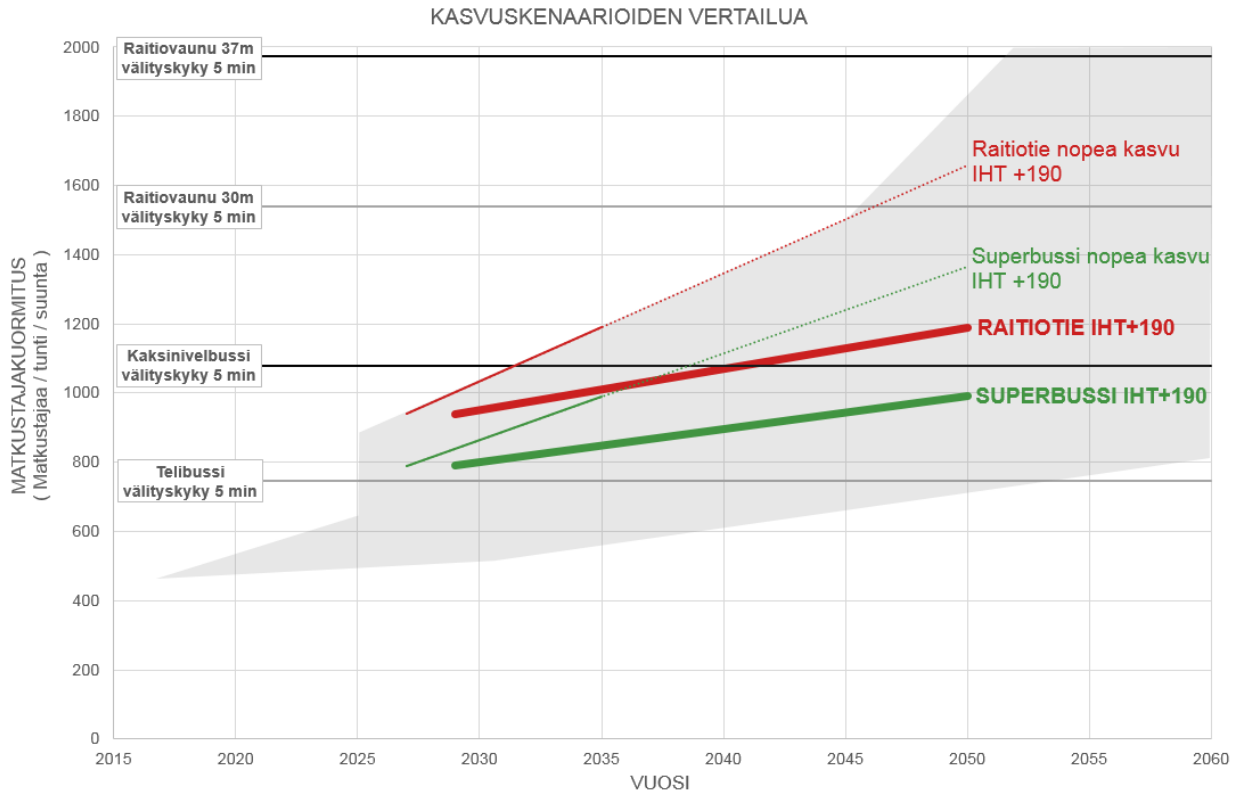
- Erityisesti Tiedepuiston alueen kasvunopeus saattaa olla välityskyvyn riittävyyden kannalta kriittinen alue. 2016-17 laaditussa liikenne-ennusteessa on oletettu, että Turun asukasmäärä kasvaisi tammikuussa 2018 valmistunutta Turun väestöennustetta huomattavasti hitaammin erityisesti vuoden 2030 jälkeen. Liikenne-ennusteessa Itäharjun alue oli kuvattu tuonaikaisen tiedon perusteella työpaikkapainotteiseksi, kun loppuvuonna 2017 julkaistussa Tiedepuiston masterplanissa alueen on ajateltu olevan merkittävästi asuinpaainotteisempi. Tiedepuiston masterplanissa Tiedepuiston alueelle rakennettaisiin pitkällä aikavälillä asuntoja yli 10 000 asukkaalle, minkä lisäksi muille toiminnoille olisi tilaa noin 420 000 kerrosneliömetrin verran (noin 10 500 työpaikkaa oletuksella 40 kem2/tp). Tiedepuiston kärkihankkeen alueella asukasmäärä kasvaisi superbussin ennusteessa noin 3180 asukkaalla vuoteen 2050 mennessä, mutta osalla reitin läheisyyden alueista asukasmäärä vähenisi oletetun väljyyksikasvun vuoksi, minkä vuoksi Varissuo-Kupittaa vaihtusalueen asukasmäärän kokonaiskasvu olisi +2450 asukasta. Mikäli Tiedepuiston alue kehittyisi oletettua nopeammin, sillä olisi matkustajamääriä kasvattava vaikutus. Mikäli esimerkiksi vuoden 2050 liikenne-ennuste toteutuisi Turun väestöennusteen mukaisesti jo vuonna 2035 ja jatkuisi samaa kasvuvauhtia, kaksinivelbussin välityskyky viiden minuutin vuorovälillä aamuhuipputunnin aikana loppuisi vuoteen 2040 mennessä. Tämä tarkoittaisi, että vuoteen 2035 mennessä Tiedepuiston alueelle ("Itäharjun kolmion" alueelle) muuttaisi noin 3180 asukasta, mikä tarkoittaisi tasaisesti jaettuna 2020-2035 välille noin neljän asuinkerrostalon rakentamista vuosittain. "Itäharjun kolmion" alueella olisi vuonna 2035 lähes 9000 työpaikkaa enemmän kuin nykyisin.
- Mikäli superbussin matkustajamäärät kuormitetuimmalla osuudella kasvaisivat ennustettua nopeammin, esimerkiksi raitiotien matkustajaennusteen tai noin neljän prosentin vuosikasvun mukaan, kaksinivelbussin välityskyky loppuu viiden minuutin vuorovälillä aamuhuipputunnin noin vuonna 2040.

Malmön ja Skånetrafikenin käyttämässä laskelmassa viittä minuuttia tiheämpää vuoroväliä tulisi välttää bussien ketjuuntumisen vuoksi. Bussien ketjuuntuessa takaa tuleva bussi saa edellisen kiinni tyhjempanä eikä välityskyky kasva niin suureksi kuin teoriassa. Toisaalta Nantesin ja HSL:n mukaan kolmen minuutin vuoroväli voisi vielä olla mahdollinen. Kolmen-neljän minuutin vuorovälillä olisi mahdollista liikennöidä nopeamman kasvun skenaarioillakin pidemmälle (voimakkaimmilla kasvuskenaarioillakin ainakin noin vuoteen 2050 asti), mutta tiheä vuoroväli aiheuttaisi mm. bussien ketjuuntumista sekä liittymien ja pysäkkien toimivuusongelmia eikä välityskyky todennäköisesti kasvaisi niin suureksi kuin teoreettisessa laskelmassa.

Malmön kokemusten perusteella kaksinivelbussilla käytettävää mitoitusta (nyt 90 henkilöä/kaksinivelbusseja) saatetaan Skånetrafikenin mukaan nostaa, jolloin myös kaksinivelbussin tuntikapasiteetti kasvaisi tässä käytetystä. Mm. kaikista ovista bussiin nousemisen arvioidaan kasvattavan hyväksyttävää mitoitusta (busseja täyttyä tasaisemmin). Tässä käytetty väljempi mitoitus on matkustusmukavuuden kannalta parempi vaihtoehto, mikä taas todennäköisesti vaikuttaa joukkoliikenteen houkuttelevuuteen.

#### **Yhteenvetona kaikista tarkasteluista voidaan sanoa, että**

- **liikenne-ennusteiden mukaan kaksinivelbussien välityskyvyn pitäisi riittää jopa vuoteen 2060 asti viiden minuutin vuorovälillä**
- **on todennäköistä kaksinivelbussien välityskyvyn riittävän ainakin vuosiin 2035-2040 asti viiden minuutin vuorovälillä aamuhuipputunninkin aikana. Iltahuipputunnin aikana viiden minuutin vuorovälin arvioidaan riittävän todennäköisesti ainakin 2040-luvun lopulle.**
- **Kaksinivelbussien välityskyky saattaa loppua aamuhuipputunnin aikana noin vuonna 2040 tai sen jälkeen Varissuo-Kupittaa välillä viiden minuutin vuorovälillä matkustusmukavuuden huomioivalla mitoituksella mikäli**
  - **Turku kasvaa vuonna 2018 laaditun väestöennusteensa mukaisesti eli erityisesti vuoden 2030 jälkeen huomattavasti nopeammin kuin liikenne-ennusteissa on oletettu tai Tilastokeskus on ennustanut ja kasvu kohdistuu erityisesti kuormitetuimpien reittien varrelle.**
  - **oletettua suurempi osa Turun kasvusta (erityisesti asuinrakentamisesta) kohdistuu Varissuo-Kupittaa väliselle alueelle**
  - **superbussin liikkumis- ja maankäyttövaikutus olisi raitiotielle ennustetun tasoinen**
  - **joukkoliikenne kasvaisi nykytilanteesta vähintään 3,7 % vuosittaista vauhtia eli huomattavasti nopeammin kuin väestömäärä tai joukkoliikenteen kokonaismatkustajamäärän kasvutavoite**
  - **kaksinivelbussin mitoituksena käytetään ”vain” noin 90 matkustajaa eikä mm. bussien ketjuuntumisen vuoksi haluta käyttää kolmen-neljän minuutin vuorovälejä**



Kuva 9. Matkustajamäärien kasvu riippuu monesta seikasta ja ennusteisiin liittyy paljon epävarmuuksia. Kuvassa on esitetty raitiotien ja superbussin ns. perusennusteiden matkustajaennusteet (aamu-huipputunti, jossa iltahuipputunnin ennusteiden päälle on lisätty aamu- ja iltahuipputunnin maksimierotuksen mukaisesti 190 matkustajaa/tunti/suunta), ohuemmalla viivalla ns. nopean kasvun mukainen ennuste sekä erilaisten kasvuskenaarioiden vaihteluvälit harmaalla. Harmaan alueen alhaisimmat kasvuskenaariot kuvaavat sitä, että joukkoliikenteen käyttö lisääntyy vain asukasmäärän kasvun suhteessa tai 2 % vuositahdilla, ts. joukkoliikenteen käyttömäärä asukasta kohden ei lisäännä merkittävästi nykyisestä.