MAL 2019 Liikenteen uudet teknologiat ja palvelut

Luonnos 06.10.2017

MAL 2019

6.10.2017

Liikenteen uudet teknologiat ja palvelut

HSL Helsingin seudun liikenne

HSL Helsingin seudun liikenne

Opastinsilta 6 A

PL 100, 00077 HSL00520 Helsinki

puhelin (09) 4766 4444

www.hsl.fi

Lisätietoja: Nimi, puhelin

etunimi.sukunimi@hsl.fi

Copyright: Kartat, graafit, ja muut kuvat

Kansikuva: HSL / kuvaajan nimi

Taitto: Henkilön nimi (tarvittaessa)

Painopaikka

Helsinki 2015

Tiivistelmäsivu

Julkaisija: HSL Helsingin seudun liikenne

Tekijät: Taina Haapamäki, Tuomas Lehteinen, Sami Mäkinen, Markku Tinnilä, Jouni Wallander

Päivämäärä 6.10.2017

Julkaisun nimi: MAL 2019 Liikenteen uudet teknologiat ja palvelut

Rahoittaja / Toimeksiantaja: HSL Helsingin seudun liikenne

Tiivistelmä:

Työn tarkoituksena oli koota yhteen tietoa uusien liikkumisen ja liikenteen teknologioiden sekä palveluiden kehityksestä ja niiden mahdollisista vaikutuksista Helsingin seudulla. Työssä tarkasteltiin, mitä uudet teknologiat ja palvelut mahdollistavat, mitä ne edellyttävät ja miten ne vaikuttavat liikkumiseen, seudun liikennejärjestelmään ja yhdyskuntarakenteeseenlyhyellä ja pitkällä aikavälillä. Selvityksessä muodostettiin mahdollisia tulevaisuuskuvia vuosille 2030 ja 2050 sekä laadittiin keskeiset aihepiiriin liittyvät suositukset seudulle.

Palvelut ja teknologiat lisäävät liikkumisvaihtoehtoja eri tilanteisiin ja vastaavasti vähentävät tarvetta autoilulle ja auton omistamiselle. Monet palveluista ja teknologioista tukevat liikenteen resurssien tehokkaampaa käyttöä. Esimerkiksi ajoneuvojen ja parkkipaikkojen tarve voi vähentyä murto-osaan nykyisestä. Tietyt palvelut ja teknologiat parantavat ajoneuvojen ympäristöystävällisyyttä: vaihtoehtoiset käyttövoimat vähentävät ajoneuvojen päästöjä ja liikenteen palveluistuminen kasvattaa ajoneuvojen käyttöastetta ja siten nopeuttaa kannan uusiutumista. Kaupunkipyörät sekä sähkö- ja kuorma-pyörät lisäävät täysin päästöttömän ja tilankäytöltään tehokkaan liikenteen osuutta sekä henkilö- että tavarankuljetuksessa. Lliikennejärjestelmän tasa-arvoisuus lisääntyy, sillä autottomien ihmisten liikkumisvaihtoehdot lisääntyvät. Lisäksi automatisoituminen lisää liikennejärjestelmän turvallisuutta.

Osa uusista palveluista ja teknologioista voivat kuitenkin johtaa kehitykseen, joka ei vastaa yhteiskunnan tavoitteita. Pääasiassa tämä tarkoittaa tilanteita, joissa autoilun kulkumuoto-osuus kasvaa. Automaattiset henkilöautot lisäävät ovelta ovelle -autoilun helppoutta ja houkuttelevuutta ja mahdollistavat autoilun myös niille, jotka aiemmin käyttivät muita kulkumuotoja. Lisäksi osa autojen ajosta tapahtuu ilman kuljetettavia. Erityisen suureksi riskit muodostuvat skenaariossa, jossa ihmiset omistavat itse autonsa. Myös muut henkilöautoihin pohjautuvat liikenteen palvelut (esim. yhteiskäyttöautot) voivat lisätä autoilun kulkutapaosuutta. Riski on kuitenkin merkittävästi pienempi kuin automaattiautojen yksityiskäytössä. Edulliset ja nopeat liikenteen palvelut (esim. kutsuohjattu joukkoliikenne) saattavat houkutella käyttäjiä autoilijoiden ohella myös muista liikennemuodoista ja näin vähentää kävelyn, pyöräilyn ja reittipohjaisen joukkoliikenteen kulkumuoto-osuutta.

Työn pääsuositukset liittyivät viiteen teemaan: kyytien jakaminen, automaattiset ajoneuvot jaettuina, liikenteen hinnoittelu, pyöräilyn edistäminen ja sähköautot.

Kyytien jakamisen eri järjestämistapojen ja liiketoimintamallien vaikutuksia tulee arviointia. Vaikutuksiltaan tarkoituksenmukaisia palveluja voidaan edistää pilottiprojektien ja kokeilujen kautta. Kyytipalvelujen infratarpeet suhteessa muihin kulkumuotoihin tulisi arvioida tarkemmin.

Automaattiajoneuvojen jaetun käytön yleistymiseksi on oleellista etsiä käyttäjiä miellyttäviä ja taloudellisesti houkuttelevia omistusmalleja. Automaattiajoneuvojen kokeiluja kannattaa yhdistää kyydinjakopalveluiden kokeiluihin. Automaattiajamisen tuomia muutoksia yhdyskuntarakenteeseen tulee tarkastella laajasti.

Liikenteen dynaamista hinnoittelua suositellaan otettavaksi liikenteenhallintakeinona käyttöön seudulla. On olemassa erilaisia keinoja hinnoitella liikenteen negatiivisia ulkoisvaikutuksia dynaamisesti siten, että tieverkko ei ruuhkaudu ja on tehokkaasti käytössä. Maksut tarjoavat mahdollisuuden hallita autoliikenteen vaikutuksia, ja niillä voidaan vastata moniin automaattiajamisen, kyydinjakopalveluiden ja muiden henkilöauton käyttöä tukevien palveluiden uhkakuviin.

Sähköautojen latausverkkoa suositellaan laajennettavan ja pyöräilyn uusia muotoja suositellaan tuettavan investoimalla pyöräilyinfraan ja –pysäköintiin sekä kaupunkipyöräjärjestelmää laajentamalla.

Avainsanat: X

Sarjan nimi ja numero: HSL:n julkaisuja X/2015

ISSN 1798-6176 (nid.)	ISBN (nid.)	Kieli: X	Sivuja: X
ISSN 1798-6184 (pdf)	ISBN (pdf)		

HSL Helsingin seudun liikenne, PL 100, 00077 HSL, puhelin (09) 4766 4444

Sammandragssida

Utgivare: HRT Helsingforsregionens trafik			
Författare: X		Datum xx.xx.2015	
Publikationens titel: X			
Finansiär / Uppdragsgivare: X			
Sammandrag: x			
Nyckelord: X			
Publikationsseriens titel och nummer: HRT publikationer X/2015			
ISSN 1798-6176 (häft.)	ISBN (häft.)	Språk: X	Sidantal: X

ISSN 1798-6184 (pdf)	ISBN (pdf)		
HRT Helsingforsregionens trafik, PB 100, 00077 HRT, tfn. (09) 4766 4444			

Abstract page

Published by: HSL Helsinki Region Transport	
Author: X	Date of publication xx.xx.2015
Title of publication: X	
Financed by / Commissioned by: X	

Abstract:

x

Keywords: X

Publication series title and number: HSL Publications X/2015			
ISSN 1798-6176 (Print)	ISBN (Print)	Language: X	Pages: X
ISSN 1798-6184 (PDF)	ISBN (PDF)		
HSL Helsinki Region Transport, PO Box 100, 00077 HSL, Tel.+358 9 4766 4444			

Sisällysluettelo

1 Esipuhe 11

2 Johdanto 11

2.1 Tausta ja lähtökohdat 11

2.2 Selvitysmenetelmät 11

4 Liikenteen palveluihin ja teknologioihin liittyviä trendejä ja ilmiöitä 13

4.1 Kysyntä-ajureita liikkumisen uusille palveluille 13

4.2 Ajoneuvoteknologia 15

4.3 Palvelut ja bisnesmallit 17

4.4 Fyysinen ja digitaalinen infra 17

4.5 Logistiikka 18

5 Tarkasteltavat palvelut ja teknologiat 20

5.1 MaaS-palvelut 22

5.2 Yhteiskäyttöautot ja jaetut kyydit 22

5.3 Kutsuohjattu joukkoliikenne 23

5.4 Tavarankuljetuspalvelut 23

5.5 Kaupunkipyöräjärjestelmät 24

5.6 Liikenteen dynaaminen ohjaus 24

5.7 Liikenteen hinnoittelu 25

5.8 Vaihtoehtoiset käyttövoimat 25

5.9 Sähkö- ja kuormapyörät 26

5.10 Kuljettajaton joukkoliikenne 26

5.11 Automaattiset pikkubussit 27

5.12 Automaattiset henkilöautot yksityisomistuksessa 27

5.13 Automaattiset henkilöautot palveluna 28

5.14 Uudet ilmailuvälineet 28

6 Teemat ja vaikutukset 30

6.1 Yhteiskäyttöisyys ja yhteisomistus 30

6.2 Automaatio 34

6.3 Kotiinkuljetuspalvelut 37

6.4 Liikenteenhallinta ja informaatio 40

6.5 Käyttövoimat 42

6.6 Yhteenveto 43

7 Tulevaisuuskuvat 44

7.1 2030 45

7.2 2050 47

8 Kehittämisaskeleet ja suositukset 49

8.1 Johtopäätökset 49

8.2 Suositukset 51

8.3 Lähteet 54

9 Liitteet 56

Kuvaluettelo

Kuva 1. Liikenteeseen liittyviä tärkeimpiä kehityssuuntia. 13

Kuva 1. (Otsikko 8) ..... **Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.**

Liiteluettelo

Liite 1. (Otsikko 7) ..... **Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.**

Lähdeluettelo

Lähde 1. (Otsikko 9) ..... **Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.**

1 Esipuhe

Liikenteen uudet teknologiat ja palvelut -selvityksen tavoitteena oli koota yhteen tietoa uusien teknologioiden ja palveluiden kehityksestä ja vaikutuksista. Työssä tarkasteltiin, mitä uudet teknologiat ja palvelut mahdollistavat, mitä ne edellyttävät ja miten ne vaikuttavat liikennejärjestelmään, yhdyskuntarakenteen kehittämiseen ja seudun kilpailukykyyn lyhyellä ja pitkällä aikavälillä.

Hanketta ohjaamaan perustettiin projektiryhmä, johon kuuluivat:

Sini Puntanen	HSL
Heikki Palomäki	HSL
Riikka Aaltonen	HSL
Tapani Touru	HSL
Emilia Hakala	HSL
Mikko Lehtonen,	Helsinki
Johanna Nyberg	Espoo
Tiina Hulkko	Vantaa
Henrik Helenius	KUUMA-kunnat
Jukka Peura	Liikennevirasto
Anna Schirokoff	Trafi
Jarmo Koskela	Trafi
Eeva Linkama	LVM

Työn käytännön laadintaa ohjasi lisäksi pienryhmä, johon kuuluivat:

Heikki Palomäki	HSL
Riikka Aaltonen	HSL
Tapani Touru	HSL
Emilia Hakala	HSL.

Lisäksi työn tilannekatsauksia on esitelty HLJ-toimikunnassa.

Työn toteutuksesta vastasivat Taina Haapamäki ja Sami Mäkinen FLOU Oy:stä ja Jouni Wallander ja Markku Tinnilä Solita Oy:stä. Hankkeen kokonaiskoordinoinnista ja toteutuksesta vastasi Tuomas Lehteinen Ramboll Finland Oy:stä.

2 Johdanto

2.1 Tausta ja lähtökohdat

Työ on yksi MAL 2019 -puiteohjelmassa mainituista suunnitelmakaudella laadittavista syventävistä selvityksistä. Työ antaa lisätietoa ja suosituksia MAL suunnittelun pohjaksi .

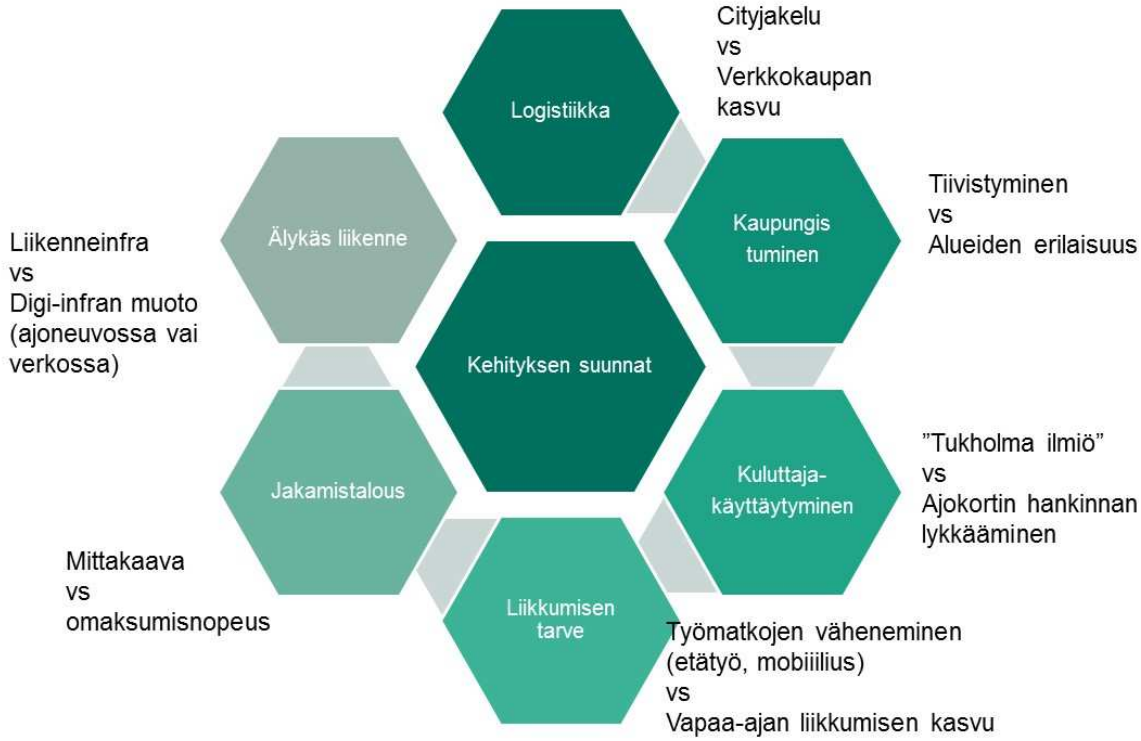
2.2 Selvitysmenetelmät

Työssä tehty teknologia- ja palvelukartoitus perustuu kirjallisuuskatsaukseen. Valittujen teknologioiden ja palveluiden vaikutuksia seudulla arvioitiin perustuen seudun liikennemallilla tuotettuihin liikenteen kysyntäennusteisiin. Arvioinnin perusteella muodostettiin lyhyen ja pitkän tähtäimen tulevaisuuskuvat, ja luotiin suositukset uusien palvelujen ja teknologioiden huomioonottamisesta seudullisessa suunnittelussa.

Työhön sisältyi työpaja, jossa kartoitettiin asiantuntijoiden näkymyksiä teknologioiden ja palveluiden kehityksestä.

4 Liikenteen palveluihin ja teknologioihin liittyviä trendejä ja ilmiöitä

Liikenteen teknologioissa ja palveluissa on tapahtunut ja tapahtumassa merkittäviä muutoksia, joilla on selkeitä vaikutuksia liikkumiseen, liikenteeseen ja laajemmin yhteiskuntaan. Vaikutukset voivat olla suoria tai hyvinkin välillisiä kuten kuluttajien käyttäytymiseen liittyviä. Muutosten aikajännettä on vaikea arvioida etenkin teknologian kehitykseen ja sen adaptaatioon liittyen. Kuvaan 1 on koottu keskeisimpiä tunnistettuja liikenteeseen vaikuttavia trendejä ja ilmiöitä sekä esimerkinomaisesti seikkoja, jotka tekevät niiden vaikutusten arvioinnista haastavaa.



Kuva 1. Liikenteeseen liittyviä keskeisimpiä tunnistettuja kehityssuuntia.

Laajan tausta-aineiston (ks. lähteet) pohjalta tähän lukuun on koottu tärkeimpiä kehityksen suuntia jaettuna viiteen eri kokonaisuuteen:

1. kysyntä-ajurit
2. ajoneuvoteknologia
3. palvelut ja bisnesmallit
4. fyysinen ja digitaalinen infrastruktuuri
5. logistiikka.

Luonnollisesti nämä menevät osittain päällekkäin ja niillä on ristikkäisiä vaikutuksia.

4.1 Kysyntä-ajureita liikkumisen uusille palveluille

Kuluttajien käyttäytyminen on muuttumassa johtuen muun muassa verkkokaupan kasvusta, palveluistumisesta ja siihen liittyen omistamisen merkityksen vähentymisestä. Näillä on myös liikkumiseen liittyviä vaikutuksia. Lisäksi liikkumiskäyttäytyminen on jatkuvassa muutoksessa ja siinä vaikuttaa useita ristikkäisiä trendejä, kuten:

- Maailman digitalisoitumisesta huolimatta keskustojen ja raideliikenteen piirissä olevien alueiden vetovoima näyttää lisääntyvän, mikä aiheuttaa entisestään paineita tehokkaan joukkoliikenteen järjestämiselle.

- Työn rakenteellinen muutoksen, ns. toimihenkilöistymisen, seurauksena säännölliset työmatkat voivat vähentyä etätyön yleistyessä. Toisaalta vapaa-ajan liikkuminen lisääntyy. Nykyinen joukkoliikenne on toistaiseksi suunniteltu pääosin työmatkojen mukaan.

- Sosiaalisen kanssakäynnin merkitys näyttää kasvavan virtuaalisten mahdollisuuksien lisääntymisestä huolimatta, mikä voi vaikuttaa liikkumisen reitteihin ja aikatauluihin.

- Vanhempien ikäluokkien liikkuvuus kasvaa, mikä lisää tarvetta mm. joukkoliikennepalveluille. Samalla myös omalla autolla liikkuvien määrä kasvaa ja autolla ajetaan yhä vanhemmalla iällä.

Näiden muutosten seurauksena liikenteen kysyntä tulee olemaan entistä hajautuneempaa sekä reitillisesti että ajallisesti. Työmatkaliikenteen ruuhkahuiput tasoittuvat työaikaliukuman kasvaessa, ja joustavien, kysyntäohjautuvien, liikkumispalvelujen kysyntä kasvaa.

Liikkumisen tulevaisuudesta on laadittu paljon erilaisia skenaarioita. Tyypillisesti skenaarioissa nostetaan esille mm. seuraavia seikkoja:

- Kaupungit tiivistyvät, minkä myötä tarvitaan tehokkaita joukkoliikenteen runkolinjoja ja niitä täydentäviä last mile -ratkaisuja.

- Liikenteen ympäristöongelmat korostuvat, minkä seurauksena henkilöautoliikenteen osuutta pyritään vähentämään esimerkiksi hinnoittelulla, kun taas kävelyä, pyöräilyä ja joukkoliikennettä pyritään edistämään.

- Digitaalisuus on arkipäivää ja siten kansalaiset odottavat saavansa myös liikkumisensa saumattomina digitaalisina ja personoituina palveluina.

- Liikenne muuttuu markkinaehtoisemmaksi ja samalla julkisten investointien tuottavuusvaatimukset kasvavat.

Kaupunkirakenne vaikuttaa merkittävästi liikkumiseen: hajautuneelle rakenteelle sopivat toisenlaiset ratkaisut kuin tiiviille. Monella alueella henkilöauto on ainoa realistinen vaihtoehto. Tämä näkyy esimerkiksi siten, että ajokortillisia on Nurmijärvellä 91 %, Helsingissä 77 % aikuisväestöstä (HEHA Helsingin seudun liikkumistutkimus, 2012). Viime aikoina pääkaupunkiseutua on alettu tiivistämään, jolloin esimerkiksi kestävien liikennemuotojen ja yhteiskäyttöisyyden potentiaali on kasvanut. Autoistumisasteen kehitys riippuukin pitkälti siitä, miten kaupunkiseudun kehittäminen jatkuu. Tässä tullee olemaan merkittäviä eroja seudun sisällä.

Pääkaupunkiseudun pendelöinti on jatkuvassa kasvussa. 60 % pendelöinnistä tapahtuu KUUMA-alueelta: 125 000 henkilöä matkustaa työpaikalleen toiseen kuntaan, kasvunopeuden ollessa 1–2 % vuodessa. Tällä hetkellä pendelöinnistä suurin osa tehdään omalla autolla, osa raideliikenteellä. (HLJ Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelma, 2015). Jatkokehityksen vauhti on avoin, mutta ainakin tähän asti työssäkäyntialueet ovat kasvaneet jatkuvasti. Autolla tapahtuva pendelöinti lisää kuormitusta suurissa kaupungeissa sekä liikenneväylien että pysäköinnin osalta. Niinpä tarve houkuttelevimmille matkaketjuille on ilmeinen, esimerkiksi liityntäpysäköinnin osalta.

Autoilun arvostus näyttäisi olevan laskussa. Tukholmassa ajokortin omistusaste on laskenut 18–19-vuotiailla noin 60 prosentista alle 40 prosenttiin. Toisaalta työssäkäyvien 18–24-vuotiaiden ajo-

kortin omistus väheni vain hieman, joten voi olla, että kyse enimmäkseen lykkäämisestä. Joka tapauksessa ajokortittomat nuoret muodostavat merkittävän potentiaalin uusille liikennepalveluille, samoin vanheneva väestö. Erityisen tärkeitä liikennepalvelujen kannalta ovatkin elämän murroskohdat, joissa tehdään valintoja liittyen esimerkiksi auton hankkimiseen tai asuinpaikan vaihtamiseen. Merkittävää on myös se, että Helsingissä yli puolet auton omistajista ovat valmiita luopumaan autostaan muiden liikennepalveluiden kehittyessä riittävästi. Kehyskunnissa vastaavaa halukkuutta ei ole havaittu. (Auton omistus Helsingin seudulla, HSL 2016)

Väestörakenteen muutoksilla on selkeitä liikenteellisiä ja liikkumiseen liittyviä vaikutuksia. Esimerkiksi auton omistus yli 65-vuotiaiden ikäryhmässä on kasvamassa ikääntymisen myötä. Autottomuus puolestaan lisääntyy esimerkiksi yksinasuvien määrän kasvaessa. Myös ympäristöön liittyvät asenteet vaikuttavat jonkin verran liikkumiseen. Kärjistäen näyttää siltä, että ympäristöystävällisyyttä arvostetaan, mutta siitä ei olla valmiita maksamaan ylimääräistä. Esimerkiksi ympäristöystävällinen auto ei saisi maksaa enempää kuin nykyiset autot. Asennemuutosta on kuitenkin tapahtunut myönteiseen suuntaan. (Auton omistus Helsingin seudulla, HSL 2016) & (Tutkimus ympäristöystävällisestä autoilusta, Trafi 2017).

4.2 Ajoneuvoteknologia

Tulevaisuuden liikenneteknologioiden kirjo on laaja, eikä voida varmuudella tietää, mitkä teknologiat kehittyvät nopeimmin. Teknologinen kehitys luo edellytyksiä mm. päästöjen vähentämiselle, mutta kaikkia liikkumisesta aiheutuvia negatiivisia vaikutuksia teknologia ei poista. Epävarmassa tulevaisuudessa tulisi mahdollistaa teknologiakehityksen mukanaan tuomia potentiaaleja, mutta muistaa tarkastella myös mahdollisia riskejä.

Automaattiset autot ovat tällä hetkellä teknologisessa murroksessa, jossa kuljettajia avustavista sekä tiedottavista järjestelmistä on siirrytty osittain ajoneuvoa ohjaaviin ja hallintaan liittyviin järjestelmiin (ks. Taulukko 1). Näillä näkymin täysin automaattisia ajoneuvoja (taso 5) ei kuitenkaan ole merkittävästi käytössä ennen vuotta 2030 – joidenkin asiantuntijoiden mukaan vasta paljon vuoden 2050 jälkeen. Näin ollen liikennejärjestelmää mullistavia muutoksia (esimerkiksi ilman kuljettajaa liikkuvia takseja) saadaan odotella vielä melko pitkään. Liikennevirtaa sujuvoittavia ratkaisuja sen sijaan tullee markkinoille suhteellisen pian: jo automaatiotasosta 2–3 lähtien ajoneuvot voivat ajaa pienemmillä ajoetäisyyksillä verkottuneisuutensa ansiosta. Myös onnettomuusriskit vähenevät merkittävästi jo alempien automaatiotasojen myötä. Automaation vaikutukset liikennejärjestelmään riippuvat pitkälti autokannan uusiutumisvauhdista. (Automaation lisääntymisen vaikutukset tieliikenteessä. Trafi 2015). Sitä voidaan nopeuttaa siirtymällä autojen omistuksesta erilaisiin leasing- ja yhteiskäyttömalleihin. Automaattiautojen ajosuorite riippuu myös jakamisasteesta ja MaaS-palvelujen yleistymisestä.

Taulukko 1 *Tieliikenteen automaatiotasot (SAE 2014, Trafi 2015)*

Taso	Nimi	Määritelmä
0	Ei automaatiota	Ihminen suorittaa kaikki dynaamisen ajotehtävän osa-alueet, vaikka ajamista tuetaankin varoituksilla tai ajamiseen puuttuvilla järjestelmillä.
1	Kuljettajan tuki	Ajotilannekohtaisia kuljettajan tukijärjestelmiä, jotka liittyvät joko ohjaamiseen tai kiihdyttämiseen/jarruttamiseen hyödyntämällä tietoa ajoympäristön tilasta. Ihminen vastaa kaikista muista dynaamiseen ajotehtävän osa-alueista.
2	Osittainen automaatio	Yksi tai useampi ajotilannekohtainen kuljettajan tukijärjestelmä, joka kattaa sekä ohjaamisen että kiihdyttämisen/jarruttamisen hyödyntämällä tietoa ajoympäristön tilasta. Ihminen vastaa kaikista muista dynaamiseen ajotehtävän osa-alueista.
3	Ehdollinen automaatio	Ajotilannekohtainen automaattiajojärjestelmä kattaa kaikki dynaamisen ajotehtävän osa-alueet, kuten pituus- ja poikittaissuuntaisen kontrolloinnin. Ihmisen täytyy kuitenkin ottaa auto hallintaansa, kun järjestelmä näin pyytää.
4	Korkea automaatio	Ajotilannekohtainen automaattiajojärjestelmä kattaa kaikki dynaami- sen ajotehtävän osa-alueet myös silloin, kun ihminen ei ota autoa hallintaansa, vaikka järjestelmä näin pyytää. Ellei kuljettaja ota ajoneuvoa haltuunsa, järjestelmä ohjaa auton hallitusti tien sivuun ja pysäyttää sen.
5	Täysi automaatio	Kaiken kattava automaattiajojärjestelmä, joka kattaa kaikki dynaami- sen ajotehtävän osa-alueet kaikissa tie- ja ympäristöolosuhteissa.

Automaation myötä vaatimukset infrastruktuurille voivat kasvaa, mm. talvikunnossapidon ja tietoverkkojen osalta. Lisäksi automaatioon liittyvää teknologiaa voi jatkossa sijaita autojen lisäksi myös infrassa, mikä lisää vaatimuksia entisestään. Merkittävä huomioon otettava riski on, että automaattiautot lisäävät autoilun houkuttelevuutta, mikä johtaa yhdyskuntarakenteen hajaantumiseen ja liikenteen määrän kasvuun, jopa merkittävästi.

Nopeasti tiukentuvien ympäristötavoitteiden saavuttaminen vaatii voimakasta siirtymistä vaihtoehtoisiin käyttövoimiin. Tämä edellyttää uusien polttoaineiden kehittämistä ja sähkön uuden jakeluinfran rakentamista. Hidasteena on autokannan hidas uusiutuminen: autojen keski-ikä Suomessa on 11 vuotta ja romutusikä 20 vuotta. Tällä uusiutumisvauhdilla vuonna 2030 ajetaan vielä suurelta osin nykytyyppisellä henkilöautokalustolla. Myös tästä näkökulmasta liikenteen palveluistuminella on positiivisia vaikutuksia: autojen käyttöaste nousee ja uusiutumisnopeus kiihtyy.

Viime vuosina markkinoille on tullut suuri määrä erilaisia sähkökäyttöisiä ja -avusteisia kevyitä liikennevälineitä. Keski-Euroopan markkinoista päätellen erityisesti sähköpyörät tulevat yleistymään lähivuosina voimakkaasti myös Suomessa. Uusien välineiden yleistyminen aiheuttaa haasteita myös infrastruktuurin kehittämiselle, niin väylien kuin pysäköinninkin osalta. Kestävän liikkumisen näkökulmasta tämä kehitys on joka tapauksessa erittäin suotavaa, sillä se kasvattaa kestävien kulkutapojen kulkutapaosuutta myös pidemmillä matkoilla.

4.3 Palvelut ja bisnesmallit

Kuten muutkin yhteiskunnan osa-alueet, liikenne palveluistuu vauhdilla. Uusilla liikennepalveluilla (mm. erilaiset MaaS-palvelut) tulee olemaan monia suoria vaikutuksia liikennejärjestelmään ja edelleen maankäyttöön. Esimerkiksi autojen yhteiskäyttöisyys vähentää merkittävästi autojen ja pysäköintipaikkojen tarvetta: yhteiskäyttöautojen on arvioitu voivan korvata jopa kymmeniä yksityisomistuksessa olevaa autoa (Uudet pysäköintiratkaisut osana älykästä liikennejärjestelmää, HSL 2017). Toisaalta tulee huomata, että monilla palveluiden liiketoimintamallin kannalta kriittisillä seikoilla – esimerkiksi yhteiskäyttöautojen omistusmallilla – ei juuri ole vaikutusta liikennejärjestelmään tai maankäyttöön.

Kestävän liikkumisen tavoitteiden näkökulmasta uusilla palveluilla voi olla sekä myönteisiä että kielteisiä vaikutuksia. Esimerkiksi ajoneuvojen keskikuormituksen kasvu (samassa autossa useampia ihmisiä) vähentää liikenteessä olevien autojen määrää. Toisaalta automaattiset autot voivat lisätä liikennesuoritetta liikkuessaan ilman matkustajia. Uusien palveluiden kokonaisvaikutukset riippuvat paljolti siitä, kuinka suuri yhteiskäyttöisyyden ja jakakamisen aste niillä saavutetaan, ja mitä nykyisestä liikenteestä ne korvaavat ja mitä eivät.

Tärkeä ja avoin kysymys on, miten liikenteen jakamistalous ja MaaS yleistyvät sekä kuinka laajasti se johtaa autoista luopumiseen. Ensimmäisenä vähentynee kakkos- ja kolmosautojen määrä. Eräs arvio on, että palveluiden yleistyessä nykyisistä autonomistajista 30 % voisi luopua autostaan, kun taas auton hankkijoiden määrä laskisi 20 % nykytasosta (Uudet pysäköintiratkaisut osana älykästä liikennejärjestelmää, HSL 2017). Tämä kuitenkin riippuu voimakkaasti tarjolla olevien palveluiden houkuttelevuudesta ja kattavuudesta. Tarkastelujen perusteella uusien palvelujen tullessa markkinoille liikennesuorite voi alussa kasvaa, mutta vähentyy, kunhan tarpeeksi moni auton omistaja luopuu autostaan ja ottaa uudet palvelut täysipainoisesti käyttöön.

4.4 Fyysinen ja digitaalinen infra

Liikenteen uudet palvelut ja teknologiat edellyttävät fyysisen liikenneinfrastruktuurin kehittämistä ja antavat samalla mahdollisuuden edistää kestävän liikkumisen tavoitteita. Erityisen suuria muutoksia voidaan odottaa pysäköintitarpeeseen. Liikenteen palveluiden ja jakamistalouden yleistyessä pysäköintipaikkojen tarve todennäköisimmin vähenee, ja niiden luonne muuttuu pidempiaikaisista säilytyspaikoista lyhytaikaisiksi nouto- ja palautuspisteiksi. Toisaalta säilytyspaikkojakin (ns. varikoita) tarvitaan jatkossakin etenkin yöaikaan, mutta niiden ei välttämättä tarvitse sijaita matkojen määränpäässä nykyiseen tapaan. Erään arvion mukaan pysäköintipaikkojen tarpeen arvioidaan olevan jatkossa +5…-70 % nykytilanteeseen verrattuna (Uudet pysäköintiratkaisut osana älykästä liikennejärjestelmää, HSL 2017). Suuri vaihteluväli johtuu pitkälti siitä, että kehitykseen voidaan vaikuttaa poliittisilla päätöksillä ja suunnitteluratkaisuilla.

Pidemmällä aikavälillä myös automaattiajoneuvot voivat luoda merkittäviä muutospaineita infrastruktuurille. Käyttötavasta ja liikkumisen kustannuksista riippuen autoliikenteen suorite voi kasvaa hyvinkin merkittävästi (esim. tyhjänä ajo), mutta toisaalta myös vähentyä (jaetut kyydit). Myös tässä kehityksessä poliittisilla päätöksillä on suuri rooli. Mahdollisen uuden infrastruktuurin ohella automaattiset ajoneuvot vaikuttavat myös perinteisen infran laatuvaatimuksiin, esimerkiksi tiemerkintöjen ja kunnossapidon kohdalla.

Sähköautojen yleistyminen edellyttää kattavaa latausverkostoa. Latauspisteet linkittyvät parkkipaikkoihin ja niiden tarve riippuu latauksen nopeudesta ja käytetyistä teknologioista. Sähköautot muodostavat uudenlaisen etäohjattavan sähkövaraston. Kun auto on käyttämättä (nykyään jopa 95 % ajasta), se voi olla kiinni sähköverkossa. Näin autot ovat osa dynaamista sähköverkkokapasiteettia, jolloin autoilijat voivat myydä ja ostaa sähköä joustavasti. Sähköautot voivat lisätä kiinnostusta omaan sähköntuotantoon (aurinkokennot). Autojen sähkövarastointi voi tasoittaa sähkönkysynnän huippuja, mutta voi joissain tapauksissa myös kasvattaa niitä.

Sähköpyörien yleistyminen lisää pyöräilyn suosiota myös pidemmillä matkoilla, mikä lisää hyvälaatuisen pyöräilyinfran tarvetta niin keskustassa, alakeskuksissa kuin niiden välilläkin: pyöräilyinfran tulee kattaa esimerkiksi työssäkäynnin lähtö- ja määränpääpaikat kattavasti. Laadukkaiden pyöräpysäköintipaikkojen tarve kasvaa, ja esimerkiksi lukittavia ja säältä suojattuja pysäköintipaikkoja edellytetään yhä kattavammin. Myös muut kevyet sähköiset liikennevälineet näyttävät yleistyvän.

Pidemmällä aikavälillä täysin uudenlaiset liikkumisvälineet voivat nostaa esille vaatimuksia erillisistä väylistä ja asemista. Esimerkiksi drone-kuljetusten yleistyminen voi johtaa erillisten laskeutumisalustojen tarpeeseen. Tällaisia kehityspolkuja on syytä seurata tarkasti ja pyrkiä mahdollisimman muuntojoustaviin infraratkaisuihin jo nykyisessä suunnittelussa.

Liikenteen uudet palvelut ja teknologiat nojaavat pitkälti digitaalisuuteen. Niinpä ne edellyttävät kattavaa, luotettavaa, laajakapasiteettista ja viiveetöntä digitaalista infrastruktuuria. Erityisesti automaattiset ajoneuvot tulevat edellyttämään nykyistä paljon tehokkaampaa tietoliikenneverkkoa. Myös infrastruktuurin älykkyys tulee jatkossa lisääntymään, jotta esimerkiksi liikennevirtoja ja pysäköintiä pystytään hallitsemaan nykyistä paremmin.

Uudet palvelut on tärkeää ottaa huomioon jo tämänhetkisissä suunnitteluratkaisuissa – esimerkiksi vaihto- ja solmupisteissä. Parhaimmillaan liikenteen uudet palvelut voivat samanaikaisesti lisätä liikkumismahdollisuuksia, tehostaa infrastruktuurin käyttöä ja vähentää pysäköintipaikkojen tarvetta. Infrastruktuuri tulisi myös suunnitella mahdollisimman joustavaksi ja monikäyttöiseksi erilaisille liikennemuodoille sopivaksi, sillä eri palveluiden kehittymisestä tai yleistymisen nopeudesta ei ole varmuutta.

4.5 Logistiikka

Myös logistinen toimintaympäristö on murroksessa megatrendien sekä liikenteen uusien palveluiden ja teknologioiden myötä. Verkkokauppa ja kotiinkuljetukset ovat yleistymässä voimakkaasti: verkkokaupan osuus kuluttajakaupasta on kaksinkertaistumassa vuodesta 2016 vuoteen 2020 mennessä (eMarketer, 2016; https://www.emarketer.com/Article/Worldwide-Retail-Ecommerce-Sales-Will-Reach-1915-Trillion-This-Year/1014369). Tämä edellyttää uudenlaisia kuljetusketjuja, joissa last mile -osuuden merkitys korostuu. Samaan aikaan tiivistyvät kaupungit ja tiukentuvat ympäristönormit edellyttävät kuljetusten tehostamista.

Markkinoille on tullut lukuisa määrä uudenlaisia citylogistiikkaratkaisuja. Niiden pääasiallisena ideana on siirtää kuljetuksen viimeinen osuus kevyempien kulkumuotojen, kuten tavarapyörien hoidettavaksi. Jakelu- ja keräilykuljetusten hiljaisuutta parantavat innovaatiot puolestaan mahdollistavat kaupunkien citylogistiikan myös yöaikaan. Pidemmällä aikavälillä erilaiset automaattiset jakelulaitteet voivat mullistaa citylogistiikan. Useimmat kuljetusketjuja tehostavat innovaatiot nojaavat digitaalisuuden ja datan hyödyntämiseen.

Uudetkin cityjakelumallit edellyttävät terminaaleja ja varastoja, ja niiden sijoittelu vaikuttaa merkittävästi kuljetusjärjestelmän tehokkuuteen ja muuhun maankäyttöön. Pääkaupunkiseudulla tavaralogistiikka on tällä hetkellä keskittynyt satamiin ja Kehä III:n tasolle. Samaan aikaan jakelulogistiikka hajaantuu kotitoimitusten ja pakettien määrän kasvaessa. Tämä edellyttää uudenlaisia jakelulogistiikan tiloja kaupunkirakenteen sisään. Osittain nämä ratkaisut voivat olla siirrettäviä, esimerkiksi kontteihin perustuvia.

Logistiikassa monet uusista teknologioista ja palveluista voidaan ottaa käyttöön nopeastikin, sillä käyttöönottoon ei yleensä liity yhtä paljon esimerkiksi lainsäädäntöön liittyviä hidasteita kuin henkilökuljetuksiin. Lisäksi toiminta on yritysvetoista, jolloin kaikki sitä tehostavat ratkaisut näkyvät suoraan yritysten tuloksissa. Henkilökuljetuksiin liittyvän lainsäädännön vapautuessa tulee markkinoille myös ratkaisuja, joissa yhdistetään tavara- ja henkilökuljetukset.

5 Tarkasteltavat palvelut ja teknologiat

Konkreettisia uusia palveluita ja teknologioita kehitetään ja julkistetaan jatkuvasti. Teknologioiden kehitysnopeutta ja palveluiden markkinamenestystä on kuitenkin mahdotonta ennustaa tarkasti. Siten yksittäisen teknologian tai palvelun yksityiskohtainen tarkastelu ei ole pitkän tähtäimen suunnittelussa mielekästä. Sen sijaan työhön on pyritty poimimaan rajattu joukko palveluita ja teknologioita, jotka:

- näyttävät vaikuttavan merkittävästi seudulliseen suunnitteluun
- näyttävät yleistyvän merkittävästi seuraavan 10–15 vuoden aikana teknologia-, hyväksyttävyys- ja kaupallisuusnäkökulmat huomioiden
- yhdessä muodostavat kattavan kuvan liikenteen tulevista palveluista ja teknologioista.

Tarkastellut palvelut ja teknologiat on listattu taulukossa 1. Ne on luokiteltu palvelu- ja teknologia-näkökulmiin, mutta käytännössä jokaiseen liittyy molemmat näkökulmat. Esimerkiksi MaaS-palvelut (1.) edellyttävät merkittävää teknologista kehitystä toimijoiden lippu- ja maksujärjestelmiin ja -rajapintoihin. Lisäksi tulee huomata, että monet tarkastelluista palveluista ja teknologioista esiintyvät käytännössä yhdessä tai päällekkäin. Esimerkiksi kutsu-/kysyntäohjautuva joukkoliikenne (3.) voidaan tulevaisuudessa toteuttaa automaattisin pikkubussein (11.).

***Taulukko 1**. Tarkasteltavat palvelut ja teknologiat*

	PALVELU-NÄKÖKULMA	
1.	**MaaS-palvelut**	Palvelukokonaisuudet matkaketjuihin (ml. uudenlaiset taksipalvelut)
2.	**Yhteiskäyttöautot ja jaetut kyydit**	C2C- (mm. ShareIT Bloxcar) ja B2C-mallit (mm. OP:n DriveNow)
3.	**Kutsuohjattu joukkoliikenne**	Kutsu-/kysyntäohjautuva joukkoliikenne pikkubussein (mm. KutsuPlus)
4.	**Tavarankuljetuspalvelut**	Verkkokaupan kuljetukset kotiin/töihin/automaatteihin, ml. ruoka.
5.	**Kaupunkipyöräjärjestelmät**	Asemapohjaiset ja kelluvat järjestelmät; myös sähköavusteiset pyörät
6.	**Liikenteen dynaaminen ohjaus**	Liikennevalot, pysäköinti, häiriöohjaus, navigointi/reittioppaat, …
7.	**Liikenteen hinnoittelu**	Joko portteihin tai ajoneuvojen paikannukseen perustuva järjestelmä
	TEKNOLOGIA-NÄKÖKULMA	
8.	**Vaihtoehtoiset käyttövoimat**	Sähköautot; bio-, kaasu- ja vetyautot
9.	**Sähkö- ja kuormapyörät**	Sähköiset pyörät ja muut henkilökuljettimet; myös last mile -rahti
10.	**Kuljettajaton joukkoliikenne**	Metrot, junat, raitiovaunut ja bussit nykyisellä toimintalogiikalla
11.	**Automaattiset pikkubussit**	Tietyllä last-mile reitillä ja myöhemmin kutsuohjatusti (mm.SOHJOA)
12.	**Automaattiset henkilöautot yksit-yisomistuksessa**	Tason 5 automaattiset hlö-autot yksityisomistuksessa ja -käytössä
13.	**Automaattiset henkilöautot palveluna**	Tason 5 automaattiset hlö-autot palveluna yhteiskäytössä ja jaettuna
14.	**Uudet ilmailuvälineet**	Last mile -kuljetukset automaattisilla nelikoptereilla (dronet)

5.1 MaaS-palvelut

Liikkumien palveluna, Mobility-as-a-Service (MaaS), on konsepti, joka perustuu liikkumispalvelujen kokonaisvaltaiseen yhdistämiseen. Yhdistelyn ja tehokkaiden informaatiojärjestelmien avulla on mahdollista tarjota kuluttajille liikkumisen palvelutaso, joka on peristeisesti ollut vain henkilöauton omistajien saatavilla. Konseptista on olemassa erilaisia rinnakkaisia tulkintoja, mutta kaikkia tulkintoja yhdistäviä tekijöitä ovat helppokäyttöinen mobiilisovellus, saumattomat matkaketjut ja uudentyyppiset välittäjätoimijat, MaaS-operaattorit.

Sovelluksen avulla eri liikennemuotojen yhdistely tulee olemaan aiempaa helpompaa ja joustavampaa, ja näin matkaketjuista muodostuu aiempaa sujuvampia. Tämä synnyttää autoilulle ja ennen kaikkea auton omistamiselle kilpailukykyisen vaihtoehdon.

Tällä hetkellä tarjottavissa palvelupaketeissa on mukana paikallinen joukkoliikenne, tietty määrä taksipalveluja ja auton lyhytaikaista vuokrausta. Tulevaisuuden palvelupaketit voivat olla laajaalaisempia kattaen mm. usean kaupungin joukkoliikenteen, eri taksien ja kimppataksien yhdistelmät, kaupunkien välisen joukkoliikenteen sekä autojen yhteiskäyttöpalvelut.

Teknologisesti palvelut ovat jo nyt mahdollisia, joskin kaikkien eri toimijoiden ja tietojärjestelmien välisten rajapintojen yhteensovittaminen vaatii investointeja. Myös Suomen lainsäädäntö on muuttumassa myönteiseksi MaaS-palvelujen kannalta, sen olennaisten elementtien, kuten tietojärjestelmäkäytäntöjen ja taksiregulaation osalta. Suurimpana yleistymisen esteenä ovatkin nykyiset autoiluun liittyvät tavat ja tehdyt investoinnit. Asenneilmapiiri on kuitenkin muuttunut palveluita suosivaksi, erityisesti nuorempien ikäpolvien ja kaupunkikeskustojen asukkaiden osalta. Ensivaiheen palveluiden suurin potentiaali on riittävän tiiviillä kaupunkialueilla, sillä useimpien MaaS-palveluiden kriittinen käyttäjämäärä on melko korkea – esimerkiksi yhteiskäyttöautot edellyttävät riittävästi kävelymatkan päässä olevia käyttäjiä. Palveluiden kehittyessä ja uudenlaisten palvelukonseptien muodostuessa MaaS-palvelut voivat saavuttaa merkittävän roolin myös harvemmin asutuilla alueilla.

5.2 Yhteiskäyttöautot ja jaetut kyydit

Autojen yhteiskäyttö on potentiaalinen vaihtoehto henkilöauton omistamiselle ja muiden liikennemuotojen täydentäjänä. Näissä palveluissa auto on aina tai lähes aina käytettävissä noutamalla se ilmoitetusta paikasta ja palauttamalla se käytön jälkeen sovittuun paikkaan. Palveluita tulee tällä hetkellä markkinoille kiihtyvällä tahdilla. Osa niistä on crowdsourcing-tyyppisiä, joissa kuluttajat vuokraavat omaa autoa toisilleen saaden korvausta auton käytöstä (mm. ShareIT Bloxcar). Osa puolestaan on autonvalmistajien tai esimerkiksi eri rahoituslaitosten tarjoamia (mm. OP:n DriveNow). Palveluiden hinnoittelu on yleensä yhdistelmä tunti/kilometri- ja kuukausihinnoittelua. Osa palveluista muistuttaa oman auton omistamista; niissä auto vuokrataan itselle pidemmäksi aikaa, mutta sitä voi tarvittaessa vaihtaa. Osa puolestaan on tarkoitettu lyhytaikaiseen, jopa alle tunnin käyttöön.

Läheistä sukua autojen yhteiskäytölle on kyytien jakaminen. Kyydin jakaminen voi tapahtua joko kuluttajien kesken sopien, erilaisten digitaalisten palveluiden avustamana, tai se voi olla osa uudenlaisia taksipalveluita, jolloin kuljetuspalvelun tarjoaja hoitaa kyytien yhdistelyn.

Palveluiden yleistymistä edistäisi ennen kaikkea pysäköintipaikkojen markkinaehtoisempi hinnoittelu, tarkoittaen esimerkiksi kaupunkien pysäköintinormista luopumista. Mitä markkinaehtoisempaa hinnoittelu on, sitä suuremman paineen se luo tilan tehokkaalle käytölle, niin yritysten kuin yksityistenkin näkökulmasta. Yhteiskäyttöautopalvelut ovat osa jakamistalouden ilmiötä, jota kohtaan asenteet ovat muuttuneet nopeasti myönteisiksi. Sen sijaan kyytien laajamittaiseen jakamiseen suhtauduttaneen vielä varauksella. Teknologia yhteiskäyttö- ja jakamispalveluille on jo olemassa, eikä muodosta estettä palvelujen yleistymiselle. Isojen toimijoiden tuoreet lanseeraukset osoittavat, että palveluissa nähdään myös liiketaloudellista potentiaalia.

5.3 Kutsuohjattu joukkoliikenne

Kutsu- ja kysyntäohjautuvat joukkoliikennepalvelut toimivat yleensä pienkalustolla tarjoten noin 10 hengen kuljetuskapasiteetin. Palvelutasoltaan ne sijoittuvat reittijoukkoliikenteen ja taksin välimaastoon. Erilaisia pilotteja ja palveluita on toteutettu monissa maissa sekä kaupunki- että maaseutualueilla. Tällä hetkellä palvelut on useimmiten suunnattu erityisryhmille, kuten vanhuksille tai liikuntaesteisille. Palvelut perustuvat useimmiten etukäteen tehtäviin puhelintilauksiin ja manuaaliseen ohjauskeskukseen.

Helsingissä pilotoidun KutsuPlus-palvelun (2010–2015) ideana oli tarjota kutsuohjattu joukkoliikenne kaikille kaupunkilaisille. Samalla se digitalisoi sekä tilaus- että kyytienyhdistelyprosessit. Sen haasteeksi muiden systeemisten palvelujen tavoin muodostui riittävän palvelutason (ts. lyhyen odotusajan) tarjoaminen siten, että kustannukset olisivat pysyneet kohtuullisella tasolla. Tämä olisi edellyttänyt huomattavasti saavutettua suurempaa käyttäjäjoukkoa. Teknologisesti palvelut siis onnistuvat, mutta taloudellisesti kannattava liiketoimintamalli on vielä löytämättä. Lisähaasteena on tällaisten palveluiden sovittaminen nykyisen kaltaiseen liikennejärjestelmään, jossa osa palvelutarjonnasta on voimakkaasti subventua.

Taksilainsäädännön tulevat muutokset parantanevat uusien palveluiden mahdollisuuksia ja selkeyttävät niiden asemaa nykyisiin taksipalveluihin nähden. Yleistymisen haasteena ovat myös kuluttajien tiedot ja asenteet; palveluita ei niiden uutuuden vuoksi tunneta eikä osata asemoida palvelukentässä.

5.4 Tavarankuljetuspalvelut

Tavarankuljetuspalveluiden yleistyminen liittyy selkeästi verkkokaupan voimakkaaseen kasvuun. Verkkokaupan kasvu on 2000-luvulla ollut merkittävää ja sen odotetaan jatkuvan edelleen voimakkaasti: vuodesta 2016 vuoteen 2020 volyymin ennustetaan kaksinkertaistuvan (eMarketer, 2016; https://www.emarketer.com/Article/Worldwide-Retail-Ecommerce-Sales-Will-Reach-1915-Trillion-This-Year/1014369). Verkkokaupan kasvu saattaa vaikuttaa merkittävästi toimitusten keskikokoon ja lukumäärään. Kasvun aiheuttama liikennesuoritteen muutos on riippuvainen käytetyistä jakeluteknologioista sekä kuljetusten yhdistettävyydestä henkilö- ja muuhun tavaraliikenteeseen.

Kodin ohella tavarat voidaan kuljettaa esimerkiksi työpaikalle tai matkaketjujen solmukohtiin. Nykyisin suuri osa paketeista noudetaan postista, jakelupisteinä toimivista kaupoista tai pakettiautomaateista. Automaattijakelun volyymiä ollaan nostamassa ja esimerkiksi Helsingin Kalasataman uudelle asuntoalueelle rakennetaan talokohtaisia pakettilokerikkoja asukkaiden käyttöön. Tällaiset ratkaisut edellyttävät talo- tai korttelikohtaista tilanvaraussuunnittelua sekä sopivaa infraa. Tällä

hetkellä ainoastaan Postilla on laajempi pakettiautomaattiverkko, mutta on oletettavaa, että muutkin toimijat siirtyvät tälle markkinalle.

Verkkokaupan yleistyessä se laajenee yhä uusiin tuoteryhmiin, myös päivittäistavaroihin ja elintarvikkeisiin. Lämpötilaherkkien elintarvikkeiden haasteena on, että niiden jakelu vaatii muusta jakelusta erilliset prosessit ja säilytystilat. Esimerkiksi Lontoossa niitä varten on jo rakennettu erillisiä automatisoituja jakeluvarasto-terminaaleja. Näin tapahtuu varmasti jossakin vaiheessa myös Suomessa, kunhan kysyntä kasvaa riittävän suureksi.

Teknologian ja digitalisoinnin kehitys toimii merkittävänä ajurina kotiinkuljetuspalveluissa, koska yhä suurempi osa ostoksista ja asioinnista voidaan hoitaa sähköisesti verkossa. Myös yhteiskunnan palveluistuminen ja auton omistamisen väheneminen johtaa kuljetuspalveluiden suosion kasvuun. Hidasteena puolestaan on, että erityisesti ruokatarvikkeiden säilytys, keräily ja kuljetus on kustannustehotonta nykyisillä volyymeilla.

5.5 Kaupunkipyöräjärjestelmät

Kaupunkikeskustojen ja alakeskusten liikennejärjestelmiä voidaan täydentää erilaisilla laina- ja vuokrapyöräjärjestelmillä. Pyörät on yleensä tarkoitettu lyhyille matkoille. Useimmat kaupunkipyöräjärjestelmät ovat asemapohjaisia asemien sijaitessa liikenteen solmukohdissa, sopiville suunnitelluille etäisyyksille toisistaan ja muissa tärkeissä kohteissa. Tällainen malli on käytössä esimerkiksi Helsingissä, jossa pyörän käyttöoikeuden voi liittää matkakorttiin. Toinen vaihtoehto on kelluva järjestelmä, jossa pyörät voivat sijaita missä tahansa ja niiden käyttöönotto tapahtuu yleensä kännykkäsovelluksella. Kelluvia järjestelmiä on erityisesti Kiinassa (mm. Mobike). Ne ovat yleensä yksityisten yritysten tarjoamia palveluita.

Asemien välille syntyy helposti epätasapainoa muun muassa työmatkaliikenteen johdosta. Tätä tasoitetaan siirtämällä pyöriä asemilta toisille. Jatkossa voisi miettiä ratkaisuja, joissa käyttäjät voisivat tehdä tasapainotusta pienien kannustimien avulla. Talvikaudella olosuhteet vähentävät palvelun kysyntää ja edellyttävät väylien ja asemien aktiivista kunnossapitoa. Toistaiseksi Helsingin järjestelmä onkin käytössä vain kesäkaudella. Järjestelmästä saadut kokemukset ovat positiivisia ja käyttö on ollut eurooppalaisessa vertailussa korkealla tasolla. Ensimmäisen vuoden jälkeen järjestelmää laajennettiin uusilla asemilla ja pyörillä sekä otettiin käyttöön muutamia asemia Espoon kaupungin alueella.

Pyöräilyn yleistyessä syntyy paine pyöräilyinfran laajemmallekin kehittämiselle ja pyöräilykauden pidentämiselle, jopa laajentamiselle ympärivuotiseksi .

5.6 Liikenteen dynaaminen ohjaus

Liikenteen dynaamisella ohjauksella tarkoitetaan tässä yhteydessä kaikkia niitä sähköisiä ja digitaalisia keinoja, joiden avulla liikennevirtoja voidaan ohjata tilanteen mukaan siten, että olemassa oleva infrakapasiteetti saadaan mahdollisimman tehokkaaseen käyttöön. Se sisältää liikennevalojen, pysäköinnin ja häiriöiden ohjauksen sekä näiden taustalla toimivat tilannekuvajärjestelmät. Tavoitteena on liikenteen kokonaisuuden hallinta ja ohjaus siten, että väyläinfra, pysäköintipaikat ja kulkuneuvot ovat mahdollisimman tehokkaassa käytössä.

Tilannekuvajärjestelmän tavoitteena on muodostaa useiden ajantasaisten tietolähteiden avulla korkealaatuinen kuva liikennetilanteesta. Liikenteen tilannekuvaa kehitetään liikennesuunnittelun

tarpeet huomioon ottaen kaikkien kulkutapojen osalta ajantasaisen liikenteen tilastoinnin ja seurantatyökalujen kautta. Sovelluskehittäjiä kannustetaan liikenteen palveluiden sekä innovaatioiden kehittämiseen ja kokeiluihin.

Liikennevirtojen ohjauksen ohella palveluja tarjotaan myös yksittäisille liikkujille esimerkiksi erilaisten reaaliaikaisten reittiopas- ja navigointipalveluiden muodossa. Niistä liikkuja saa tietoa liikennetilanteesta, ruuhkista ja häiriöistä, minkä perusteella hän voi valita itselleen optimaalisen reitin ja liikennevälineen. Optimaalisessa tilanteessa liikenteen dynaaminen ohjaus voi selkeästi vähentää ruuhkia, koska liikennettä voidaan reaaliajassa ohjata muille reiteille ja muihin liikennemuotoihin.

Dynaamisen ohjauksen ratkaisut edellyttävät kattavaa ja luotettavaa digitaalista infraa (5G, ITS-ratkaisut, yms.) ja reaaliaikaista tilannekuvaa. Toisaalta myös monet MaaS-palveluista edellyttävät vastaavaa infraa ja toiminnallisuuksia. Voidaankin todeta, että digitaalisen infran kehittäminen tukee laajasti erilaisten liikenteen uusien palveluiden syntymistä. Tässä kehityksessä julkishallinnon rooli on erittäin tärkeä, esimerkiksi datan ja rajapintojen avaamisen osalta.

5.7 Liikenteen hinnoittelu

Helsingin seudun kasvu aiheuttaa haasteen liikennejärjestelmän toimivuudelle. Tähän pyritään vastaamaan muun muassa ajoneuvoliikenteen uudenlaisilla hinnoittelumalleilla. Tällä hetkellä henkilöautoilun hinnoittelu perustuu ensirekisteröinnin jälkeiseen autoveroon, ajoneuvo- ja polttoaineveroihin. Tätä mallia pyritään täydentämään käyttöön perustuvalla hinnoittelulla, toisin sanoen tiemaksuilla. Taloudellinen ohjaus on todistettavasti tehokas tapa tasapainottaa liikenteen kysyntää hyödyntämään koko liikennejärjestelmän tarjoamaa palvelutasoa. Käyttöä voidaan hinnoitella joko kokonaiskilometrien, alueiden, ruuhkien tai ympäristön suhteen. Nämä päätökset vaikuttavat myös käytettyyn teknologiaan, koska ne vaativat muun muassa ajoneuvon seurannalta ja tunnistamiselta erilaisia asioita. Tällä hetkellä Helsingin seudulla ensisijaisena vaihtoehtona on ns. vyöhykeporttimalli yksinkertaisuutensa, edullisuutensa ja toimintavarmuutensa vuoksi.

5.8 Vaihtoehtoiset käyttövoimat

Pitkäaikainen bensiini- ja dieselmoottoreiden valtakausi on päättymässä, ja siirtymävaiheessa on esillä useita erilaisia teknologioita käyttövoimiksi. Näitä ovat mm. erilaiset hybridi-ratkaisut, sähköautot, bio- ja kaasuautot sekä vetyautot. Näistä hybridit yhdistävät koetellut bensiinimoottorit sähkömoottoreihin tarjoten siten jo tällä hetkellä käyttökelpoisen vaihtoehdon. Sähköautot ovat yleistymässä, joskin läpimurtoa rajoittaa nykyinen akkuteknologia, polttomoottoriautoja korkeammat investointikustannukset ja lyhyempi käyttösäde.

Suurin ajuri liikenteen käyttövoiman muutokselle on päästövähennystarpeet: EU:n taakanjakopäätöksen johdosta Suomen tulisi vähentää liikenteen päästöjään 50 % vuoteen 2030 mennessä (Parempia väyliä – sujuvampaa liikennettä, LVM 2017). Tämä johtaa selkeisiin vaatimuksiin uusille käyttövoimille ja siten myös lataus- ja jakeluinfralle. Hallituksen kärkihankerahoituksen avulla tavoitteena onkin saada Suomeen 800 sähkölatauspistettä lähivuosina. Toimijat eivät välttämättä ole samoja kuin tällä hetkellä, koska mm. vakuutusyhtiö OP ja Fortum ovat aktiivisesti kehittämässä latausinfraa.

Haasteina uusille käyttövoimille on autokannan hidas uusiutuminen keski-iän ollessa 11 vuotta ja romutusiän lähennellessä 20 vuotta. Lisäksi uusissa käyttövoimissa on edelleen teknologisia epä-

varmuuksia. Nykyisen kehityksen perusteella vuonna 2030 uusista autoista ladattavien hybridien osuus on 40 %, sähköautojen 15 % ja vetyautojen 5 %. (Tarve, tottumukset, tekniika ja talous – ilmastomuutoksen hillinnän toimenpiteet liikenteessä, Ilmastopaneeli 2015) Vetyautot tullevat markkinoille kunnolla vasta vuoden 2030 jälkeen. Tällä tahdilla siirtymä uusiin käyttövoimiin on kuitenkin päästövähennystavoitteisiin nähden hidasta. Esimerkiksi Norjassa uusien käyttövoimien osuutta on nostettu nopeasti verotus- ja muilla päätöksillä. Myös liikenteen palveluistuminen nopeuttaa autokannan uusiutumista, ajoneuvojen käyttöasteiden moninkertaistuessa.

5.9 Sähkö- ja kuormapyörät

Sähkö- ja kuormapyörät lisäävät merkittävästi pyörällä tehtävien matkojen ja kuljetusten potentiaalia. Sähköavustetut polkupyörät lisäävät pyörällä tehtävien matkojen keskimääräistä pituutta useammalla kilometrilla ja houkuttelevat uusia käyttäjäryhmiä pyöräilemään, mikä lisää pyöräilyn kulkumuoto-osuutta merkittävästi. Tätä käsiteltiin jo kaupunkipyöräjärjestelmien yhteydessä (ks. luku 5.5). Erityisen hyödyllinen sähköavustus on erilaisissa kuormapyöräratkaisuissa. Niiden avulla iso osa citylogistiikasta voidaan toteuttaa pakettiautojen sijaan päästöttömästi. Myös kuluttajakäytössä sähköavusteiset kuormapyörät voivat korvata merkittävästi autoilua.

Verkkokaupan nopea kasvu on lisännyt kaupunkien jakeluliikennettä merkittävästi aiheuttaen tila- ja myös päästöongelmia ainakin kantakaupungissa. Kevyempiä ja vähemmän tilaa vieviä ratkaisuja kaivataan. Kuormapyörien pääasiallinen käyttöalue onkin last mile -kuljetukset tiiviillä kaupunkialueilla. Tällöin kaupunkialueiden tavaraterminaaleista jakelukuljetukset tapahtuvat pyörillä jakeluautojen sijaan. Käynnissä on runsaasti erilaisia pilotteja ja kokeiluja, joissa yhdistellään kuormapyöriä ja uudenlaisia city-terminaaliratkaisuja. Perinteinen ”kehäteille” sijoitettu terminaali ei toimi näissä ratkaisuissa.

5.10 Kuljettajaton joukkoliikenne

Automatisaation ja robotisaation edetessä on melko selvää, että jossakin vaiheessa myös nykyiset joukkoliikennevälineet – bussit, raitiovaunut, junat ja metrot – automatisoidaan siten, ettei kuljettajia enää tarvita. Kuljettajattomuuden tavoitteena on, että liikennöinnin kustannustehokkuus, kapasiteetti ja turvallisuus parantuvat. Tässä yhteydessä oletetaan, että kuljettajattomat joukkoliikennevälineet toimivat reitti- ja aikataulupohjaisesti nykyiseen tapaan.

Eri joukkoliikennevälineiden kapasiteetit ja toimintaympäristöt eroavat merkittävästi toisistaan. Mitä pienempi on välineen kapasiteetti, sitä suurempi on sen kuljettajakustannus matkustajaa kohti ja siten myös säästöpotentiaali. Tästä näkökulmasta bussien ja raitiovaunujen automatisointi on houkuttelevampaa kuin junan tai metron. Toisaalta eristetyssä ympäristössä kulkevien suurikapasiteettisten välineiden – junan ja metron – automatisointi on teknisesti huomattavasti helpompaa kuin katuympäristössä kulkevan kaluston, ja se tarjoaa mahdollisuuden lyhentää linjojen vuoroväliä, ja siten kasvattaa runkoverkon välityskykyä.

Kuljettajattomuus edellyttää digitaalisen ja fyysisen infran merkittävää kehittämistä. Erillisen infran tapauksessa (junat, metrot) investoinnit ovat suuria, mutta toisaalta riippuvuus muiden kulkumuotojen automaatioasteesta on pieni. Niiden osalta automaatio voikin edistyä nopeasti suurten operaattoreiden investointien myötä. Linja-auto- ja raitiotieliikenteessä päätöksiin vaikuttavat ennen kaikkea muiden liikennemuotojen automaatiokehitys, asenteet kuljettajattomuutta kohtaan ja sekä työvoiman kustannukset ja työvoimapula.

Kehitystä voidaan edistää yleisen digitalisoinnin kautta, kokeilujen ja pilottien avulla, sekä lainsäädännöllä. Hidasteina ovat eri liikennemuotojen vaatimat erilliset investoinnit ja kehittämisresurssit sekä teknologian kehitysasteet. Monimutkaisten järjestelmien käyttöönotto on vaativaa vieden sekä aikaa että resursseja, kuten Helsingin metron automatisointi ja Länsimetron käyttöönotto ovat osoittaneet. Hyväksyttävyys ja turvallisuuteen liittyvät eettiset kysymykset asettavat lisäksi omat haasteensa teknologioiden käyttöönotolle.

5.11 Automaattiset pikkubussit

Suurikapasiteettisemman joukkoliikenteen ohella myös pikkubussin kokoisin välinein toteutettu reitti-, kutsu- ja kysyntäohjattu joukkoliikenne (ks. luku 4.3.) tulee automatisoitumaan. Alkuvaiheessa ratkaisut sijoittuvat suljetuille, ennalta määrätyille reiteille. Näin kuljettajattomuus onnistuu, vaikka teknologia ei vielä olekaan kypsää täydelliseen tason 5 automaattiseen ajamiseen. Tällaisia reittipohjaisia ratkaisuja pilotoidaan jo ympäri Suomea, mm. Helsingissä ja Tampereella SOHJOA-hankkeen puitteissa. Tässä vaiheessa bussit eivät vielä liikennöi ilman henkilökuntaa, vaan paikalla on ihminen valvomassa auton ajamista ja auttamassa ja opastamassa matkustajia. Voidaan kuitenkin olettaa, että teknologian kehittyessä riittävästi henkilökuntaa ei enää tarvita ja bussit voivat ajaa vapaasti muun liikenteen seassa.

Ratkaisujen suurimpana hidasteena on teknologian kehittyminen – täysin automaattisia ajoneuvoja joudutaan vielä odottamaan. Erityisen haastavaa on saada teknologia toimimaan luotettavasti myös Suomen talviolosuhteissa. Toinen haaste ovat kustannukset – kuten luvussa 4.3 todettiin, kutsuohjatulle joukkoliikenteelle on vaikea löytää riittävän kustannustehokasta palvelukonseptia. Kuljettajattomuus voi kuitenkin ratkaista tämän ongelman, sillä kuljettajakustannukset muodostavat nykyisin noin puolet taksiliikenteen operatiivisista kustannuksista. Kehitystä voi hidastaa myös se, että palvelut on vaikea sovittaa nykyiseen joukkoliikennejärjestelmään. Toisaalta kehitystä ja sen omaksumista nopeuttanee se, että henkilöautojen automaatio etenee tällä hetkellä nopeasti (ks. luku 4.12.).

5.12 Automaattiset henkilöautot yksityisomistuksessa

Tason 5 automaattiset henkilöautot kykenevät ajamaan kaikissa olosuhteissa ilman kuljettajaa, mutta niiden saapumisesta kuluttajamarkkinoille on useita erilaisia ennusteita. Useat suuret autonvalmistajat ovat ennakoineet, että teknologia tätä varten on kypsää jo 2020-luvun alkupuolella (mm. Ford, http://www.bbc.com/news/technology-37103159). Toisaalta joidenkin asiantuntija-arvioiden mukaan kypsyys saavutettaisiin vasta 2075 (Shladover 2016).

Jo nyt kehittyneimmät autot kykenevät ajamaan helpoissa olosuhteissa pitkiäkin matkoja ilman kuljettajan apua (tasot 3–4). Tässä yhteydessä tarkastellaan kehitystä, jossa tason 5 automaattiajoneuvot ovat pääasiassa yksityisomistuksessa ja -käytössä nykyiseen tapaan, jolloin yksittäisessä taloudessa voi olla useampikin kuin yksi auto. Oman autonsa voi esimerkiksi pyytää noutamaan ja kuljettamaan itsensä paikasta toiseen (ja matkalla tehdä vaikkapa töitä), sen voi laittaa kuljettamaan lapset harrastuksiin tai noutamaan ostokset kaupasta. Tällaista automaattisten autojen toimintamallia visioidaan erityisesti Yhdysvalloissa.

Teknologia kehittyy tällä hetkellä erittäin nopeasti suurten autonvalmistajien miljardiluokan investointien johdosta. Suurten bisnesmahdollisuuksien ohella yleistymistä edistävät myönteinen lainsäädäntö ja kokeilut. Toisaalta myös jarruttavia seikkoja on paljon: turvallisuushuolet, teknologian

soveltuvuus Suomen oloihin sekä trendit, jotka eivät tue autoilun eikä omistamisen yleistymistä: palveluistuminen, kaupungistuminen ja jakamistalous. Lisäksi autokannan hidas uusiutuminen jarruttaa kehitystä huomattavasti: täysi hyöty automaattiajoneuvoista saadaan vasta, kun liikenteessä ei enää ole manuaalisia autoja. Tähän kuluu teknologian yleistymisen jälkeenkin vielä vähintään 10–15 vuotta.

5.13 Automaattiset henkilöautot palveluna

Tämä malli on teknologisesti yhtenevä omistettujen automaattiajoneuvojen (kohta 5.12) kanssa; erona on omistus- ja käyttömalli. Mallissa automaattiset autot tarjotaan palveluna, jolloin autot ovat yhteiskäytössä ja kyytejä voidaan jakaa. Palveluita tarjoavat suuret yritykset – esimerkiksi autonvalmistajat tai vakuutustoimijat – jolloin kaluston hankkiminen, käyttö ja ylläpito on kustannustehokasta. Keskeisenä erona yksityisomisteiseen malliin on, että autoja tarvitaan huomattavasti pienempi määrä – yksi jaettu auto korvaa kymmeniä yksityiskäytössä olevia autoja. Lisäksi autojen suuren käyttöasteen vuoksi autokanta uusiutuu nopeasti. Tällaisesta mallista keskustellaan erityisesti Euroopassa, osana tulevia MaaS-palveluita.

Autot edellyttävät digitaalista infraa ja nopeita viestintäverkkoja samalla lailla kuin luvussa 5.12. esitellyssä mallissa. Teknologiaa kehitetään tällä hetkellä nopealla aikataululla, mutta tason 5 yleistyminen tapahtunee vasta vuoden 2030 jälkeen. Toisaalta autokanta uusiutuu tässä palvelumallissa huomattavasti nopeammin kuin yksityisomisteisessa mallissa.

Avoimena kysymyksenä on jakamisen aste, eli kuinka monta autoa yksi palveluna tarjottu automaattiajoneuvo todellisuudessa korvaa. Sinänsä jaettu palvelullistettu malli ei kuitenkaan edellytä automaattisia autoja, vaan jo nykyisistä yhteiskäyttöautopalveluista voi päätellä, kuinka jakaminen toimii.

5.14 Uudet ilmailuvälineet

Uusia ilmailuvälineitä on viime aikoina kokeiltu eri tarkoituksiin alkaen pikkupakettien kuljettamiseen tarkoitetuista nelikoptereistä (drones) aina henkilöiden kuljettamisen mahdollistaviin automaattisiin helikoptereihin. Tässä keskitytään tavarakuljetuksiin käytettäviin ilmailuvälineisiin.

Teknologian kehitys tällä alueella on voimakasta ja mm. harraste- ja ammattikäyttöön tarkoitettuja sähköisiä laitteita käytetään laajasti valokuvaukseen, filmaukseen, tarkastuksiin, etsintään ja muihin tehtäviin. Myös tavaroiden kuljettaminen varastoista suoraan kuluttajille on noussut houkuttelevaksi vaihtoehdoksi ja mm. internetjätti Amazon on pilotoinut automaattisia pakettikuljettimia. Teknologiaan ja sen hyväksyttävyyteen liittyy tällä hetkellä runsaasti epävarmuuksia, ja turvallisuusriskit muun muassa lentoliikenteelle on nostettu monesti esille. Niinpä lentoasemien läheisyydessä ilmailuvälineiden käyttö on kiellettyä ja muuallakin on rajoituksia.

Yleistyessään teknologiat voivat vähentää ostos- ja asiointimatkoja ja samalla myös perinteistä jakeluliikennettä. Verkkokaupan yleistyminen voi vahvistaa ilmiötä. Toistaiseksi on kuitenkin epätodennäköistä, että merkittävä osa kaupunkien jakelusta siirtyisi ilmateitse hoidettavaksi.

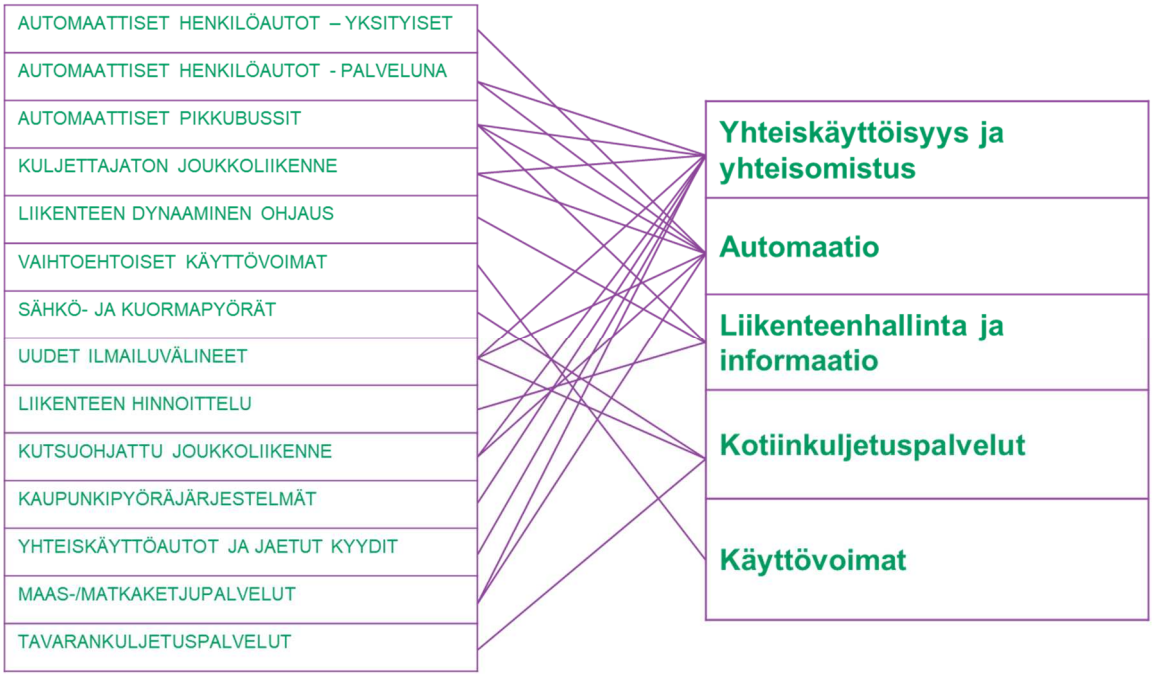
Ratkaisujen yleistymistä edistää teknologian nopea kehittyminen ja laitteiden yleistyminen, mikä lisää myös hyväksyttävyyttä. Myös Suomen lainsäädäntö tukee yleistymistä. Sen sijaan asenteet automaattiseen lentämiseen, turvallisuustekijät sekä liikenteen ohjaus ovat haasteita. Tuhansien tavaravälineiden liikkuminen samaan aikaan kaupunkien ilmatilassa edellyttäisi aivan uudenlaista

liikenteen ohjausta ja valvontaa. Myös navigointi vaatii oman teknologiansa, muun muassa digitaalisten osoitteiden yleistymisen.

Yhteenvetona uudet ilmailuvälineet, erityisesti tavaroiden kuljettamisessa, edustavat tässä selvityksessä vaikeasti ennustettavia teknologioita, ns. mustia joutsenia.

6 Teemat ja vaikutukset

Liikenteen uusien teknologioiden ja palveluiden vaikutukset liikennejärjestelmään ja maankäyttöön on syytä tunnistaa, jotta poliittiset toimenpiteet osataan valita oikein, vahvistamaan toivottuja vaikutuksia. Tarkastelun piiriin valitut teknologiat ja palvelut ovat vaikutuksiltaan monilta osin samansuuntaisia. Arvioinnin tueksi ja päällekkäisyyden vähentämiseksi on tunnistettu viisi jäsentävää teemaa. Jokainen tarkastelluista teknologioista tai palveluista on yhdistetty yhteen tai useampaan teemaan (ks. Kuva 1).



Kuva 1. *Tarkasteltujen teknologioiden ja palveluiden jako vaikutusteemoihin*

Teemojen vaikutuksia Helsingin seudulla tutkittiin verkollisesti liikennemallitarkasteluin. Tarkasteluun valittiin jaetut kyydit, automaattiajoneuvot ja kaupan kuljetukset. Tavoitteena oli tunnistaa vaikutusten suuntia, suuruusluokkia, sekä kohdistumista seudulle.

Liikenteenhallinnasta ja informaatiosta sekä käyttövoimista ei tehty liikennemallitarkasteluja tämän työn yhteydessä. Käyttövoimat-teemaa on tarkasteltu tarkemmin erillisessä MAL 2019-selvityksessä ”Liikennejärjestelmän tehokkaimmat keinot ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi Helsingin seudulla”.

6.1 Yhteiskäyttöisyys ja yhteisomistus

Uudet teknologiat mahdollistavat tehokkaita tapoja hallita yhteisomaisuutta. Markkinoilla on havaittavissa trendejä yhteiskäyttöisten ja -omisteisten liikennemuotojen tarjonnan lisääntymisestä. Kehityssuuntaa ovat tukeneet informaatioteknologioiden lisäksi finanssialan muutokset: vertaisvuokrausvakuutusten tulo markkinoille ja pankkien partneroituminen yhteiskäyttöautoja tarjoavien yritysten kanssa. Keskeinen yhteiskäyttöisyyden ja -omistajuuden hyöty on olemassa olevien resurssien nykyistä tehokkaampi hyödyntäminen sekä yhteisomistuksen osalta pääoman vapautuminen tuottavampaan käyttöön. Laskevat liikkumiskustannukset lisäävät ihmisten liikkuvuutta, mikä mahdollis-

taa maankäytön tehostamisen, työpaikkojen paremman saavutettavuuden ja esimerkiksi palvelujen paremman käytettävyyden.

Yhteiskäyttöiset palvelut mahdollistavat monipuoliset ja epäsymmetriset matkaketjut, joissa edellisellä matkalla käytetty kulkutapa ei velvoita jatkamaan samalla kulkutavalla. Ajoneuvojen yksityisomistuksen väheneminen tehostaa muiden liikkumispalveluiden käyttöä. Yhteiskäyttöisyys tarjoaa käyttäjilleen paremmat mahdollisuudet varautua päivän aikana tuleviin muutoksiin liikkumistarpeessa, jos ajoneuvojen jakamiseen löydetään käytettävyydeltään miellyttävä ja taloudellisesti houkutteleva ratkaisu.

Henkilöautokyytien jakamisen ansiosta on mahdollista kasvattaa ajoneuvokohtaista matkustajamäärää ja tehostaa liikenneverkon käyttöä. Liikenteellisesti jaettujen kyytien suurin vaikutus saadaan työmatkaliikenteestä, jossa samansuuntaisia ja -aikaisia matkoja tehdään paljon ja liikenneverkko on kuormittunut. Kimppakyydeillä on myös merkittävä potentiaali pidemmillä kaupunkien välisillä matkoilla, joilla ne auttavat parantamaan autottomien ihmisten liikkuvuutta ja tarjoavat kuljettajille tavan jakaa liikkumisen kustannuksia.

Markkinoilla on jo kimppakyytipalveluita, jotka helpottavat samaan suuntaan liikkuvien ihmisten verkottumista. Koska palvelut keskittyvät pääosin auttamaan ihmisiä löytämään toisensa, on niiden liiketaloudellinen potentiaali säännöllisessä työmatkaliikenteessä rajallinen. Autokuntien muodostuttua palvelun arvo käyttäjilleen laskee ja tulevista matkoista voidaan sopia ilman palveluntarjoajaa. Palvelujen keskeisiä käyttökohteita ovatkin pitkät epäsäännölliset matkat, joiden suuret kertakustannukset ja ennestään tuntemattomat autokunnat tarjoavat merkittävän kannustimen jakamispalveluiden käyttöön.

Liikenteen kysyntään ja kulkumuoto-osuuksiin palveluilla on useita ristikkäisiä vaikutuksia. Merkittävin myönteinen vaikutus on itse omistettujen henkilöautojen määrän väheneminen ja korvautuminen erilaisilla jaetuilla liikkumisen palveluilla. Toisaalta yhteiskäyttöiset henkilöautot saattavat jopa lisätä aiemmin autottomien ihmisten auton käyttöä. Se, millaiseksi eri kulkumuotojen osuudet muodostuvat, riippuu pitkälti markkinoille tulevista palvelukonsepteista ja niiden hinnoittelusta. Tässä myös julkisella sektorilla on merkittävä rooli. Auton omistamiseen verrattuna yhteiskäyttöautot saattavat myös vähentää autoilua, koska käyttöön kohdistuvat kustannukset ovat selkeämmät kuin omistusautossa – auto otetaan vain oikeaan tarpeeseen. Usein myös käyttämisen vaiva on kotipihassa seisovaa autoa suurempi.

Yhteisomistuksen aiheuttama ajoneuvomäärän väheneminen tuo myös monia seurannaisvaikutuksia. Vähentynyt pysäköintitilan tarve vapauttaa tilaa uusiin monipuolisimpiin käyttötarkoituksiin mukaan lukien uusien yhteiskäyttöisten palveluiden vaatimat liityntäpysäköinti- ja vaihtoasemat. Yksityisen kulutuksen siirtyminen omistamisesta palveluiden kuluttamiseen vaikuttaa myös verokertymiin ainakin auto- ja ajoneuvoverojen osalta. Lisääntynyt palveluiden kuluttaminen ja ihmisten laajempi liikkuvuus vastaavasti lisäävät muita verotuloja.

Yhteiskäyttöiset kaupunkipyöräjärjestelmät lisäävät pyöräilyn kulkumuoto-osuutta. Ne toimivat erinomaisena last mile -ratkaisuna ja siten lisäävät eri kulkumuotojen yhdistelyä. Lyhyillä matkoilla ne korvaavat myös muilla muodoilla tehtyjä matkoja. Pyöräilyn lisäämispotentiaali Helsingin seudulla on suuri. Esimerkiksi Kööpenhaminassa pyöräilyn osuus on 30-40 % matkoista – Helsingissä osuus on alle 10 %. Pelkästään sää ei riitä selittämään eroja.

Pyöräliikenneverkon kehittäminen ja kaupunkipyöräjärjestelmän laajentaminen sekä alueellisesti että ajallisesti (esim. ympärivuotiseksi) todennäköisesti kasvattaisivat pyöräilyn kulkutapaosuutta.

Kaupunkipyöräjärjestelmän konkreettiset MAL-vaikutukset ovat merkittävät. Se lisää multimodaalisten, eri kulkutapojan yhdistävien, matkaketjujen houkuttelevuutta ja kestävien kulkumuotojen käyttöä ja siten tukee kaupungin tiivistämistä. Erillisen infran tarve lisääntyy jonkin verran, mutta tilantarve verrattuna autoilun vaatimaan on selkeästi pienempi. Kaupunkipyörät vaativat tilaa liikenteen solmukohdista ja muilta vilkasliikenteisillä paikoilta. Multimodaalisten matkaketjujen yleistyessä myös liityntäpysäköinnin tarve voi kasvaa. Toisaalta autoliikenteen vähentyessä muiden pysäköintipaikkojen tarve vähenee.

Liikkumispalveluiden epätasainen kysyntä niin lyhyillä – työmatkaliikenteen aamu- ja iltahuiput – kuin pidemmälläkin aikaväleillä – juhlapyhien liikenne sekä lomamatkat keskikesällä – luo haasteita yhteisomistukselle. Käytetty kapasiteetti joudutaan useimmiten mitoittamaan kysyntähuippujen perusteella, mikä rajoittaa potentiaalia parantaa resurssitehokkuutta. Tulevaisuuden trendit, jotka tasoittavat kysyntähuippuja, tulevat todennäköisesti lisäämään yhteisomistuksen suosiota entisestään.

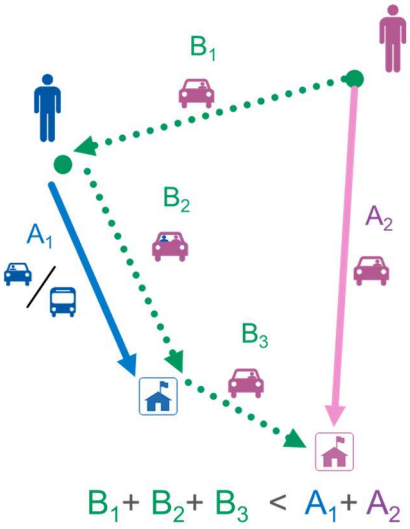
Muutoksilla voi olla myös sosioekonomisia vaikutuksia. Jaettujen palvelujen keskittyminen tietyille aluille saattaa lisätä alueiden välistä eriarvoisuutta. Vastaavasti onnistuessaan jaetut ratkaisut voivat myös tarjota uusia palveluja asiakasryhmille, joita nykyiset liikkumispalvelut eivät tavoita.

Analyysit

Jaettujen automatkojen potentiaalia työmatkaliikenteessä tutkittiin liikkumisen jakamistalouden tarkasteluja varten kehitetyllä markkinamallilla. Analyysillä selvitettiin markkinaehtoisesti syntyvien kimppakyytimatkojen potentiaali ja jakautuminen seudulla. Tarkastelu pohjautuu seudun liikennemallin (HELMET 2.5) aamun huipputunnin kysyntään ja kulkutavan valintaan. *Potentiaalilla* tarkoitetaan analyyseissä sitä osuutta matkoista, joka voidaan yhdistää toiseen automatkaan siten, että sekä auton kuljettaja että kyytiin tulevat matkustaja hyötyvät siitä (ks. Kuva 2). Analyysissä potentiaalisina kuljettajina toimivat kaikki alun perin omalla autollaan matkustavat ihmiset. Potentiaalisia matkustajia ovat sekä omalla autollaan liikkuvat että joukkoliikenteen käyttäjät.

Analyysissä matkustaja on valmis maksamaan matkastaan kuljettajalle korkeintaan alkuperäisen matkasuunnitelman kustannusten verran. Vastaavasti kuljettaja on valmis ottamaan yhden ylimääräisen matkustajan mukaansa, jos matkustaja on valmis maksamaan enemmän kuin kuljettajalle aiheutuvat lisäkustannukset (matka-aika + kilometrikustannukset). Markkinatilanne tasapainotetaan niin, että kukin yhdistetty matka maksimoi sekä kuljettajan että matkustajan hyödyn. Liikkujat, joiden matkoja ei voida yhdistää näillä ehdoilla, liikkuvat alkuperäisen matkasuunnitelmansa mukaisesti.

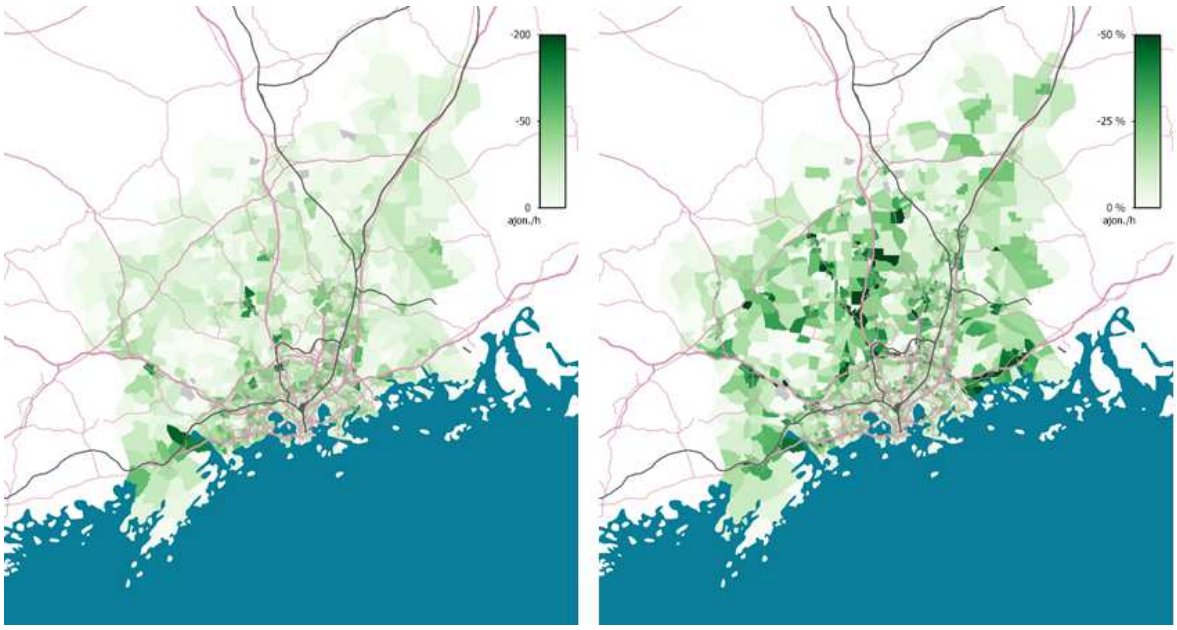
Matkustuskustannuksien laskennassa on käytetty ajan arvolle hintaa 8,33 €/h, henkilöautolle 0,19 €/km. Oletus ajan arvosta perustuu Liikenneviraston julkaisussa Tie- ja rautatieliikenteen hankearvioinnin yksikköarvot 2013 esitettyyn keskimääräiseen matka-aikasäästön arvoon. Joukkoliikenteen osalta on otettu huomioon vain ajan kustannukset. Lisäksi yhdistettyyn matkaan on lisätty ylimääräinen 10 minuutin viive kuvaamaan kyytiin otosta aiheutuvia kustannuksia.



Kuva 2. *Kuvaus automatkojen jakamiseen kehitetystä mallista.*

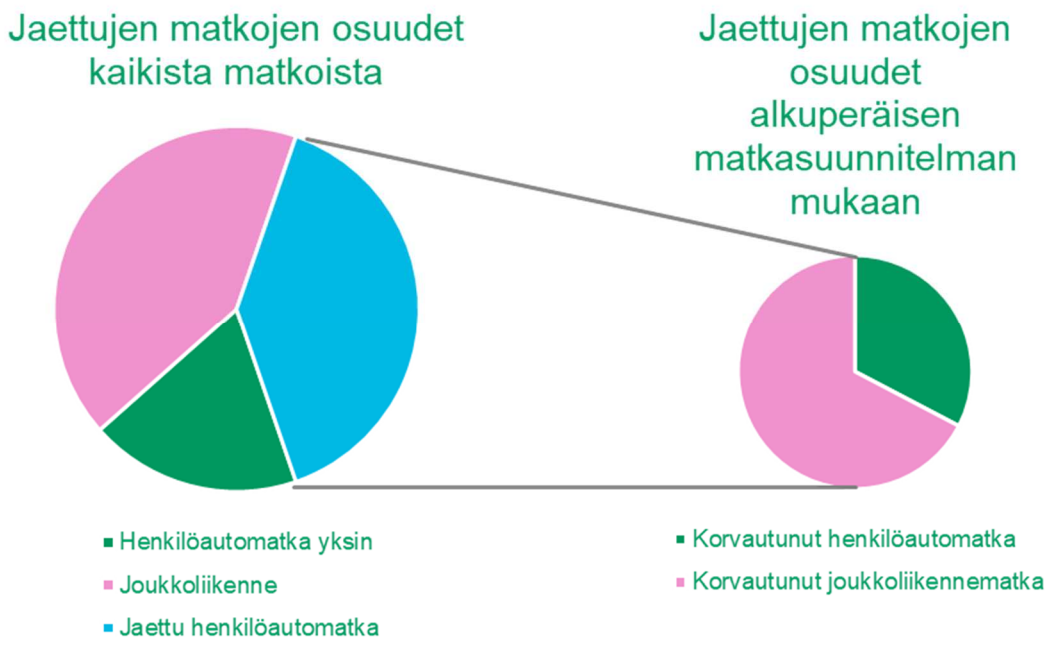
Vaikutuksiltaan merkittävin yhdistämispotentiaali ilmenee kehyskuntien tiheimmin asutuilla alueilla, joilla väestötiheys on riittävä ja matkan kustannukset suuria (ks. Kuva 3). Suhteellinen jakamispotentiaali kasvaa myös siirryttäessä keskusten ulkopuolelle, mutta matalista aluekohtaisista matkatuotoksista johtuen kokonaisvaikutukset jäävät verrattain pieniksi.

Huomioitavaa on myös pitkistä matka-ajoista ja korkeasta maksuvalmiudesta johtuva yhdistämispotentiaalin kasvu alueilla, joilla joukkoliikennetarjonta on keskimääräistä heikompi.



Kuva 3. *Alueelta lähtevien henkilöautomatkojen määrän muutos aamuhuipputunnilla 2030. Kokonaismuutos (ajon.matkaa/alue/h) vasemmalla, suhteellinen osuus alueelta lähteviin ajoneuvomatkoihin oikealla.*

Verrattaessa yhdistettyjen matkojen osuuksia alkuperäisiin matkasuunnitelmiin (ks. Kuva 4) havaitaan palvelun kilpailevan merkittävästi nykyisen joukkoliikenteen kanssa. Analyysin mukaan yhteensä noin 40 % alueen matkoista olisi mahdollista järjestää nykyistä edullisemmin kimppakyytinä. Näistä matkoista 2/3 enemmistö korvaisi aikaisempia joukkoiikenteen matkoja ja vain 1/3 henkilöautomatkoja. Pitkistä hakumatkoista ja aiempien joukkoliikennekäyttäjien suuresta osuudesta matkustajina johtuen kokonaisajoneuvosuorite saattaa jopa kasvaa kimppakyytipalveluiden laajan käyttöönoton seurauksena. Koska matkan jakaminen alentaa myös kuljettajalle aiheutuvia kustannuksia, saattaa se lisätä auton suosiota myös aikaisemmilla joukkoliikenteen käyttäjillä kimppakyydin kuljettajana.



Kuva 4. *Yhdistettyjen matkojen osuudet kaikista matkoista sekä alkuperäisen matkasuunnitelman mukaan lajiteltuina.*

6.2 Automaatio

Automaation yleistyminen kaikilla liikenteen osa-alueilla on jatkuva trendi ja tulee vaikuttamaan merkittävästi ihmisten liikkumiseen. Kehittyvän automaation keskeisinä hyötyinä pidetään henkilökustannusten laskua ja sen myötä pienempiä operointikustannuksia, mutta tulevaisuudessa sen rooli palvelun laadun parantamisessa ja täysin uudenlaisten palveluiden mahdollistajana saattaa nousta ratkaisevaksi tekijäksi.

Automatisoidut reitinhakujärjestelmät yhdistettyinä lisääntyvään liikenneinformaatioon tarjoavat tehokkaamman tavan hyödyntää lukuisia liikkumispalveluita ja mahdollistavat nykyistä yksilöllisimmät liikkumisratkaisut. Reittihaussa on mahdollista huomioida liikkujien yksilöllisiä mieltymyksiä niin vaihtojen määrän, nopeuden kuin hinnan suhteen. Laajamittaisesti käytettynä dynaaminen reititys mahdollistaa häiriötilanteiden nykyistä tehokkaamman hallinnan. Liikennevirtoja voidaan uudelleenohjata reaaliaikaisesti ja häiriöalueet kiertää jo ennen kuin niistä aiheutuu haittaa matkustajille.

Raskaan raideliikenteen automaatio mahdollistaa turvallisuuden parantamisen ja nykyistä korkeamman välityskapasiteetin turvaetäisyyksien pienenemisen ja raidekapasiteetin nykyistä tehokkaamman käytön myötä. Lisääntyvä automaatio luo myös mahdollisuuksia parantaa palvelun luotettavuutta ja täsmällisyyttä. Nopeasti reagoivat liikenteenhallintajärjestelmät tarjoavat uusia mahdollisuuksia häiriötilanteiden ennakoimiseen, ennaltaehkäisyyn ja nopeaan purkamiseen.

Pienemmissä joukkoliikenteen yksiköissä automaattiajamisella on mahdollista saavuttaa edellä mainittujen laadullisten parannusten lisäksi pienempiä operointikustannuksia. Kehitys mahdollistaa joukkoliikenteen tarjoamisen nykyistä pienemmillä kalustolla, jonka avulla on mahdollista saavuttaa laajempi joukkoliikenteen kattavuus ja parempi kyky reagoida kysynnän muutoksiin. Henkilökuljetuksissa vapautuvat kuljettajaresurssit on mahdollista hyödyntää muuhun avustaviin tehtäviin ajoneuvossa ja palvelun laatua varsinkin erityisryhmien osalta on mahdollista parantaa.

Älykäs reitinoptimointi ja pidemmällä aikavälillä automaattiajaminen tukevat kutsuohjatun joukkoliikenteen yleistymistä. Palvelut voivat parantaa matkaketjujen palvelutasoa erityisesti liityntämatkoilla. Toisaalta harvemmin asutuilla alueilla ne voivat korvata myös perinteistä reittijoukkoliikennettä. Palveluiden laaja yleistyminen voikin johtaa siihen, että koko joukkoliikennejärjestelmä tulee suunnitella uudella logiikalla, käsittäen myös subventiomallit.

Yleisessä tieliikenteessä automaattisilla ja verkottuneilla ajoneuvoilla on mahdollista saavuttaa nykyistä korkeammat väyläkapasiteetit ja parempi turvallisuusaste, mutta se edellyttää, että näiden ajoneuvojen osuus suhteessa ihmisten kuljettamiin ajoneuvoihin on riittävän korkea. Vaikutusten nopeampaa reaalisointia voidaan osalla väylistä tukea vain automaattiajoneuvoille sallituilla kaistoilla.

Automaattisten henkilöautojen yleistymisellä on monensuuntaisia vaikutuksia maankäyttöön, asumiseen ja liikkumiseen. Kyseessä on ainoa tarkastelluista palveluista ja teknologioista, joka voi merkittävästi lisätä liikenteen kokonaissuoritetta, sillä se vapauttaa yksityisauton kuljettajan ajan muuhun tekemiseen, tarjoaa ajokortittomille uuden tavan liikkua, laskee joukkoliikenteen käytön kustannuksia ja mahdollistaa siirtoajot tyhjillä ajoneuvoilla. Automaattiautojen hinta vaikuttaa houkuttelevuuteen, mutta suuressa mittakaavassa valmistetun tietotekniikan hinta laskee yleensä nopeasti. Koko matka voi olla houkutteleva tehdä yksityisellä ajoneuvolla kävelyn, pyöräilyn tai joukkoliikenteen sijaan. Erityisesti auto- ja joukkoliikennevyöhykkeeltä tehtävien työmatkojen voi olettaa lisääntyvän. Yhteiskäyttöisyyden lisääntyminen ajoneuvoissa voi yleistyessään auttaa pitämään liikennemäärät nykyisellään tai jopa laskea niitä. Koska automaattiajoneuvot eivät ole nykyisten autojen tapaan riippuvaisia pysäköintitilan sijainnista, pysäköintipolitiikan rooli yksittäisenä kysynnänhallinna keinona vähenee.

Automaattiautojen potentiaali on ennen kaikkea kantakaupungin ja alakeskusten ulkopuolella. Autovyöhykkeellä ne voivat tehostaa liikennejärjestelmää, erityisesti mikäli kyytien jakaminen yleistyy. Riskinä puolestaan on, että autot korvaavat myös tiiviillä alueilla joukkoliikennettä ja jopa kävelyä ja pyöräilyä. Näihin liikkumisvalintoihin vaikuttaa pitkälti se, mihin tasolle erilaisten palveluiden kustannukset asettuvat. Tähän voidaan vaikuttaa muun muassa väyläkapasiteetin ja kaupunkitilan oikeanlaisella hinnoittelulla.

Infran osalta automaattiajoneuvojen yleistyminen edellyttää panostuksia tietoliikenneyhteyksiin, paikannusteknologioihin, tiemerkintöihin ja opasteisiin ja pidemmällä tähtäimellä esimerkiksi jonoajon mahdollistaviin infraratkaisuihin (ohityspaikat, rampit ja väistötilat). Ensivaiheessa automaat-

tiajamista kannattaa tukea infrastruktuuripuolella moottoritiemäisillä väylillä. Vaiheittainen siirtyminen automaattiseen ajamiseen edellyttää, että valmiuksiltaan erilaiset ajoneuvot sekä kävely ja pyöräily otetaan huomioon samanaikaisesti. Automaattiajoneuvojen toimintaan häiriöisessä kaupunkiympäristössä liittyykin useita vielä epävarmoja komponentteja.

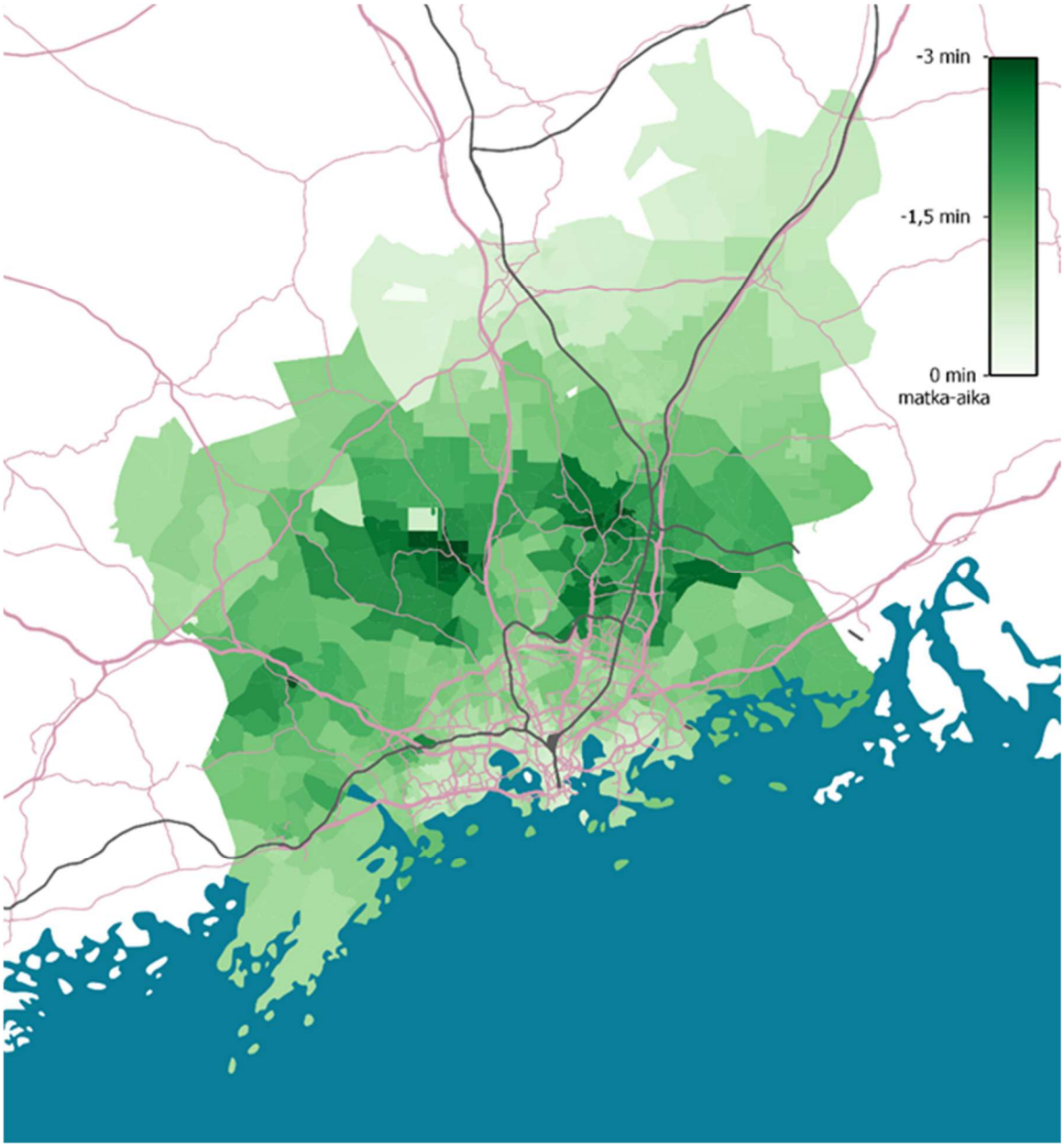
Yhteenvetona voi todeta, että automaattiset autot yksityisomistuksessa ja -käytössä muodostavat huomattavan riskin kestävälle kehitykselle, ellei tieliikenteen ulkoisvaikutuksia saada sisällytettyä käyttäjille kohdistuviin kustannuksiin. Tehokkain tapa hallita tätä riskiä on hinnoitella väylä- ja pysäköintikapasiteetti dynaamisesti. Yhteiskäyttöisinä automaattisilla ajoneuvoilla on potentiaalisesti huomattavasti myönteisemmät vaikutukset kestävän kehityksen tavoitteiden näkökulmasta. Suurin vaikutus on, että sekä autojen että pysäköintipaikkojen tarve vähentyy. Tämä tukee kaupunkirakenteen tiivistämistä. Lisäksi paikat voidaan sijoittaa vapaammin, koska autot voivat ajaa sinne itse. Toisaalta tarvitaan merkittävästi hubi-pisteitä, joissa autot odottavat kyytejä, sekä otto- ja jättöpisteitä palveluiden ja joukkoliikennesolmujen yhteyteen. Oikein konseptoimalla ja hinnoittelemalla automaattiajoneuvot tukevat sujuvia matkaketjuja ja kestävää liikkumista. Myös liikenteen turvallisuus paranee automaation myötä.

Analyysit

Arvioiden mukaan automaattiajoneuvojen merkittävimmät hyödyt perustuvat tieliikenteen välityskyvyn nostamiseen, liikenneturvallisuuden parantamiseen, keskustojen pysäköintitilojen vapauttamiseen ja ajoneuvossaoloajan tehokkaampaan hyödyntämiseen.

Tarkastelussa tutkittiin parantuneen välityskyvyn vaikutuksia matka-aikoihin. Automaattisten ja verkottuneiden ajoneuvojen tuomaa välityskyvyn kasvua ja sen vaikutusta seudun matka-aikoihin tutkittiin perustuen HELMET-mallilla tuotettuihin aamuhuipputunnin 2030 kysyntätietoihin (henkilöauto- ja joukkoliikennematkat). Oletuksena on, että puolet ajoneuvokannasta olisi tason 5 automaattiajoneuvoja, mikä tarkoittaisi 20–30 % kasvua tieliikenteen välityskyvyssä (Fehr & Peers 2017).

Tarkastelussa (ks. Kuva 5) havaittiin välityskyvyn kasvun purkavan verkon ruuhkautuneimpia pullonkauloja. Tätä kautta merkittävimmät hyödyt kohdistuvat säteittäisväylien ympäristöihin Kehä III:n ulkopuolella. Liikenteellisesti välittömät vaikutukset ovat merkittävimmät alueilla, joilla tieliikenteen kapasiteetin käyttöaste on korkein. Välillisesti suurimmat hyödyt osuvat kuitenkin laajemmille alueille, mutta se edellyttää merkittävää automaattisten ajoneuvojen osuutta koko autokannasta. Liikenneturvallisuuden parantuminen on ensimmäinen merkittävä vaikutus. Ajoneuvossaoloajan vapautuminen muuhun käyttöön ja nykyisin henkilöresursseja vaativien liikkumispalvelujen kustannusten aleneminen vaikuttaa koko seutuun. Tiheästi asutuilla alueilla merkittävimmät hyödyt saadaan arvokkaan pysäköintitilan vapautuessa muuhun käyttöön.



Kuva 5. *Automaattiajoneuvojen kasvattaman väyläkapasiteetin vaikutukset henkilöautomatkojen matkakohtaisiin matka-aikoihin aamuhuipputunnin 2030 kysynnällä (oletuksena puolet ajoneuvo-kannasta tason 5 automaattisia autoja*)

6.3 Kotiinkuljetuspalvelut

Yleistyessään tavarankuljetuspalvelut voivat vaikuttaa ostos- ja asiointimatkoihin merkittävästi. Kaupan suuryksiköiden rooli muuttuu myyntipisteistä kaupunkilaisten vapaa-ajan keskuksiksi , joissa vietetään aikaa ja käytetään erilaisia palveluja. Tämä hankaloittaa asiointiliikenteen määrän arviointia, mutta vähentyneen tavarankuljetuksen ansiosta julkinen liikenteen, kävelyn ja pyöräilyn osuuden asiointimatkoilla voidaan olettaa kasvavan.

Citylogistiikan määrä kasvaa. Volyymien kasvaessa ja informaatiojärjestelmien kehittyessä mahdollisuudet kuljetusten yhdistelyyn kuitenkin paranevat. Samalla henkilö- ja tavarakuljetusten yhdistely

helpottuu. Harvemmin asutuille alueille kuljetusten järjestäminen tehokkaasti on jatkossakin haastavaa.

Palveluiden MAL-vaikutukset liittyvät ostos- ja asiointimatkojen vähenemiseen ja citylogistiikan lisääntymiseen. Kaupan suuryksiköiden kysyntä vähentyy ja logistiikan painopiste siirtyy jakelukeskuksiin, joiden sijoittelu on vapaampaa kuin kaupan yksiköiden. Varikko-, terminaali- ja jakeluinfralle tulee uudentyyppisiä vaatimuksia toiminnan painopisteen siirtyessä kevyempään jakeluun. Citylogistiikkaa voidaan kehittää kestävämpään suuntaan esimerkiksi kuormapyörillä ja sähkökäyttöisillä jakeluautoilla.

Logistiikkaa on mahdollista tehostaa siirtymällä kotiovellekuljetuksista talo- tai korttelikohtaisiin automaattisiin noutopisteisiin. Noutopisteiden rakentamiseen on syytä varautua asuinalueiden suunnittelussa , esimerkiksi pysäköintipaikoilta vapautuvan maa-alan uudelleen kohdentamisessa. Tilan käyttöä on mahdollista tehostaa ja monipuolistaa entisestään yhdistämällä noutopisteet muiden lähialueen palveluiden keskittymiin.

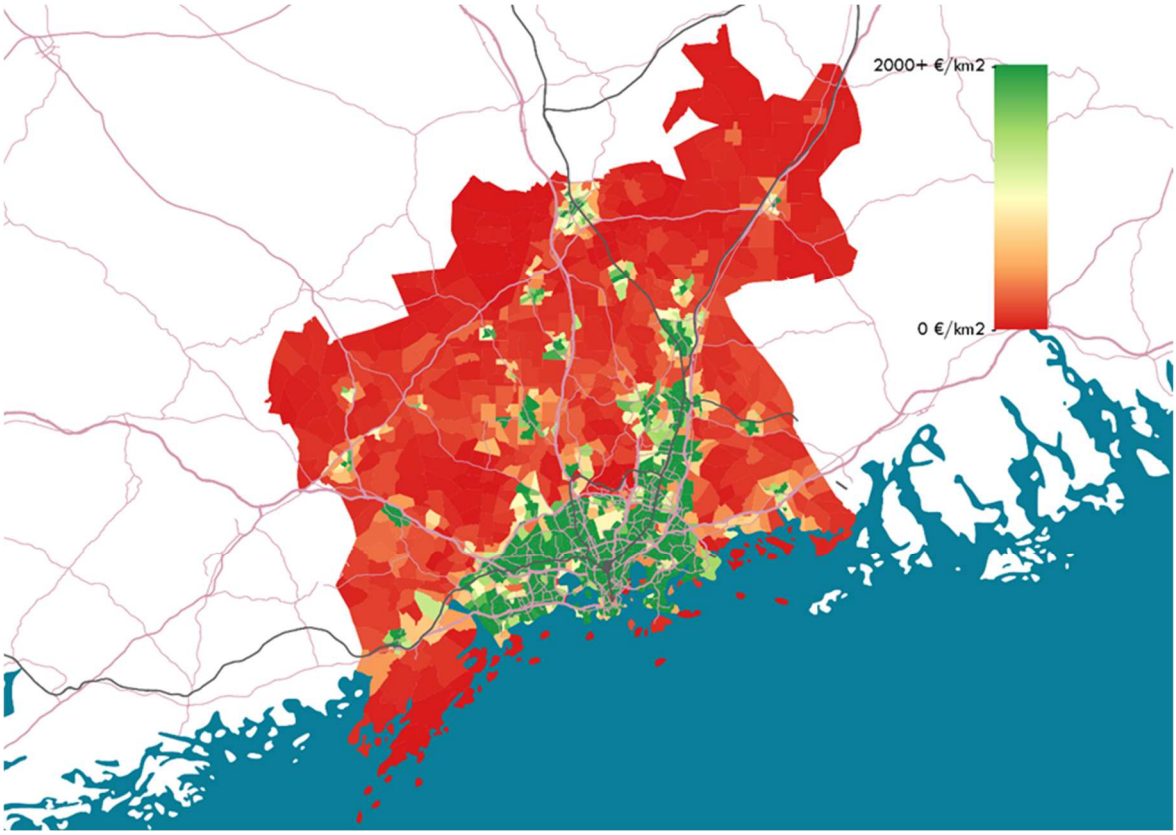
Analyysit

Kotiinkuljetuspalveluiden toteutuksen kannalta parhaita alueita pääkaupunkiseudulla selvitettiin tarkasteluun kehitetyllä mallilla.

Mallinnuksessa verrattiin alueittain kotitalouksien kaupanmatkoihin käyttämää rahasummaa alueen kokoon nähden. Kotitalouksien nykyisin kaupanmatkoihin päivässä käyttämä rahamäärä ja aika pyrkivät kuvaamaan alueen asukkaiden maksuvalmiutta korvaavan palvelun käyttämisestä. Vastaavasti alueen asukastiheys ja asiakkaiden keskimääräinen etäisyys toisiinsa luokiteltiin jakelukustannuksia hyvin kuvaavaksi suureeksi.

Kuluttajille kaupanmatkoista aiheutuvia kustannuksia arvioitaessa on matka-ajan arvoksi käytetty 8,33 €/h ja henkilöauton osalta lisäksi 0,19 €/km. Joukkoliikenteen kustannuksissa on otettu huomioon ainoastaan matka-aikakustannukset, ei lippukustannuksia. Summa kaikista alueelta tehdyistä kaupanmatkoista on jaettu alueen pinta-alalla, sillä asumistiheys vaikuttaa kuljetusten yhdistettävyyteen ja sitä kautta jakelun kustannuksiin.

Tuloksista (ks. Kuva 6) havaitaan odotetusti kotiinkuljetuspalvelun toteuttamispotentiaalin kasvavan tiheästi asutuilla alueilla. Tiheimpien keskusta-alueiden ulkopuolella palvelun kannattavuutta parantaa jonkin verran kuluttajien kasvava maksuvalmius.

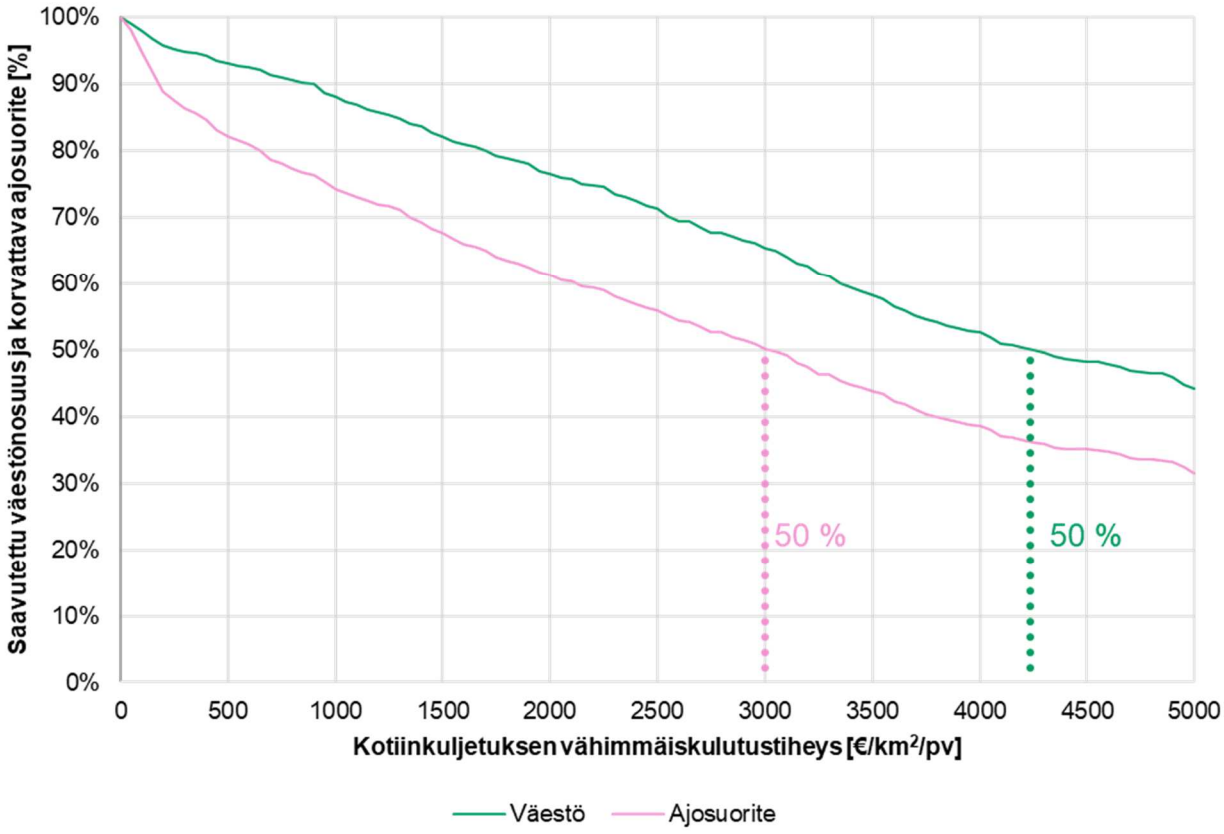


Kuva 6. *Kotiinkuljetuspalveluiden toteuttamispotentiaali seudulla. Vihreä – Palvelu helposti järjestettävissä ja kysyntä korkeaa, Punainen – Palvelu kallista järjestää ja kysyntä matalaa.*

Kannattavan kotiinkuljetuspalvelun tuottamisen raja-arvoon riippuvainen monista jakelutapaan ja logistiikkaan liittyvistä tekijöistä. Analyysissä selvitettiin, miten palvelun tavoittama kuluttajajoukko muuttuu jakelukustannusten muuttuessa. Lisäksi arvioitiin, kuinka suuri osa kaupanmatkojen ajosuoritteesta on mahdollista korvata kotiinkuljetuspalveluilla kullakin toteutusedellytyksenä olevalla kuluttajatiheydellä.

Tuloksista havaitaan väestöosuuden ja ajosuoritteen poikkeavan merkittävästi toisistaan. Palvelulla on mahdollista tavoittaa 50 % alueen väestöstä, jos tuottamisen vaatima vähimmäistiheys on korkeintaan 4200 €/km^2. Tällä tuotantokynnyksellä voidaan vastata kuitenkin vain noin 35 % kaupanmatkojen ajoneuvosuoritteesta.

Ero väestön ja ajosuoritteen välillä selittyy palvelun keskittymisellä tiheästi asutuille alueille, joilla se korvaa pääosin lyhyitä henkilöauto-, joukkoliikenne-, kävely- ja pyöräilymatkoja. Harvaan asutuilta alueilta tehtävien pitkien kaupan matkojen korvaaminen kotiinkuljetuspalveluilla on haasteellista nopeasti kasvavien jakelukustannusten johdosta.



Kuva 7. *Palvelun saavuttama osuus alueen väestöstä, sekä sen mahdollisesti korvaama osuus kokonaisajosuoritteesta, palvelun tuottamisen vaatiman kuluttajatiheyden ehdoilla.*

6.4 Liikenteenhallinta ja informaatio

Lisääntyvä informaatio liikennejärjestelmästä ja ihmisten liikkumistarpeesta sekä kehittyvät algoritmit tiedon käsittelyyn mahdollistavat uudenlaisia menetelmiä liikenneinfrastruktuurin tehostamiseen ja palvelujen kehittämiseen.

Reaaliaikainen liikenneinformaatio luo edellytykset paremmalle häiriötilanteisiin varautumiselle, niiden purkamiselle ja jopa ennaltaehkäisemiselle. Yhdistettynä nopeaan informaation välittämiseen liikkujille voidaan liikennevirtoja uudelleenohjata reaaliajassa tarpeen niin vaatiessa. Dynaaminen liikennetilanteen huomioonottava reititys on jo nyt mahdollista mobiililaitteilla ja automaation lisääntyminen ajoneuvoissa sitoo sen yhä saumattomammiksi osaksi jokapäiväistä liikkumista.

Ajoneuvojen keräämää anturi-informaatiota voidaan hyödyntää reaaliaikaisessa liikenneinfran kunnonvalvonnassa parantamaan infran laatua ja ennakoimaan tulevia ongelmia.

Tehokas ja pitkälle automatisoitu tiedonhaku alueen uusista ja vanhoista liikkumispalveluista yhdistettynä reaaliaikaiseen paikkatietoon käyttäjien ja ajoneuvojen sijainneista helpottaa matkaketjujen suunnittelua ja mahdollistaa nopeiden muutosten teon päivän aikana. Samalla se varmistaa kattavan tiedonsaannin alueen palveluista, niin alueen asukkaille kuin myös ulkopuolisille matkustajille. Uusien palveluiden tehokas levittäminen käyttäjien tietoisuuteen nopeuttaa uusien palveluiden kehittämistä ja toimivimpien palvelukonseptien yleistymistä liikkumismarkkinoilla.

MAL-näkökulmasta kehittyvällä liikenteen ohjauksella on myönteisiä vaikutuksia. Ratkaisut parantavat väylien, pysäköintipaikkojen ja ajoneuvojen käyttöastetta. Dynaamisen ohjauksen avulla voidaan esimerkiksi muuttaa yksityisiä pysäköintipaikkoja yhteiskäyttöisiksi. Väylillä ruuhkapiikkejä puolestaan voidaan tasoittaa reaaliaikaisen informaation avulla. Tällaisten ratkaisujen ansiosta infraa tarvitaan vähemmän, mikä tukee tiivistävää kaupunkikehitystä ja parantaa yhteiskuntataloudellisuutta. Lisäksi palvelut parantavat matka- ja kuljetuspalveluiden laatua ja houkuttelevuutta ja tätä kautta ne voivat vähentää autoilua. Ratkaisut parantavat myös liikenteen turvallisuutta.

Parempi informaatio liikennejärjestelmän tilasta, sekä mahdollisuus seurata yksittäisen ajoneuvon ajosuoritetta reaaliaikaisesti tarjoaa uusia mahdollisuuksia ruuhkautumisen hallintaan. Oikeanlaisella – liikennetilanteen huomioivalla – hinnoittelulla on mahdollista vaikuttaa liikenteen kysyntäpiikkeihin ja parantaa liikenneverkon toimivuutta. Henkilöautoliikenteen korkeita ulkoisvaikutuksia vastaava hinnoittelu pienentää ruuhka-aikojen liikennesuoritetta, koska sen myötä matkoja siirtyy joukkoliikenteeseen, kävelyyn ja pyöräilyyn. Samalla autoliikennematkat suuntautuvat ja jakaantuvat olemassa olevalle verkolle tehokkaammin – ruuhka-aluiden ja -aikojen ulkopuolelle. Nämä liikenteelliset vaikutukset riippuvat kuitenkin maksujen suuruudesta ja muun muassa eri aikojen hintaporrastuksesta. Jossain määrin hinnoittelu voi myös vähentää kokonaiskysyntää, koska se nostaa konkreettisesti esille autoilun kustannukset. Hinnoittelutuotot mahdollistavat myös nykyistä joustavammin tehtävät pullonkaulainvestoinnit: valtion ja Helsingin seudun kuntien väliseen MAL-sopimukseen 2016-2019 on kirjattu, että lähtökohtana on, että kerättyjä varoja voidaan käyttää seudun liikennejärjestelmän rahoittamiseen seudun yhteisesti päättämällä tavalla.

Tiemaksujen konkreettiset MAL-vaikutukset ovat suurimmillaan erittäin merkittävät. Maksupohja kasvaa ja investointi kestävään liikennejärjestelmään helpottuu. Autoilu vähenee ja kestävien kulkumuotojen osuus kasvaa. Kun autoilun kustannukset nousevat nykyistä paremmin esille, voivat myös joukkoliikennettä kalliimmat MaaS-, kutsuliikenne- ja kyydinjakopalvelut osoittautua huokuttelevimmiksi vaihtoehdoiksi. Myöhemmin hinnoittelumallit vaikuttavat myös siihen, minkälaiseen käyttöön automaattiautot tulevat. Tiemaksut lisäävät automaattiautojen yhteiskäytön ja jakamisen houkuttelevuutta ja siten pienentävät riskiä siitä, että automaattiset ajoneuvot lisäisivät liikennesuoritetta.

Maksujen seurauksena toimintoja ja autoliikennettä saattaa siirtyä tiemaksualueiden ulkopuolelle, toisin sanoen halvemman autoilun alueilla suoritteet voivat kasvaa. Liityntäpysäköinnin tarve kasvaa tiemaksualueiden ulkopuolella, kun taas pysäköinnin tarve alueiden sisällä vähenee. Autoilun sisääntuloväylillä liikenne vähenee, kun taas joukkoliikenteen runkolinjoilla lisääntyy. Yhtenä skenaariona on, että tiemaksut sisällytetään osaksi uusia liikennepalvelupaketteja: esimerkiksi henkilöauton käyttöpalveluun olisi paketoitu tietty määrä ruuhka-ajan ja sen ulkopuolisen ajan maksuja.

Liikkumispalvelun tuottajille lisääntyvä informaatio liikkujista luo uusia mahdollisuuksia tehostaa toimintaa resurssien allokoinnissa, sekä kutsuohjatun toiminnan lisäämistä sille sopivilla alueilla. Yhdistettynä kehittyneeseen tekoälyyn kerätty liikkujainformaatio mahdollistaa uusien suunnitteluratkaisujen kehityksen linjastosuunnittelussa ja infrahankkeissa.

Kasvavat informaatiovirrat luovat myös uusia vaatimuksia fyysiselle ja digitaaliselle infralle. Lähivuosina käyttöön otettavat teknologiat, kuten 5G, tukevat kehitystä kohti suurempaa määrää verkottuneita laitteita ja vastaa luotettavan tiedonsiirron merkityksen kasvuun liikkumispalveluiden tuottajille ja käyttäjille. Tiedon tehokas hyödyntäminen vaatii myös investointeja tiedon varastointiin, jatkojalostukseen sekä välittämiseen niille tahoille jotka voivat sitä hyödyntää. Monissa tapauksissa tiedon kerääjä, sen jalostaja, sekä sen potentiaalinen hyödyntäjä eivät ole tietoisia toisistaan.

6.5 Käyttövoimat

Kiristyvät päästötavoitteet hiididioksidi- ja lähipäästöjen osalta sekä uusien teknologioiden tulo markkinoille vaikuttavat liikenteen käyttövoiman valintaan. Vaikutukset näkyvät fossiilisten polttoaineiden korvautumisella bio-pohjaisilla polttoaineilla ja sähköllä, sekä sähköpyörien ja muiden kevyiden sähkökulkuneuvojen yleistymisenä.

Auton käyttövoimalla ei ole suoraa vaikutusta liikenteen kokonaiskysyntään. Ympäristöystävällisemmät käyttövoimat voivat kuitenkin lisätä autoilun hyväksyttävyyttä ja siten kulkutapaosuutta. Sama seuraus voi olla uusien käyttövoimien pienemmissä käyttökustannuksissa: sähköautoissa käyttökustannukset kilometriä kohden ovat huomattavasti pienemmät kuin polttomoottoriautoissa. Kaasua puolestaan tarjotaan ainakin tällä hetkellä kiinteällä ja melko pienellä kiinteällä kuukausimaksulla. Tällaiset kiinteään malliin perustuvat mallit ovat omiaan lisäämään myös ei-pakollista autoilua.

Uusien käyttövoimien suurimpina konkreettisina MAL-vaikutuksina ovat erilaiset infrastruktuurin tarpeet: uudet käyttövoimat edellyttävät uutta tai täydennettyä lataus- ja jakeluverkostoa. Nestemäisten biopolttoaineiden etuna on niiden yhteensopivuus nykyisen huoltoasemaverkon kanssa. Kaikille eri vaihtoehtoisille käyttövoimille ei liene kannattavaa rakentaa kattavaa jakeluverkostoa. Sähköautot vaikuttavat yleistyessään merkittävästi sähkönkulutukseen ja sen tasaisuuteen. Ne tarjoavat myös mahdollisuuden tasata kulutuspiikkejä ja erään kanavan paikallisen sähköntuotannon (esim. aurinkovoiman) hyödyntämiseen ilman siirtoverkkoa.

Uusien käyttövoimien – erityisesti sähkön – myötä paikalliset päästöt ja melu vähentyvät, mikä mahdollistaa kaupunkirakenteen jonkinasteisen tiivistämisen. Toisaalta autoilun päästöjen vähentyessä henkilöautoilun hyväksyttävyys voi kasvaa ja johtaa liikennesuoritteen kasvuun erityisesti harvemmin rakennetuilla alueilla. Tämä puolestaan edellyttäisi lisää tieinfrastuktuuria. Kokonaisvaikutus suoritteeseen ei kuitenkaan liene erityisen merkittävä suuntaan eikä toiseen.

Pyöräilyn kulkumuoto-osuuden kasvu niin henkilö- kuin tavaraliikenteessäkin vähentää päästöjä ja mahdollistaa tiiviimmän kaupunkirakenteen. Sähköpyörät kasvattavat pyöräilyn suosiota myös pidemmillä matkoilla, mutta lisääntyminen edellyttää turvallisten säilytys- ja pysäköintipaikkojen tarvetta matkan lähtö- ja määränpäissä. Verkkokaupan ja kuljetuspalveluiden – tapahtuivat ne sitten millä välineellä tahansa – yleistyminen vähentää ostos- ja asiointimatkojen kysyntää ja siten muuttaa/vähentää kauppapaikkojen tarvetta. Kuormapyörät tarvitsevat omat suhteellisen tilavat pysäköintipaikkansa. Toisaalta, jos kuormapyörillä on mahdollista korvata henkilöauton käyttöä kaupanmatkoilla autoille varattujen pysäköintipaikkojen tarve vähenee. Pyörätieinfralle kuormapyörät asettavat merkittäviä lisävaatimuksia: väylien on oltava riittävän leveitä, jatkuvia ja huolellisesti kunnossapidettyjä. Suurikokoisina kuormapyörät voivat myös rajoittaa pyöräilyväylien välityskykyä tiiviissä ympäristössä.

Sähkö- ja kuormapyörien yleistyminen tukee hyvin kestävän kehityksen tavoitteiden saavuttamista muun muassa kaupungin tiivistämisen ja ympäristöystävällisyyden osalta. Tanskassa ja Hollannissa sähköpyörien osuus uusista pyöristä on useita kymmeniä prosentteja, kun Suomessa ollaan

vasta parissa prosentissa. Myöskään kuormapyörissä ei ylletä vielä Tanskan ja Hollannin määriin. Asenteet ovat ratkaisuja kohtaan kuitenkin myönteisiä, joten yleistymistä voidaan lähivuosina odottaa Suomessakin. Pyöräilyväylien ja -pysäköintipaikkojen kehittäminen ja kunnossapidon parantaminen luonnollisesti edistää asiaa.

6.6 Yhteenveto

Näköpiirissä olevat teknologiat tukevat liikkumisratkaisujen siirtymistä yhä palvelukeskeisemmiksi. Kehitystä tukevat kehittyvä informaatioteknologia, muutokset ihmisten asenteissa ja liikenteen uudet palvelukonseptit. Liikkumispalveluiden monipuolistumisella voi olla merkittävä itseään voimistava vaikutus. Kehityssuunta tukee myös kävelyn ja pyöräilyn osuuden lisääntymistä keskusta-alueilla.

Seuraavien vuosikymmenten aikana automaattiajamisen yleistyminen ja sähköautojen alenevat käyttövoimakustannukset muuttavat liikkumisen kulurakennetta. Alenevat käyttökustannukset ja ainakin alkuvaiheessa nykyistä korkeammat pääomakustannukset kannustavat ajoneuvojen käyttöasteen kasvattamiseen yhteiskäyttöisyyttä lisäämällä. Yhteiskäyttöisillä ajoneuvoilla voidaan saavuttaa korkeampia käyttöasteita, jolloin pääoman takaisunmaksua voidaan nopeuttaa. Alenevat käyttökustannukset tukevat liikkumispalveluiden järjestämistä myös yöllä ja muina matalan kysynnän aikoina.

Monet tutkituista teknologioista mahdollistavat myös henkilöauton ja siihen verrattavien ajoneuvojen (pikkubussit, yms.) palvelutason ja houkuttelevuuden kasvun suurikapasiteettisiin joukkoliikennevälineisiin verrattuna. Uhkana pienikapasiteettisten ajoneuvojen yleistymisessä liikenteessä on liikenneverkon välityskyvyn loppuminen. Lisääntyvän reaaliaikaisen liikenneinformaation ja kehittyvän automaation uskotaan kasvattavan liikenneverkon suorituskykyä, mutta riittävän kapasiteetin ja lyhyiden matka-aikojen saavuttamiseksi järjestelmän tulee rakentua suurikapasiteettisten joukkoliikenteen runkoyhteyksien varaan. Kehityssuuntaan voidaan vaikuttaa liikennekapasiteetin reaalikustannuksia vastaavan hinnoittelun keinoin.

7 Tulevaisuuskuvat

Selvityksessä esitettyjen teknologioiden ja paveluiden yleistymistä ja niiden käytön tuomia vaikutuksia tulevaisuudessa on arvioitu kirjallisuuslähteiden perusteella erikseen lyhyellä ja pitkällä aikavälillä. Viitteelliset poikkileikkausvuodet ovat 2030 ja 2050.

Yksittäisillä teknologioilla ja palveluilla voi olla päällekkäisiä, ristiriitaisia tai toisiaan vahvistavia vaikutuksia. Yksityisen sektorin tuottamien palveluiden osalta markkinat määräävät, miten palvelut yleistyvät, ja teknologian osalta on haastavaa arvioida kehityksen nopeutta ja teknologioihin liittyvien kustannusten kehitystä.

Seudun kehityksen kannalta huomio kiinnittyy vaikutuksiin yksittäisten teknologioiden tai palvelujen sijaan. Esimerkiksi automaattiajoneuvoilla voi olla hyvinkin erilaisia vaikutuksia sen mukaan, miten ne integroidaan liikennejärjestelmään, ja tähän voidaan merkittävästi vaikuttaa liikenteen hinnoittelulla ja pysäköintipolitiikalla. Siten myös politiikka ohjaa tulevaisuuskuvaa, vaikka liikenteen operoinnin järjestäminen olisi yritysvetoista. Näistä syistä tulevaisuuskuvien laadinnassa on syytä tunnistaa myös poliittisen ohjauksen merkitys kehityksessä.

Tarve reguloida liikennettä liittyy liikennejärjestelmän ominaispiirteisiin, joiden takia markkina ei yleensä tasapainotu yhteiskunnan kannalta optimaaliseen asemaan. Liikkujien tekemien valintojen ulkoisvaikutukset vaikuttavat muihin liikkujiin. Ellei ulkoisvaikutuksia (ruuhkat, ympäristövaikutukset, tilankäyttö) sisällytetä liikkujaan kohdistuviin kustannuksiin, ei huomio kiinnity niihin liikkumisvalinnoissa.

Taulukossa 2 on esimerkinomaisesti esitetty teknologioihin ja palveluihin liittyviä uhkakuvia ja niitä ehkäiseviä toimenpiteitä.

Taulukko 2. Uhkakuviin varautuminen poliittisin toimenpitein.

Uhkakuva	Ehkäisevä toimenpide
Automaattiajoneuvojen käyttöönotto johtaa tieverkon tukkeutumiseen	Otetaan käyttöön aktiivinen tilan ja ulkoisvaikutusten hinnoittelu (pysäköinti- ja tiemaksut). Tuetaan yhteiskäyttöisten ajoneuvojen yleistymistä
Uusien informaatioteknologioiden käyttöönotto johtaa eriarvoistumiseen.	Käsitellään tietoa mahdollisimman avoimesti Turvataan julkisten palveluiden saatavuus
Yhdyskuntarakenne hajaantuu liikkumisen kustannusten (ml. aikakustannukset) laskun myötä uusien palvelujen yleistyessä.	Hinnoitellaan liikkumisen ulkoisvaikutukset tehokkaammin.
Automaattiajoneuvot, kotiinkuljetuspalvelut ja kevyet kuljetusratkaisut (esim. kuormapyörät) tekevät keskustapysäköinnin investoinneista hukkainvestointeja.	Varaudutaan ennakoivalla suunnittelulla tilan hyödyntämiseen muussa käytössä.
Houkuttelevat ovelta-ovelle-palvelut siirtävät käyttäjiä kestävimmistä kulkumuodoista.	Hinnoitellaan liikkumisen ulkoisvaikutukset tehokkaammin.

Luodut tulevaisuuskuvat pohjautuvat lähdekirjallisuuden arvioihin teknologia- ja palvelukehityksestä ja tietoon poliittisesta ohjauksesta, jonka avulla on mahdollista ohjata kehitystä kestävän kehityksen mukaisesti.

7.1 2030

Lyhyen aikavälin kehitystä jäsennettiin akselistossa (ks. Kuva 8). Samoilla teknologioilla ja palveluilla on mahdollista muodostaa hyvinkin erilaisia tulevaisuudenkuvia riippuen siitä, miten liikenteen ulkoisvaikutukset on hinnoiteltu ja millaista politiikkaa harjoitetaan. Tulevaisuuskuvia on jäsennelty nelikentässä, jossa muuttujat ovat teknologioiden ja palveluiden kehittymisen nopeus ja kestävää kehitystä tukevat poliittiset toimet. Kappaleessa on tarkasteltu tarkemmin oikean yläkulman skenaariota nopeasta teknologisesta kehittymisestä yhdessä kestävää kehitystä tukevan poliittisen ohjauksen kanssa.

Kuva 8 *Mahdolliset tulevaisuuskuvat vuodelle 2030 poliittisen ohjauksen ja teknologisen kehityksen ajamina.*

Tasojen 4 ja 5 automaattisten autojen arvioidaan tulevan katukuvaan jo seuraavan kymmenen vuoden sisällä. Suuret vaadittavat pääomat ja autokannan hidas uudistuminen hidastavat automaattiautojen tuomaa muutosta. Nopea teknologinen kehitys ja kehittymiselle suotuisat politiikkatoimet voivat tarkoittaa, että vuonna 2030 jopa noin 10–15 % autokannasta on automaatiotasoilla 4

ja 5. Uusien ajoneuvojen suurista pääomakustannuksista ja osittain poliittisesta ohjauksesta johtuen suuri osa näistä ajoneuvoista tulee olemaan yhteiskäyttöisiä. Olennaista on myös tunnistaa, että hyvin todennäköisesti vuonna 2030 selvästi suurimmassa osassa autoista on edelleen ihmiskuljettaja.

Kaikista henkilöautoista noin 10 % on yhteiskäyttöisiä kyydinjakamisessa, tai erilaisten vuokrauspalveluiden kautta kolmansien osapuolten käytettävissä. Henkilöautoilla tehtävistä matkoista arviolta 5–10 % tehdään jaetuilla ajoneuvoilla. Tällöin kyse on pääasiassa nykyisen liikkumisen täydentämisestä (esim. ensimmäisen tai kakkosauton korvaaminen).

Myös ajoneuvojen käyttövoimassa oletetaan tapahtumaan merkittäviä muutoksia seuraavan vuosikymmenen aikana. Sähkön osuus käyttövoimasta tulee kasvamaan merkittävästi ja hiilineutraalit vaihtoehdot korvaavat fossiilisia polttoaineita. Sähköautot ovat yleistymässä (15 % autokannasta), mutta ladattavat hybridiautot (40 % autokannasta) tulevat ainakin alkuvaiheessa valtaamaan alaa matalamman hintansa ja joustavamman käytettävyytensä ansioista.

Henkilöautoliikenteen ja väyläkapasiteetin hallintaan on käytössä porttikohtaiset tiemaksut.

Pitkälle automatisoidut juna ja metrolinjat luovat suurikapasiteettiset runkolinjat kuormitetuimmille yhteysväleillä. Runkolinjan ympäristössä palvelutasoa voidaan parantaa automaattisilla pikkubusseilla, joilla hoidetaan liityntäliikenne rajatuilla reiteillä.

Harvemmin asutuilla alueilla kutsu- ja kysyntäohjattu liikenne auttaa parantamaan joukkoliikenteen palveluita ja mahdollistaa palveluiden laajemman alueellisen kattavuuden. Kutsuohjaus on myös laajamittaisessa käytössä keskusta-alueilla joukkoliikenteen liikennöintiaikojen ulkopuolella.

Pääosa nykyään tunnetuista informaatio- ja liikenteenhallintajärjestelmistä on saatu käyttöön vuoteen 2030 mennessä. 2020-luvulla käyttöönotettava 5G-mobiiliverkko takaa uusien palveluiden vaatiman tiedonsiirtokapasiteetin ja toimintavarmuuden mobiiliyhteyksien osalta. Kasvava informaatiomäärä ja kehittyneet algoritmit sen käsittelemiseen luovat lähes loputtoman määrän tapoja tiedon tehokkaampaan hyödyntämiseen. Kehitys tulee ennusteiden mukaan olemaan hyvin nopeaa seuraavien vuosikymmenten aikana.

Erilaiset MaaS-palvelut tulevat olemaan laajassa käytössä varsinkin työmatkaliikenteen ulkopuolella. Palvelut auttavat tuomaan kasvavan liikkumispalvelujen paletin ihmisten ulottuville ja mahdollistavat nykyistä monipuolisemman eri kulkutapojen yhdistelyn yksittäisellä matkalla. Palveluilla on potentiaalia luoda kilpailukykyinen vaihtoehto henkilöauton omistamiselle jo useimmille käyttäjäryhmille, mutta vuonna 2030 MAL-vaikutusten oletetaan olevan vielä melko pieniä. Käyttäjien joukossa on sekä autosta luopuneita että ennestään autottomia.

Dronet ja muut uudenlaiset ilmailuvälineet nähdään jonkinlaisessa roolissa tavarankuljetuksessa. Käyttökohteet tulevat todennäköisesti olemaan melko tarkkaan rajattuja ja vaikuttavat vain yksittäisten palvelujen tuottamiseen. Liikenteelliset ja maankäytölliset vaikutukset ovat pieniä.

Sähköpyörät ovat yleisiä ja niillä on merkittävä rooli useiden ihmisten liikkumisessa. Sähköpyörät auttavat pyöräilyn lisäämistä nykyistä pidemmillä matkoilla ja korvaavat osaltaan lyhyitä auto ja julkisenliikenteen matkoja. Kuormapyörien yleistyminen näkyy katukuvassa ja lisää polkupyörän suosiota kaupan matkoilla. Kaupunkipyöräjärjestelmän laajentaminen asteittain sekä pyörien käytössäoloajan pidentäminen (esimerkiksi ympärivuotiseksi) voi kuitenkin nostaa sen käytön uudelle

tasolle jo ennen vuotta 2030. Myös tiivis kytkentä muihin liikennepalveluihin lisää käyttöä entisestään.

7.2 2050

Pitkän aikavälin kehitystä jäsennettiin lyhyen aikavälin tulevaisuuskuvan tavoin arvioimalla teknologiakehitystä ja poliittisen ohjauksen vaikutuksia. Lyhyen aikavälin tulevaisuuskuvaan verrattuna pidemmän aikavälin ennusteisiin liittyy huomattavasti suurempia epävarmuuksia. Erilaiset megatrendit ja teknologiakehitykset saattavat muuttaa elämäntapoja (ja sitä kautta liikkumista) enemmän kuin tällä hetkellä osataan aavistaa. Näiden muutosten suoria tai välillisiä vaikutuksia on erittäin haasteellista ennustaa, eikä kehityksen nopeudesta tai käyttötapauksista ole vielä mitään lopullista käsitystä.

Kuva 9 *Mahdolliset tulevaisuuskuvat vuodelle 2050 poliittisen ohjauksen ja teknologisen kehityksen ajamina.*

Automaattisten ajoneuvojen kehitys ja yleistyminen jatkuvat vilkkaina vuoden 2030 ja 2050 välisen ajan. Kaikesta henkilöautokannasta noin 50 – 100 % oletetaan saavuttavan automaatiotason 4 tai 5 seuraavan kolmen vuosikymmenen aikana.

Ajoneuvojen käyttövoiman muutos jatkuu ja sähkö on pääasiallinen käyttövoima tieliikenteessä. Myös muut vaihtoehtoiset käyttövoimat, kuten vety voivat nousta varteenotettavaksi vaihtoehdoksi vuoteen 2050 mennessä.

Varsinkin keskusta-alueilla enemmistö autokannasta on yhteiskäyttöisiä ja jaetut ajoneuvot ovat arkinen osa ihmisten liikkumista. Automaattiajoneuvojen yleistymien ja laskeva hinta mahdollistaa uusien liikkumispalveluiden nopean kehittämisen ja räätälöityjä palvelukonsepteja on saatavilla lähes kaikille ihmisryhmille.

Kehittyneen teknologian ja lisääntyneiden vaatimusten myötä tiemaksuissa siirrytään kilometripohjaiseen veloitukseen.

Automaattisten henkilöautojen rinnalla automaattiset pikkubussit ovat laajasti käytössä myös kutsu- ja kysyntäpohjaisilla reiteillä. Laskevat operointikustannukset kannustavat pitämään kaikki ajoneuvot jatkuvasti liikenteessä, jolloin varsinkin ruuhkahuippujen ulkopuolella palvelualuetta kannattaa laajentaa nykyistä paljon suuremmaksi.

Kaiken raitiotie- ja bussiliikenteen oletetaan olevan jo hyvin pitkälle automatisoitu vuoteen 2050 mennessä. Runkolinjojen välityskykyä ja luotettavuutta voidaan kasvattaa vastaamaan kasvavan liikkujamäärän tarpeita.

Kaikki nykyään tiedossa olevat informaatio- ja liikenteenhallintapalvelut ovat käytössä ja uusia palveluita kehitetään kiihtyvää vauhtia. Parantavan informaation käsittelyn ja tekoälyn kasvun oletetaan tehostavan toimintaa lähes kaikilla osa-alueilla, maankäytön suunnittelusta liikenteenohjaukseen. Yhteisvaikutukset voivat nousta erittäin merkittäviksi jo seuraavien vuosikymmenten aikana.

MaaS-palvelut ovat laajassa käytössä ja sisältävät laajan kirjon yhteiskäyttöisiä liikkumispalveluita. Markkinatilanne on tasoittunut vuodesta 2030. Toimivimmat palvelukonseptit ja liiketoimintamallit ovat jo vakiinnuttaneet asemansa.

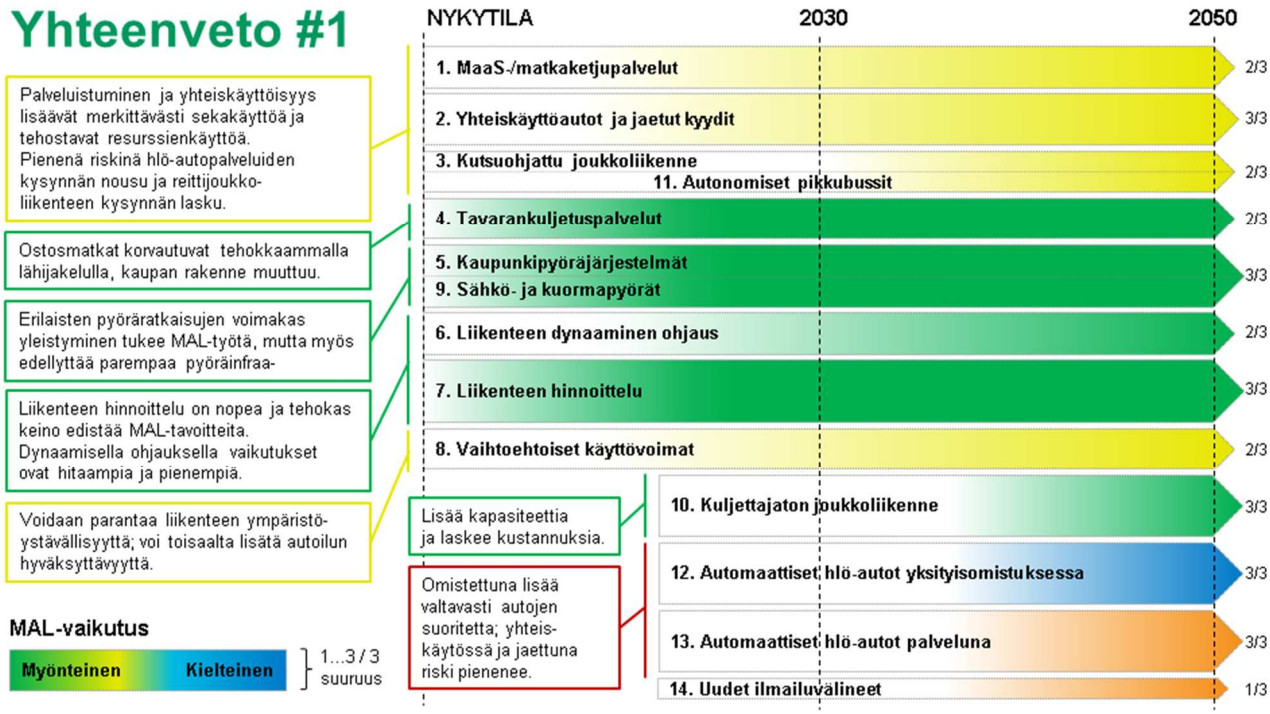
Verkkokaupan suosio jatkaa kasvuaan ja kotiinkuljetuspalvelut yleistyvät. Valtaosa ihmisten kuluttamista tavaroista tuodaan kotiin tai kodin lähellä oleviin jakelupisteisiin. Dronet toimivat osana tavaralogistiikkaa ja mahdollistavat pienten tavaroiden nopeat toimitukset. Lisäksi suuremmat automatisoidut ilmailuvälineet voivat toimia logistiikkakeskusten välisessä tavaraliikenteessä pidemmillä matkoilla.

8 Kehittämisaskeleet ja suositukset

8.1 Johtopäätökset

Työssä tunnistettiin näköpiirissä olevat merkittävimmät liikkumiseen vaikuttavat uudet palvelut ja teknologiat. Merkittävä osa tulevaisuuden teknologia- ja palvelukehityksestä on sellaista, mihin julkinen sektori ei suoraan vaikuta. Markkina- ja teknologiakehitys määräävät, millä nopeudella ne yleistyvät.

Liikkumisen murrosta vauhdittavat yhteiskunnan trendit ja ilmiöt, kuten palveluistuminen, jakamistalous, ympäristötietoisuus, kaupungistuminen ja markkinaehtoistuminen. Toistaalta digitalisaation ja automatisaation myötä markkinoille tulee yhä kiihtyvällä tahdilla erilaisia liikenteen palveluita ja teknologioita, jotka mahdollistavat tämän murroksen. Edellä tarkasteltiin kattava joukko näitä palveluita ja teknologioita. Alla on arvioitu niiden yleistymistä ja tärkeimpiä MAL-vaikutuksia (Kuva 10).



Kuva 10. *Yhteenveto tarkasteltujen palveluiden ja teknologioiden yleistymisestä ja merkittävimmistä MAL-vaikutuksista.*

Pääsääntöisesti liikenteen uudet palvelut ja teknologiat tukevat kestävän kehityksen tavoitteiden saavuttamista: niiden myötä seudun liikennejärjestelmän yhteiskuntataloudellisuus, ympäristöystävällisyys, turvallisuus ja tasa-arvoisuus voivat parantua merkittävästi. Samalla ne tukevat tiivistävää kaupunkikehitystä. Tärkeimmät mekanismit tässä kehityksessä ovat:

- Palvelut ja teknologiat (esim. MaaS, yhteiskäyttöautot ja kaupunkipyörät) lisäävät liikkumisvaihtoehtoja eri tilanteisiin. Näin ne lisäävät kestävien liikennemuotojen osuutta matkaketjuissa ja vastaavasti vähentävät tarvetta autoilulle ja auton omistamiselle.

- Monet palveluista ja teknologioista (esim. kuljettajaton joukkoliikenne, liikenteen dynaaminen ohjaus ja tiemaksut) tukevat liikenteen resurssien – liikenneinfran ja kulkuneuvojen – tehokkaampaa käyttöä. Tämä on sekä ympäristöystävällistä että yhteiskuntataloudellisesti järkevää: esimerkiksi ajoneuvojen ja parkkipaikkojen tarve voi vähentyä murto-osaan nykyisestä.

- Tietyt palvelut ja teknologiat parantavat ajoneuvojen ympäristöystävällisyyttä: vaihtoehtoiset käyttövoimat vähentävät ajoneuvojen päästöjä ja liikenteen palveluistuminen kasvattaa ajoneuvojen käyttöastetta ja siten nopeuttaa kannan uusiutumista.

- Pyöräilyyn liittyvät uudet palvelut ja teknologiat (kaupunkipyörät sekä sähkö- ja kuormapyörät) lisäävät täysin päästöttömän ja tilankäytöltään tehokkaan liikenteen osuutta sekä henkilö- että tavarankuljetuksessa.

- Monet palvelut ja teknologiat (esim. MaaS ja automaattiset ajoneuvot) lisäävät liikennejärjestelmän tasa-arvoa, sillä ne lisäävät autottomien ihmisten liikkumisvaihtoehtoja.

- Automatisoituminen lisää liikennejärjestelmän turvallisuutta.

Osa uusista palveluista ja teknologioista voivat kuitenkin johtaa kehitykseen, joka ei vastaa yhteiskunnan tavoitteita. Pääasiassa tämä tarkoittaa tilanteita, joissa autoilun kulkumuoto-osuus kasvaa. Merkittävimmät uhkakuvat ovat:

- Automaattiset henkilöautot lisäävät ovelta ovelle -autoilun helppoutta ja houkuttelevuutta erityisesti siksi, että ne laskevat kuljettajan ajan arvoa merkittävästi (matkalla voi esim. tehdä töitä). Samalla ne mahdollistavat autoilun myös niille, jotka aiemmin käyttivät muita kulkumuotoja. Lisäksi osa autojen ajosta tapahtuu ilman kuljetettavia. Erityisen suureksi riskit muodostuvat skenaariossa, jossa ihmiset omistavat itse autonsa. Sen sijaan automaattiajoneuvot osana MaaS-palveluita muodostavat huomattavasti pienemmän riskin.

- Myös muut henkilöautoihin pohjautuvat liikenteen palvelut (esim. yhteiskäyttöautot) voivat lisätä autoilun kulkutapaosuutta. Riski on kuitenkin merkittävästi pienempi kuin automaattiautojen yksityiskäytössä.

- Edulliset ja nopeat liikenteen palvelut (esim. kutsuohjattu joukkoliikenne) houkuttelevat käyttäjiä autoilijoiden ohella myös muista liikennemuodoista ja näin vähentävät kävelyn, pyöräilyn ja reittipohjaisen joukkoliikenteen kulkumuoto-osuutta.

- Automaattiset ajoneuvot voivat edellyttää omaa, nykyistä eristetympää ja kalliimpaa infraa.

- Vaihtoehtoiset käyttövoimat voivat lisätä autoilun hyväksyttävyyttä ja siten suoritetta.

Osa uusista palveluista ja teknologioista on jo nyt olemassa ja siten ne voivat yleistyä nopeastikin. Erityisesti pyöräilyä edistävät ratkaisut – kaupunkipyöräjärjestelmät sekä sähkö- ja kuormapyörät – ovat jo teknologisesti kypsiä, joten niiden tukemisella ja laajentamisella voidaan saada nopeasti hyviä tuloksia. Vastaavasti yhteiskäyttöautojen ja tiemaksujen osalta käytössä on kypsässä vaiheessa olevia teknologioita ja palveluita, jotka ovat esimerkiksi Keski-Euroopassa yleisesti käytössä. Myös näiden ratkaisujen MAL-vaikutukset ovat myönteisiä.

Tietyt palvelut ja teknologiat puolestaan ovat vielä kehitysasteella ja yleistyvät vasta pidemmällä aikajänteellä. Erityisesti automaattiajamiseen liittyvät teknologiat ovat vielä lapsenkengissään. Monet automaattiajamiseen yleensä yhdistetyt palvelut voidaan kuitenkin toteuttaa jo nyt: esimerkiksi kutsuohjattu joukkoliikenne voidaan luonnollisesti toteuttaa myös kuljettajan kanssa – kuten on tehtykin. Näissä palveluissa kuljettajattomuuden tärkein anti on aikanaan se, että palveluiden kustannusrakenne muuttuu huomattavasti edullisemmaksi. Jo nykyisten (kokeilu)palveluiden avulla voidaan kuitenkin testata, kuinka ihmiset niihin suhtautuvat. Tämän perusteella esimerkiksi kyytien jakamisen voimakkaan yleistymisen osalta lienee syytä olla skeptinen: nykyiset kimppakyytiratkaisut ovat menestyneet melko huonosti, eikä tilannetta suoraan paranna se, että autosta jää kuljettaja pois – ehkä jopa päinvastoin, turvallisuudentunteen heikentyessä. Myös omasta autosta ja siihen sisältyvästä omasta tilasta luopuminen saattaa olla kynnys nykyisille autonomistajille.

Ylipäätään on tärkeä huomata, että monet uusista uusista palveluista ja teknologioista tukevat toisiaan ja menestyvät nimenomaan osana kokonaisuutta, eivät yksinään:

- Kutsu- ja kysyntäohjautuvaan joukkoliikenteeseen on vaikea löytää kustannustehokasta mallia, mutta bussien automatisointi voi muuttaa palveluiden liiketoimintamallin suotuisaksi.

- MaaS-palvelut tekevät muiden palveluiden ja teknologioiden käytöstä helpompaa paketoimalla ne helppokäyttöisiksi kokonaisuuksiksi. Esimerkiksi satunnaisesti käytettävä yhteiskäyttöauto on houkuttelevampi, kun se on kiinteä osa muuta palvelutarjontaa.

- Pyöräilyn suosiota kasvattaa tällä hetkellä monta eri mahdollistajaa (kaupunkipyörät, sähköpyörät, kuormapyörät, parempi infra) ja ajuria (ekologisuus, jakamistalous, yms.).

Palveluiden markkinaehtoisuus vähentää mahdollisuuksia vaikuttaa kehitykseen suoraan suunnittelulla. Liikenteen ominaispiirteet saattavat ohjata kehitystä yhteiskunnan kannalta negatiivisen suuntaan, ellei liikenteen ulkoisvaikutuksia kuten ruuhkautumista, negatiivisia ympäristövaikutuksia ja tilan käyttöä sisällytetä käyttäjään kohdistuviin kustannuksiin. Tästä syystä on oleellista tunnistaa ja ottaa käyttöön vaikutuskeinot, joilla liikenteen markkinahäiriöt pystytään korjaamaan ja uhkakuvat torjumaan jo aikaisessa vaiheessa. Seudun kehityksen ohjaamiseksi tämä edellyttää ohjaustoimenpiteiden käyttöönottoa osaksi toimenpidepalettia jo ennen uhkakuvien toteutumista.

8.2 Suositukset

Työssä on laajasti käsitelty eri teknologioita ja palveluita ja niistä on nostettu keskeisimmät suositukset. Tämän lisäksi on tunnistettu muitakin aihepiiriin liittyviä hyviä toimenpidesuosituksia, joista kappaleen lopussa mainintoja.

Selvityksen perusteella työn suositukset toimenpiteistä kiteytyvät viiteen pääkohtaan:

1. **Kyytien jakaminen**
2. **Automaattiset autot jaettuina**
3. **Liikenteen hinnoittelu**
4. **Pyöräilyn edistäminen**
5. **Sähköautot.**

Kyytien jakaminen mahdollistaa kaluston ja infrastruktuurin tehokkaamman käytön ja vähentää matkoista aiheutuvia negatiivisia ulkoisvaikutuksia suhteessa yksin tehtyihin henkilöautomatkoihin.

Jaetut kyydit liittyvät olennaisesti autojen yhteisomistukseen ja muiden tahojen tarjoamiin yhteiskäyttöautoihin. Jaettuihin kyyteihin luetaan tässä tapauksessa henkilöautolla tai pienkalustobusseilla tehdyt matkat.

Jaetut kyydit tuovat uuden vaihtoehdon liikkumiseen. Yhteisomisteiset autot korvaavat auton omistamisen tarvetta ja tehostavat pysäköintitilojen käyttöä. Kuluttajien pääoma vapautuu muuhun käyttöön. Jaetut kyydit palvelevat myös joukkoliikenteen solmupaikkojen läheisyydessä liityntäliikenteenä.

Kyytien jakamisen yleistymiseen liittyy epävarmuuksia liittyen ihmisten halukkuuteen jakaa omaisuutta ja tilaa. Omistus- ja käyttömalleista riippumatta jaettuun henkilöauto- ja pienkalustoliikenteeseen liittyy edelleen kävelyä, pyöräilyä ja tehokkaasti liikennöityä joukkoliikennettä suurempia negatiivisia ulkoisvaikutuksia. Jaettuihin kyyteihin liittyvien kannusteiden ei tulisi kannustaa kuluttajia siirtymään henkilöauto- ja pienkalustoliikenteeseen kestävämmiltä kulkutavoilta. Hinnoittelu on merkittävä keino vaikuttaa näiden vaikutusten hallintaan.

Toimenpiteenä ehdotetaan eri järjestämistapojen ja liiketoimintamallien vaikutusten arviointia. Vaikutuksiltaan tarkoituksenmukaisia palveluja voidaan edistää pilottiprojektin ja kokeilujen kautta. Kyytipalvelujen infratarpeet kimppakyytiasemien, ja mahdollisten kimppakaistojen osalta suhteessa muihin kulkumuotoihin tulisi arvioida tarkemmin kannustustoimenpiteiden kohdentamista varten.

Automaattisten ajoneuvojen avulla on mahdollista parantaa tieliikenteen turvallisuutta, vähentää liikkumispalvelujen operointikustannuksia ja vapauttaa yksin henkilöautolla matkustavien aika muuhun käyttöön. Lisäksi pysäköintitilaa saadaan tarvittaessa vapautettua muuhun käyttöön, kun ajoneuvojen säilytys voidaan hoitaa keskitetysti siihen sopivilla alueilla. Yhteiskunnan kannalta parhaat hyödyt saadaan omistusmalleista, joissa ajoneuvot ovat useampien ihmisten käytössä ja yksittäisillä matkoilla ajoneuvo voi palvella useita matkustajia. Ilman jakamisen lisääntymistä automaattiajoneuvot voivat johtaa merkittävään ajoneuvosuoritteen kasvuun.

Automaattiajoneuvojen vaikutusten kannalta merkittävin riski liittyy ajoneuvosuoritteen kasvuun. Kun ajoneuvossaoloaika vapautuu auton kuljettamisesta muuhun käyttöön, uudet matkustajaryhmät voivat tehdä ajoneuvomatkoja yksin ja aiemmin kuljettajaresursseja vaatineiden liikkumispalvelujen kustannukset alenevat. Suoritteisiin ja niiden vaikutuksiin voidaan merkittävästi vaikuttaa ajoneuvoliikenteen ja liikennetilan hinnoittelulla.

Toimenpiteenä on oleellista etsiä käyttäjiä miellyttäviä ja taloudellisesti houkuttelevia omistusmalleja, jotta automaattiajoneuvojen jaettu käyttö yleistyy. Automaattiajoneuvojen kokeiluja kannattaa yhdistää kyydinjakopalveluiden kokeiluihin. Automaattiajamisen tuomat muutokset alueen maankäyttöön, asumiseen ja liikenteeseen on syytä tarkastella tarkemmin tapauskohtaisesti tulevissa kehityshankkeissa.

Työn suositus on, että **liikenteen dynaaminen hinnoittelu otetaan liikenteenhallintakeinona seudulla käyttöön**[1]. Nykyisin on olemassa erilaisia keinoja hinnoitella liikenteen negatiivisia ulkoisvaikutuksia dynaamisesti siten, että tieverkko ei ruuhkaudu ja on tehokkaasti käytössä. Maksut tarjoavat mahdollisuuden hallita autoliikenteen vaikutuksia sekä vaikuttaa negatiivisilta ulkoisvaikutuksiltaan kevyempien kulkumuotojen ja autoliikenteen keskinäiseen houkuttelevuuteen.

Liikennepalvelujen markkinaehtoistuessa liikenteen ulkoisvaikutusten hinnoittelun merkitys kasvaa, sillä henkilöauto- ja joukkoliikenteen suhteelliseen houkuttelevuuteen on perinteisesti vaikutettu joukkoliikennesubventioiden keinoin. Rahoitusmallien muuttuessa on oleellista pyrkiä korjaamaan käyttäjälleen matalien ulkoisvaikutuskustannusten ja paranevan henkilökohtaisen palvelutason aiheuttamaa henkilöautojen käytön kasvua. Oikein kohdennetulla hinnoittelulla voidaan vastata moniin automaattiajamisen, kyydinjakopalveluiden ja muiden henkilöauton käyttöä tukevien palveluiden uhkakuviin.

Lisäksi käyttövoimien uudistuminen edellyttää uusien hinnoittelumekanismien käyttöönoton, sillä perinteisten polttoaineiden vähentyessä myös niistä saatavat verotulot vähenevät liikenneverkon liittyvien kustannusten pysyessä ennallaan tai kasvaessa.

Laadittujen selvitysten perusteella ensimmäinen vaihe olisivat porttimalliin perustuvat tiemaksut.

Pyöräilyn uusia muotoja tuetaan parhaiten investoimalla pyöräilyinfraan ja -pysäköintiin seudulla. Erittäin suosituksi osoittautuneen kaupunkipyöräjärjestelmän mahdollisella laajentamisella sekä alueellisesti että toiminnallisesti voidaan edelleen laajentaa kestävien liikkumisvaihtoehtojen tarjontaa.

Päästötavoitteiden saavuttamisen kannalta keskeistä on saada sähköautojen ja ladattavien hybridien osuus seudun henkilöautoissa merkittävään kasvuun. Käyttövoimamuutoksilla vaikutetaan autoilun kasvihuonekaasu-, pienhiukkas- ja melupäästöihin. Käyttövoimamuutosten vaikutukset kohdistuvat tehokkaasti seudulle, mutta tilankäyttöön ja ruuhkiin liittyviä ongelmia niillä ei ratkaista.

Kaupungit ja valtio voivat merkittävästi edesauttaa sähköautojen ja niiden vaatiman latausinfran yleistymistä. Kunnat voivat suosia sähkö- ja hybridiautoja omissa kalustohankinnoissaan, rakentaa itse latauspisteitä julkisille paikoille tai tukea markkinaehtoisia kokeiluja latausinfran rakentamiseksi. Kaupungit voivat myös vaikuttaa latauspisteiden yleistymiseen ohjeistuksellaan uusissa asemakaava- ja liikennesuunnitteluhankkeissa.Toimenpidesuosituksena on, että sähköautojen latausverkkoa laajennetaan seudun reuna-alueille ja yksityisten latauspisteiden rakentamiseen kohdennetaan tukia. Uusien rakennushankkeiden tontinluovutusehdoissa tulee myös ottaa kantaan latauspaikkojen rakentamiseen varautumiseen ja itse toteutukseen.

Muut suositukset liittyvät uusien teknologioiden käyttöönoton nopeuttamiseen. Metron automatisointia tulee edistää matkustajakapasiteetin kasvattamiseksi.

---

[1] KUUMA-seutu esitti eriävän mielipiteen liikenteen hinnoittelua koskevasta suosituksesta

Monet uudet palvelut edellyttävät kattavaa, toimivaa tietoliikenneinfraa liikenneinfran rinnalla. Sujuvien matkaketjujen ja markkinaehtoisten palvelujen kannalta seutu voi merkittävästi edistää palvelujen teknistä yhteensopivuutta harmonisoimalla tiedonsiirtokäytäntöjä ja avaamalla uusia tietorajapintoja. Kaikissa uusissa palveluissa ja olemassa olevien palveluiden uudistamisessa on syytä kiinnittää huomiota tietojärjestelmien (ml. lippujärjestelmät) yhteensopivuuksien varmistamiseen, jolla varmistetaan käyttäjille saumattomat matkaketjut, käytettävyydeltään korkealaatuiset tietopalvelut ja monipuolinen liikkumispalvelujen tarjonta.

Uudet tiedonkeräystavat ja kehittyvä analytiikka tarjoavat merkittäviä mahdollisuuksia asiakasnäkökulmien vahvistamiseen suunnittelussa ja palvelujen yksilöinnissä. Näiden osalta seudun kunnat voivat merkittävästi edistää kehitystä hyödyntämällä kerättyä tietoa suunnittelussa ja jakamalla tietoja palvelutuottajien käyttöön yksityisyydensuojan huomioon ottaen.

Muuttuvassa maailmassa pitkäjänteinen suunnittelu edellyttää erilaisten tulevaisuuskuvien huomioonottamista suunnittelussa. Ratkaisuissa muuntojoustavuus korostuu. Esimerkiksi pysäköintiratkaisujen suunnittelussa kannattaa ottaa huomioon pysäköintitilojen uusiokäyttövaihtoehdot tilanteissa, joissa pysäköintipaikkojen tarve vähenee.

8.3 Lähteet

- Ajoneuvoliikenteen hinnoittelun teknistoiminnallinen selvitys, https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/hsl_julkaisu_4_2016_ajoneuvoliikenteen_hinnoitteluselvitys_teknistoiminnallinen.pdf
- The impact of Mobility as a Service concept to land use
- Airaksinen, S., Kataja, A., Järviluoma, N., Kallio, J., Tinnilä, M., Aalto, P. (2015), ”Joukkoliikenteen kilpailutuksia ja markkinoita koskeva tutkimus 2014”, Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 1/2015. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-047-6.
- Caarago , https://www.caara.fi/fi/go
- Copenhagenize 2017, http://www.copenhagenize.com/2017/05/arrogance-of-space-copenhagen-hans.html
- https://www.hsl.fi/sites/default/files/19_2016_auton_omistus_helsingin_seudulla.pdf
- Domino 2017, http://www.digitaltrends.com/cool-tech/dominos-pizza-delivery-robot/
- Fehr & Peers 2017. Effects of next-generation vehicles. http://www.fehrandpeers.com/fpthink/nextgenerationvehicles/. viitattu 3.8.2017
- Heha 2012, Helsingin seudun liikkumistutkimus
- Hietanen, S. and Tinnilä, M. (2017) ” MaaS disrupts the mobility market but where can money be made?, Eurotransport, Vol. 15, No. 2, pp. 4-7.
- HLJ https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/2015-03-03-hlj_2015-raportti.pdf
- http://www.digitaltrends.com/cool-tech/dominos-pizza-delivery-robot/.
- http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/123454/lts_2016-28_978-952-317-275-3.pdf?sequence=4
- http://www.hel.fi/static/kanslia/elo/raporttidiat-kevyet-citylogistiikkaratkaisut.pdf

- http://www.ilmastopaneeli.fi/uploads/selvitykset_lausunnot/TARVE,%20TOTTUMUKSET,%20TEKNIIKKA%20JA%20TALOUS%20%E2%80%93%20ILMASTONMUUTOKSEN%20HILLINN%C3%84N%20TOIMENPITEET%20LIIKENTEESS%C3%84.pdf
- http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2017/T285.pdf
- http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts_2015-10_sahkoavusteisten_polkupyorien_web.pdf
- http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts_2016-19_tieliikenteen_automatisoinnin_web.pdf
- https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/16332/master_Rantasila_Karri_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- https://tutcris.tut.fi/portal/files/3707357/rautiainen_1327.pdf
- https://www.trafi.fi/filebank/a/1461576365/fdb4c6b311fb1da01cf40bdf8fd33b5c/20473-Trafi_tutkimuksia_01-2015_-_Automaattiajaminen.pdf
- https://www.trafi.fi/filebank/a/1487147997/4f705c82fd6a3ec722b228467e1f2252/24182-Trafi_03_2017_Tutkimus_ymparistoystavallisesta_autoilusta.pdf
- Illinois 2017, https://www.kauppalehti.fi/uutiset/tarvitaan-vain-muutama-kuskiton-auto-ja-ruuhkat-ovat-historiaa/a6gx8cqi
- Kallio, J., Raulas, M. Tinnilä, M. (2015) “MaaS Services and Business Opportunities”, Research reports of the Finnish Transport Agency 56/2015
- Kauppalehti 2017, https://www.kauppalehti.fi/uutiset/sahkoautojen-latauspisteita-nousee-reilusti-lisaa/eiagrLPU
- Shladover, S. 2016. The Truth about "Self-Driving" Cars. Scientific American 12/2016.
- Sähköavusteisten polkupyörien tiekartta - kulkumuodon mahdollisuudet kestävän liikennejärjestelmän edistämisessä
- Talouselämä 2017, http://www.talouselama.fi/uutiset/sahkopyorat-tulevat-nopeimmat-kulkevat-jopa-45-km-h-syntyyko-trimmaamisesta-ongelmaa-6639382
- Uudet pysäköintiratkaisut osana älykästä liikennejärjestelmää, luonnos 2017
- Vegevesen 2017, http://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/Forskning+og+utvikling/pagaende-FoU-program/bylogistikk/prosjekter/mikroterminal-et-pilotprosjekt
- WSP 2017, Liikenteen infrastruktuuri tulevaisuuden mahdollistajana
- SAE 2014. Automated driving. https://www.sae.org/misc/pdfs/automated_driving.pdf
- Trafi 2015. Innamaa, S., Kanner, H., Rämä, P., Virtanen, A. Automaation lisääntymisen vaikutukset tieliikenteessä. https://www.trafi.fi/filebank/a/1461576365/fdb4c6b311fb1da01cf40bdf8fd33b5c/20473-Trafi_tutkimuksia_01-2015_-_Automaattiajaminen.pdf

9 Liitteet

Vaiheen I aikana valmistellut ja valitut sekä työpajassa työstetyt liikenteen uudet palvelut ja teknologiat canvakset, joissa on esitetty eri osakokonaisuuksien vaikutuksien sekä totetumisen todennäköisyyksiin ja vaikutuksiin.

1. Palvelu/teknologia
MaaS-/matkaketjupalvelut
Tarkenne (esim. käyttötapa)
Palvelukokonaisuudet matkaketjuihin (ml. uudenlaiset taksipalvelut)

Teema ja riippuvuudet	
Palvelut ja bisnesmallit	●●●
Ajoneuvoteknologia	●
Fyysinen ja digitaalinen infra	●
Logistiikka	-

Potentiaali / matkatyypit	
Työ- ja opiskelumatkat	●●
Ostos- ja asiointimatkat	●●●
Koulumatkat	●
Kuljetukset	-

Potentiaali / aluetyypit	
Jalankulkuyöh. / kantakaupunki	●●●
Jalankulkuyöh. / alakeskukset	●●●
Joukkoliikennevyöhyke	●●
Autovyöhyke	●

Vaikutus liikenteen kysyntään		
Kokonais-kysyntä/-suorite	●	Ristikkäisiä vaikutuksia: autottomilla voi jopa lisätä kysyntää liikkumisen helpottuessa/halventuessa, kun taas kyytien jakaminen puolestaan vähentää kokonaissuoritetta. Palvelukonseptit ja hinnoittelu isossa roolissa.
Kulkumuoto-osuudet	●●	Matkaketjujen/sekakäytön osuus kasvaa, riippuen kuitenkin palveluiden hinnoittelusta yms. Riskinä joukkoliikenteen ja kävely/pyöräilyn kulkumuoto-osuuksien lasku.
Koko matka	●	Autolla tehtävät koko matkat voivat lisääntyä (vrt. Uber USA).
Osana ketjua	●●	Tulevat palvelut lisännevät matkaketjujen/sekakäytön osuutta.

Yleistymisen arviointi		
Edistävät seikat	●●	Arvojen muutos (kaupungistuminen, palveluistuminen), teknologian kehitys (applikaatiot, robotisaatio), mahdollistava lainsäädäntö (Liikennekaari), isojen toimijoiden investoinnit.
Jarruttavat seikat	●●	Nykyiset tavat ja investoinnit (autonomistuksesta luopuminen hidasta). Nykyisten toimijoiden protektionismi, nykyinen lainsäädäntö ja teknologinen yhteensopimattomuus.
Vaikutusten max. suuruus	●●	MaaS-palvelut voivat muuttaa kulkumuoto-osuuksia merkittävästi kestävämpään suuntaan ja lisätä yksityisautoilun houkuttelevuutta.
Todennäk./ yleisyys 2030	●●	Erilaisia MaaS-palveluita lukuisia ja niiden käyttö on yleistä, erityisesti nykyisten liikkumistapojen täydentäjänä.
Todennäk. / yleisyys 2050	●●●	Valtaosa liikkumisesta hankitaan erilaisina palveluina – kestävien liikennemuotojen ja jakamisasteen osuus riippuu kuitenkin pitkälti palvelukonsepteista ja niiden hinnoittelusta.

Suhde MAL-kehitykseen		
Edellyttää	●	Liityntäpaikkojen ja vaihtoasemien rooli kasvaa, kun taas P-paikkojen tarve vähenee. Edellyttää digitaalista infraa, erit. rajapintoja. Joukkoliik. subventiot toteutettava uudella logiikalla.
Mahdollistaa	●●	Mahdollisuus nostaa merkittävästi kestävien liikennemuotojen kulkumuoto-osuutta, riippuen palveluiden hinnoittelusta yms.

Konkreettiset vaikutukset MAL-näkökulmasta		
YKR: tilantarve, toimintojen sijoitus, tiiviys	●●	Mahdollistaa kävelyn, pyöräilyn ja joukkoliikenteen osuuksien noston, mikä puolestaan kulkee käsi kädessä tiivistämisen kanssa. Toisaalta palveluiden potentiaali suurin valmiiksi tiiviillä alueilla ja lisäksi hinnoittelusta riippuen voi myös vähentää joukkoliikenteen kysyntää.
P-paikkojen tarve	●●	P-paikkojen tarve vähenee autottomuuden ja yhteiskäytön lisääntyessä. Liityntäpaikkojen tarve kuitenkin kasvaa.
Väyläkapa-siteetintarve	●	Saattaa hiukan vähentää hlö-autokapasiteetin tarvetta kulkumuoto-osuuksien muutoksen ja jakamisen lisääntymisen myötä.
Muu infratarve (pys./var./term.)	●	Erilliset hubi-pisteet yhteiskäyttöautoille. Otto-/jättö-paikkojen tarve lisääntyy liikenteen solmuissa.
Digi-infran tarve	●●	Matkaketjujen ja palvelupakettien muodostaminen edellyttää toimijoilta avoimia rajapintoja (mm. lippu- ja maksu-API:t).

Vaikutukset MAL-päätavoitteisiin			
Vetovoimaisuus ja saavutettavuus	●●	Ympäristöystävällisyys	●
Sos. kestävyys, turvall. ja terveell.	●●	Yhteiskuntataloudellisuus	●

Kuva 1 *MaaS- / Matkaketjupalvelut*

2. Palvelu/teknologia
Yhteiskäyttöautot & jaetut kyydit
Tarkenne (esim. käyttötapa)
C2C- (mm. ShareIT Bloxcar) ja B2C-mallit (mm. OP:n DriveNow)

Teema ja riippuvuudet	
Palvelut ja bisnesmallit	●●●
Ajoneuvoteknologia	●
Fyysinen ja digitaalinen infra	●
Logistiikka	●

Potentiaali / matkatyypit	
Työ- ja opiskelumatkat	●
Ostos- ja asiointimatkat	●●●
Koulumatkat	●
Kuljetukset	-

Potentiaali / aluetyypit	
Jalankulkuyöh. / kantakaupunki	●●●
Jalankulkuyöh. / alakeskukset	●●●
Joukkoliikennevyöhyke	●●
Autovyöhyke	●●

Vaikutus liikenteen kysyntään		
Kokonais-kysyntä/-suorite	-	Ei ainakaan lisäävää vaikutusta liikenteen kokonaiskysyntään.
Kulkumuoto-osuudet	●	Autollisten osalta vähentänee autoilua, koska käyttämisen kustannus selkeämpi kuin nykyään; sekakäytön ja matka-ketjujen osuus kasvaa. Autottomien osalta voi lisätä autoilua.
Koko matka	●●●	Lähtökohtaisesti hlö-autolla tehdään koko matka.
Osana ketjua	●	MaaS-palveluissa voi toimia osana ketjua.

Yleistymisen arviointi		
Edistävät seikat	●●	Jakamistalous, palveluistuminen ja keskusta-asumisen kasvu. Teknologia ja palvelut jo olemassa. Monet toimijat kiinnostuneita (autonvalmistajat, vakuutusyhtiöt).
Jarruttavat seikat	●●	Nykyiset asenteet ja investoinnit (auton omistamisesta hidas luopua). Hinnoittelumallit ja palvelujen saatavuus; vaatii laajan verkon riittävän palvelutason saavuttamiseen.
Vaikutusten max. suuruus	●●	Yleistyessään merkittävä vaikutus: yhteiskäyttöauto korvaa 10-30 omistusautoa. Potentiaali lähinnä suurilla ja riittävän tiiviillä kaupunkiseuduilla.
Todennäk./ yleisyys 2030	●●	Palveluita kohtuullisen laajasti käytössä erityisesti tiiviillä kaupunkilueella, 5-10 % automatkoista tehdään jaetuilla autoilla. Pääasiassa täydentää nykyistä liikkumista (esim. kakkosauton korvaajana).
Todennäk. / yleisyys 2050	●●●	Kaupungeissa n. 50 % jaettuja autoja, pääasiassa osana laajempia palvelupaketteja. Käyttäjistä noin puolet autosta luopuneita ja puolet aiemmin autottomia.

Suhde MAL-kehitykseen		
Edellyttää	●●	Yleistyminen edellyttää pysäköintipaikkojen hinnoittelun markkinaehtoistumista (erityisesti pysäköintinormista luopumista); lisäksi edellyttää nimettyjä pysäköintipisteitä.
Mahdollistaa	●●●	Vähentää pysäköintipaikkojen tarvetta merkittävästi erityisesti siellä missä niistä on pulaa. Tehostaa autojen käyttöastetta ja vähentää erityisesti kakkosautojen tarvetta.

Konkreettiset vaikutukset MAL-näkökulmasta		
YKR: tilantarve, toimintojen sijoitus, tiiviys	●●	Sekakäyttö yleistyy. Erityisesti p-paikkojen tarve vähenee, mikä tukee tiivistämistä. Hyvän palvelutarjonnan alueilla voi kuitenkin jopa lisätä autoilua, riippuen hinnoittelusta.
P-paikkojen tarve	●●●	Vähentää yksityisautojen pysäköintitarvetta merkittävästi (yksi yhteiskäyttöauto voi korvata jopa kymmeniä omistusautoja); toisaalta edellyttää nimettyjä pysäköintipisteitä hyviin sijainteihin.
Väyläkapa-siteetintarve	-	Korkeintaan marginaalinen vaikutus.
Muu infratarve (pys./var./term.)	●	Edellyttää autojen nouto-, palautus- ja huoltopisteitä.
Digi-infran tarve	-	

Vaikutukset MAL-päätavoitteisiin			
Vetovoimaisuus ja saavutettavuus	●	Ympäristöystävällisyys	●
Sos. kestävyys, turvall. ja terveell.	●	Yhteiskuntataloudellisuus	●●●

Kuva 2 *Yhteiskäyttöautot ja jaetut kyydit*

3. Palvelu/teknologia
Kutsuohjattu joukkoliikenne
Tarkenne (esim. käyttötapa)
Kutsu-/kysyntäohjautuva joukkoliikenne pikkubussein (mm. KutsuPlus)

Teema ja riippuvuudet	
Palvelut ja bisnesmallit	●●●
Ajoneuvoteknologia	●
Fyysinen ja digitaalinen infra	●
Logistiikka	-

Potentiaali / matkatyypit	
Työ- ja opiskelumatkat	●●
Ostos- ja asiointimatkat	●●
Koulumatkat	●●
Kuljetukset	-

Potentiaali / aluetyypit	
Jalankulkuyöh. / kantakaupunki	●
Jalankulkuyöh. / alakeskukset	●●
Joukkoliikennevyöhyke	●●●
Autovyöhyke	●●

Vaikutus liikenteen kysyntään		
Kokonais-kysyntä/-suorite	-	Saattaa marginaalisesti lisätä kokonaiskysyntää saavutettavuuden parantuessa.
Kulkumuoto-osuudet	●●	Palveluista ja hinnoittelusta riippuen kysyntä siirtyy reittijoukko-liikenteestä ja autoista; matkaketjut/sekakäyttö kasvaa.
Koko matka	●●	Lyhyemmillä matkoilla (max. 15 km) koko matka.
Osana ketjua	●●	Osana matkaketjuja, erityisesti last mile -ratkaisuna.

Yleistymisen arviointi		
Edistävät seikat	●●	Tarve joukkoliikenne- ja autovyöhykkeiden parempaan palvelutasoon. Digitaalisten palveluiden kehitys. Taksilain-säädännön avautuminen (Liikennekaari/ liikennepalvelulaki).
Jarruttavat seikat	●●	Kustannukset nykyissä ratkaisuissa korkeat, kannattava toiminta edellyttäisi suurta asiakaspohjaa (ts. riittävän tiivistä kaupunkiseutua). Nykyiset tottumukset ja palvelutyypin uutuus (ei osata sijoittaa palvelukentässä). Nykyiset joukkoliikenteen subventiomallit.
Vaikutusten max. suuruus	●●	Laajasti toteutuessaan voi vaikuttaa merkittävästi mm. reittijoukkoliikenteeseen ja vähentää tarvetta talouksien kakkosautolle.
Todennäk./ yleisyys 2030	●	Käytössä ja pilotoitu monissa maissa, kannattavia malleja kuitenkin vaikea löytää. Yleistyy jossakin muodossa rajatuilla alueilla, esim. työmatkaliikenteen last mile -ratkaisuna.
Todennäk. / yleisyys 2050	●●	Nykyisillä reunaehdoilla laaja yleistyminen ei näytä todennäköiseltä; autonomisten kulkuneuvojen osalta kutsuohjautuva jaettu liikenne on kuitenkin erittäin potentiaalinen malli.

Suhde MAL-kehitykseen		
Edellyttää	●	Edellyttää joukkoliikenteen uudelleenmäärittelyä. Voi heikentää tietyn reittijoukkoliikenteen kysyntää. Asettaa painetta joukkoliikenteen subventiomalleihin.
Mahdollistaa	●●	Mahdollistaa nykyistä edullisemmat matkaketjut ilman omaa autoa ja näin tukee MAL-työtä.

Konkreettiset vaikutukset MAL-näkökulmasta		
YKR: tilantarve, toimintojen sijoitus, tiiviys	●	Lisää joukkoliikenteen käyttöä parantamalla runkoverkkojen ulkopuolisten alueiden palvelutasoa ja laskemalla hintatasoa (taksiin verrattuna). Näin tukee yhdyskuntarakenteen tiivistämistä.
P-paikkojen tarve	●	Vähentää jonkin verran joukkoliikenteen kulkumuoto-osuuksien muuttuessa. Lityntäpaikkojen tarve vähenee.
Väyläkapa-siteetintarve	●	Suurin potentiaali lienee ruuhkahuippujen työ- ja opiskelumatkoissa, jolloin vähentää autoinfran tarvetta.
Muu infratarve (pys./var./term.)	-	Käyttää pääosin nykyistä infraa.
Digi-infran tarve	-	

Vaikutukset MAL-päätavoitteisiin			
Vetovoimaisuus ja saavutettavuus	●	**Ympäristöystävällisyys**	●
Sos. kestävyys, turvall. ja terveell.	●	**Yhteiskuntataloudellisuus**	●

Kuva 3 *Kutsuohjattu joukkoliikenne*

4. Palvelu/teknologia
Tavarankuljetuspalvelut
Tarkenne (esim. käyttötapa)
Verkkokaupan kuljetukset kotiin/töihin/automaatteihin, ml. ruoka.

Teema ja riippuvuudet	
Palvelut ja bisnesmallit	●●
Ajoneuvoteknologia	-
Fyysinen ja digitaalinen infra	●
Logistiikka	●●●

Potentiaali / matkatyypit	
Työ- ja opiskelumatkat	-
Ostos- ja asiointimatkat	●●●
Koulumatkat	-
Kuljetukset	●●●

Potentiaali / aluetyypit	
Jalankulkuyöh. / kantakaupunki	●●
Jalankulkuyöh. / alakeskukset	●●●
Joukkoliikennevyöhyke	●●●
Autovyöhyke	●●

Vaikutus liikenteen kysyntään		
Kokonais-kysyntä/-suorite	●	Vähentää liikennettä ostosmatkojen harventuessa, edellyttää kuitenkin kuljetusyhtiöiltä tehokasta kuljetusten yhdistelyä.
Kulkumuoto-osuudet	●●	Lisää (lähinnä kevyttä) jakeluliikennettä, vähentää muuta liikennettä.
Koko matka	-	
Osana ketjua	-	

Yleistymisen arviointi		
Edistävät seikat	●●	Ostonkäyttäytymisen muutos, ts. verkkotilaamisen erittäin voimakas kasvu, teknologian kehitys (digitaaliset palvelut), palveluistuminen, auton omistuksen väheneminen.
Jarruttavat seikat	●●	Toiminnan kustannukset/kannattavuus: mitä pienempiä ja aikakriittisempiä kuljetuksia, sitä enemmän edellyttää palveluiden käyttäjiä ja siten riittävän tiivistä kaupunkirakennetta. Ruuan osalta kylmäketjut ja keräily lisäävät kustannuksia. Tarve tehokkaammille jakeluvarastoille ja tilojen löytämisen vaikeus kantakaupungista.
Vaikutusten max. suuruus	●●	Ostosmatkat vähenevät, jakeluliikenne lisääntyy ja kaupan suuryksiköiden kysyntä vähentyy.
Todennäk./ yleisyys 2030	●●	Palveluiden tarjonta ja kysyntä etenee jo nyt nopeasti: verkkokaupan osuus 2-kertaistumassa v. 2020 mennessä.
Todennäk. / yleisyys 2050	●●●	Jopa valtaosa kuluttajatavarakaupasta kotiinkuljetuksella, myös ruuan osalta. Lisäksi palvelut kytkeytyvät osaksi muita liikkumisen palveluita.

Suhde MAL-kehitykseen		
Edellyttää	●●	Edellyttää uusia/uudenlaisia jakelukeskuksia ja muuta jakeluinfraa. Edellyttää digitaalista infraa ja uusia palveluita.
Mahdollistaa	●●	Vähentää liikennetarvetta. Mahdollistaa uudenlaisen kaupunkirakenteen, jossa vähemmän kaupan suuryksiköitä.

Konkreettiset vaikutukset MAL-näkökulmasta		
YKR: tilantarve, toimintojen sijoitus, tiiviys	●●	Vähentää jonkin verran liikennetarvetta ja mahdollistaa tiivistämisen. Kaupan (suur)yksiköiden kysyntä vähenee ja tarve painottuu jakelukeskuksiin, joiden sijoittelu vapaampaa. Liian tiivis rakenne kuitenkin vaikeuttaa jakelua.
P-paikkojen tarve	●	Vähenee jonkin verran ostos- ja asiointimatkojen vähentyessä. Asuntojen läheisyyteen tarvitaan jakeluruutuja.
Väyläkapa-siteetintarve	●	Vähenee jonkin verran ostos- ja asiointimatkojen vähentyessä.
Muu infratarve (pys./var./term.)	●●●	Kaupan (suur)yksiköt korvautuvat vähitellen jakelukeskuksilla. Erilaisten jakelufleettien tarve kasvaa, jolloin myös varikkoinfran tarve kasvaa.
Digi-infran tarve	●	Tehokas kuljetustenyhdistely edellyttää toimijoiden välistä yhteistyötä ja tehokasta datan hyödyntämistä.

Vaikutukset MAL-päätavoitteisiin			
Vetovoimaisuus ja saavutettavuus	●●	**Ympäristöystävällisyys**	●
Sos. kestävyys, turvall. ja terveell.	●●	**Yhteiskuntataloudellisuus**	-

Kuva 4 *Tavarankuljetuspalvelut*

5. Palvelu/teknologia	
Kaupunkipyöräjärjestelmät	
Tarkenne (esim. käyttötapa)	
Asemapohjaiset ja kelluvat järjestelmät; myös sähköavusteiset pyörät	

Teema ja riippuvuudet	
Palvelut ja bisnesmallit	●●●
Ajoneuvoteknologia	●●
Fyysinen ja digitaalinen infra	●●
Logistiikka	-

Potentiaali / matkatyypit	
Työ- ja opiskelumatkat	●●
Ostos- ja asiointimatkat	●●
Koulumatkat	●
Kuljetukset	-

Potentiaali / aluetyypit	
Jalankulkuvyöh. / kantakaupunki	●●●
Jalankulkuvyöh. / alakeskukset	●●
Joukkoliikennevyöhyke	●
Autovyöhyke	-

Vaikutus liikenteen kysyntään		
Kokonais-kysyntä/-suorite	-	Ei merkittävää vaikutusta kysyntään.
Kulkumuoto-osuudet	●●	Ennen kaikkea lisää matkaketjujen osuutta toimimalla sujuvana last mile -osuutena. Lisää pyöräilyn osuutta lyhyillä matkoilla kaikkien muiden muotojen kustannuksella.
Koko matka	●	Lyhyillä matkoilla korvaa muilla muodoilla tehtyjä matkoja.
Osana ketjua	●●●	Pidemmillä matkoilla last mile -ratkaisuna osana matkaketjuja.

Yleistymisen arviointi		
Edistävät seikat	●●	Arvo- ja asennemuutokset, mm. auton omistamisen väheneminen, terveysvaikutukset, hyvä palvelutaso ja edullinen hinnoittelu, hyvät kokemukset järjestelmän ensimmäisestä vaiheesta. Tulevaisuudessa alueen laajentuminen, pyörien sähköistyminen ja ympärivuotisuus.
Jarruttavat seikat	●	Sääolosuhteet talvella. Potentiaalia riittävän tiiviillä keskusta-maisilla alueilla. Puutteellinen infra ja kunnossapitotaso. Melko suuri alkuinvestointi, joka poliittisissa käsissä.
Vaikutusten max. suuruus	●●	Kaupunkipyörien (ja muun pyöräilyn) potentiaali suuri: mm. Kööpenhaminassa pyöräilyn osuus kantakaupungissa 50 %.
Todennäk./ yleisyys 2030	●●●	Ensimmäinen vaihe oli menestys ja järjestelmä on juuri laajenemassa. Laajentunee myös pk-seudun alakeskuksiin sekä muihin seudun suurimpiin keskuksiin.
Todennäk. / yleisyys 2050	●●●	Polkupyörät sähköistyvät ja mahdollistavat entistä pidemmät ajomatkat, kytkeytyen osaksi muita matkaketjupalveluita. . Mahdollisesti kilpailevia (kelluvia) järjestelmiä.

Suhde MAL-kehitykseen		
Edellyttää	●●	Pyöräinfran kehittäminen (määrä, laatu, jatkuvuus, kunnossapito). Asemien sijoittelu optimaalisille paikoille.
Mahdollistaa	●●●	Tukee MAL-tavoitteita matkaketjujen ja kestävän liikkumisen yleistyessä, erityisesti last mile -rooli merkittävä.

Konkreettiset vaikutukset MAL-näkökulmasta		
YKR: tilantarve, toimintojen sijoitus, tiiviys	●●	Lisää kestävien kulkumuotojen osuutta ja siten mahdollistaa tiiviimmän kaupunkirakenteen. Potentiaalia lähinnä kaupunkimaisilla alueilla.
P-paikkojen tarve	●	Lisää hiukan pyöräpysäköinnin tarvetta, vähentää jonkin verran autopaikkojen tarvetta keskustassa. Liityntäpysäköinnin tarve alakeskuksissa/joukkoliikennevyöhykkeellä voi kasvaa.
Väyläkapa-siteetintarve	●●	Lisää pyöräinfran tarvetta (määrä, laatu, jatkuvuus ja kunnossapito). Erityisesti mahdollinen ympärivuotisuus edellyttää uudenlaista panostusta.
Muu infratarve (pys./var./term.)	●	Pyöräasemien sijoittelu liikenteen solmukohtiin ja keskeisiin asiointikohteisiin.
Digi-infran tarve	●	Rajapinnat muihin liikkumisen palveluihin.

Vaikutukset MAL-päätavoitteisiin			
Vetovoimaisuus ja saavutettavuus	●●	Ympäristöystävällisyys	●●●
Sos. kestävyys, turvall. ja terveell.	●●●	Yhteiskuntataloudellisuus	●●

Kuva 5 *Kaupunkipyöräjärjestelmät*

6. Palvelu/teknologia	
Liikenteen dynaaminen ohjaus	
Tarkenne (esim. käyttötapa)	
Liikennevalot, pysäköinti, häiriöohjaus, navigointi/reittioppaat,...	

Teema ja riippuvuudet	
Palvelut ja bisnesmallit	●●
Ajoneuvoteknologia	●●
Fyysinen ja digitaalinen infra	●●●
Logistiikka	●

Potentiaali / matkatyypit	
Työ- ja opiskelumatkat	●●●
Ostos- ja asiointimatkat	●●
Koulumatkat	●
Kuljetukset	●

Potentiaali / aluetyypit	
Jalankulkuvyöh. / kantakaupunki	●
Jalankulkuvyöh. / alakeskukset	●●
Joukkoliikennevyöhyke	●●●
Autovyöhyke	●

Vaikutus liikenteen kysyntään		
Kokonais-kysyntä/-suorite	-	Ei suoraa vaikutusta kokonaiskysyntään; marginaalisesti voi lisätä sujuvuuden parantuessa.
Kulkumuoto-osuudet	●	Riippuu eri liikennemuotojen palveluista. Kaikissa lisää sujuvuutta/luotettavuutta ja lisää resurssitehokkuutta. Lisännee matkaketjujen osuutta.
Koko matka	-	-
Osana ketjua	●●	Paremman informaation ja ohjauksen myötä lisää matkaketjujen sujuvuutta ja houkuttelevuutta.

Yleistymisen arviointi		
Edistävät seikat	●●●	Yleinen digitaalisuuskehitys, kuluttajien päätelaitteiden kehitys, kasvaneet palveluodotukset, julkishallinnon aktiivisuus (esim. datan avaaminen), kokeilut ja pilotit ja vaatimukset resurssitehokkuudesta.
Jarruttavat seikat	●●	Edellyttää fyysisen ja digitaalisen infran kehittämistä, erityisesti vaatimukset reaaliaikaiselle tilannekuvalle. Näin ollen julkishallinnon rooli kriittinen.
Vaikutusten max. suuruus	●●	Erilaisten teknologioiden ja palveluiden yksittäisvaikutukset pieniä, mutta yhteisvaikutus voi olla huomattava.
Todennäk./ yleisyys 2030	●●●	Teknologiat ja palvelut kehittyvät ja yleistyvät parasta aikaa monella rintamalla. Pääosa järjestelmistä kehittyy riittävälle tasolle 2020-luvun aikana (mm. 5G).
Todennäk. / yleisyys 2050	●●●	Kaikki tällä hetkellä tiedossa olevat teknologiat/palvelut laajassa käytössä.

Suhde MAL-kehitykseen		
Edellyttää	●●	Palvelut edellyttävät digitaalista infraa (5G, ITS-ratkaisut, yms.) ja reaaliaikaista tilannekuvaa.
Mahdollistaa	●●	Parantaa resurssienkäyttöä (infra, p-paikat, ajoneuvot, logistiikka) ja turvallisuutta; mahdollistaa uudenlaiset matka- ja kuljetuspalvelut asiakkaille; tukee tiivistävää kaupunkikehitystä.

Konkreettiset vaikutukset MAL-näkökulmasta		
YKR: tilantarve, toimintojen sijoitus, tiiviys	●●	Liikenteen kokonaisuuden hallinta ja ohjaus uudella tasolla mahdollistaa väyläinfran, pysäköintipaikkojen ja kulkuneuvojen tehokkaamman käytön ja siten tiiviimmän rakentamisen.
P-paikkojen tarve	●●	Voi vähentää erittäin merkittävästi, mikäli kaikki paikat saadaan yhteiskäyttöön ja dynaamisesti ohjatuiksi.
Väyläkapa-siteetintarve	●●	Voi vähentää merkittävästi, mikäli ruuhkapiikkejä saadaan tasoitettua dynaamisen ohjauksen avulla.
Muu infratarve (pys./var./term.)	●	Parempi logistiikan ohjaus ja ajoitus voi vähentää terminaali yms. tarpeita, tuskin kuitenkaan merkittävästi.
Digi-infran tarve	●●	Palveluiden pohjaksi tarvitaan digitaalista infraa (5G, ITS-ratkaisut, yms.) ja reaaliaikaista tilannekuvaa.

Vaikutukset MAL-päätavoitteisiin			
Vetovoimaisuus ja saavutettavuus	●	Ympäristöystävällisyys	-
Sos. kestävyys, turvall. ja terveell.	●	Yhteiskuntataloudellisuus	●●

Kuva 6 *Liikenteen dynaaminen ohjaus*

7. Palvelu/teknologia
Tiemaksut
Tarkenne (esim. käyttötapa)
Joko portteihin tai ajoneuvojen paikannukseen perustuva järjestelmä

Teema ja riippuvuudet	
Palvelut ja bisnesmallit	●●
Ajoneuvoteknologia	●
Fyysinen ja digitaalinen infra	●●●
Logistiikka	●

Potentiaali / matkatyypit	
Työ- ja opiskelumatkat	●●●
Ostos- ja asiointimatkat	●
Koulumatkat	●
Kuljetukset	●

Potentiaali / aluetyypit	
Jalankulkuyöh. / kantakaupunki	●
Jalankulkuyöh. / alakeskukset	●●
Joukkoliikennevyöhyke	●●●
Autovyöhyke	●●●

Vaikutus liikenteen kysyntään		
Kokonais-kysyntä/-suorite	●	Ohjataan tieliikennettä muihin muotoihin ja ruuhka-aikojen ulkopuolelle. Voi myös vähentää kokonaiskysyntää.
Kulkumuoto-osuudet	●●●	Erityisesti ruuhka-aikoihin (työmatkat) vähentää autoilua ja lisää joukkoliikennettä, kävelyä ja pyöräilyä.
Koko matka	-	-
Osana ketjua	●●	Kannustaa sekakäyttöön ja matkaketjuihin.

Yleistymisen arviointi		
Edistävät seikat	●●●	Kestävän liikkumisen tavoitteet kokonaisuudessaan (erityisesti päästöt), teknologian kehittyminen, markkinaehtoistuminen, lainsäädäntö. Asenteet muuttuneet positiivisemmiksi.
Jarruttavat seikat	●●	Poliittinen tahto ja asenneilmasto (lakiesitys kaatui, haluttomuus maksaa), yksityisyyshuolet.
Vaikutusten max. suuruus	●●●	Muuttaa kulkumuoto-osuuksia merkittävästi ja vähentää uuden tieinfran tarvetta leikkaamalla ruuhkapiikkejä.
Todennäk./ yleisyys 2030	●●	Hyvin todennäköisesti käytössä jonkinlainen malli. Ensimmäisenä otettaneen käyttöön porttimalli, myöhemmin kilometripohjainen.
Todennäk. / yleisyys 2050	●●●	Käytössä erittäin todennäköisesti kokonaisvaltainen paikkatietoon perustuva malli, jossa huomioidaan niin sijainti, ajankohta kuin ajomatkakin.

Suhde MAL-kehitykseen		
Edellyttää	●●	Edellyttää luotettavaa maksujärjestelmää. Lisäksi edellyttää liityntäparkkipaikkoja ja joukkoliikenteen runkoyhteyksiä.
Mahdollistaa	●●●	Mahdollistaa kaupunkirakenteen tiivistämisen sekä kestävien liikennemuotojen kehittämisen. Tehokas keino liikenteen negatiivisten vaikutusten minimointiin. Lisäksi luo pohjan erilaisille dynaamisesti hinnoitelluille liikenteen palveluille.

Konkreettiset vaikutukset MAL-näkökulmasta		
YKR: tilantarve, toimintojen sijoitus, tiiviys	●●●	Autoilun kohoava hinta johtaa kestävien kulkumuotojen lisääntymiseen ja tiivistävään kehitykseen. Halvemman autoilun alueilla autoilu voi paikallisesti kasvaa.
P-paikkojen tarve	●●	Vähentää pysäköinnin tarvetta ydinalueilla kulkumuoto-osuuksien muuttuessa. Liityntäpysäköinnin tarve lisääntynee.
Väyläkapa-siteetintarve	●●	Pienentävä vaikutus autoilun sisääntuloväylille, kasvattava joukkoliikenteen runkoyhteyksille.
Muu infratarve (pys./var./term.)	-	
Digi-infran tarve	●●●	Edellyttää luotettavaa maksujärjestelmää, joko portaalein tai satelliittiseurannalla toteutettuna.

Vaikutukset MAL-päätavoitteisiin			
Vetovoimaisuus ja saavutettavuus	-	Ympäristöystävällisyys	●●●
Sos. kestävyys, turvall. ja terveell.	●	Yhteiskuntataloudellisuus	●●●

Kuva 7 *Tiemaksut*

8. Palvelu/teknologia
Vaihtoehtoiset käyttövoimat
Tarkenne (esim. käyttötapa)
Sähköajoneuvot; bio-, kaasu- ja vetyajoneuvot

Teema ja riippuvuudet	
Palvelut ja bisnesmallit	-
Ajoneuvoteknologia	●●●
Fyysinen ja digitaalinen infra	●●●
Logistiikka	●●

Potentiaali / matkatyypit	
Työ- ja opiskelumatkat	●●
Ostos- ja asiointimatkat	●●
Koulumatkat	●●
Kuljetukset	●●

Potentiaali / aluetyypit	
Jalankulkuyöh. / kantakaupunki	●●
Jalankulkuyöh. / alakeskukset	●●
Joukkoliikennevyöhyke	●●●
Autovyöhyke	●●●

Vaikutus liikenteen kysyntään		
Kokonais-kysyntä/-suorite	-	Ei merkittävää vaikutusta liikenteen kokonaiskysyntään.
Kulkumuoto-osuudet	●	Saattaa lisätä autoilun hyväksyttävyyttä ja siten kulkutapaosuutta.
Koko matka	-	-
Osana ketjua	-	-

Yleistymisen arviointi		
Edistävät seikat	●●●	Paine päästöjen vähentämiseen (-50% tavoite), ajoneuvoteknologian kehitys ja suurten autonvalmistajien investoinnit, sähköautojen latausinfran laajeneminen (mm. OP/Fortum), kuluttajien arvomuutokset.
Jarruttavat seikat	●●	Autokannan hidas uusiutuminen (keski-ikä 11 v.). Useita eri teknologioita joihin liittyy epävarmuuksia (erit. vety). Vaativat uutta lataus- ja jakeluinfraa, jonka kannattavuus edellyttää riittävää asiakaskuntaa.
Vaikutusten max. suuruus	●●	MAL-vaikutukset melko vähäiset, mutta päästövaikutukset suuret.
Todennäk./ yleisyys 2030	●●	Uusista autoista vähintään: ladattavat hybridit n. 40 %, sähköautot n. 15 % ja vetyautot n. 5 %.
Todennäk. / yleisyys 2050	●●●	Uusista autoista korkeintaan murto-osa perinteisellä polttomoottoritekniikalla.

Suhde MAL-kehitykseen		
Edellyttää	●●	Edellyttää kattavaa lataus- ja tankkausinfraa. Saattaa lisätä autoilun hyväksyttävyyttä ja osuutta erityisesti autovyöhykkeellä.
Mahdollistaa	●●	Päästöjen väheneminen erityisesti paikallisesti keskusta-alueilla, pitemmällä tähtäimellä nollaan 2050 mennessä.

Konkreettiset vaikutukset MAL-näkökulmasta		
YKR: tilantarve, toimintojen sijoitus, tiiviys	●●	Uudet käyttövoimat edellyttävät uutta tai täydennettyä lataus- ja jakeluverkostoa. Haja-asutusalueella voi lisätä autoiluinfran tarvetta. Vaikutuksia sähkön kulutukseen (kasvaa) ja sähköverkkoon (piikkien tasaaminen). Päästöjen ja melun vähentyminen mahdollistaa tiivimmän rakentamisen.
P-paikkojen tarve	●	Latauspaikkojen tarve kasvaa. Liityntäpaikkojen määrä kasvaa, mikäli autot osana liikennepalveluita.
Väyläkapa-siteetintarve	-	Saattaa marginaalisesti lisätä tarvetta haja-asutusalueella.
Muu infratarve (pys./var./term.)	-	Ei vaikutusta.
Digi-infran tarve	●	Älykäs latausinfra.

Vaikutukset MAL-päätavoitteisiin			
Vetovoimaisuus ja saavutettavuus	-	Ympäristöystävällisyys	●●●
Sos. kestävyys, turvall. ja terveell.	●●	Yhteiskuntataloudellisuus	-

Kuva 8 *Vaihtoehtoiset käyttövoimat*

9. Palvelu/teknologia
Sähkö- ja kuormapyörät
Tarkenne (esim. käyttötapa)
Sähköiset pyörät ja muut henkilökuljettimet; myös last mile -rahti

Teema ja riippuvuudet	
Palvelut ja bisnesmallit	●
Ajoneuvoteknologia	●●●
Fyysinen ja digitaalinen infra	●
Logistiikka	●●●

Potentiaali / matkatyypit	
Työ- ja opiskelumatkat	●●●
Ostos- ja asiointimatkat	●●●
Koulumatkat	●●
Kuljetukset	●●●

Potentiaali / aluetyypit	
Jalankulkuyöh. / kantakaupunki	●●●
Jalankulkuyöh. / alakeskukset	●●●
Joukkoliikennevyöhyke	●●●
Autovyöhyke	●●

Vaikutus liikenteen kysyntään		
Kokonais-kysyntä/-suorite	-	Henkilöliikenteessä ei todennäköisesti suoraa vaikutusta. Last mile -jakelun yleistyessä ostosmatkat voivat vähentyä, mutta vastaavasti tavaraliikenne lisääntyy.
Kulkumuoto-osuudet	●●	Henkilöliikenteessä pyöräilyn osuus lisääntyy erityisesti 5-10 km matkoilla. Tavaraliikenteessä sekä kasvua että siirtymää pakettiautoista kuormapyöriin.
Koko matka	-	Sähköavusteisuus lisää houkuttelevuutta pidemmillekin kuljetusmatkoille. Ei liityntäpysäköinnin käyttöä.
Osana ketjua	●●	Lisää matka- ja kuljetusketjuja tarjoten joustavan last mile -ratkaisun.

Yleistymisen arviointi		
Edistävät seikat	●●	Pyöräinfran määrän, laadun, jatkuvuuden ja kunnossapidon parantaminen, jakeluinfran kehittyminen, pyöräteknologian kehittyminen, asennemuutokset.
Jarruttavat seikat	●	Nykyiset asenteet, pyörä- ja jakeluinfran puutteet/sopimattomuus uusiin toimintamalleihin, sääolosuhteet osan aikaa vuodesta.
Vaikutusten max. suuruus	●●	Huomattava vaikutus sekä pyöräilyn kulkutapaosuuteen että jakelulogistiikaan.
Todennäk./ yleisyys 2030	●●●	Tulee yleistymään voimakkaasti alakeskuksissa ja jopa joukkoliikennevyöhykkeillä sähköavusteisuuden vuoksi: Hollannissa sähköpyöriä jo 30 % myydyistä pyöristä, Suomessa 2 %.
Todennäk. / yleisyys 2050	●●	Sama kehitys jatkuu, ei näköpiirissä radikaalia muutosta.

Suhde MAL-kehitykseen		
Edellyttää	●●	Edellyttää nykyistä huomattavasti parempaa pyöräinfraa (määrä, laatu, jatkuvuus, kunnossapito).
Mahdollistaa	●●	Tukee huomattavasti tavoitetta lisätä kävellen ja pyörällä tehtäviä matkoja 20 prosentilla.

Konkreettiset vaikutukset MAL-näkökulmasta		
YKR: tilantarve, toimintojen sijoitus, tiiviys	●●	Pyöräilyn kulkutapaosuuden kasvu mahdollistaa tiiviimmän kaupunkirakenteen. Last mile -jakelun yleistyminen voi vähentää/muuttaa kauppapaikkojen tarvetta.
P-paikkojen tarve	●●	Vähentää autojen ja lisää merkittävästi pyörien paikkatarvetta (huom. kuormapyörien tilantarve melko suuri, mutta autopaikkaa pienempi).
Väyläkapa-siteetintarve	●●	Lisää merkittävästi pyöräinfran määrä-, laatu-, jatkuvuus- ja kunnossapitovaatimuksia.
Muu infratarve (pys./var./term.)	●	Uudenlaiset keskustaterminaalit lähijakeluun ja niiden tuki kehäteiden etäisyydellä.
Digi-infran tarve	-	-

Vaikutukset MAL-päätavoitteisiin			
Vetovoimaisuus ja saavutettavuus	-	Ympäristöystävällisyys	●●●
Sos. kestävyys, turvall. ja terveell.	●●	Yhteiskuntataloudellisuus	●

Kuva 9 *Sähkö- ja kuormapyörät*

10. Palvelu/teknologia
Kuljettajaton joukkoliikenne
Tarkenne (esim. käyttötapa)
Metrot, raitiovaunut ja bussit nykyisellä toimintalogiikalla

Teema ja riippuvuudet	
Palvelut ja bisnesmallit	-
Ajoneuvoteknologia	●●●
Fyysinen ja digitaalinen infra	●●●
Logistiikka	-

Potentiaali / matkatyypit	
Työ- ja opiskelumatkat	●●
Ostos- ja asiointimatkat	●●
Koulumatkat	●●
Kuljetukset	-

Potentiaali / aluetyypit	
Jalankulkuyöh. / kantakaupunki	●
Jalankulkuyöh. / alakeskukset	●●
Joukkoliikennevyöhyke	●●●
Autovyöhyke	-

Vaikutus liikenteen kysyntään		
Kokonais-kysyntä/-suorite	●	Ei suoraa vaikutusta kokonaiskysyntään. Tarjonnan lisääntyminen ja parantuminen voi lisätä kokonaiskysyntää.
Kulkumuoto-osuudet	●●	Joukkoliikenteen tarjonnan lisääntyminen ja paraneminen lisää sen kulkutapaosuutta.
Koko matka	-	
Osana ketjua	●	Joukkoliikenne lähtökohtaisesti osana matkaketjua.

Yleistymisen arviointi		
Edistävät seikat	●●	Yleinen automatisaatio- ja digitalisaatiokehitys, lainsäädäntö ja kokeilut, kuljettajattomuuden myötä laskevat kokonaiskustannukset erityisesti bussien osalta.
Jarruttavat seikat	●●●	Fyysisen ja digitaalisen infran investointitarpeet, teknologian rajoitteet (erit. kumipyöräliikenne), sosiaalinen hyväksyttävyys.
Vaikutusten max. suuruus	●	Raideliikenteen houkuttelevuus lisääntyy tiheämpien vuorovälien vuoksi. Ei merkittäviä vaikutuksia maankäyttöön.
Todennäk./ yleisyys 2030	●	Rautatie- ja metroliikenteessä automatisointi vähintään aloitettu.
Todennäk. / yleisyys 2050	●●●	Rautatie- ja metroliikenteessä automatisointi toteutettu. Raitiotie- ja bussiliikenteessä automatisointi vähintään aloitettu.

Suhde MAL-kehitykseen		
Edellyttää	●●	Edellyttää digitaalisen ja fyysisen infran merkittävää kehittämistä.
Mahdollistaa	●●●	Mahdollistaa tiheämmät vuorovälit (erit. raiteilla) ja siten lisäkapasiteetin ilman lisäraiteita. Kulut laskevat erit. busseissa (henkilökulut 50%).

Konkreettiset vaikutukset MAL-näkökulmasta		
YKR: tilantarve, toimintojen sijoitus, tiiviys	●●	Lisää joukkoliikennetarjonnan määrää ja laatua ja laskee kustannuksia (kuljettajakustannukset poistuvat), mikä lisää sen kulkutapaosuutta. Näin tukee tiivistävää kaupunkikehitystä.
P-paikkojen tarve	●	Joukkoliikenteen käytön lisääntyessä vähentää tarvetta keskustoissa, mutta lisää liityntäpysäköinnin tarvetta.
Väyläkapa-siteetintarve	-	Ei suoraa vaikutusta: sama joukkoliikenneinfra tehokkaammassa käytössä.
Muu infratarve (pys./var./term.)	-	Ei merkittävää muutosta nykytilanteeseen raideliikenteessä. Vaikutuksia bussiliikenteen kaistajärjestelyissä – omat kaistat.
Digi-infran tarve	●●●	Edellyttää nopeat tietoliikenne yhteydet sekä digitaaliset 3D inframallit

Vaikutukset MAL-päätavoitteisiin			
Vetovoimaisuus ja saavutettavuus	●●	Ympäristöystävällisyys	●
Sos. kestävyys, turvall. ja terveell.	●	Yhteiskuntataloudellisuus	●●●

Kuva 10 *Kuljettajaton joukkoliikenne*

11. Palvelu/teknologia
Autonomiset pikkubussit
Tarkenne (esim. käyttötapa)
Tietyllä last-mile reitillä ja myöhemmin kutsuohjatusti (vrt.SOHJOA)

Teema ja riippuvuudet	
Palvelut ja bisnesmallit	●●
Ajoneuvoteknologia	●●●
Fyysinen ja digitaalinen infra	●
Logistiikka	-

Potentiaali / matkatyypit	
Työ- ja opiskelumatkat	●●
Ostos- ja asiointimatkat	●●
Koulumatkat	●●
Kuljetukset	-

Potentiaali / aluetyypit	
Jalankulkuyöh. / kantakaupunki	●
Jalankulkuyöh. / alakeskukset	●●●
Joukkoliikennevyöhyke	●●●
Autovyöhyke	●

Vaikutus liikenteen kysyntään		
Kokonais-kysyntä/-suorite	-	Toimii osana matkaketjuja, joten ei merkittävää vaikutusta kokonaiskysyntään.
Kulkumuoto-osuudet	●●	Siirtää kysyntää reittijoukkoliikenteestä ja yksityisautoista; matkaketjujen/sekakäytön osuus kasvaa.
Koko matka	-	
Osana ketjua	●●●	Toimii varsinkin alkuvaiheessa osana matkaketjuja tietyllä last mile -reitillä.

Yleistymisen arviointi		
Edistävät seikat	●●	Erityisesti teknologian ja palveluiden kehittäminen kokeilujen kautta. Salliva regulaatio. Sopiva kaupunkirakenne last mile -alueella. Kuljettajakustannuksen poistuminen. Palveluiden huokutteleva hinnoittelu.
Jarruttavat seikat	●●●	Teknologian kehittyminen, kuluttajakäyttäytyminen sekä palveluiden sovittaminen nykyiseen joukkoliikenteeseen. Soveltuvuus Suomen oloihin, turvallisuushuolet.
Vaikutusten max. suuruus	●	Tarjoaa ratkaisun last mile -ongelmiin ja lisää sekakäyttöä, vrt. kaupunkipyörät. Tekniikka itsessään ei johda merkittäviin MAL-vaikutuksiin, mutta yhdistettynä muuhun kehitykseen (mm. MaaS-palvelut) voivat vaikutukset olla merkittäviä.
Todennäk./ yleisyys 2030	●	Melko suurella varmuudella rajatuille reiteille. Täysi autonomisuus kuitenkin epävarmaa.
Todennäk. / yleisyys 2050	●●	Palveluita laajasti soveltuvilla reiteillä/alueilla. Todennäköisesti myös kutsu- ja kysyntäpohjaiset palvelut yleistyneet.

Suhde MAL-kehitykseen		
Edellyttää	●	Edellyttää digitaalista infraa ja ainakin alkuvaiheessa omaa, erillistä infraa.
Mahdollistaa	●●	Pohjana uusille yhdistetyille matkaketjupalveluille. Vastaa last mile -ongelmaan keskitiiviillä alueella. Tukee tiivistämistä.

Konkreettiset vaikutukset MAL-näkökulmasta		
YKR: tilantarve, toimintojen sijoitus, tiiviys	●●	Vaikutus last mile - ja poikittaisliikenteeseen paremman saavutettavuuden kautta. Matkaketjujen myötä vähentänee autoilua keskustoihin. Tukee tiivistävää kehitystä.
P-paikkojen tarve	●●	Matkaketjujen yleistyessä vähentää jossain määrin tarvetta sekä yleisesti että erityisesti liityntäpisteissä.
Väyläkapa-siteetintarve	●	Matkaketjujen yleistyessä vähentänee autoinfran tarvetta. Edellyttänee ainakin alkuvaiheessa omat kaistat infrassa.
Muu infratarve (pys./var./term.)	●	Pysäkkien ja otto/jättöpaikkojen tarve kasvaa.
Digi-infran tarve	●●	Edellyttää nopeat tietoliikenne yhteydet sekä digitaaliset 3D-inframallit.

Vaikutukset MAL-päätavoitteisiin			
Vetovoimaisuus ja saavutettavuus	●	Ympäristöystävällisyys	-
Sos. kestävyys, turvall. ja terveell.	●	Yhteiskuntataloudellisuus	●

Kuva 11 *Autonomiset pikkubussit*

12. Palvelu/teknologia
Autonom. hlö-autot omistettuna
Tarkenne (esim. käyttötapa)
Tason 5 autonomiset hlö-autot yksityisomistuksessa ja -käytössä

Teema ja riippuvuudet	
Palvelut ja bisnesmallit	●
Ajoneuvoteknologia	●●●
Fyysinen ja digitaalinen infra	●●
Logistiikka	●

Potentiaali / matkatyypit	
Työ- ja opiskelumatkat	●●●
Ostos- ja asiointimatkat	●●●
Koulumatkat	●
Kuljetukset	●●

Potentiaali / aluetyypit	
Jalankulkuyöh. / kantakaupunki	●
Jalankulkuyöh. / alakeskukset	●●
Joukkoliikennevyöhyke	●●●
Autovyöhyke	●●●

Vaikutus liikenteen kysyntään		
Kokonais-kysyntä/-suorite	●●●	Kuljettajan ajan arvon pienentyy ja houkuttelevuus/joustavuus lisääntyy. Pendelöinti yhä kauempaa voi yleistyä.
Kulkumuoto-osuudet	●●●	Autoilun osuus kasvaa kaikissa käyttäjäryhmissä, myös aiemmin autottomissa (esim. lapset&vanhukset). Lisäksi autojen täyttöaste heikkenee (osa liikenteessä ilman ihmisiä).
Koko matka	●●●	Tarjoaa helpon ja joustavan ovelta ovelle -palvelun.
Osana ketjua	-	Ei itsessään kannusta mitenkään matkaketjuihin.

Yleistymisen arviointi		
Edistävät seikat	●●●	Teknologian kehitys, salliva regulaatio (esim. manuaaliset ja automaattiset autot yhtä aikaa liikenteessä), kokeilut (mm. Aurora), valtavat bisnesmahdollisuudet (autonvalmistajat).
Jarruttavat seikat	●●	Kustannukset, infran hinnoittelu, soveltuvuus Suomen oloihin, turvallisuushuolet, nykyisen kannan pitkä käyttöikä (>10 vuotta), estävä regulaatio.
Vaikutusten max. suuruus	●●●	Autojen ja autoilun määrä voi lisääntyä huomattavasti kaikissa käyttäjäryhmissä. Turvallisuus parenee, jo alemmilla automaation tasoilla.
Todennäk./ yleisyys 2030	●	Autonomisia autoja max. 10 % kannasta, mutta alempia tasoja paljon. Nykyisessä asenneilmastossa ja erittäin kalliin hankinta- sekä ylläpitokukstannusten vuoksi yksityinen käyttötapa jäänee kuitenkin harvinaiseksi.
Todennäk. / yleisyys 2050	●	Autonomisia autoja 50-100 % kannasta, yksityinen käyttötapa jäänee kuitenkin harvinaiseksi.

Suhde MAL-kehitykseen		
Edellyttää	●●●	Edellyttää huomattavasti lisää autoinfraa ja siten hajautetumpaa rakennetta. Tarve nopealle viestintäverkolle (5G tms.) ja mahdollisesti myös muulle digitaaliselle infralle.
Mahdollistaa	●	Parkkipaikkojen joustavampi sijoittelu, liikenneturvallisuuden paraneminen.

Konkreettiset vaikutukset MAL-näkökulmasta		
YKR: tilantarve, toimintojen sijoitus, tiiviys	●●●	Autoilun lisääntyminen edistää hajauttavaa kaupunkikehitystä. Saattaa myös edellyttää eriytyneempää infraa, jolloin esim. shared space -ratkaisut ongelmallisia.
P-paikkojen tarve	●●	Kasvaa autoilun lisääntyessä. Paikkojen sijoittaminen ja hyödyntäminen joustavampaa.
Väyläkapa-siteetintarve	●●●	Kasvaa autoilun (myös kuskiton) lisääntyessä. Pienemmistä turvaväleistä ei kaupungeissa juuri apua.
Muu infratarve (pys./var./term.)	-	-
Digi-infran tarve	●●●	Tarve nopealle viestintäverkolle (5G tms.), mahdolliset tarpeet digitaalisille majakoille, paremmille kaistaviivoille, yms.

Vaikutukset MAL-päätavoitteisiin			
Vetovoimaisuus ja saavutettavuus	-	Ympäristöystävällisyys	Neg.
Sos. kestävyys, turvall. ja terveell.	●●	Yhteiskuntataloudellisuus	Neg.

Kuva 12 *Autonomiset henkilöautot omistettuna*

13. Palvelu/teknologia
Autonom. hlö-autot palveluna
Tarkenne (esim. käyttötapa)
Tason 5 autonomiset hlö-autot palveluna yhteiskäytössä ja jaettuna

Teema ja riippuvuudet	
Palvelut ja bisnesmallit	●●●
Ajoneuvoteknologia	●●●
Fyysinen ja digitaalinen infra	●●
Logistiikka	●

Potentiaali / matkatyypit	
Työ- ja opiskelumatkat	●●●
Ostos- ja asiointimatkat	●●
Koulumatkat	●●●
Kuljetukset	●

Potentiaali / aluetyypit	
Jalankulkuyöh. / kantakaupunki	●●
Jalankulkuyöh. / alakeskukset	●●●
Joukkoliikennevyöhyke	●●●
Autovyöhyke	●●

Vaikutus liikenteen kysyntään		
Kokonais-kysyntä/-suorite	●	Lisännee hiukan kysyntää: kuljettajan ajan arvo pienentyy mutta toisaalta käyttämisen kustannukset läpinäkyvämmät, kuin nykyään.
Kulkumuoto-osuudet	●●	Lisännee hiukan autoilun kysyntää (ks. autonomiset autot yksityiskäytössä). Toisaalta matkaketjujen/sekakäytön osuus kasvaa.
Koko matka	●	Riippuu palvelukonsepteista ja hinnoittelusta.
Osana ketjua	●●	Riippuu palvelukonsepteista ja hinnoittelusta, tällä hetkellä näyttää että kasvattaa matkaketjujen roolia.

Yleistymisen arviointi		
Edistävät seikat	●●●	Vrt. autonomiset autot yksityiskäytössä. Lisäksi: uusien palveluiden tukeminen (pro-market lainsäädäntö, kokeilut), suurten toimijoiden investoinnit.
Jarruttavat seikat	●●●	Vrt. autonomiset autot yksityiskäytössä. Lisäksi palveluiden muodostumista jarruttavat tekijät, mm. määräävässä markkina-asemassa olevat firmat ja kuluttajakäyttäytyminen.
Vaikutusten max. suuruus	●●●	Valtava: autojen määrä (ja siten parkkipaikkojen tarve) voi vähentyä jopa 90 %. Yhteiskäytössä oleva korvaa 10-30 yksityisautoa, suorite riippuu jaettujen kyytien määrästä.
Todennäk./ yleisyys 2030	●	Vrt. autonomiset autot yksityiskäytössä: teknologia kypsyy 2020-luvun aikana. On kuitenkin epävarmaa, paljonko autoja käytetään yhteiskäytössä ja jaettuna.
Todennäk. / yleisyys 2050	●●●	Autonomiset autot yleistyneet ja palvelut laajasti käytössä, osana muita liikkusen palveluita. Palvelukonsepteja ja esim. jaettujen kyytien osuutta on kuitenkin mahdoton arvioida.

Suhde MAL-kehitykseen		
Edellyttää	●●	Tarve nopealle viestintäverkolle (5G tms.) ja mahdollisesti myös muulle digitaaliselle infralle. Hubi- ja otto/jättöpisteiden tarve kasvaa merkittävästi.
Mahdollistaa	●●●	Pohjana uusille liikennepalveluille, parkkipaikkatarpeen valtava väheneminen, turvallisuuden parantuminen. Mahdollisesti vaikutusta myös logistisiin ketjuihin.

Konkreettiset vaikutukset MAL-näkökulmasta		
YKR: tilantarve, toimintojen sijoitus, tiiviys	●●	Mahdollistaa tiivistävän kehityksen, riippuen mm. infran ja liikennepalveluiden hinnoittelusta sekä palveluiden kattavuudesta ja houkuttelevuudesta. Haja-asutusalueella kriittinen massa ei välttämättä ylity.
P-paikkojen tarve	●●●	Tarve vähenee erittäin merkittävästi. Paikkojen sijoittaminen vapaampaa.
Väyläkapa-siteetintarve	●●	Mahdollistaa kehityksen molempiin suuntiin, riippuen mm. infran ja liikennepalveluiden hinnoittelusta.
Muu infratarve (pys./var./term.)	●●	Tarve hubi-pisteille, joissa autot odottavat kyytejä. Lisäksi tarve otto- ja jättöpaikoille erit. Joukkoliikenteen solmupisteissä. Käyttö mahdollista myös city-jakelussa.
Digi-infran tarve	●●●	Tarve nopealle viestintäverkolle (5G tms.), mahdolliset tarpeet digitaalisille majakoille, paremmille kaistaviivoille, yms.

Vaikutukset MAL-päätavoitteisiin			
Vetovoimaisuus ja saavutettavuus	●	Ympäristöystävällisyys	●
Sos. kestävyys, turvall. ja terveell.	●●	Yhteiskuntataloudellisuus	●●●

Kuva 13 *Autonomiset henkilöautot palveluna*

14. Palvelu/teknologia
Uudet ilmailuvälineet
Tarkenne (esim. käyttötapa)
Last mile -kuljetukset autonomisilla nelikoptereilla (dronet)

Teema ja riippuvuudet	
Palvelut ja bisnesmallit	●●
Ajoneuvoteknologia	●●●
Fyysinen ja digitaalinen infra	●
Logistiikka	●●●

Potentiaali / matkatyypit	
Työ- ja opiskelumatkat	-
Ostos- ja asiointimatkat	●●●
Koulumatkat	-
Kuljetukset	●●●

Potentiaali / aluetyypit	
Jalankulkuyöh. / kantakaupunki	●
Jalankulkuyöh. / alakeskukset	●●
Joukkoliikennevyöhyke	●●
Autovyöhyke	●●

Vaikutus liikenteen kysyntään		
Kokonais-kysyntä/-suorite	-	Ei juuri vaikutusta kokonaiskysyntään; vähentää ostos- ja asiointimatkoja mutta lisää vastaavasti drone-kuljetuksia.
Kulkumuoto-osuudet	●	Vähentää ostos- ja asiointimatkoja mutta lisää vastaavasti drone-kuljetuksia ja niitä edeltäviä muita kuljetuksia.
Koko matka	-	
Osana ketjua	-	

Yleistymisen arviointi		
Edistävät seikat	●	Teknologian kehittyminen, lainsäädäntö, pääosin käyttämätöntä "väylä"kapasiteetti (ilmatilassa)
Jarruttavat seikat	●●●	Teknologian kehitysaste, turvallisuus- ja lainsäädäntö, fyysisen ja digitaalisen infran puute (vaatii digitaalisia osoitteita), viihtyvyysongelmat.
Vaikutusten max. suuruus	●●	Teoriassa suuri vaikutus erityisesti last mile -jakeluun.
Todennäk./ yleisyys 2030	●	Suuri läpimurto epätodennäköinen, rajatuissa käyttökohteissa kuitenkin yleistynee.
Todennäk. / yleisyys 2050	●●	Voi olla merkittävässäkin roolissa tavarankuljetuksessa.

Suhde MAL-kehitykseen		
Edellyttää	●●●	Edellyttää uutta fyysistä laskeutumisinfraa, digitaalista infraa ja turvallisuuden varmistamista.
Mahdollistaa	●	Mahdollistaa tehokkaamman last mile -jakelulogistiikan kaikentyyppisillä vyöhykkeillä.

Konkreettiset vaikutukset MAL-näkökulmasta		
YKR: tilantarve, toimintojen sijoitus, tiiviys	●	Edellyttää uutta fyysistä laskeutumisinfraa. Toisaalta voi vähentää nykyisen jakeluinfran tarvetta.
P-paikkojen tarve	●●	Vaatii oman laskeutumis-infran.
Väyläkapa-siteetintarve	-	Ei tarvetta. Kulkumuoto-osuuksien muuttuessa voi vähentää muun jakelulogistiikan väylätarvetta.
Muu infratarve (pys./var./term.)	●●	Laskeutumisinfran ohella edellyttää jonkinlaisia varikkoalueita. Myös liittyminen muuhun jakeluinfraan ratkaistava.
Digi-infran tarve	●●●	Edellyttää mm. digitaalisia osoitteita ja lisäksi uudenlaista lennonohjausta.

Vaikutukset MAL-päätavoitteisiin			
Vetovoimaisuus ja saavutettavuus	-	Ympäristöystävällisyys	-
Sos. kestävyys, turvall. ja terveell.	-	Yhteiskuntataloudellisuus	-

Kuva 14 *Uudet ilmailuvälineet*