Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta
Statsrådets utrednings- och forskningsverksamhet

# Liikenteen uusien teknologioiden ja palveluiden vaikutusmekanismit

4.12.2024 | Esko Lehtonen, Ville Helminen, Johannes Mesimäki, Anu Tuominen, Eetu Wallius

Esitys Älyliikenteen ja automaation ajankohtaiset 3/2024 -tilaisuudessa

# Työn tavoitteet ja tausta

- Liikenteen automatisoituminen, digitalisoituminen ja palveluistuminen muuttavat liikkumista ja tätä kautta myös alue- ja yhdyskuntarakennetta
- Aikaisempaa tutkimusta aiheesta vaikutuksista on paljon, mutta se on pirstaleista eikä tuloksia voi aina soveltaa Suomen olosuhteisiin
- Liikenteen uusien teknologioiden ja palveluiden vaikutusmekanismit (LIIVATE) oli Valtionneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan (VN TEAS) rahoittama hanke, jonka toteuttivat Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy ja Suomen ympäristökeskus Syke
- Tavoitteena oli kuvata uusien liikenteen teknologioiden ja palveluiden vaikutusmekanismeja henkilöliikenteeseen ja alue- ja yhdyskuntarakenteeseen ja tämän perusteella esittää ohjauskeinoja, joilla julkinen sektori voisi ohjata vaikutuksia tavoiteltuun suuntaan

# Hankkeelle oli kuusi tutkimuskysymystä

1. Mitkä ovat niitä liikenteen teknologioita ja liikkumispalveluita sekä niitä henkilöliikenteeseen vaikuttavia toimintaympäristön merkittäviä ja todennäköisiä muutoksia, joita työssä tulisi tutkia?
2. Mitä ovat vaikutusmekanismit, joilla tutkittavat teknologiat ja palvelut voivat vaikuttaa henkilöliikennejärjestelmään?
3. Miten tutkittavat teknologiat ja palvelut vaikuttavat alue- ja yhdyskuntarakenteeseen?
4. Miten alue- ja yhdyskuntarakenne voi vaikuttaa tutkittavien teknologioiden ja palveluiden käyttöönottoon erilaisilla maaseutu- ja kaupunkialueilla?
5. Millä teknologioilla ja palveluilla on eniten potentiaalia markkinaehtoiseen ja houkuttelevaan palvelumuotoiseen liikenteeseen?
6. Mitä julkisen sektorin toimenpiteitä vaikuttavampien liikenneteknologioiden edistäminen edellyttää?

# Menetelmät

- Kirjallisuuskatsaus liikennejärjestelmän ja maankäytön vuorovaikutuksen teorioihin sekä uusien liikenteen teknologioiden ja palveluiden vaikutuksiin
- Luotiin systeeminen liikenteen ja maankäytön vuorovaikutusmalli, josta voitiin tunnistaa uusien teknologioiden ja palveluiden vaikutusmekanismeja
- Vuorovaikutusmalli ja vaikutusmekanismit validoitiin työpajoissa
- Haastatteluilla täydennettiin kuvaa uusien teknologioiden ja palveluiden mahdollisuuksista, haasteista ja potentiaalista markkinaehtoiseen liikenteeseen

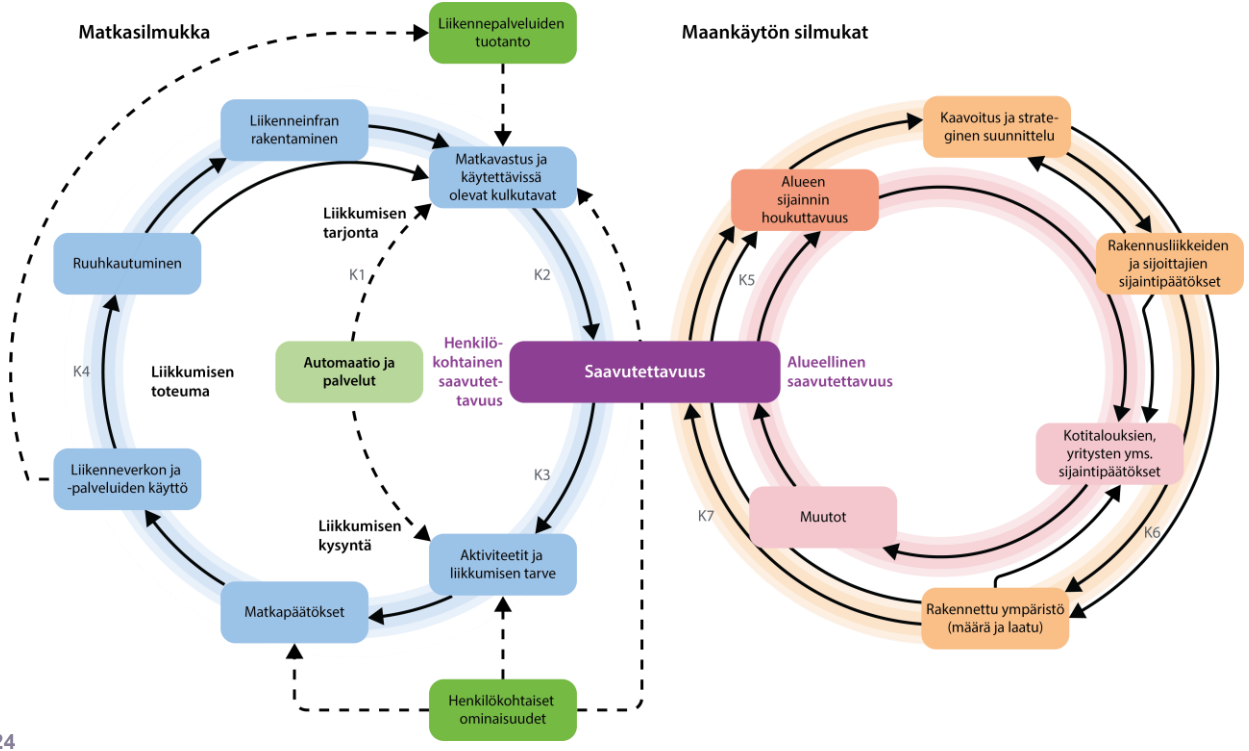
# Tulokset

# Hankkeessa tarkasteltiin kuutta liikenteen teknologia- ja palvelukokonaisuutta

1. Automaattiset henkilöautot (automaattinen toiminta-alueen sisällä, ajokortti vaaditaan)
2. Robottitaksit (rajattu toiminta-alue, ei kuljettajaa, etähallinta)
3. Automaattinen (reitti)joukkoliikenne
4. Yhteiskäyttö- ja vertaisvuokrauspalvelut
5. Liikkuminen palveluna (MaaS)
6. Älykäs liikenteen ja liikkumisen ohjaus

- Kokonaisuudet valittiin siten, että niille on a) tunnistettavissa vaikutuksia henkilöliikenteeseen ja sitä kautta alue- ja yhdyskuntarakenteeseen ja että b) ne voivat yleistyä seuraavien 10 tai 20 vuoden aikana

# Liikenteen ja maankäytön vuorovaikutusmalli




Vaikutusmekanismit kuvattiin vastaamalla kysymyksiin K1–K7 (seuraava dia), jotka liittyvät mallin eri kohtiin

# Vaikutusmekanismien kuvaamiseen käytetyt kysymykset

**K1.** Miten teknologia tai palvelu muuttaa liikkumisen matkavastusta tai käytettävissä olevia kulkutapoja?

**K2.** Miten muutokset matkavastuksessa ja käytettävissä olevissa kulkutavoissa heijastuvat saavutettavuuteen?

**K3.** Miten muutokset saavutettavuudessa ja matkakokemuksessa muuttavat aktiviteetteja ja niihin liikkumista?

**K4.** Miten palvelut/verkot vastaavat liikkumisen toteumaan? Vaikuttaako tämä matkavastukseen?

**K5.** Miten saavutettavuuden ja liikkumisen muutokset heijastuvat eri alueiden ja yhdyskuntarakenteiden houkuttelevuuteen ja maankäytön kehittämiseen?

**K6.** Millaisia muita muutoksia rakennettuun ympäristöön syntyy teknologian tai palvelun tulon myötä?

**K7.** Miten muutokset rakennetussa ympäristössä ja maankäytössä vaikuttavat saavutettavuuteen ja eri yhdyskuntarakenteiden tai alueiden houkuttelevuuteen?

# Uudet teknologiat ja palveluiden luovat uusia kulkutapoja ja muuttavat kulkutapojen matkavastuksia

- Teknologia- ja palvelukokonaisuudet tarjoavat uusia kulkutapoja ja muokkaavat olemassa olevien kulkutapojen matkavastuksia
- *Matkavastus* kuvaa liikkumisen kitkatekijöitä, kuten sen vaatimaa aikaa, vaivaa ja rahallisia kustannuksia
- Uudet liikenteen teknologiat ja palvelut pyrkivät vähentämään matkavastusta tai optimoimaan sen eri osakomponenttien suhdetta.
- Matkavastuksen aleneminen parantaa ihmisten *henkilökohtaista saavutettavuutta:* mitkä paikat ja toiminnat koetaan olevan riittävän lähellä
- Saavutettavuuden muutokset heijastuvat matkapäätöksiin: kulkutavan, matkan kohteen ja ajoitukset valintoihin
- Matkapäätösten summa on toteutunut liikkuminen

# Saavutettavuuden muutokset heijastuvat maankäyttöön

- Hyvin saavutettavissa olevat alueet ovat yleensä myös houkuttelevia asumisen, työn ja vapaa-ajan vieton kannalta
- Uusien liikenteen teknologioiden ja palveluiden tuottamat muutokset saavutettavuudessa muuttavat alueiden houkuttelevuutta eri toiminnoille
- Pitkällä tähtäimellä houkuttavuuden muutokset heijastuvat ihmisten, yritysten ja muiden toimijoiden päätöksiin muuttaa paikasta toiseen
- Alueellinen houkuttavuus vaikuttaa myös alueiden kehittämiseen ja investointeihin
- Saavutettavuuden ohella myös rakentamisella (ml. liikenneinfran rakentaminen) on vaikutus alueiden houkuttavuuden esimerkiksi ympäristön viihtyisyyden kautta

# Vaikutusmekanismit liikenteeseen

- Yleisesti ottaen uudet liikkumistavat todennäköisesti lisäävät liikkumista koska ne vähentävät tai optimoivat kulkutapojen matkavastuksia
- Henkilökilometrit siis todennäköisesti kasvavat, mutta vaikutukset ajoneuvokilometreihin riippuvat kulkutapajakauman kehityksestä
- Henkilöautojen automaatio todennäköisesti lisää ajoneuvojen kilometrisuoritetta
- Automaattinen joukkoliikenne ja jaetut liikkumisen palvelut voivat myös vähentää ajoneuvojen kilometrisuoritetta
- Uudet teknologiat ja palvelut eivät kuitenkaan välttämättä ole kaikkien saatavilla
- Rajoittavia tekijöitä: kustannukset, automaation toiminta-alueen tai palvelun tarjonta-alueen rajoittuneisuus, digitaalisten palveluiden käyttötaidot, esteettömyyden puutteet

# Uusien teknologioiden ja palveluiden vaikutus alue- ja yhdyskuntarakenteeseen

- Hajautunut yhdyskuntarakenne luo edellytyksiä automaattisiin henkilöautoihin perustuvalle liikkumiselle
- Automaattisen henkilöautot tukevat hajautunut yhdyskuntarakennetta ja monikeskuksista aluerakennetta
- Tiivis yhdyskuntarakenne luo edellytyksiä jaetun palvelumuotoisen, joukkoliikenteeseen tukeutuvalle liikkumiselle
- Joukkoliikenne ja palvelut tukevat tiivistä yhdyskuntarakennetta ja isoja keskuksia

# Rinnakkaiset kehityskulut

# Liikkumisen ja maankäytön keskinäisriippuvuudesta syntyy kaksi rinnakkaista kehityskulkua

- Liikenteen uudet teknologiat ja palvelut toteutuvat todennäköisesti rinnakkain, toisiinsa tukeutuen ja vaikuttaen, vuorovaikutuksessa rakennetun ympäristön kanssa
- Tämän takia yhteisvaikutuksia tarkasteltiin kahden rinnakkaisen kehityskulun kautta
- Kehityskulkuja arvioitiin suhteessa liikennepoliittisiin tavoitteisiin ja esitettiin ohjauskeinoja kehityskulkujen ohjaamiseksi

# Kehityskulku 1: Automaattiset henkilöautot jatkavat ja vahvistavat henkilöauton varaan rakentuneita liikkumisen ja maankäytön muotoja

# Kehityskulku 1: Mahdollisuudet ja haasteet

- Saavutettavuus paranee automaattisten autojen käyttäjillä
- Turvallisuus paranee, liikenteen sujuvuus voi parantua, pysäköintiä voidaan organisoida uudestaan
- Henkilöautosuoritteen kasvu ruuhkauttaa ja hidastaa liikennettä, heikentäen paikallisesti saavutettavuutta sekä luo painetta rakentaa lisää teitä ja pysäköintipaikkoja
- Suoritteen kasvu on myös haaste kestävyydelle ja turvallisuudelle
- Yhdyskuntarakenteen hajautuminen on kestävyyshaaste ja heikentää muiden kulkutapojen käytön edellytyksiä

# Kehityskulku 2: Palvelumuotoinen jaettu liikkuminen haastaa yksityisautoilua

# Kehityskulku 2: Mahdollisuudet ja haasteet

- Palvelumuotoinen jaettu liikkuminen haastaa yksityisautoilun kaupungeissa ja niiden välillä
- Saavutettavuus, tehokkuus ja kestävyys paranevat kaupungeissa
- Turvallisuuden kehitys riippuu kulkutapajakaumasta (esim. bussi vai sähköpotkulauta)
- Luo edellytyksiä kestävämmän ja tiiviin kaupunkirakenteen rakentamiselle
- Palvelut eivät välttämättä ole saavutettavia ja esteettömiä kaikille

# Kehityskulkujen rinnakkaisuus

- Kehityskulut toteutuvat rinnakkaisina ja myös kilpailevat toistensa kanssa
- Liikkumismahdollisuudet voivat entistää polarisoitua kaupunkien ja maaseudun välillä
- Liikkumistarpeita on silti myös kaupunkien ja maaseudun välillä

# Ohjauskeinot

Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta
Statsrådets utrednings- och forskningsverksamhet

# Ohjauskeinot

1. Liikennesuunnittelu ja kaavoitus
2. Joukkoliikenteen kehittäminen
3. Verotus, taloudelliset kannustimet ja rajoitukset
4. Pysäköintipolitiikka
5. Yhteissääntelyn hyödyntäminen
6. Koulutus ja digitaaliset palvelut
7. Automaattiajamisen toimintaedellytykset

# 1. Liikennesuunnittelu ja kaavoitus

Liikennesuunnittelulla ja kaavoituksella vaikutetaan liikennejärjestelmän ja yhdyskuntarakenteen kehitykseen. Uudet liikenteen teknologiat voivat ratkaista kaupunkien liikenneongelmia, mutta voivat myös aiheuttaa uusia haasteita. Automatisoidut henkilöautot voivat parantavat liikenteen sujuvuutta ja turvallisuutta, mutta tukevat autoistunutta yhdyskuntarakennetta. Sen sijaan jaettu palvelumuotoinen liikkuminen mahdollistaa kaupunkitilan tehokkaamman käytön. Kaavoituksella voidaan tukea tiiviin ja kestävän kaupunkirakenteen kehitystä, joka suosii kävelyä ja joukkoliikennettä. Haja-asutusalueilla on tärkeää mahdollistaa turvallinen ja kestävä liikkuminen myös ilman autoa.

# 2. Joukkoliikenteen kehittäminen

Joukkoliikenteen automatisointi voi parantaa palvelutasoa ja houkuttelevuutta, millä voidaan edistää joukkoliikenteen ja siihen tukeutuvien uusien liikkumispalveluiden käyttöä. Tiivis yhdyskuntarakenne ja joukkoliikenne tukevat ja mahdollistavat toisensa.

# 3. Verotus, taloudelliset kannustimet ja rajoitukset

Verotus ja taloudelliset kannustimet tulisi suunnata joukkoliikenteen automatisoinnin ja jaettujen liikkumismuotojen edistämiseen. Kaupungeissa voidaan ottaa käyttöön erilaisia liikkumista ohjaavia toimenpiteitä, kuten tienkäyttömaksut tai tiettyjen kulkutapojen ajalliset tai alueelliset rajoitukset, mikäli uudet liikkumistavat aiheuttavat ongelmia. Taloudellisia kannustimia tarvitaan tukemaan kestävien kulkutapojen integrointia keskenään.

# 4. Pysäköintipolitiikka

Pysäköintipolitiikalla voidaan ohjata automaattisten henkilöautojen ja jaettujen liikkumispalveluiden käyttöä. Kaupunkien ja palveluntarjoajien yhteistyössä suunnittelemat pysäköintikäytännöt voivat edistää kestävää kaupunkikuvaa ja palveluntarjoajien liiketoimintaa.

# 5. Yhteissääntelyn hyödyntäminen

Yhteissääntely tukee julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyötä liikenteen teknologioiden ja palveluiden kehittämisessä. Se perustuu julkisen tahon määrittelemiin perussäädöksiin, joiden puitteissa asianomaiset yksityiset ja julkiset osapuolet voivat tehdä vapaaehtoisia sopimuksia. Tämä lähestymistapa tukee teknologian hyödynnettävyyttä ja uusien palveluiden kestävyyttä ja jatkuvuutta.

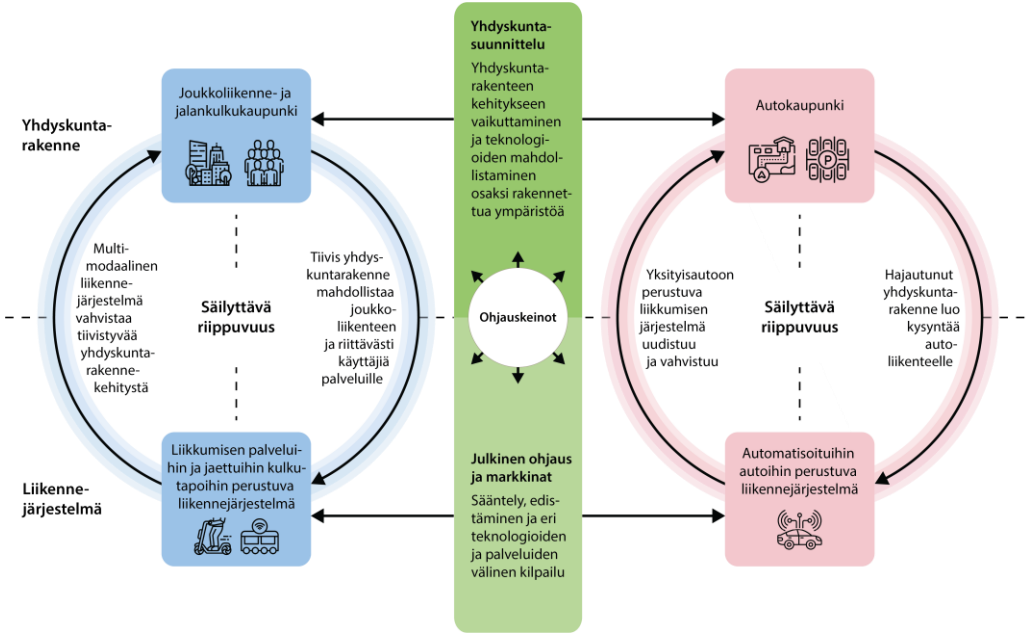
# 6. Koulutus ja digitaaliset palvelut

Ihmisten kykyä käyttää digitaalisia liikkumispalveluita voidaan tukea koulutuksella. Erityisesti ikääntyneiden taitoihin ja kykyihin käyttää automaattisen ajamisen järjestelmiä sekä liikkumispalveluita täytyy kiinnittää huomiota.

# 7. Automaattiajamisen toimintaedellytykset

Automaattiajamisen toimintaedellytyksistä tulee huolehtia, jotta automaattisia henkilöautoja, robottitakseja sekä automaattista joukkoliikennettä voidaan hyödyntää. Tämä edellyttää kehityksen aktiivista seuraamista ja julkisen sektorin oikeasuhtaisia panostuksia.

# Rinnakkaiset kehityskulut ja niiden ohjaaminen




Kuva tiivistää rinnakkaiset kehityskulut sekä niissä toteutuvan liikenteen ja maankäytön riippuvuuden. Ohjauskeinoilla voidaan vaikuttaa kehityskulkuihin.

# Yhteenveto

# Yhteenveto

- Liikenteen automatisoituminen, digitalisoituminen ja palveluistuminen voivat tehdä liikkumisesta entistä helpompaa ja vaivattomampaa monille
- Tästä on sekä yhteiskunnallisia että taloudellisia hyötyjä, mutta samalla ajoneuvoliikenteen määrä voi kasvaa, yhdyskuntarakenne hajautua ja tiettyjen liikkujaryhmien matkanteko jopa hankaloitua, haastaen liikennejärjestelmän ja maankäytön kestävyyttä
- Kestävyyshaasteisiin voidaan vastata oikein valituilla ohjauskeinoilla
- Liikenteen ja maankäytön keskinäisriippuvuuden tunnistaminen on keskeistä ohjauskeinojen valinnan kannalta

# Loppuraportti ja policy brief julkaistu

- Loppuraportti: http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-494-1
- Policy brief: https://tietokayttoon.fi/julkaisu?pubid=48401

Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta
Statsrådets utrednings- och forskningsverksamhet

# Tutkimuksen toteuttivat VTT ja Syke

**Erikoistutkija Esko Lehtonen** Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, puh. +358 40 158 9548, esko.lehtonen@vtt.fi

**Erikoistutkija Ville Helminen,** Suomen ympäristökeskus Syke**,** puh. 029 525 1166, ville.helminen@syke.fi

VTT

Syke