



## Automaattiajamisen pilotointi Euroopan teillä

Lyhennelmä TransDigin webinaariesityksistä  
Älyliikentaan ja automaation ajankohtaiset –ryhmälle  
9.12.2021

**Satu Innamaa**  
Teknologian tutkimuskeskus  
VTT Oy





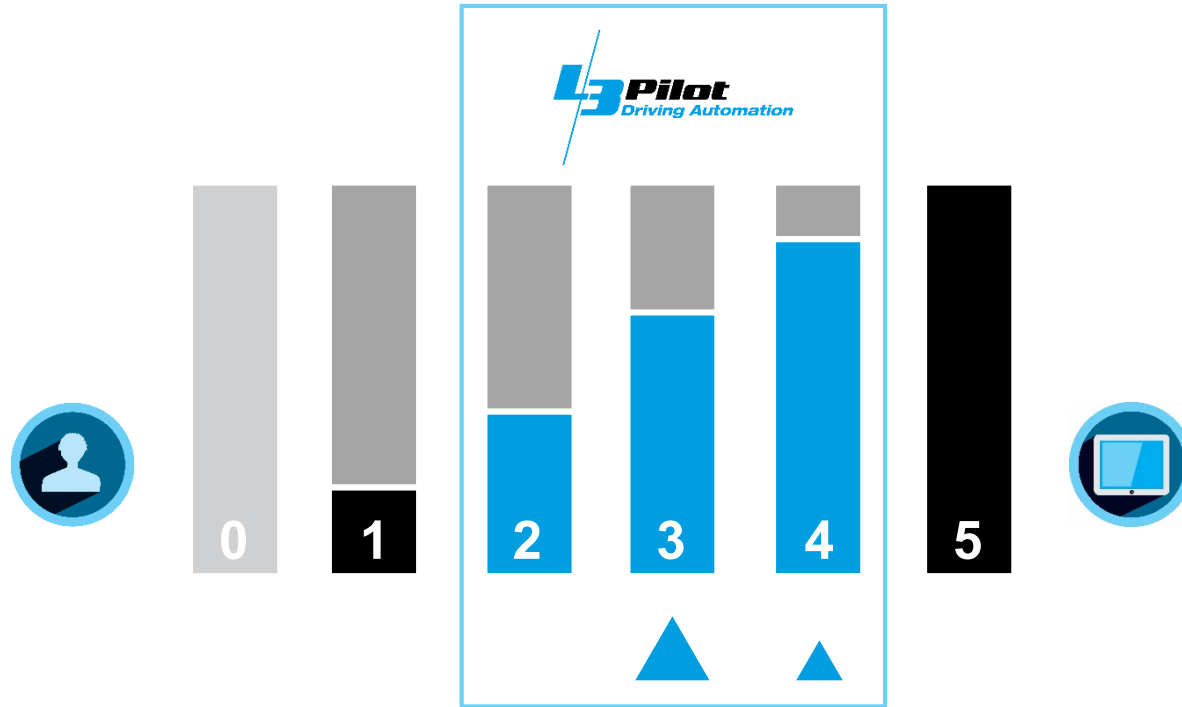
**L3 Pilot**  
Driving Automation

**1,000**  
drivers

**100**  
cars

**10**  
countries

# Automaattiajamisen SAE-tasot L3Pilotissa



# L3Pilot lukuina



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 723051.



**€68** million BUDGET

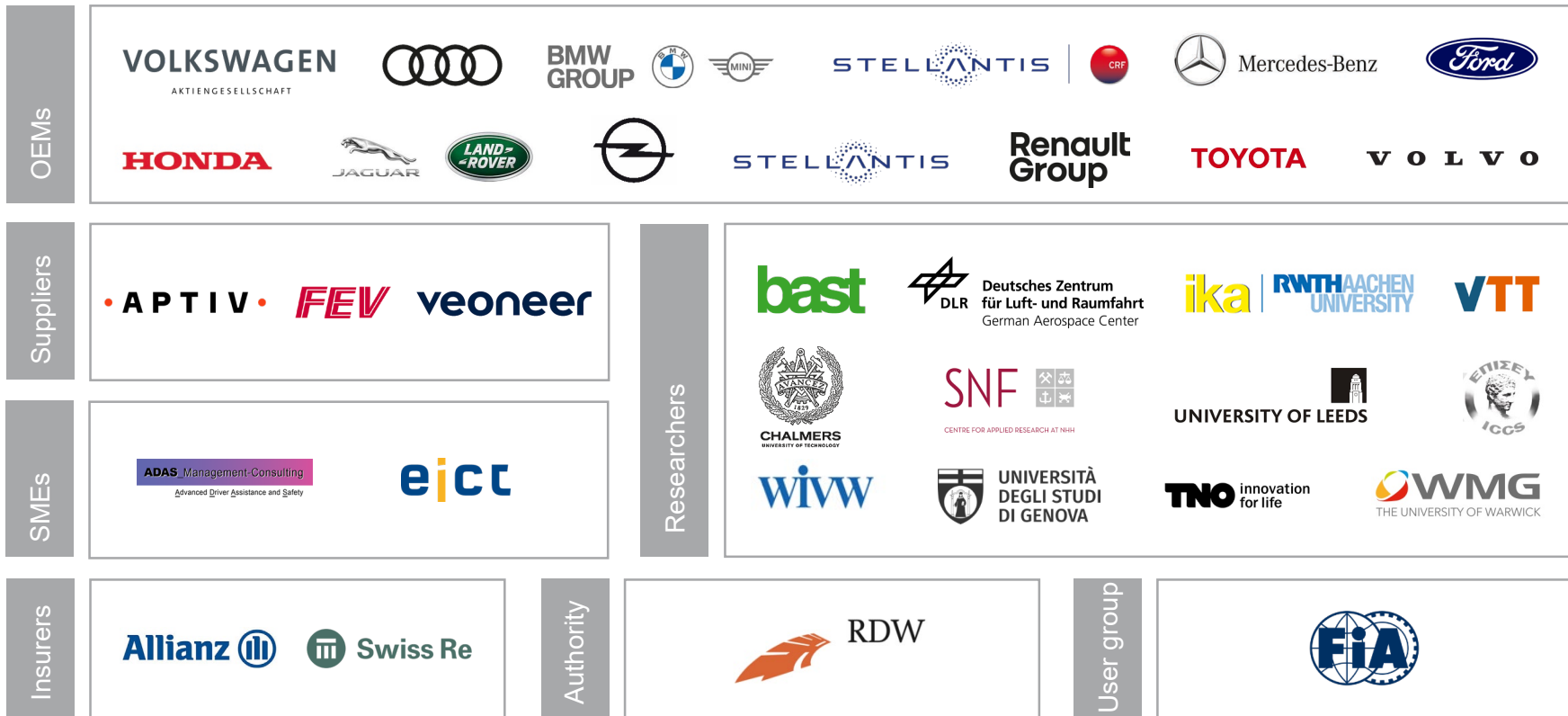
**50** months DURATION, starting in September 2017

**€36** million FUNDING

**34** PARTNERS, among them OEMs, suppliers, research, SMEs, insurers, authorities and user groups

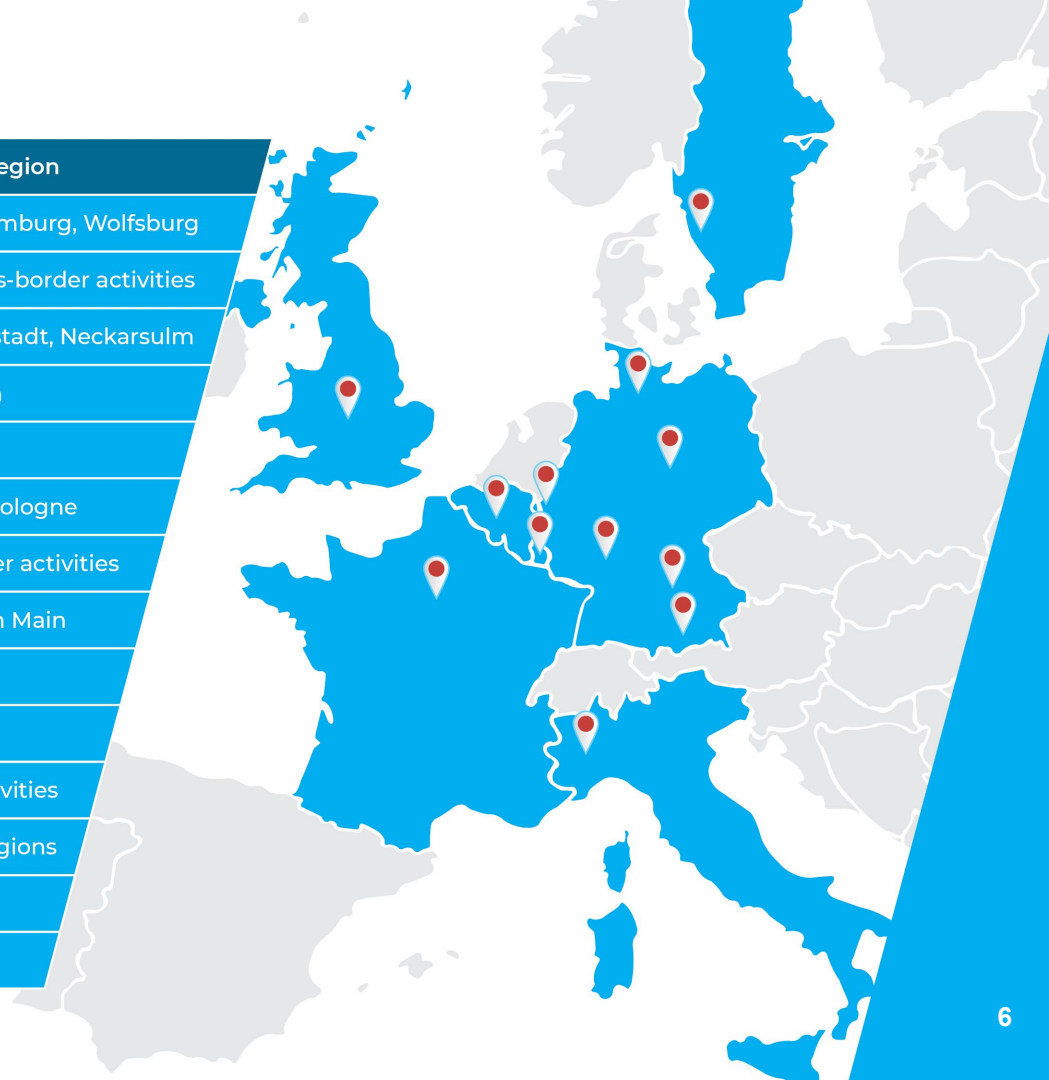
**12** COUNTRIES involved: Austria, Belgium, France, Finland, Germany, Greece, Italy, Netherlands, Norway, Sweden, Switzerland, UK

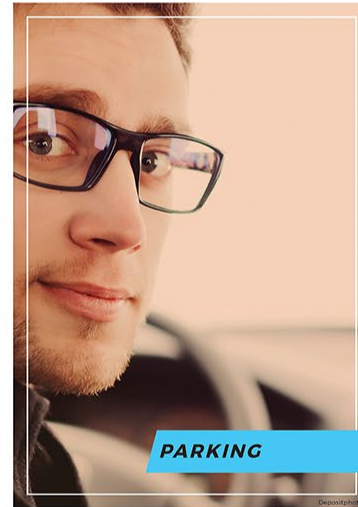
# Partnerit



# Pilotteja ympäri Eurooppaa

| Partner    | Country    | Region                  |
|------------|------------|-------------------------|
| Volkswagen | DE         | Hamburg, Wolfsburg      |
| Aptiv      | DE, LU, FR | cross-border activities |
| AUDI       | DE         | Ingolstadt, Neckarsulm  |
| BMW        | DE         | Munich                  |
| CRF        | IT         | Turin                   |
| FEV        | DE         | Aachen, Cologne         |
| Ford       | DE, BE, UK | cross-border activities |
| Honda      | DE         | Frankfurt am Main       |
| ika        | DE         | Aachen                  |
| JLR        | UK         | Coventry                |
| PSA        | FR, DE     | cross-border activities |
| Renault    | FR         | Paris and other regions |
| Toyota     | BE         | Brussels                |
| Volvo Cars | SE         | Gothenburg              |



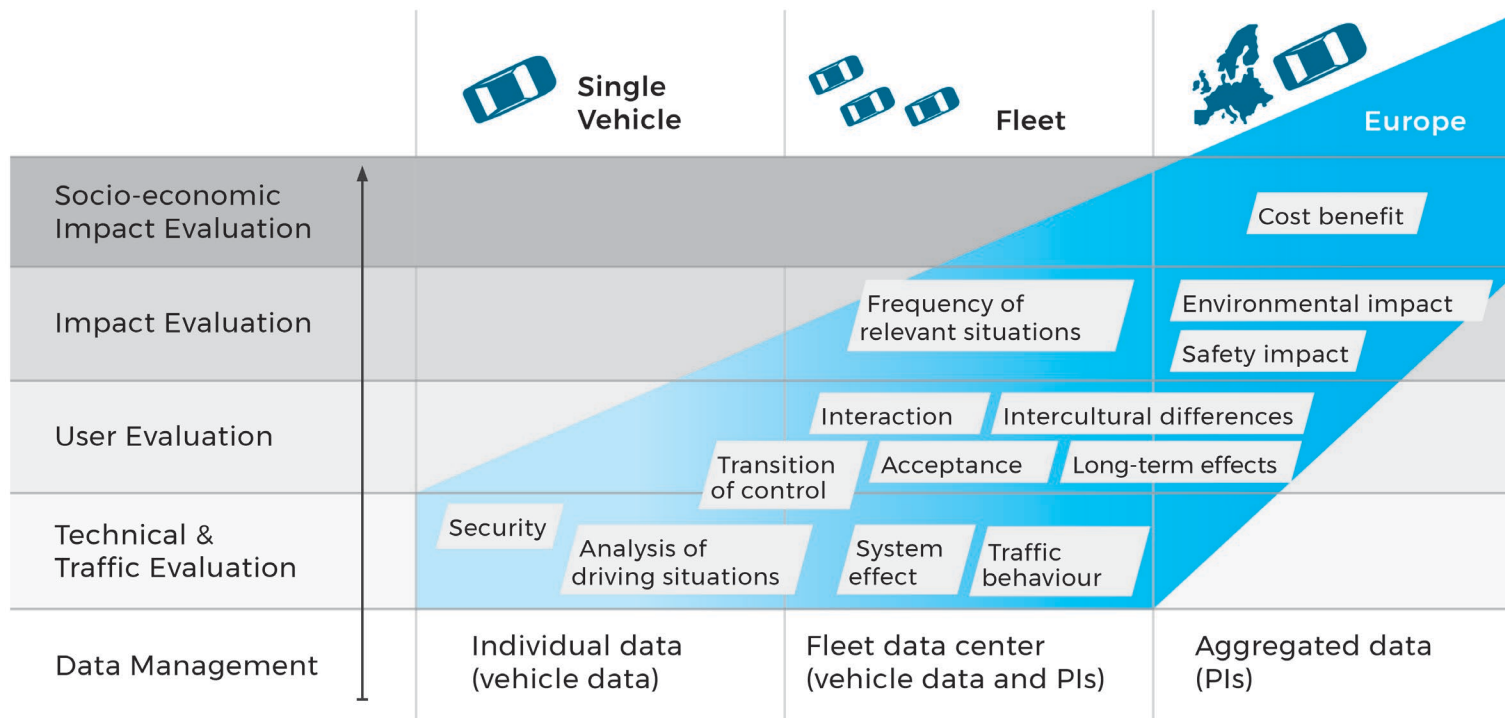


1,000 drivers

100 cars

10 European countries

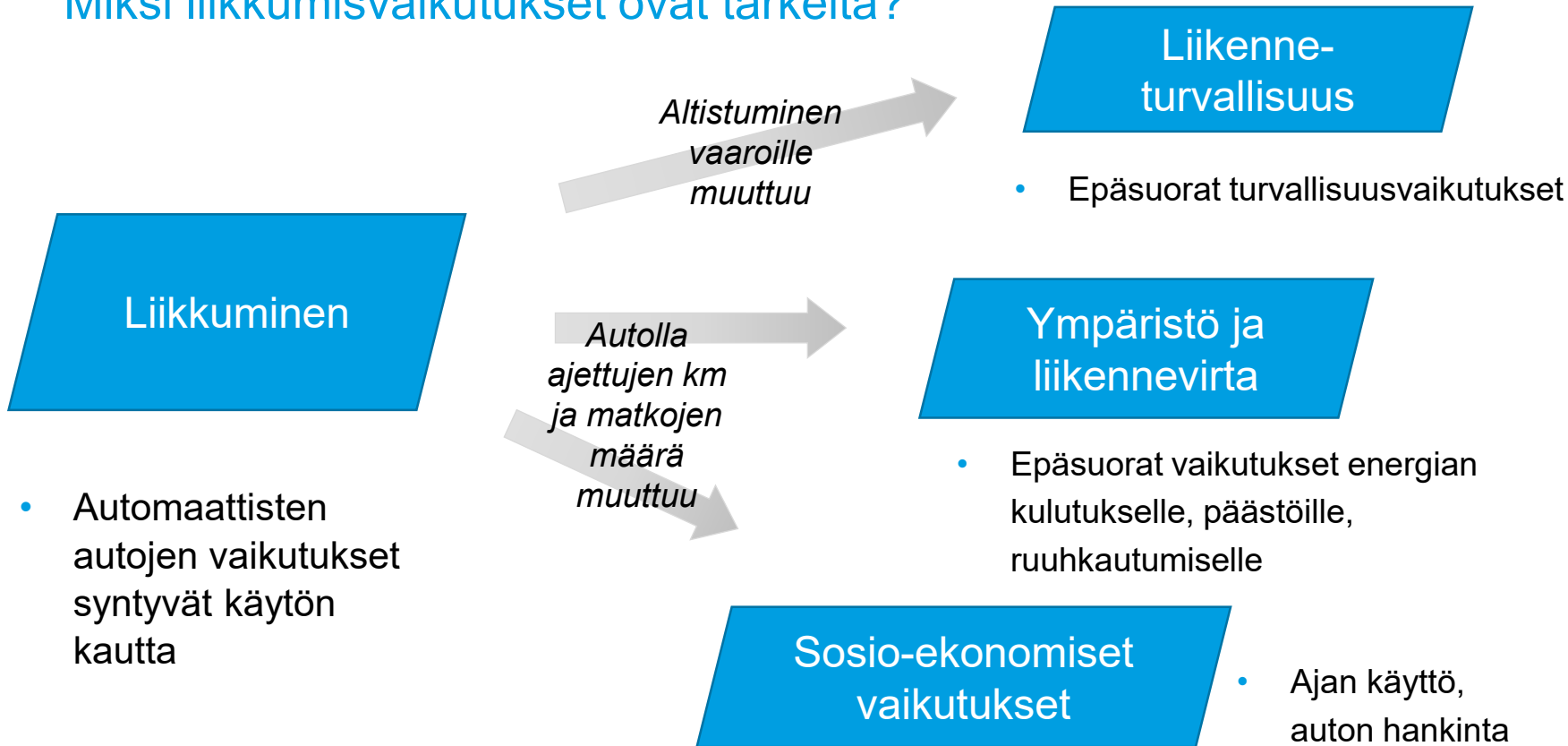
# Evaluoinnin näkökulmat





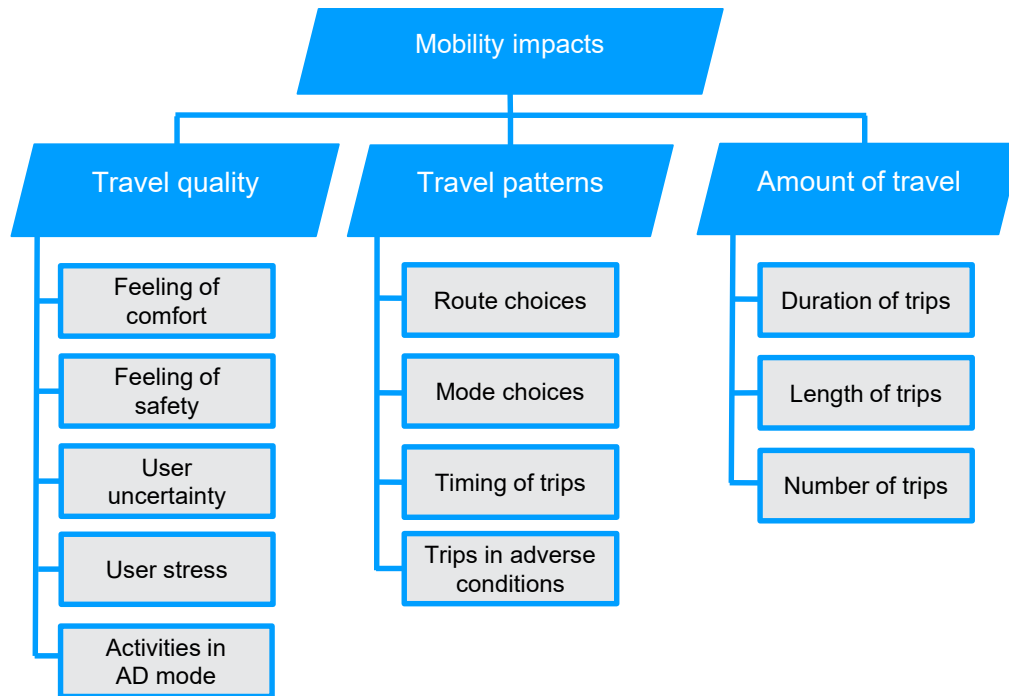
# Liikkumisvaikutukset ja käyttöhalukkuus

# Miksi liikkumisvaikutukset ovat tärkeitä?



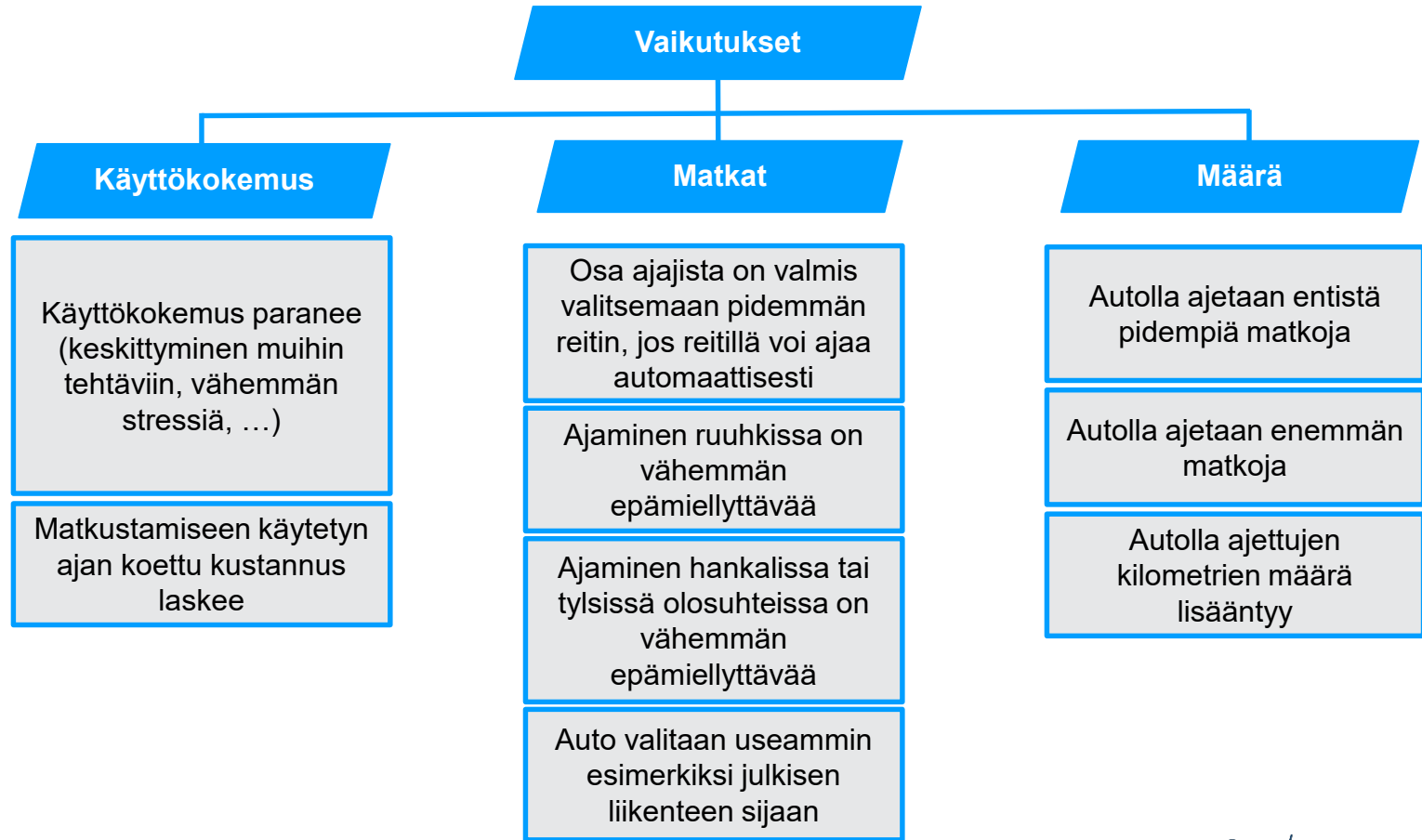
# Tutkimuskysymykset

- Kuinka automaattiajaminen vaikuttaa matkustuskokemukseen (matkustamisen laatu)?
- Kuinka automaattiajaminen vaikuttaa matkoihin?
- Kuinka automaattiajaminen vaikuttaa liikkumisen määrään?



# Keskeiset aineistot

- **Kenttäkokeet – koekäyttäjien näkemykset**
  - Käyttökokemusta mitattiin kyselylomakkeelle ja lisäksi järjestettiin fokusryhmähaastatteluja
- **Kyselyt – kansalaisten näkemykset**
  - Impact assessment survey (n = 8,432 Euroopassa vuonna 2021)
  - User and acceptance survey (n = 9,118 Euroopassa vuosina 2019–2021)
- Osa-aineistosta vapaasti saatavilla <https://l3pilot.eu/data>





# Sujuvuus- ja ympäristövaikutukset

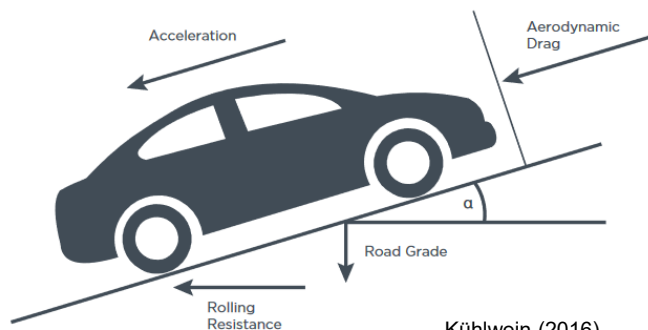
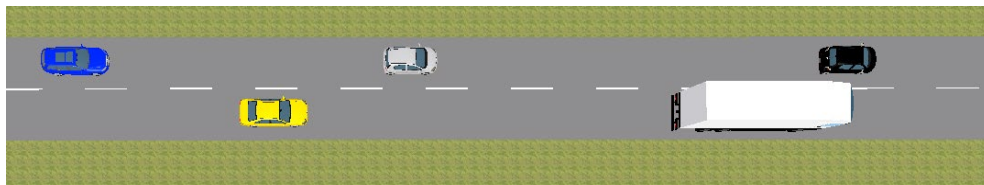


# Tutkimuskysymykset

1. Miten automaatio vaikuttaa **matka-aikoihin, viivytyksiin ja välityskykyyn?**
2. Miten automaatio vaikuttaa **energiantarpeeseen ja CO<sub>2</sub>-päästöihin?**
3. Mitä vaikutuksia on odotettavissa **Euroopan tasolla?**
  - 27 EU-maata + Norja, Sveitsi ja Iso-Britannia (EU27+3)

# Työkalut

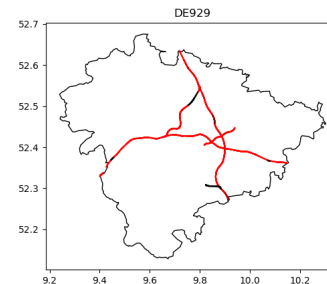
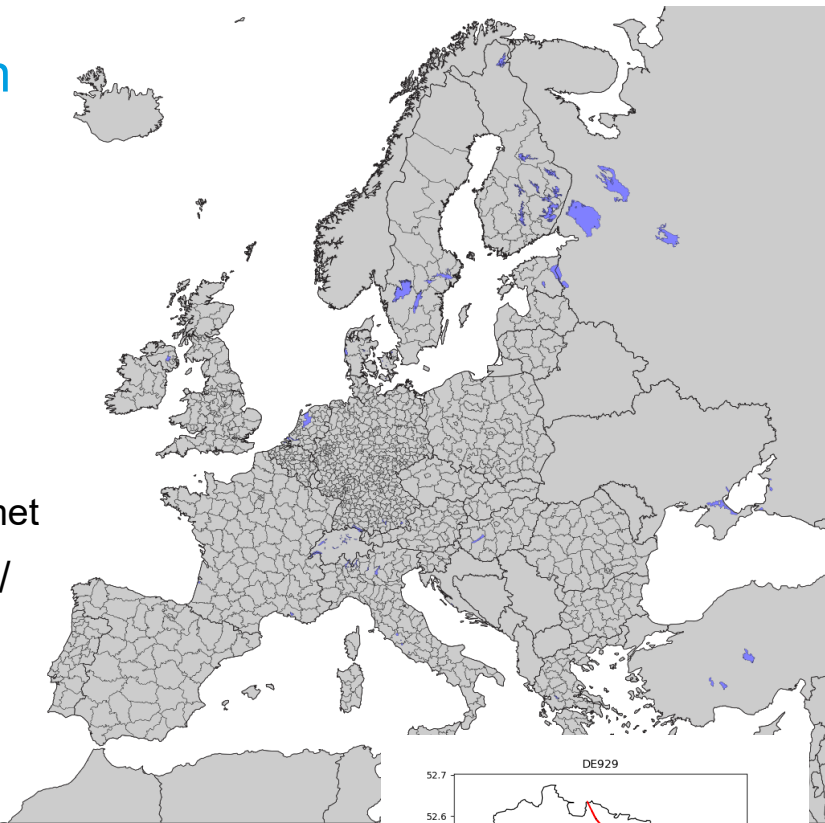
- Liikennesimuloinnit PTV Vissim-ohjelmalla
- CO<sub>2</sub>-päästöt EnViVer-ohjelmalla
  - Laskee päästöt Vissimin antamista ajoneuvojen liikeradoista määritellyn ajoneuvokannan perusteella
- Energiantarpeen laskenta
  - Perustuen ajovastuksiin



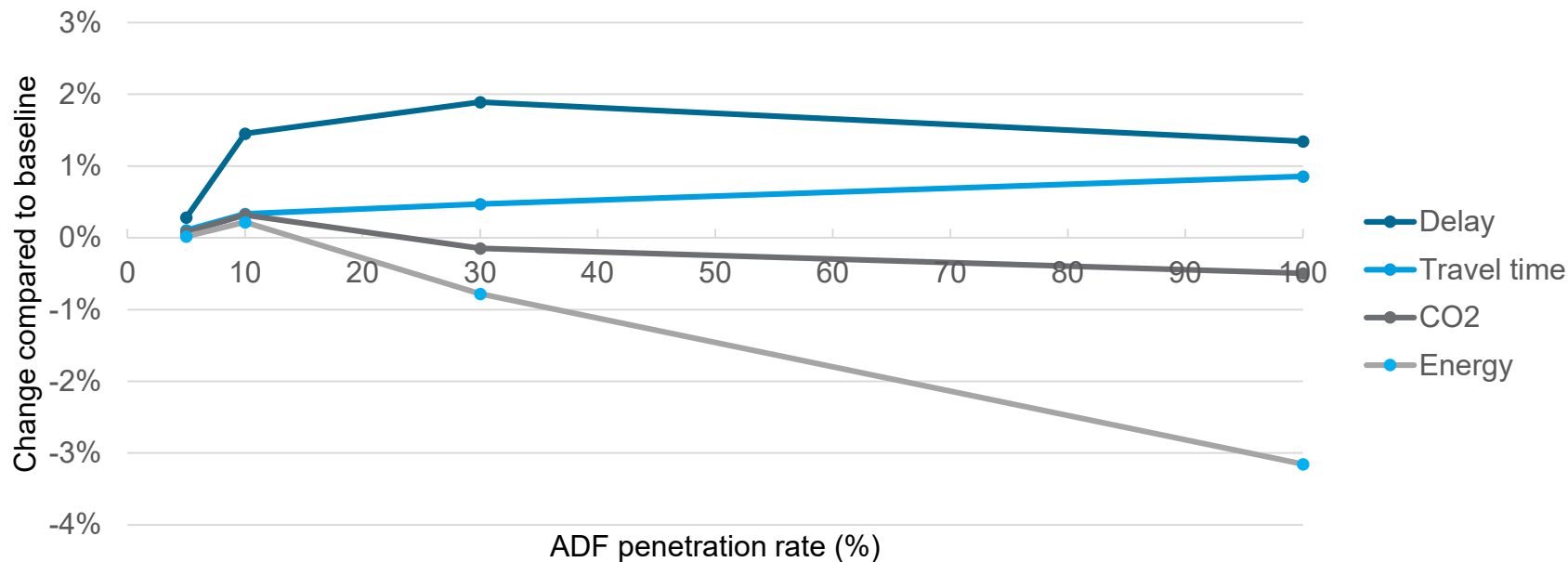
Kühlwein (2016)

# Vaikutusten skaalaus NUTS 3-alueittain

- Jokaiselle NUTS3-alueelle koottiin:
  - Moottoriteiden pituus tyypeittäin
    - Lähde: OpenStreetMap
  - Liikennemäärät vuoden jokaista tuntia kohti
    - Lähde: viranomaiset&operaattorit, vaihtelukertoimet
  - Säädata vuoden jokaista tuntia kohti (1 piste / NUTS3)
    - Lähde: EU Copernicus Programme
- Datat perusteella laskettiin osuus suoritteesta joka on mahdollista ajaa automaattiajofunktiolla ja yhdistettiin simulointien tuloksiin



# Kokonaisvaikutukset EU27+3 -alueella

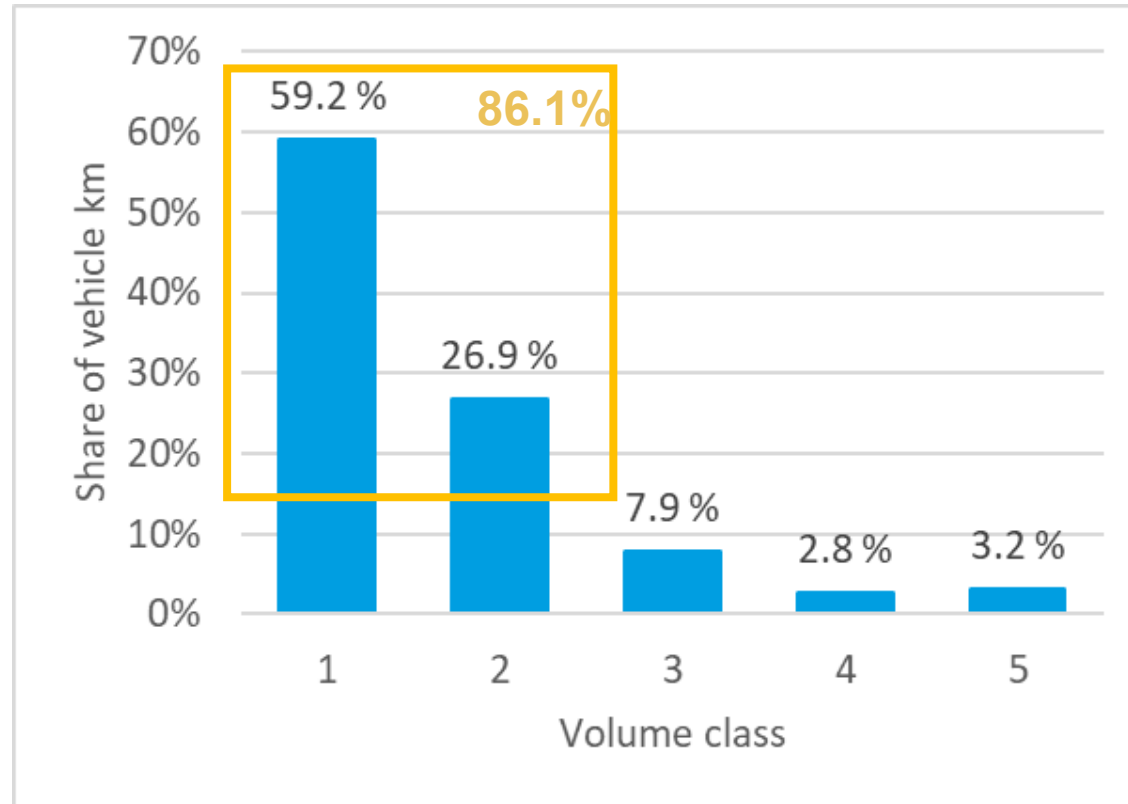


Kuva näyttää automaation kokonaisvaikutukset eri levinneisyysasteilla indikaattoreittain verrattuna nykytilanteeseen

| PR    | Matka-aika | Viivytykset | CO <sub>2</sub> | Energia |
|-------|------------|-------------|-----------------|---------|
| 5 %   | 0,1 %      | 0,3 %       | 0,1 %           | 0,0 %   |
| 10 %  | 0,3 %      | 1,5 %       | 0,3 %           | 0,2 %   |
| 30 %  | 0,5 %      | 1,9 %       | -0,2 %          | -0,8 %  |
| 100 % | 0,9 %      | 1,4 %       | -0,5 %          | -3,2 %  |



# Suurin osa ajoneuvokilometreistä ajetaan pienissä liikennemäärissä

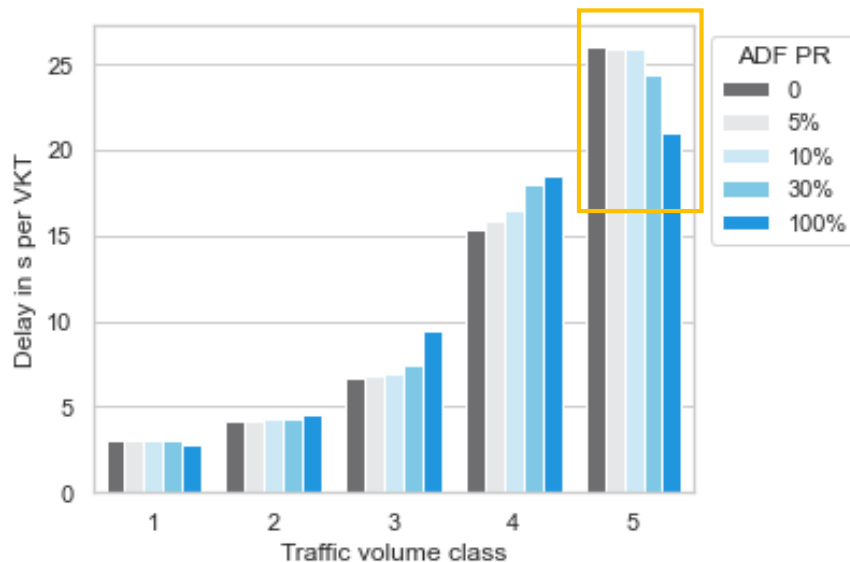


## Volume classes

- 1: up to 750 veh/h/lane
- 2: 751–1250 veh/h/lane
- 3: 1251– 1750 veh/h/lane
- 4: 1751– 2250 veh/h/lane
- 5: over 2250 veh/h/lane

## Tulokset: Viivytykset

- Viivytykset laskevat suurissa liikennemäärissä suurilla levinneisyysasteilla
- Suurin liikennemäärä:
  - Viivytykset laskevat **6,3 %** ja **19,0 %** kun levinneisyysaste on **30 % ja 100 %** henkilöautoista

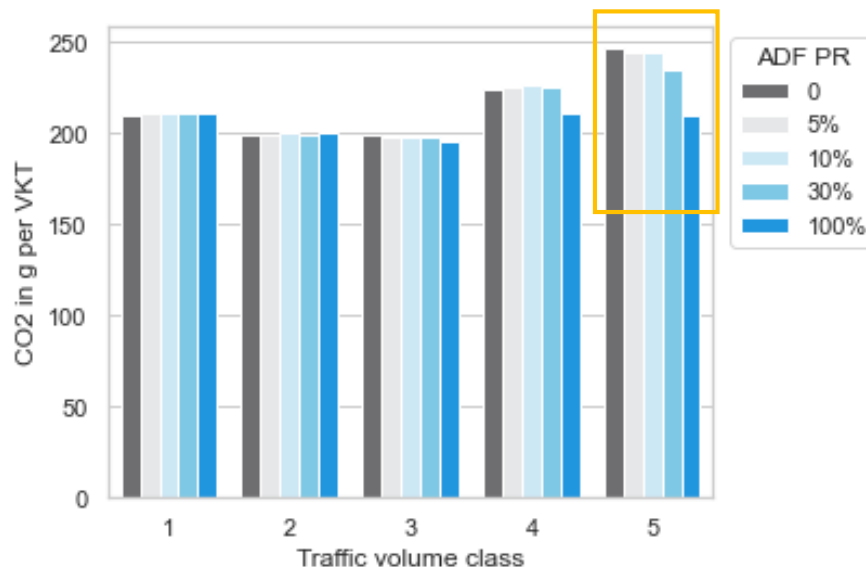


### Traffic volume classes

- 1:  $\leq 750$  veh/h/lane
- 2: 751–1250 veh/h/lane
- 3: 1251–1750 veh/h/lane
- 4: 1751–2250 veh/h/lane
- 5:  $> 2250$  veh/h/lane

## Tulokset: CO<sub>2</sub>-päästöt

- Päästöt laskevat suurissa liikennemäärissä suurilla levinneisyysasteilla
- Suurin liikennemäärä:
  - Päästöt laskevat **4,8 %** ja **14,8 %**, kun levinneisyysaste on **30 %** ja **100 %** henkilöautoista



### Traffic volume classes

- 1: <= 750 veh/h/lane
- 2: 751–1250 veh/h/lane
- 3: 1251–1750 veh/h/lane
- 4: 1751–2250 veh/h/lane
- 5: > 2250 veh/h/lane



## Johtopäätökset

- Vaikutukset ovat suurimpia suurissa liikennemäärissä ja suurilla levinneisyysasteilla
- Absoluuttiset arvot ovat alhaisimmat pienillä nopeusrajoituksilla ja liikennemäärillä
- Automaation kokonaisvaikutukset liikenteen sujuvuuteen ja päästöihin EU-tasolla ovat suhteellisen pienet
  - Suurin osa ajoneuvokilometreistä ajetaan pienissä liikennemäärissä
  - Vaikutukset voivat olla suurempia paikallisesti
- Sekä päästö- että sujuvuushyötyjen saavuttaminen yhtäaikaaisesti on haastavaa



# Liikenneturvallisuusvaikutukset

# Ylätason tutkimuskysymys

Millainen vaikutus kolmostason  
automaattiajofunktioilla on  
liikenneturvallisuuteen?



Tulosten skaalaaminen  
EU27+3 -tasolle

Vaikutukset eri vakavuuksisten  
onnettomuuksien lukumäärään



# Liikenneturvallisuusvaikutusten arviointi

## – Lähtöaineisto

### Kenttäkokeet

- Ajetut kilometrit vastaavat vain pientä osaa Euroopan tieliikenteestä
  - Kenttäkokeet: 0,2 miljoonaa km
  - Vuosittainen henkilöautojen ajosuorite Euroopan moottoriteillä on yli 643 000 miljoonaa km
- Kenttäkokeiden aikana ei tapahtunut yhtään onnettomuutta!
- Lisämenetelmiä tarvitaan liikenneturvallisuusvaikutusten arvioimiseksi
  - Liikenneturvallisuussimuloinnit

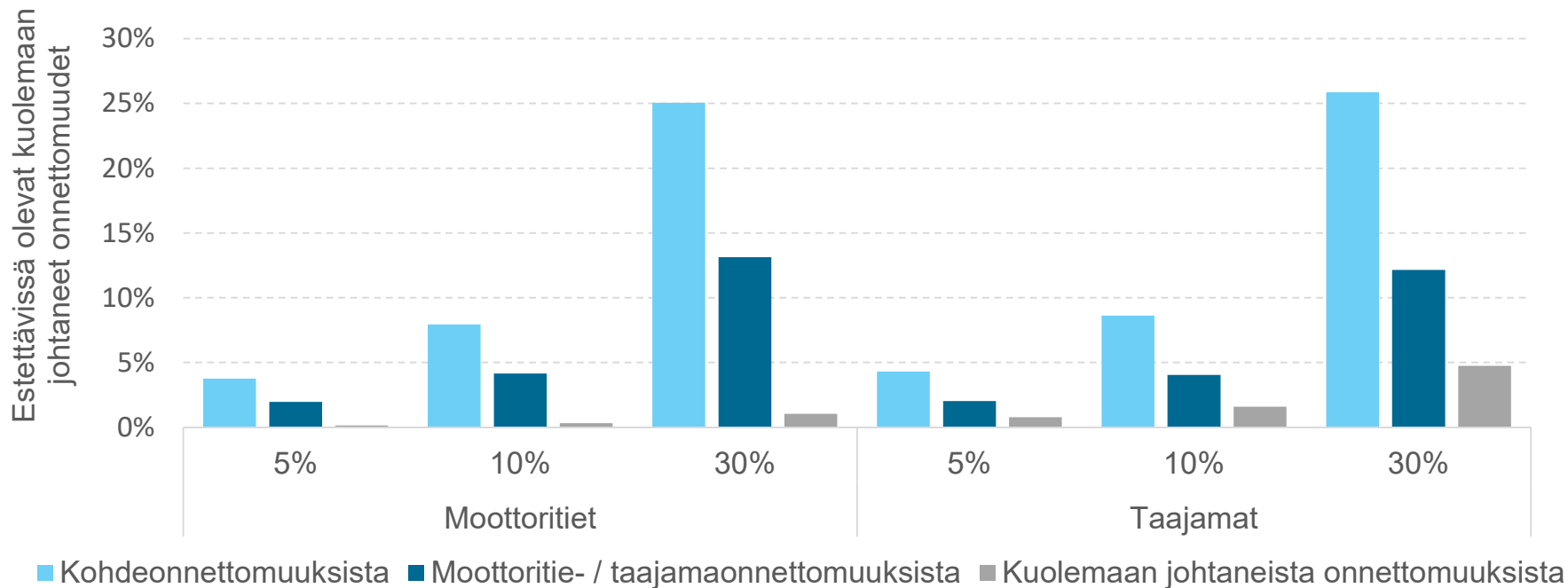


## Kohdeonnettomuudet EU27+3 (2018)

| Onnettomuuksien vakavuus | Moottoritiet                          |               | Taajamat                              |                | Henkilövahinkoon johtaneet onnettomuudet |
|--------------------------|---------------------------------------|---------------|---------------------------------------|----------------|------------------------------------------|
|                          | Kohde-onnettomuudet toiminta-alueella | Yht.          | Kohde-onnettomuudet toiminta-alueella | Yht.           |                                          |
| Kuolemaan joht.          | 982                                   | 1 874         | 4 368                                 | 9 298          | 23 778                                   |
| Vakavaan louk. johtaneet | 6 327                                 | 10 976        | 67 547                                | 124 680        | 206 263                                  |
| Lievään louk. johtaneet  | 37 898                                | 55 138        | 370 168                               | 609 575        | 868 523                                  |
| <b>Yht.</b>              | <b>45 207</b>                         | <b>67 988</b> | <b>442 083</b>                        | <b>743 553</b> | <b>1 098 564</b>                         |

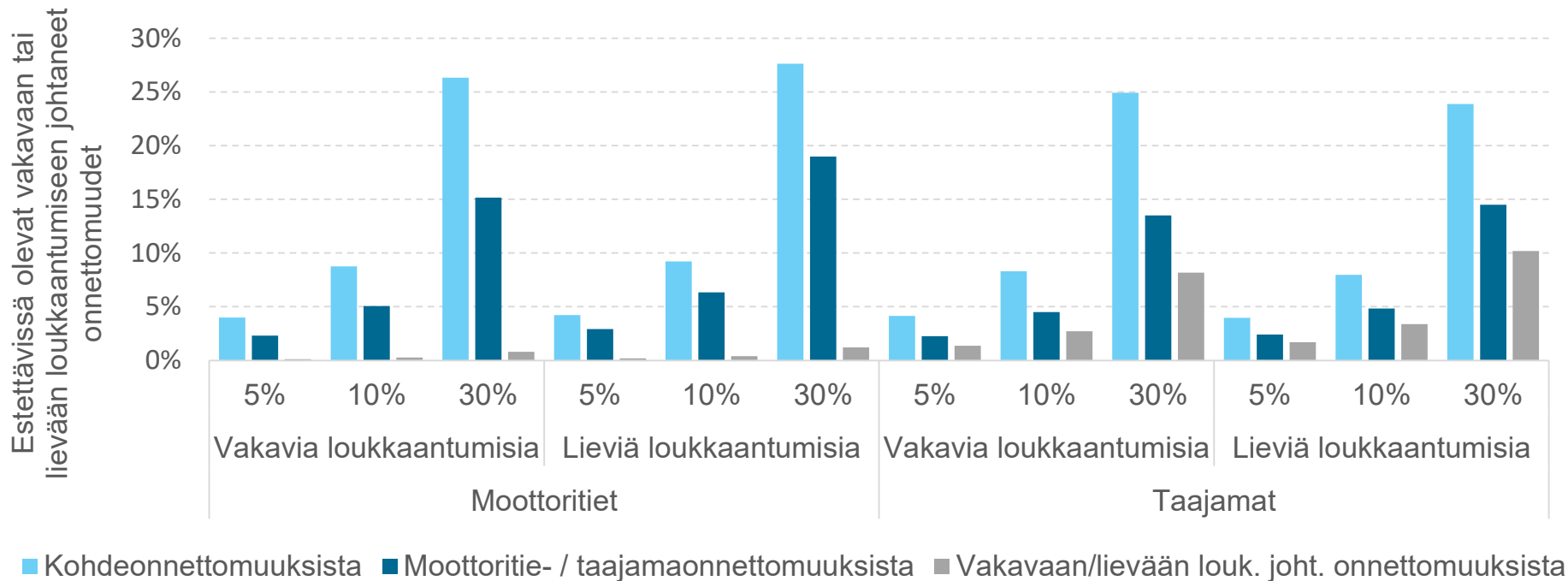
# Liikenneturvallisuusvaikutukset levinneisyysasteen mukaan (EU27+3)

## – Kuolemaan johtaneet onnettomuudet



# Liikenneturvallisuusvaikutukset levinneisyysasteen mukaan (EU27+3)

## – Onnettomuudet joissa vakavia tai lieviä loukkaantumisia



# Liikenneturvallisuusvaikutukset mekanismeittain

**Positiivinen:** Onnettomuudet vähenevät  
**Negatiivinen:** Onnettomuudet lisääntyvät

|                       | Mekanismi                                                                 | Arvioitu vaikutus                                                                                                        | Suunta       | Vaikutuksen suuruus |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|
| Suorat vaikutukset    | Ajotehtävän, ajokäyttäytymisen tai matkakokemuksen välittömät vaikutukset | Onnettomuuksien lukumäärä vähenee; Haasteina väsymys, muuhun kuin ajotehtävään keskittyminen, huonompi tilannetietoisuus | Positiivinen | Keskisuuri          |
|                       | Fyysisen tai digitaalisen infrastruktuurin välittömät vaikutukset         | Infran vaikutukset huomioitiin simuloinneissa                                                                            | –            | –                   |
| Epäsuorat vaikutukset | Välilliset muutokset käyttäjän käyttäytymiseen                            | Ajotaitojen heikkeneminen ja kuljettajan ajosuorituksen huononeminen                                                     | Negatiivinen | Pieni               |
|                       | Välilliset muutokset ei-käyttäjän käyttäytymiseen                         | Tasaisempi nopeus ja tasaisemmat kiihdytykset; pienemmät nopeuserot autojen välillä                                      | Positiivinen | Pieni               |
|                       | Muutokset käyttäjän ja ei-käyttäjän vuorovaikutukseen                     | Huomioitiin suurelta osin simuloinneissa                                                                                 | –            | –                   |
|                       | Muutokset tienkäyttäjän altistuksessa                                     | Henkilöauto km oletetaan kasvavan                                                                                        | Negatiivinen | Keskisuuri          |
|                       | Muutokset kulkumuodon valinnassa                                          | Henkilöauton käyttö todennäköisesti lisääntyy                                                                            | Negatiivinen | Keskisuuri          |
|                       | Muutokset reitinvalinnassa                                                | Suositaan toiminta-alueen sisäisiä reittejä, kuten moottoriteitä                                                         | Positiivinen | Keskisuuri          |
|                       | Muutokset onnettomuuksien seurauksissa                                    | Ei oletettu vaikutuksia                                                                                                  | –            | –                   |



## Johtopäätökset

- Automaattiajofunktioiden arvioitiin vähentävän henkilövahinkoon johtavien liikenneonnettomuuksien lukumäärää
- Vähenemän arvioitiin olevan suurempi taajama-alueen automaattiajofunktiolla
- Kolmostason automaation arvioidaan tuovan mukanaan vain muutamia uusia liikenneonnettomuuksia vuosittain
- Positiivisia ja negatiivisia epäsuoria liikenneturvallisuusvaikutuksia kuten:
  - Automaattiajamisen sensorien mahdollistamat paremmat kuljettajien tukijärjestelmät manuaalisen ajon aikana (positiivista)
  - Henkilöautokilometrien kasvu ja ihmisten siirtyminen muista kulkutavoista käyttämään henkilöautoa (negatiivinen)



# Lisätietoja

# Lisätietoja, yksityiskohtaiset tulokset ja avointa dataa

- Projektin raportit ja muita julkaisuja osoitteessa [L3Pilot.eu/downloads](https://L3Pilot.eu/downloads)
- Avoimia dataa osoitteessa [L3Pilot.eu/data](https://L3Pilot.eu/data)





L3Pilotin jälkeen

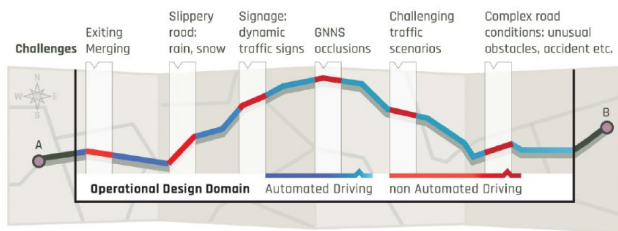
The logo features the text "HI/DRIVE" in a bold, dark grey sans-serif font. The slash between "HI" and "DRIVE" is composed of two parallel diagonal lines: a blue line on the left and a red line on the right. In the bottom left corner of the slide, there is a partial view of the same blue and red diagonal lines.

**HI/DRIVE**

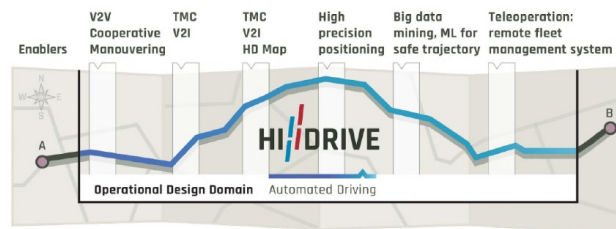
# Evaluoinnin painopisteet



- **Automaattiajaminen** toiminta-alueensa sisällä erilaisilla automaattiajamisen järjestelmillä
- Moottoritiet, kaupunkiympäristö ja pysäköinti
- Ajoneuvo ja käyttäjä



- **Laajennettu ja pirstoutumaton toiminta-alue** automaattiajamisen järjestelmille
- Moottoritiet ja kaupunkiympäristö
- Ajoneuvo ja käyttäjä





# Webinaarimateriaalit

# TransDigi L3Pilot -hankkeen tulokset -webinaari 1.12.2021

- Webinaarin esitysmateriaalit löytyvät Motivan verkkosivuilta:  
[1.12.2021 webinaarin esitykset](#)
- Webinaarin tallenne on katsottavissa Motivan Youtube-kanavalla 22.12.2021 saakka: [1.12.2021 webinaarin tallenne](#)



Thank you for your kind attention.

Satu Innamaa  
Satu.Innamaa@vtt.fi



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 723051.

© L3Pilot project/photographers:  
depositphotos/Solomin Viktor, Andrey Popov, leungchopan, fbmadeira, natlit;  
Nils Kampendonk; Volkswagen AG;  
Unsplash/Dawid Zawila, Samuel Zeller, NeONBRAND, Brooke Cagle, Axel Antas-Bergkvist, Paul Gilmore, Depositphotos, Nadine Shaabana on Unsplash, Alessio Lin, Rucksack Magazine on Unsplash, Kyle Nieber on Unsplash, Flo Pappert on Unsplash, Roman Koester, Serhat Beyazkaya on Unsplash, Pixnio.com/fr