



Väylävirasto
Trafikledsverket

Väyläviraston julkaisu
14/2023

Tarkastelu nopeusrajoitusten vaikutuksista maantieverkolla



Fanny Malin, Johannes Mesimäki, Elina Aittoniemi, Satu
Innamaa ja Arttu Lauhkonen

Tarkastelu nopeusrajoitusten vaikutuksista maantieverkolla

Väyläviraston julkaisuja 14/2023

Kannen kuva: Väyläviraston kuva-arkisto

Verkkajulkaisu pdf (www.vayla.fi)

ISSN 2490-0745

ISBN 978-952-405-050-0

Fanny Malin, Johannes Mesimäki, Elina Aittoniemi, Satu Innamaa ja Arttu Lauhkonen: Tarkastelu nopeusrajoitusten vaikutuksista maantieverkolla. Väylävirasto Helsinki 2023. Väyläviraston julkaisu 14/2023. 42 sivua ja 2 liitettä. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-405-050-0.

Avainsanat: liikenneturvallisuus, matka-aika, energiankulutus, hiilidioksidipäästö, melu

Tiivistelmä

Tutkimuksen tavoitteena oli arvioida viiden eri maanteiden nopeusrajoitusta muuttavan toimenpiteen vaikutuksia liikenteen turvallisuuteen, keskimääräiseen matka-aikaan, polttoaineenkulutukseen, energiankulutukseen, CO₂-päästöihin ja liikennemeluun, ja vaikutusten yhteiskuntataloudellisia hyötyjä ja haittoja. Lisäksi arvioitiin, miten toimenpiteet tukevat valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman tavoitteita. Tutkimusmenetelmänä oli teoreettinen tarkastelu eri vaikutuksista perustuen nopeusrajoitusten muutosten aiheuttamiin keskinopeuden muutoksiin. Tarkasteltavat toimenpiteet olivat talviajan nopeusrajoitusten ympärivuotinen käyttö (TP1), yleisrajoitus 70 km/h taajaman ulkopuolella ja 40 km/h taajamissa (TP2), nopeusrajoitus ≥ 100 km/h vain rakenteellisesti erotetuilla tiejaksoilla (TP3), nopeusrajoitus enintään 100 km/h moottoriteillä (TP4) ja nopeusrajoitus 60–80 km/h kaupunkiseutujen sisääntuloväylillä (TP5).

Kaikkien toimenpiteiden arvioitiin vähentävän vuosittaisia henkilövahinko-onnettomuuksia (-10...-77) sekä liikenteessä kuolleiden (-1...-14) ja vakavasti loukkaantuneiden (-1...-12) määrää. Suurimmat vaikutukset liikenneturvallisuuteen arvioitiin TP1:lle ja TP3:lle. Keskimääräisen matka-ajan arvioitiin kasvavan (3,7–9,6 %) kaikilla toimenpiteiden verkoilla. Sähköautojen vuosittaisen energiankulutuksen arvioitiin vähenevän kaikilla toimenpiteillä (-150...-1 280 MWh), ja polttoaineen vuosittaisen kulutuksen vähenevän lähes kaikilla toimenpiteillä (benssiini: 534...-6 274 kl ja diesel: -596...-7083 kl). Poikkeuksena on TP2, jonka arvioitiin johtavan kulutuksen maltilliseen kasvuun (benssiini: 228 kl ja diesel: 1 036 kl). Myös CO₂-päästöjen arvioitiin vähenevän kaikilla toimenpiteillä (-2,3...-26,8 kt CO₂) paitsi TP2:lla (2,5 kt CO₂). Kaikkien toimenpiteiden arvioitiin vähentävän haitalliselle liikennemelulle altistuneiden määrää.

Toimenpiteiden yhteiskuntataloudelliset vaikutukset laskettiin tieliikenteen hankearvioinnin yksikköarvojen avulla. Suurimmat arvioidut hyödyt syntyisivät henkilövahinkojen vähentymisestä (-3,7...-59,2 M€/v.) ja suurimmat haitat keskimääräisen matka-ajan kasvusta (8,3...59,2 M€/v.). Laskemalla yhteen kaikkien vaikutusalueiden arvioidut hyödyt ja haitat, TP3 ja TP5 olivat arvion mukaan yhteiskuntataloudellisesti hyödyllisiä (kustannussäästö noin -1,5 M€/v. molemmissa toimenpiteissä). Suurimmat arvioidut yhteiskuntataloudelliset haitat syntyisivät TP1:lle ja TP4:lle (kustannusten kasvu 4,9–6,7 M€/v.).

Kaikkien toimenpiteiden arvioitiin kasvattavan matka-aikoja hieman, minkä johdosta mikään toimenpide ei edistä saavutettavuustavoitetta. Kaikki toimenpiteet edistäisivät kestävyystavoitetta, koska ne vähentävät henkilövahinkoja, polttoaineen- ja sähkönkulutusta, hiilidioksidipäästöjä sekä haitalliselle liikennemelulle altistuneiden määrää. Kahdella toimenpiteen (TP3 ja TP5) arvioidut vaikutukset aikaan saavat yhteiskuntataloudellista hyötyä eli parantaisivat tehokkuustavoitetta.

Fanny Malin, Johannes Mesimäki, Elina Aittoniemi, Satu Innamaa ja Arttu Lauhkonen: Granskning av effekten av hastighetsbegränsningarna i landsvägsnätet. Trafikledsverket. Helsingfors 2023. Trafikledsverkets publikationer 14/2023. 42 sidor och 2 bilagor. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-405-050-0.

Sammanfattning

Syftet med studien var att utvärdera effekterna av fem olika hastighetsbegränsningsåtgärder på landsvägar på trafiksäkerhet, genomsnittlig restid, bränsleförbrukning, energiförbrukning, koldioxidutsläpp och trafikbuller samt effekternas socioekonomiska fördelar och nackdelar. Dessutom utvärderade studien hur åtgärderna stödjer målen i den nationella transportsystemplanen. Resultaten grundar sig på en teoretisk utvärdering baserad på förändringar i medelhastighet till följd av hastighetsbegränsningsändringar. Åtgärderna som granskades var användning av hastighetsbegränsningar för vintern och mörka tiden året runt (TP1), en allmän hastighetsbegränsning på 70 km/h utanför tätorter och 40 km/h i tätorter (TP2), en hastighetsbegränsning på ≥ 100 km/h endast på fysiskt separerade vägsträckor (TP3), en hastighetsbegränsning på högst 100 km/h på motorvägar (TP4) och en hastighetsbegränsning på 60–80 km/h på infartslederna i Helsingfors, Åbo och Tammerfors (TP5).

Alla åtgärder beräknades minska det årliga antalet personskadeolyckor (-10...-77), dödade (-1...-14) och allvarligt skadade (-1...-12). De största trafiksäkerhetseffekterna uppskattades för TP1 och TP3. Den genomsnittliga restiden uppskattades öka (3,7–9,6 %) på alla åtgärders vägnätverk. Den årliga energiförbrukningen för elbilar uppskattades minska med alla åtgärder (-150...-1280 MWh), och den årliga bränsleförbrukningen minska med nästan alla åtgärder (bensin: -534...-6274 kl och diesel: -596...-7083 kl). Undantaget är TP2, som bedömdes leda till en måttlig ökning av bränsleförbrukning (bensin: 228 kl och diesel: 1036 kl). Koldioxidutsläppen beräknades också minska med alla åtgärder (-2,3...-26,8 kt CO₂) förutom TP2 (2,5 kt CO₂). Alla åtgärder beräknades minska antalet personer som utsätts för skadligt trafikbuller.

De socioekonomiska effekterna av åtgärderna beräknades med hjälp av de nationella enhetsvärdena. De största uppskattade fördelarna skulle uppstå från minskningen av personskador (-3,7...-59,2 M€/år) och de största nackdelarna från ökningen av genomsnittlig restid (8,3...59,2 M€/år). Då de olika effekterna summeras, skulle TP3 och TP5 vara fördelaktiga ur en socioekonomisk synvinkel (kostnadsbesparingar på cirka -1,5 M€/år i båda åtgärderna). De största uppskattade socioekonomiska nackdelarna skulle uppstå för TP1 och TP4 (kostnadsökning på 4,9–6,7 M€/år).

Ingen åtgärd bidrar till tillgänglighetsmålet eftersom alla åtgärder bedömdes öka de genomsnittliga restiderna något. Alla åtgärder skulle bidra till hållbarhetsmålet eftersom de minskar personskador, bränsle- och elförbrukning, koldioxidutsläpp och antalet personer som utsätts för skadligt trafikbuller. De uppskattade effekterna av två åtgärder (TP3 och TP5) skulle ge en socioekonomisk fördel, det vill säga förbättra effektivitetsmålet.

Fanny Malin, Johannes Mesimäki, Elina Aittoniemi, Satu Innamaa ja Arttu Lauhkonen: An examination of the effects of speed limits on the road network.
Finnish Transport Infrastructure Agency Helsinki 2023. Publications of the FTIA 14/2023.
42 pages and 2 appendices. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-405-050-0.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effects of five speed limit measures for public highways on traffic safety, average travel time, fuel and energy consumption, CO₂ emissions and traffic noise as well as the socio-economic benefits and costs of the effects. In addition, this study evaluated how the measures support the three goals of The National Transport System Plan. The results are derived from a theoretical evaluation based on changes in average speed resulting from speed limit changes imposed by the measures. The reviewed measures include the year-round use of speed limits for winter conditions and limited daylight hours (TP1), a general limit of 70 km/h outside built-up areas and 40 km/h in built-up areas (TP2), a speed limit of ≥ 100 km/h on physically separated road sections only (TP3), a maximum speed limit of 100 km/h on motorways (TP4) and a speed limit of 60–80 km/h on access roads in Helsinki, Turku and Tampere (TP5).

All measures were estimated to reduce the number of annual personal injury accidents (-10...-77), fatalities (-1...-14) and serious injuries (-1...-12). The greatest traffic safety effects were estimated for TP1 and TP3. Average travel time was estimated to increase (3.7–9.6%) on all the measures' road networks. Annual energy consumption of electric cars was estimated to decrease with all measures (-150...-1280 MWh), and annual fuel consumption to decrease with almost all measures (gasoline: -534...-6274 kl and diesel: -596...-7083 kl). The exception is TP2, which was estimated to lead to a moderate increase in annual fuel consumption (gasoline: 228 kl and diesel: 1036 kl). CO₂ emissions were also estimated to decrease with all measures (-2.3...-26.8 kt CO₂) except for TP2 (2.5 kt CO₂). All measures were estimated to reduce the number of people exposed to harmful traffic noise.

The socio-economic effects of the measures were calculated using national unit values. The greatest estimated socio-economic benefits would arise from the reduction of personal injuries (-3.7...-59.2 M€/year) and the greatest disadvantages from the increase in average travel time (8.3...59.2 M€/year). By adding up the estimated benefits and costs of all effects, TP3 and TP5 were estimated to be beneficial from a socio-economic perspective (cost savings of approximately -1.5 M€/year in both measures). The biggest estimated socio-economic disadvantages would arise for TP1 and TP4 (cost increase 4.9–6.7 M€/year).

All measures were estimated to increase travel times slightly, which is why none of the measures contribute to the accessibility goal. On the other hand, all measures would contribute to the sustainability goal because they were estimated to reduce personal injuries, fuel and electricity consumption, CO₂ emissions and the number of people exposed to harmful traffic noise. The estimated effects of two measures (TP3 and TP5) would lead to overall socio-economic benefit, i.e. would improve the efficiency goal.

Esipuhe

Liikenne- ja viestintäministeriön Liikenneturvallisuusstrategiassa on esitetty useita toimenpiteitä liittyen nopeusrajoituksiin. Näistä toimenpiteistä osa kohdistuu maantieverkolle.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on lisätä tietopohjaa eri nopeusrajoitusten vaikutuksista maantieverkolla ja tunnistaa miten eri nopeusrajoitustoimenpiteet toteuttavat Valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman tavoitteita.

Tutkimuksen tekivät Fanny Malin (toimittajan yhdyshenkilö), Johannes Mesimäki, Elina Aittoniemi, Satu Innamaa ja Arttu Lauhkonen Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:stä. Työn ohjausryhmään kuuluivat Väylävirastosta Maija Rekola (tilaajan yhdyshenkilö), Tuomas Österman, Noora Airaksinen, Jari Gröhn, Aimo Huhdanki, Jukka Peura ja Anna Saarlo. Raportin esitarkasti Harri Peltola VTT:ltä.

Helsingissä maaliskuussa 2023

Väylävirasto
Liikenneverkot ja palvelutaso -osasto

Sisältö

1	JOHDANTO.....	8
1.1	Tausta.....	8
1.2	Kirjallisuuskatsaus	9
1.3	Tavoitteet ja rajaus	11
2	TUTKIMUSMENETELMÄ	12
2.1	Toimenpiteiden määrittely.....	12
2.1.1	Toimenpiteiden tieverkkojen määrittely	13
2.2	Keskinopeusmuutos.....	14
2.3	Vaikutukset.....	15
2.3.1	Liikenneturvallisuus	15
2.3.2	Keskimääräinen matka-aika	15
2.3.3	Polttomoottoriajoneuvojen polttoaineenkulutus	16
2.3.4	Sähköautojen energiankulutus	17
2.3.5	Hiilidioksidipäästöt	18
2.3.6	Liikennemelu.....	19
2.3.7	Yhteiskuntataloudelliset hyödyt ja haitat.....	20
3	TOIMENPITEIDEN VAIKUTUKSET	21
3.1	Liikenneturvallisuus	21
3.2	Keskimääräinen matka-aika.....	22
3.3	Polttomoottoriajoneuvojen polttoaineenkulutus.....	23
3.4	Sähköautojen energiankulutus.....	24
3.5	Hiilidioksidipäästöt.....	25
3.6	Liikennemelu	26
3.7	Yhteiskuntataloudelliset hyödyt ja haitat.....	27
4	TULOSTEN TARKASTELU	29
4.1	Toimenpiteiden vaikutukset.....	29
4.1.1	Talven nopeusrajoitusten ympärivuotinen käyttö.....	29
4.1.2	Yleisrajoitus 70 km/h taajaman ulkopuolella ja 40 km/h taajamissa 30	
4.1.3	Nopeusrajoitus ≥ 100 km/h vain rakenteellisesti erotetuilla tiejaksoilla	30
4.1.4	Nopeusrajoitus enintään 100 km/h moottoriteillä.....	31
4.1.5	Nopeusrajoitus 60–80 km/h kaupunkiseutujen sisääntuloväylillä ...	32
4.2	Tulosten peilaus liikennejärjestelmäsuunnitelman tavoitteisiin	33
4.3	Tutkimuksen rajoitukset.....	36
5	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	38
	LÄHDELUETTELO.....	40
	LIITTEET	
Liite 1	Karttakuvat toimenpiteiden verkoista	
Liite 2	Toimenpideyhdistelmien vaikutukset	

1 Johdanto

1.1 Tausta

Suomen liikennepoliittiset tavoitteet pyrkivät parantamaan liikenneturvallisuutta ja vähentämään liikenteen päästöjä. Keväällä 2022 linjattu periaatepäätös ja liikenneturvallisuusstrategia tähtäävät kaikkien liikennemuotojen turvallisuuden parantamiseen sekä onnettomuuksien ehkäisyyn. Liikenneturvallisuusstrategian visiona on, ettei kenenkään tarvitse kuolla tai loukkaantua vakavasti liikenteessä vuoteen 2050 mennessä (LVM 2022). Lisäksi kansallisena tavoitteena on vuoteen 2005 verrattuna puolittaa liikenteen kasvihuonekaasupäästöt viimeistään vuonna 2030, mikä on kunnianhimoisempi kuin Euroopan unionin tavoite 39 % (Liikennefakta 2022; LVM 2021).

Suomen liikennejärjestelmä on yhteiskunnan toimivuuden kannalta elintärkeä. Se tukee maan talouskasvua ja kilpailukykyä, sosiaalisten yhteyksien ylläpitoa ja muodostumista sekä seudullista elinvoimaisuutta. Liikennejärjestelmän kehittämisen yhteiskunnallisia päämääriä ovat Suomen kilpailukyvyyn parantaminen, ilmastonmuutoksen torjunta sekä alueellisen elinvoiman ja saavutettavuuden ylläpito. Vuosien 2021–2032 valtakunnallinen liikennejärjestelmäsuunnitelma (Liikenne 12 -suunnitelma) sisältää saavutettavuus-, kestävyys- ja tehokkuustavoitteet, joiden avulla päämääriin pyritään. Saavutettavuustavoite pyrkii takaamaan, että liikennejärjestelmä ylläpitää koko Suomen saavutettavuutta vastaten elinkeinojen, työssäkäynnin ja asumisen tarpeisiin. Kestävyystavoite kannustaa kestävien liikkumistapojen edistämiseen sekä niiden valintaan, etenkin kaupunkiseuduilla. Tehokkuustavoite pyrkii liikennejärjestelmän yhteiskuntataloudellisen tehokkuuden parantamiseen ja talouskasvun edellytysten luomiseen. Liikennejärjestelmää kehitetään tietoon pohjautuvalla päätöksenteolla mm. vaikutusarviointien avulla (Valtioneuvosto 2021).

Kaikilla Suomen maanteilla on nopeusrajoitus, jolla pyritään säätämään ajoneuvojen liikkumista niin, että yhteiskunnan odotukset koskien turvallista, taloudellista ja joustavaa liikennettä sekä miellyttävää elinympäristöä täyttyisivät. Nopeusrajoituksella tarkoitetaan liikennemerkillä osoitettua nopeusrajoitusta tai liikenneministeriön päätöksellä asetettua yleistä nopeusrajoitusta. Nopeusrajoituksilla on vaikutus saavutettavuuteen, kestävyteen ja tehokkuuteen. Nykyisen Nopeusrajoitukset-ohjeen mukaan nopeusrajoituksista päättäessä on pyrittävä ensisijaisesti liikenteen turvallisuuden parantamiseen, mutta myös sen sujuvuuden ja välityskyvyn kehittämiseen, liikenteen kustannusten alentamiseen ja liikenteestä johtuvien haittavaikutusten vähentämiseen (Tiehallinto 2009). Ohje ei kuitenkaan ota kantaa esimerkiksi nopeusrajoituksen vaikutuksesta liikenteen kasvihuonekaasupäästöihin tai energiankulutukseen tai siihen, miten erilaisia vaikutuksia pitäisi painottaa, jos ja kun kaikkia tavoitteita ei voi saavuttaa yhtä aikaa.

Vuonna 2022 julkaistussa liikenneturvallisuusstrategian *Liikennejärjestelmän ja sen kaikkien osien on oltava turvallisia* -linjauksen toimenpiteenä on Nopeusrajoitukset-ohjeen päivitys (LVM 2022). Päivitystyössä tulisi tunnistaa turvallisuusvaikutusten lisäksi muut liikennejärjestelmätason vaikutukset, kuten energiankulutus-

, hiilidioksidipäästö-, matka-aika- ja meluvaikutukset sekä näiden yhteiskunnalliset kustannukset.

Nopeusrajoitukset-ohjeen keskeisiin muutostarpeisiin kuuluu liikenneturvallisuu- den parempi huomiointi suhteessa muihin yhteiskunnallisiin vaikutuksiin, kuten lii- kenteen saavutettavuus-, kestävyys- ja tehokkuustavoitteisiin. Päivitystyössä tulisi lisäksi arvioida Ruotsin ja Norjan käytännöt, joissa yli 80 km/h nopeusrajoituksen teillä tulisi lähtökohtaisesti olla ajosuuntien rakenteellinen erottelu. Liikenneturval- lisuusstrategia kehottaa myös tukemaan taajamissa 30 km/h nopeusrajoituksen laajempaa käyttöä (LVM 2022). Päivityksen tiedontarpeina on mm. selvittää, mil- laisia vaikutuksia nopeusrajoitusten eri muutoksilla voisi saavuttaa, sekä vaikutus- ten suuruusluokka.

1.2 Kirjallisuuskatsaus

Nopeusrajoitusta muuttamalla voidaan vaikuttaa liikenneturvallisuuteen, keski- määräiseen matka-aikaan, energiankulutukseen ja liikenteen päästöihin. Vaikutuk- sen suuruus riippuu ensisijaisesti todellisista ajonopeuksien muutoksista. Keski- nopeus ei tyypillisesti muutu yhtä paljon kuin nopeusrajoitus. Esimerkiksi Elvikin (2019) meta-analyysin mukaan nopeusrajoituksen laskiessa 20 km/h, liikennevir- ran keskinopeus laskee todellisuudessa noin 7 km/h. Elvikin arvion mukaan no- peusrajoituksen laskemisella on yleensä suurempi vaikutus keskinopeuteen kuin sen nostamisella.

Vadeby & Forsman (2014) arvioivat nopeusrajoitusten muutosten vaikutusta ajo- nopeuksiin Ruotsin eri maantietyypeillä. Tulosten mukaan henkilöautojen keski- nopeus kasvoi 3,5 km/h, kun nopeusrajoitusta nostettiin 10 km/h moottoriteillä ja 2+1-kaistaisilla teillä (ohituskaistallinen tie, jossa on ajosuuntien rakenteellinen erottelu). Nopeusrajoituksen laskeminen 10 km/h 2+1-kaistaisilla teillä sekä maan- teillä, joiden nopeusrajoitus oli 110 km/h, laski keskinopeutta 2 km/h. Lisäksi no- peusrajoituksen laskeminen 10 km/h maanteillä, joiden nopeusrajoitus oli 90 km/h, laski keskinopeutta 3,3 km/h. Kaikki nämä muutokset olivat tilastollisesti merkitse- viä, ja pienet varmuusvälit osoittivat mittauspisteiden riittävyyden. Kuorma-autoja sekä yhdistelmäajoneuvoja koskeva nopeusrajoitus ei muuttunut tarkastelluilla tie- tyypeillä, ja niiden keskinopeusmuutos olikin hyvin pieni.

Ajonopeus on yksi liikenneturvallisuu- den kannalta yksi merkittävimmistä tekijöistä, ja se vaikuttaa sekä onnettomuusriskiin että vakavuuteen. Kun maantienopeuksilla keskinopeus kasvaa noin 5 %, henkilövahinko-onnettomuuksien lukumäärä kasvaa noin 10 % ja kuolemaan johtavien onnettomuuksien määrä noin 20 % (Kallberg ym. 2014).

Vadeby & Forsman (2018) arvioivat nopeusrajoitusten muutosten vaikutusta lii- kenneturvallisuuteen Ruotsissa. Tulosten mukaan vuodessa kuoli 14 henkeä vä- hemmän (-41 %) niillä teillä, joilla nopeusrajoitus laski 90 kilometristä tunnissa 80 kilometriin tunnissa (yhteensä 12 900 km). Tilastollisesti merkitsevää muutosta ei toisaalta havaittu vakavasti loukkaantuneiden määrässä. Liikenteessä vakavasti loukkaantuneiden määrä kasvoi 15 henkilöllä vuodessa niillä moottoriteillä, joilla nopeusrajoitus nostettiin 120 kilometriin tunnissa, mutta liikenteessä kuolleiden lukumäärä ei muuttunut merkitsevästi. Vakavasti loukkaantuneiden lukumäärä

kasvoi kaikilla moottoriteillä nopeusrajoituksen nostamisen seurauksena, etenkin kapeilla moottoriteillä (21,5 metrin leveys). 2+1-kaistaisilla teillä, joiden nopeusrajoitusta laskettiin 110 kilometristä tunnissa 100 kilometriin tunnissa, loukkaantui vakavasti noin 16 henkilöä enemmän vuodessa.

Vuodesta 1987 lähtien Suomessa on käytetty erillisiä talvi- ja pimeään ajan nopeusrajoituksia marraskuun alusta maaliskuun loppuun erikseen määrätyillä teillä, jotta ajonopeudet pysyisivät sopivina myös pimeiden, sateisten, sumuisten ja liukkaiden olosuhteiden vallitessa. Peltolan (2015) arvion mukaan talvinopeusrajoitusten vaikutus on huomattava. Niiden arvioitiin vähentävän henkilövahinkoon johtaneita talviajan onnettomuuksia keskimäärin noin 15 % ja kuolemia noin 29 % niillä teillä, joilla on erillinen talvinopeusrajoitus.

Ajonopeus vaikuttaa myös energiankulutukseen ja tieliikenteen kasvihuonekaasupäästöihin. Bensiinikäyttöisen auton kulutus on tyypillisesti alimmillaan ajonopeuden ollessa 60–80 km/h. Liikenteen hiilidioksidipäästöt riippuvat polttoaineen kulutuksesta, ja erityisesti tasaisessa maantieajossa nopeuden ja päästöjen riippuvuus on selkeä (Kallberg ym. 2014).

Ajonopeus on myös yksi liikennemeluun eniten vaikuttavista tekijöistä. Melu kasvaa ajonopeuden kasvaessa, ja yli 50 km/h nopeudella rengasmelu on voimansiirrosta aiheutunutta melua voimakkaampaa. Raskaan liikenteen melun lähtötaso ja ajonopeuden mukainen nousu ovat suurempia kuin henkilö- ja pakettiautoliikennettä, ja nastarenkaiden käyttö voimistaa melua. Liikennemelu ei kuitenkaan ole erityisen herkkä nopeuden pienille (esim. suuruusluokkaa 10 km/h) muutoksille (Kallberg ym. 2014). Melusuojaukset ovat liikennemelun ensisijainen hallintakeino.

Mansikkamäki ym. (2021) laativat selvityksen nopeusrajoitusmuutosten vaikutuksista liikenteen päästöihin, turvallisuuteen ja sujuvuuteen Helsingin, Lahden, Tampereen ja Turun MAL-kaupunkiseutujen keskeisellä maantieverkolla. Selvityksessä arvioitiin kolmen skenaarion vaikutuksia, joista ensimmäinen oli maltillisin ja kolmas radikaalein. Tulokset osoittavat teoreettisella tasolla, että nopeusrajoituksia alentamalla on mahdollista saada merkittäviä positiivisia vaikutuksia selvityksen tarkastelemilla osa-alueilla. Etenkin liikenneturvallisuusvaikutukset olivat myönteisiä. Ajonopeuksien alentuessa matka-ajan muutokset olivat kuitenkin kielteisiä. Mitä enemmän nopeusrajoituksia alennettiin, sitä merkittävämpiä jokaisen tarkastellun osa-alueen vaikutukset olivat. Raportissa tosin huomioidaan, että radikaaleimman skenaarion muutokset eivät ole välttämättä toteuttamisen kannalta realistisia. Selvitys eroaa tästä raportista oleellisesti siten, että se keskittyy kaupunkiseutujen maanteihin.

Mansikkamäki ym. (2021) huomioivat myös, että ajonopeuksien hidastuminen vaikutti reittivalintoihin, kun alemman tieverkon reitit muuttuivat kilpailukykyisiksi suhteessa alkuperäisiin reitteihin. Reittimuutosten seurauksena tapahtuva liikenteen vähentyminen voi laskea päätieverkon kuormitusta ja parantaa sen sujuvuutta sekä turvallisuutta. Toisaalta alemmalla tieverkolla ja katuverkolla voi muutoksen seurauksena tapahtua päinvastainen kehitys. Mansikkamäki ym. (2021) huomioivat myös, että osa autoa käyttävistä saattaa siirtyä käyttämään muita kulkutapoja tai jättää joitain matkoja kokonaan tekemättä matka-ajan pidentyessä, jolloin autoliikenteen kokonaismäärässäkin voi tapahtua vähentymistä. Selvityksen mukaan reittimuutokset koskevat pääasiassa henkilöautoliikennettä.

1.3 Tavoitteet ja raja

Tämän selvityksen tavoitteina oli arvioida viiden eri nopeusrajoitusta muuttavan toimenpiteen vaikutuksia liikenteen turvallisuuteen, keskimääräiseen matka-aikaan, polttoaineenkulutukseen, energiankulutukseen, hiilidioksidipäästöihin ja liikennemeluun. Lisäksi toimenpiteiden yhteiskuntataloudelliset hyödyt ja haitat selvitettiin vaikutusten yksikkökustannusten avulla. Lopuksi tarkasteltiin, mitkä toimenpiteet tukevat valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman saavutettavuus-, kestävyys-, ja tehokkuustavoitteita parhaiten.

Selvitys rajoittui maantieverkkoon ja menetelmänä oli teoreettinen tarkastelu toimenpiteiden vaikutuksista verrattuna nykytilanteeseen. Arvioinnin perustana oli oletus nopeusrajoitusten aikaansaamista keskinopeusmuutoksista. Tarkastelussa ei huomioitu esim. muutoksia matkustuskäyttäytymisessä (esim. reitit, matkojen määrä tai pituus), ajoneuvokannassa tai muita nopeusrajoitusten noudattamisen tehostamiseen liittyviä toimenpiteitä (esim. tieympäristön muutokset, nopeusvalvonta).

2 Tutkimusmenetelmä

2.1 Toimenpiteiden määrittely

Tarkasteltavat toimenpiteet valittiin Väyläviraston asiantuntijatyönä. Liikenneturvallisuusstrategiassa esitettyjen toimenpiteiden lisäksi tarkasteluun otettiin muita mm. liikennejärjestelmätyössä nousseita toimenpiteitä, joiden vaikutuksia ei ole aiemmin selvitetty tällä tarkkuudella. Toimenpiteiden määritelmiä tarkennettiin projektin alussa ohjausryhmän kesken. Tämän jälkeen Väyläviraston tiestötiedoista poimittiin analyysyjä varten jokaista toimenpidettä koskevat tieosuudet. Toimenpiteiden kuvaus ja määrittely on esitetty taulukossa 1 ja kartat toimenpiteiden verkoista on esitetty liitteessä 1. On syytä huomauttaa, ettei mikään tarkasteltu toimenpide kohdistu vilkkaasti liikennöityihin teihin 101 (Kehä I), 102 (Kehä II) ja 50 (Kehä III).

Taulukko 1. Toimenpiteiden kuvaus ja määrittely.

Toimenpide	Kuvaus	Määrittely
TP1	Talven nopeusrajoitusten ympäri- vuotinen käyttö	Tiet, joilla on erillinen talvinopeusrajoitus, ja nopeusrajoitus on kesäaikaan vähintään 80 km/h
TP2	Yleisrajoitus 70 km/h taajaman ulkopuolella ja 40 km/h taajamissa	Taajaman ulkopuoliset tiet alkaen tienumerosta 1 000, joita koskee yleisrajoitus (80 km/h). Taajaman sisäiset tiet alkaen tienumerosta 1 000, joita koskee yleisrajoitus (50 km/h).
TP3	Nopeusrajoitus \geq 100 km/h vain rakenteellisesti erotetuilla tiejaksoilla	Kaikki tiet ilman ajosuuntien rakenteellista erottelua, joilla nopeusrajoitus on 100 km/h
TP4	Nopeusrajoitus enintään 100 km/h moottoriteillä	Moottoritiet, joilla on kesäkaudella 120 km/h nopeusrajoitus
TP5	Nopeusrajoitus 60–80 km/h kaupunkiseutujen sisääntuloväylillä	Helsinki: Nopeusrajoitus 80 km/h Kehä III–Kehä I välissä ja nopeusrajoitus 60 km/h Kehä I sisällä. Turku: Nopeusrajoitus 100 km/h Turun kehätie-Kaarinan risteys, nopeusrajoitus 80 km/h Kaarinan risteys – Skanssi, nopeusrajoitus 60 km/h Skanssista keskustaan päin. Muutoin nopeusrajoitus 60 km/h Turun kehätieltä keskustaan päin.

Toimenpide	Kuvaus	Määrittely
		Tampere: nopeusrajoitus 60 km/h 9-tieltä keskustaan päin. ¹

On huomioitavaa, että toimenpiteen 2 varsinaisena tarkoituksena ei ole rajoittaa kaikkia taajaman ulkopuolisia yleisrajoituksen teitä 70 kilometriin tunnissa. Suuri osa taajaman ulkopuolisista yleisrajoituksen maanteistä ovat tällä hetkellä sellaisia, joilla ei voi turvallisesti ajaa 80 km/h. Toimenpiteen käytännön tarkoituksena on, että jatkossa 80 km/h rajoitus asetettaisiin liikennemerkein erikseen niille tieosille, joilla kyseinen nopeus on turvallinen hyvissä olosuhteissa. Taajamien yleisrajoituksen laskeminen 40 kilometriin tunnissa tukisi myös katuverkon nopeusrajoitusjärjestelmien kehittämistä.

Toimenpiteen 3 taustaan vaikuttaa osaltaan se, että Liikenneturvallisuusstrategian mukaan Nopeusrajoitukset-ohjeen päivitystyössä tulisi arvioida Ruotsin ja Norjan malli, jonka mukaan keskikaiteen olemassaolo on edellytyksenä 100 km/h tai sitä suuremmalle rajoitukselle. Keskikaidetietä on kuitenkin Suomessa toistaiseksi vähän, noin 300 km (Peltola & Mesimäki 2019).

2.1.1 Toimenpiteiden tieverkkojen määrittely

Tarkasteltavat tieosuudet yhdistettiin fyysisesti yhtenäisiin ja ominaisuuksiltaan homogeenisiin tiejaksoihin. Yhtä homogeenista tiejaksoa koskee aina sama tienumero, toiminallinen luokka, nopeusrajoitus (kesällä ja talvella), toimenpiteet sekä se, kuuluuko tieosuus pääväyläverkkoon tai TEN-T-ydinverkkoon. Poimintaan sisällytettiin vain Väyläviraston hallinnoimia tieosuuksia. Tiestötiedoissa on muutamia tieosia, joille on merkitty virheellisesti muuttuva talvinopeusrajoitus. Tästä syystä toimenpiteen 1 poimintaa tarkennettiin suodattamalla tieosia Väyläviraston toimittaman tarkemman tiedon avulla.

Tieosuuksille määritettiin nykytilanteen keskinopeudet ajoneuvotyypeittäin (HAPA/RASK), tieluokan, nopeusrajoituksen ja vuodenaajan (kesä ja talvi) perusteella liikenteen automaattisten mittauspisteiden (LAM) tietojen ja *Ajonopeudet Maantiellä* -raportin avulla (FinTraffic 2021). LAM-tiedoista saaduilla keskinopeuden keskihajonnoilla määritettiin ennen-tilanteen keskinopeuksien luottamusväli eli ala- ja yläarvot. Tieosuuden koko vuotta koskeva keskinopeusarvio saatiin painottamalla kesä- ja talvikauden keskinopeuksia ko. kausien suoritteiden mukaisesti. Tieosuuksiin yhdistettiin lopuksi tieto niiden pituudesta, keskimääräisestä vuorokausiliikenteestä (KVL), raskaan liikenteen osuudesta ja suoritteesta Tarva-ohjelman avulla.

¹ Sisääntuloväylä Ylöjärven suuntaan ei ollut tässä tarkastelussa mukana. Se on tunnistettu tärkeäksi sisääntuloväyläksi, josta olisi syytä tehdä jatkoselvitys.

Taulukko 2 esittää yhteenvedon toimenpiteiden kohteena olevien verkkojen tiepituudesta ja vuosittaisesta ajosuoritteesta (yhteensä ja osuus, joka kuuluu pääväylä- ja TEN-ydinverkkoon). Kartat toimenpiteiden verkoista on esitetty liitteessä 1. *TP2: yleisrajoitus* kohdistui suurimpaan tiepituuteen (38 347 km) kun taas toimenpide *TP1: Talvirajoitus* kohdistui suurimpaan ajosuoritteeseen (10 509 Mkm/vuosi) *TP5: Sisääntuloväylät* kohdistui lyhimpään tiepituuteen (57 km) ja pienimpään suoritteeseen (695 Mkm/vuosi).

TP4: Moottoritiet -verkko kohdistuu kokonaan pääväyläverkolle ja noin 70 % sekä pituudesta että suoritteesta tapahtuu TEN-ydinverkolla. Mikään *TP2: Yleisrajoitus* -verkon tiejaksoista ei kuulu pääväylä- tai TEN-tieverkkoon. *TP1: Talvirajoitus* ja *TP3: Rakenteellisesti erotetut tiejaksot* -verkoista noin kolmasosa pituudesta, mutta yli puolet suoritteesta tapahtuu pääväyläverkolla.

Taulukko 2. Toimenpiteiden tiepituus (km) ja suorite (Mkm/v) yhteensä, pääväyläverkolla ja TEN-ydinverkolla.

	TP1: Talvi- rajoitus	TP2: Yleis- rajoitus	TP3: Rakenteel- lisesti erotta- mattomat tiet	TP4: Moot- toritiet	TP5: Sisään- tuloväylät	Kaikki tieosuu- det
Pituus (km), yhteensä	8 145	38347	9 085	582	57	48 263
Pituus (km), pääväyläv.	2 562 (31 %)	-	2 727 (30 %)	582 (100 %)	41 (72 %)	3 378 (7 %)
Pituus (km), TEN-ydinv.	573 (7 %)	-	295 (3 %)	421 (72 %)	3 (6 %)	719 (1 %)
Suorite (Mkm/v), yh- teensä	10 509	2622	7 928	3 871	695	15 236
Suorite (Mkm/v), pääväyläv.	7 078 (67 %)	-	4 096 (52 %)	3 871 (100 %)	522 (75 %)	8 543 (56 %)
Suorite (Mkm/v), TEN-ydinv.	2 928 (28 %)	-	501 (6 %)	2 678 (69 %)	25 (4 %)	3 206 (21 %)

Kaikkien analyysiin sisällytettyjen tiejaksojen yhteistiepituus on 48 263 km (Suomen koko maantieverkko noin 78 000 km) ja sillä ajettu vuosittainen ajosuorite on 15 236 Mkm (koko maantieverkko noin 36 600 Mkm v. 2021). Näistä tiejaksoista 7 % tiepituudesta kuuluu mutta yli puolet (56 %) ajosuoritteesta ajetaan pääväyläverkolla, ja 1 % tiepituudesta kuuluu, mutta yli neljäsosa (21 %) ajosuoritteesta ajetaan TEN-ydinverkolla.

2.2 Keskinopeusmuutos

Toimenpiteiden keskinopeusmuutokset arvioitiin vuodenajoittain (kesä/talvi) ja tietyyteittäin ottaen huomioon eri ajoneuvotyypit. Raskaiden ajoneuvojen keskinopeuksissa ei oletettu tapahtuvan muutosta, kun nopeusrajoituksen muutos oli yli ajoneuvokohtaisen sallitun (80 km/h) rajan.

Toimenpiteiden keskinopeusmuutokset perustuvat aikaisempiin tutkimustuloksiin (Elvik 2019), jonka mukaan keskinopeus alenee:

- 3,3 km/h, kun nopeusrajoitus alennetaan 10 km/h
- 7,3 km/h, kun nopeusrajoitus alennetaan 20 km/h
- 12,6 km/h, kun nopeusrajoitus alennetaan 30 km/h tai enemmän.

Nämä muutokset vastaavat tilannetta, jossa vain nopeusrajoitus muuttuu eikä tehdä muita toimenpiteitä tukemaan muutosta esim. muuttamalla tieympäristöä tai lisäämällä valvontaa.

Havainnollistamaan vaikutusten laajuutta, keskinopeusmuutos laskettiin sekä ennen-tilanteen keskinopeudelle että sen luottamusvälin ala- ja yläarvoille (kappale 2.1). Tulokset laskettiin jokaiselle vaikutusalueelle näille kaikille kolmelle nopeusarvoille.

2.3 Vaikutukset

2.3.1 Liikenneturvallisuus

Nopeusrajoitustoimenpiteiden vaikutusta liikenneturvallisuuteen arvioitiin aikaisemmissa tutkimuksissa todetun keskinopeuden ja turvallisuuden yhteyden perusteella (mm. Kallberg ym. 2014; Elvik ym. 2019). Keskinopeusmuutosta vastaava liikenneturvallisuusvaikutus laskettiin potenssimallilla (Nilsson 2004):

$$\frac{\text{Onnettomuuksia}_{\text{jälkeen}}}{\text{Onnettomuuksia}_{\text{ennen}}} = \left(\frac{\text{Keskinopeus}_{\text{jälkeen}}}{\text{Keskinopeus}_{\text{ennen}}} \right)^a \quad (1)$$

Mallin kaavassa a on potenssi, joka riippuu onnettomuuksien tai henkilövahinkojen vakavuudesta. Potenssi on määritetty meta-analyysillä ja 2000-luvulla julkaistujen tutkimusten perusteella paras arvio² potenssin suuruudelle on 3,9 henkilövahinko-onnettomuuksille ja 5,5 kuolleiden määrälle (Elvik ym. 2019). Vakavasti loukkaantuneiden määrälle ei ole päivitettyä arviota, joten sille käytettiin viimeisintä sille määritettyä arvoa, 3,8 (Elvik 2014).

Liikenneturvallisuuden nykytila (ennen-tilanne) laskettiin Tarva MT -työkalulla tiejaksoittain. Työkalulla voi arvioida henkilövahinko-onnettomuuksien, kuolleiden ja vakavasti loukkaantuneiden määrää empiirisellä bayes-menetelmällä, jossa tietyn tienkohdan turvallisuustilannetta arvioidaan onnettomuushistorian ja onnettomuusmallin tietoja yhdistämällä. Pelkän onnettomuushistorian käyttö liikenneturvallisuuden arviointiin on todettu erittäin epäluotettavaksi (Elvik ym. 2009).

2.3.2 Keskimääräinen matka-aika

Keskimääräiset matka-ajat laskettiin käyttämällä ajoneuvojen keskinopeuksia ajoneuvotyypeittäin (HAPA tai RASK) ja vuodenajoittain (kesä- tai talvinopeusrajoitus) ilman toimenpiteitä ja toimenpiteiden kanssa. Näistä määritettiin keskimääräinen matka-aika ajettua kilometriä kohti, joka kerrottiin ko. ajoneuvotyypin arvioidulla

² Aikaisempi arvio on: 1,9 henkilövahinko-onnettomuuksille ja 4,6 kuolleiden määrälle (Elvik 2009)

ajosuoritteella kyseisissä olosuhteissa. Matka-ajan muutos eri toimenpiteillä on näiden matka-aikojen erotus.

2.3.3 Polttomoottoriajoneuvojen polttoaineenkulutus

Polttoaineiden kulutuksen ja sen muutosten laskenta pohjautui ajoneuvojen energiankulutuksen laskentaan ja energiankulutuksen riippuvuuteen ajonopeuksista. Nopeusrajoitusmuutosten vaikutukset energiankulutukseen arvioitiin soveltamalla Euroopan ympäristöviraston (EMEP/EEA) ajonopeusriippuvaisia energiankulutuskertoimia ennen ja jälkeen nopeusrajoitusmuutosten (EMEP/EEA 2017). EMEP/EEA:n kerrointietokannan avulla voidaan määrittää keskimääräiset kertoimet energiankulutukselle [MJ/km] ajoneuvotyypin, europäästöluokan ja keskinopeuden mukaan. Kokonaiskulutus ajoneuvotyypeittäin ja päästöluokittain saadaan kertomalla päästökerroin ko. ajoneuvotyypin ja päästöluokan kokonaissuoritteella. Energiankulutuskertoimet [MJ/km] laskettiin ajoneuvotyypeittäin (HAPA/RASK), käyttövoimittain ja euroluokittain ja kertoimista laskettiin ko. ajoneuvotyypeillä, käyttövoimilla ja päästöluokissa ajatun suoritteen avulla painotettu keskiarvo sekä henkilö- ja pakettiautoille että raskaille ajoneuvoille. Energiankulutuksesta laskettiin polttoaineenkulutus käyttämällä diesel- ja bensiinisekotteiden keskimääräisiä lämpöarvoja vuonna 2021.

Henkilöautot oletettiin arviolaskelmassa keskikokoisiksi (medium). Pakettiautojen luokkana käytettiin N1-II. Eri ajoneuvotyyppien suoriteosuudet käyttövoimittain ja euro-päästöluokittain otettiin VTT:n Aliisa-autokantamallista (Taulukko 3). Henkilöautojen suoritteen osuus henkilö- ja pakettiautojen suoritteesta saatiin Tietilastosta: 87,7 % vuonna 2019.

Taulukko 3. Henkilö- ja pakettiautojen suoritteen jakautuminen käyttövoimittain ja euroluokittain Suomen tie- ja katuverkolla (VTT 2022).

Ajoneuvotyyppi	Käyttövoima	Euroluokka	Osuus henkilö- ja pakettiautojen ajosuoritteesta
Henkilöauto	Bensiini	6	19,5 %
Henkilöauto	Diesel	6	12,8 %
Henkilöauto	Diesel	5	12,3 %
Henkilöauto	Bensiini	5	10,6 %
Henkilöauto	Bensiini	3	8,5 %
Henkilöauto	Bensiini	4	8,1 %
Henkilöauto	Diesel	4	6,9 %
Pakettiauto	Diesel	6	4,5 %
Pakettiauto	Diesel	4	3,1 %
Henkilöauto	Bensiini	2	2,4 %
Henkilöauto	Diesel	3	2,3 %
Pakettiauto	Diesel	5	2,3 %

Ajoneuvotyyppi	Käyttövoima	Euroluokka	Osuus henkilö- ja pakettiautojen ajosuoritteesta
Henkilöauto	Sähkö		2,0 %
Pakettiauto	Diesel	3	1,4 %
Henkilöauto	Bensiini	1	0,7 %
Pakettiauto	Diesel	2	0,5 %
Käyttövoimat/polttoaineet yhteensä			
Henkilö- ja pakettiautot	Bensiini		50,5 %
Henkilö- ja pakettiautot	Diesel		47,5 %
Henkilö- ja pakettiautot	Sähkö		2,0 %

Kuorma-autojen energiankulutuskertoimia laskettaessa käytettiin seuraavia oletuksia: tilastotietojen avulla (Tilastokeskus 2022) arvioitiin kuorma-autoliikenteen suoritteella painotetuksi keskipainoksi vuonna 2019 43 tonnia. Tämän perusteella valittiin EMEP/EEA-kertoimet luokan "Articulated, 40–50 t" mukaisiksi. Kuorma-autojen keskimääräisenä täyttöasteena käytettiin arvoa 0,5. Kuorma-autojen suoriteosuudet käyttövoimittain ja euro-päästöluokittain otettiin VTT:n Aliisa-autokantamallista (taulukko 4).

Taulukko 4. Kuorma-autojen suoritteen jakautuminen käyttövoimittain ja euroluokittain Suomen tie- ja katuverkolla (VTT 2022).

Ajoneuvotyyppi	Käyttövoima	Euroluokka	Osuus kuorma-autojen ajosuoritteesta
Kuorma-auto	Diesel	6	44,2 %
Kuorma-auto	Diesel	5	28,4 %
Kuorma-auto	Diesel	4	13,2 %
Kuorma-auto	Diesel	3	10,8 %
Kuorma-auto	Diesel	2	2,7 %

2.3.4 Sähköautojen energiankulutus

Sähköauton energiantarve riippuu ensisijaisesti ajovastusvoimista, jotka on ylitettävä ajoneuvon liikuttamiseksi. Ajovastusvoimat koostuvat ilmanvastuksesta, vierintävastuksesta, kiihdytysvastuksesta ja nousuvastuksesta. Tässä työssä ajonopeus oletettiin vakioksi ja tie tasaiseksi, joten kiihdytysvastus ja nousuvastus oletettiin nolliksi.

Energiankulutus (kWh/km) laskettiin kaavalla:

$$E = \frac{(c_r m g + \frac{1}{2} \rho c_d A v^2) * v}{10^3 * 3600} \quad (2)$$

jossa

E	ajoneuvon energiankulutus [kWh/km]
C_r	vierintävastuskerroin
m	ajoneuvon massa [kg]
ρ	ilman tiheys [kg/m^3]
C_d	ilmanvastuskerroin
A	ajoneuvon korin poikkipinta-ala [m^2]
v	keskimääräinen ajonopeus [m/s]

Kaava huomioi pelkästään ajoneuvojen liikkumiseen tarvittavan energian, mutta ei lämmitykseen tai elektroniikkaan käytettävää energiaa. Ajoneuvojen kiihdytysten, massan ja muiden ominaisuuksien pysyessä vakioina ja huomioimatta teiden kaltevuuksia energiankulutukseen vaikuttaa näin ollen ainoastaan ajonopeus. Suurilla ajonopeuksilla erityisesti ilmanvastuksen voittamiseen tarvittava energia korostuu, sillä se on suoraan verrannollinen ajonopeuden kolmanteen potenssiin. Laskuissa käytetyt arvot esitetään taulukossa 5. Arvot perustuvat valmistajien tietoihin yleisimmistä sähköhenkilöautoista Suomessa.

Taulukko 5. Sähköautojen energiankulutuksen laskennassa käytettyjen suureiden arvot.

Suure	Henkilöauto (sähkö)
Ajoneuvon massa m	1900 kg
Ilmanvastuskerroin c_d	0,24
Ajoneuvon korin poikkipinta-ala A	2,28 m ²
Vierintävastuskerroin c_r	0,015
Ilman tiheys ρ	1,293 kg/m ³

2.3.5 Hiilidioksidipäästöt

Hiilidioksidipäästöjen (CO_2) muutokset keskinopeuksien muuttuessa arvioitiin polttoaineiden kulutusmuutosten kautta, sillä kyseiset päästöt riippuvat suoraan polttoaineenkulutuksesta. Hiilidioksidiekvivalenttien (lyhenne CO_2 -ekv. tai CO_2e) päästöt jätettiin tarkastelun ulkopuolelle. Laskussa huomioitiin polttoaineet ja euroluokat, joissa ajetaan vähintään 0,5 % koko Suomen henkilö- ja pakettiautojen tai kuorma-autojen ajosuoritteesta. Polttoaineiden kulutus laskettiin energiankäytöstä polttoainesekotteiden lämpöarvoilla ajoneuvotyyppi- ja käyttövoimajakautuksen mukaisesti. Kulutukseen pohjautuvassa hiilidioksidipäästöjen laskennassa hyödynnettiin ajantasaisia keskimääräisiä Suomen tieliikenteessä kulutettujen polttoaineiden ominaisuustietoja ja huomioitiin biopolttoaineiden jakelu vuonna 2021 (Tilastokeskus 2022; VTT 2022). CO_2 -päästöt laskettiin polttoaineenkulutuksesta hyödyntämällä keskimääräisiä CO_2 -päästökertoimia kulutettua polttoainelitraa kohden ($\text{g CO}_2 / \text{l}$).

Bensiinin ja dieselin lämpöarvot biojakelu huomioiden saatiin VTT:n LIISA-järjestelmästä. LIISA on VTT:ssä kehitetty Suomen tieliikenteen päästölaskentamalli. Mallilla tuotetaan Suomen viralliset vuosittaiset päästömäärät EU:lle, YK:lle ja Suomen tilastoihin. LIISA on osa VTT:n kehittämää LIPASTO-laskentajärjestelmää. LIISA:n polttoainetiedot on johdettu Tilastokeskukselta saaduista polttoaineiden vuotta 2021 koskevista ominaisuustiedoista: bensiini 31,104 MJ/l ja diesel

34,475 MJ/l. Polttoaineiden CO₂-päästökertoimina biojaku huomioiden käytettiin 2,028 kg/l (benssiini-mix) ja 1,968 kg/l (diesel-mix) (Tilastokeskus 2022; VTT 2022).

Sähköautojen tuottamat hiilidioksidipäästöt arvioitiin sähköautojen keskimääräisen energiankulutuksen (menetelmä esitetty luvussa 2.3.4) ja Suomessa tuotettua sähköä koskevan keskimääräisen CO₂-päästökertoimen avulla (89 kg/MWh) (Motiva 2022). Sähköntuotannon ja fossiilisten polttoaineiden aiheuttamat CO₂-päästöt laskettiin yhteen. On huomioitava, että menettely ei ole täysin tasapuolinen, sillä polttomoottoriautojen päästöistä huomioidaan vain pakokaasupäästöt eikä polttoaineen tuotannon ja jakelun aiheuttamia päästöjä. Sähköautoilla ei ole suoria pakokaasupäästöjä, mutta sähköntuotannon päästöt huomioidaan.

2.3.6 Liikennemelu

Nopeusrajoitustoimenpiteiden vaikutusta liikennemeluun arvioitiin yhteispohjaisemaisen tieliikenteen melumallin avulla (Nordic Council of Ministers 1996). Mallilla arvioitiin jokaisen tiejakson päiväajan liikennemelu ($L_{Aeq\ 7-22}$) eri etäisyyksillä tiestä 5 desibelin luokissa. Suure on Suomessa käytettävä ekvivalenttimelutasosuure, jolle on määritetty tieliikenteen melun haittakustannus (Väylävirasto, 2022). Liikennemelun arvioinnin lähtötietoja ovat tiejaksojen KVL (erikseen kevyelle ja raskaalle liikenteelle) ja keskinopeus, sekä asukaslukutiedot Väestötietojärjestelmän rakennus- ja huoneistorekisteristä (RHR-pisteet). RHR-pisteet ovat pistekoordinaattitietoja Suomen rakennuksista.

Liikennemelu arvioitiin putkimallimenetelmällä. Putkimalli ei huomioi rakennusten tai maaston vaikutusta meluun, vaan olettaa tasaisen ja pehmeän ympäristön tien ympärillä. Meluarvioinnin "putken" leveys oli 1 kilometri. Mansikkamäki ym. (2021) käyttivät samantapaista arviointimenetelmää omassa selvityksessään.

Putkimallimenetelmässä teiden ympärille luotiin puskurialueita eri etäisyyksille keskimäärin 35 metrin välein, joille määritettiin melumallin avulla keskiäänitaso kesä- ja talvikaudelle. Koko vuoden keskiäänitaso saatiin painottamalla kesä- ja talviajan melutaso talvirajoitusten voimassaoloajan mukaan. Tämän jälkeen melutasot luokiteltiin viiden desibelin luokkiin. Meluarviointi suoritettiin kahden metrin laskentakorkeudelta, ja talven arvioinnissa huomioitiin nastarenkaiden aiheuttama lisämelu. Liikennemelulle altistuvan väestön lukumäärä saatiin yhdistämällä RHR-pisteet niiden kohdalla sijaitsevien puskurialueiden meluluokkiin. Melueterakenteet huomioitiin laskemalla niiden takana sijaitsevien RHR-pisteiden meluluokkaa yhdellä luokalla.

Putkimallia kalibroitiin ja sen epävarmuutta arvioitiin vertaamalla sillä saatuja lähtötilanteen tuloksia Liikenneviraston maanteiden EU-meluselvitykseen (Liikennevirasto, 2017) Uudenmaan ELY:n alueella. EU-meluselvityksen tulokset olivat yhdistettävissä vertailukelpoisesti RHR-pisteisiin avoimen meluvyöhykeaineiston avulla. Vertailu osoitti, että putkimalli hieman aliarvioi melua, joten sen tuloksia korjattiin nostamalla jokaisen puskurialueen meluluokkaa yhdellä luokalla. Korjauksen jälkeen voidaan todeta, että väkimäärä eri meluluokissa on selvitysten välillä suhteellisen lähellä ja että putkimalli antaa melualtistuksesta hyvän kuvan (Taulukko 6).

Taulukko 6. Putkimallin ja EU-meluseelvityksen tulosten vertailu.

$L_{Aeq, 7-22}$	Väkimäärä (Putki- malli)	Väkimäärä (EU-melu- selvitys)	Osuus (%) (Putki- malli)	Osuus (%) (EU-melu- selvitys)	Ero osuuk- sissa (%)
< 50 dB	28603	35985	28,2	35,5	-7,3
50–55 dB	42086	41029	41,5	40,5	1,0
55–60 dB	23546	19442	23,2	19,2	4,0
60–65 dB	6174	4084	6,1	4,0	2,1
65–70 dB	967	815	1,0	0,8	0,1
> 70 dB	39	60	0,0	0,1	0,0

2.3.7 Yhteiskuntataloudelliset hyödyt ja haitat

Vaikutusten yhteiskuntataloudelliset hyödyt ja haitat arvioitiin yksikköarvojen (Väylävirasto 2022) avulla (Taulukko 7). Onnettomuuskustannukset laskettiin henkilövahinkojen perusteella. Lievästi loukkaantuneiden lukumäärä laskettiin keskimääräisellä vakavuustiedolla: 1,34 lievästi loukkaantunutta/henkilövahinko-onnettomuus (Tarva MT 2022). Matka-ajan kustannukset laskettiin keskimääräiselle kevyelle ja raskaalle ajoneuvolle.

Taulukko 7. Vaikutusalueiden yksikkökustannukset (Väylävirasto 2022).

	Muuttuja (yksikkö)	Euroa
Onnettomuus	Kuolema (lkm)	2 564 500
	Vakava loukkaantuminen (lkm)	1 269 100
	Lievä loukkaantuminen (lkm)	76 500
Matka-aika	Kevyt ajoneuvo, kaikki matkat (tunti/auto)	10,44
	Raskas ajoneuvo, keskimäärin (tunti/auto)	46,89
Hiilidioksidipäästö	Tonni	77
Liikennemelu	50–54 dB liikennemelulle altistunut väestö (asukas/vuosi)	130
	55–59 dB liikennemelulle altistunut väestö (asukas/vuosi)	720
	60–64 dB liikennemelulle altistunut väestö (asukas/vuosi)	1 840
	65–69 dB liikennemelulle altistunut väestö (asukas/vuosi)	3 520
	70–75 dB liikennemelulle altistunut väestö (asukas/vuosi)	6 030

3 Toimenpiteiden vaikutukset

3.1 Liikenneturvallisuus

Taulukossa 8 on yhteenveto nykyisestä liikenneturvallisuustilanteesta toimenpiteiden tieverkoilla. Henkilövahinko-onnettomuuksia, kuolemia ja vakavia loukkaantumisia tapahtuu eniten verkolla *TP1: Talvirajoitus* ja vähiten verkolla *TP5: Sisääntuloväylät*. Pääosa henkilövahinko-onnettomuuksista, kuolemista ja vakavasti loukkaantumisista tapahtuu pääväyläverkolla (TP1: 52–57 %, TP3: 48–51 %, TP4: 100 % ja TP5: 66–68 %). TEN-ydinverkolla tapahtuu noin 70 % TP4:n kohdeonnettomuuksista, 10–19 % TP1:n kohdeverkon onnettomuuksista ja 3–6 % TP3:n ja TP5:n kohdeverkon onnettomuuksista.

Taulukko 8. Nykyinen vuosittainen lukumäärä, onnettomuusriski ja -tiheys toimenpiteiden tieverkoilla vakavuuksittain.

		TP1: Talvirajoitus (8145 km, 10509 Mkm/v)	TP2: Yleisrajoitus (38347 km, 2622 Mkm/v)	TP3: Rakenteellisesti erottamattomat tiet (9085 km, 7928 Mkm/v)	TP4: Moottoritiet (582 km, 3871 Mkm/v)	TP5: Sisääntuloväylät (57 km, 695 Mkm/v)
Lukumäärä (kpl/v)	Hvj-onn	444	243	405	103	35
	Kuoll.	49,4	17,8	54,1	4,4	1,6
	Vak. loukk.	60,9	30,6	63,2	8	2,8
Onnettomuusriski (kpl/1000 ajon.km)	Hvj-onn	4,2	9,3	5,1	2,7	5,0
	Kuoll.	0,5	0,7	0,7	0,1	0,2
	Vak. loukk.	0,6	1,2	0,8	0,2	0,4
Onnettomuustiheys (kpl/100 km)	Hvj-onn	5,4	0,6	4,5	17,6	60,7
	Kuoll.	0,6	0,0	0,6	0,8	2,8
	Vak. loukk.	0,7	0,1	0,7	1,4	4,9

Nykyinen liikenneturvallisuustilanne toimenpiteiden tieverkoilla kuvattiin myös laskemalla onnettomuusriski (suhteutettuna kyseisen tieverkon ajosuoritteeseen) ja -tiheys (suhteutettuna tiepituuteen) vakavuuksittain (Taulukko 8). Onnettomuusriskit ovat muihin verkkoihin verrattuna suuria *TP2: Yleisrajoitus* ja *TP3: Rakenteellisesti erottamattomat tiejaksot* -verkolla. Onnettomuustiheys on muihin verkkoihin verrattuna suuri *TP5: Sisääntuloväylät* -verkolla.

Toimenpiteiden arvioidut vuosittaiset liikenneturvallisuusvaikutukset esitetään vakavuuksittain taulukossa 9. Vaikutukset olisivat absoluuttisesti katsottuna suurimmat toimenpiteille *TP1: Talvirajoitus* ja *TP3: Rakenteellisesti erottamattomat tiet* (vuosittain keskimäärin -75...-77 hvj-onn, -12...-14 kuollutta ja -10...-12 vakavasti loukkaantunutta). *TP2: Yleisrajoitus* -toimenpide voisi vähentää vuosittain arviolta

41 hvj-onn, neljä kuollutta ja viisi vakavasti loukkaantunutta. Pienimmät absoluuttiset vaikutukset olisivat toimenpiteillä *TP4: Moottoritiet* ja *TP5: Sisääntuloväylät* (vuosittain keskimäärin -10...-15 hvj-onn., -1 kuollutta ja -1 vakavasti loukkaantunutta). Taulukossa esitetty suhteellinen vaikutus kohdistuu kunkin toimenpiteen kohdeverkkoon eikä eri toimenpiteiden suhteellisia vaikutuksia siten voi verrata keskenään, koska toimenpiteet eroavat ominaisuuksiltaan huomattavasti toisistaan.

Taulukko 9. Toimenpiteiden arvioitu vaikutus (lkm ja %) vuosittain tapahtuvien henkilövahinko-onnettomuuksien, kuolleiden ja vakavasti loukkaantuneiden lukumäärään kunkin toimenpiteen kohdeverkolla. Suluissa esitetään tulos lähtökeskinopeuden ala- ja yläarvolle.

	TP1: Talvira- joitus (8145 km, 10509 Mkm/v)	TP2: Yleisra- joitus (38347 km, 2622 Mkm/v)	TP3: Rakenteel- lisesti erotta- mattomat tiet (9085 km, 7928 Mkm/v)	TP4: Moottori- tiet (582 km, 3871 Mkm/v)	TP5: Sisään- tuloväylät (57 km, 695 Mkm/v)
Hvj-onn. (lkm)	-75 (-67...-84)	-41 (-37...-46)	-77 (-69...-86)	-15 (-13...-16)	-10 (-9...-11)
Hvj-onn. (%)	-17 (-15...-19)	-17 (-15...-19)	-19 (-17...-21)	-14 (-13...-16)	-30 (-27...-33)
Kuoll. (lkm)	-11,6 (-10,5...-13,0)	-4 (-3,6...-4,5)	-13,9 (-12,5...-15,5)	-0,9 (-0,8...-1,0)	-0,6 (-0,6...-0,7)
Kuoll. (%)	-24 (-21...-26)	-23 (-20...-25)	-26 (-23...-29)	-20 (-18...-22)	-39 (-36...-43)
Vak. loukk. (lkm)	-10,2 (-9,2...-11,5)	-5,0 (-4,5...-5,6)	-11,7 (-10,5...-13,2)	-1,1 (-1,0...-1,2)	-0,8 (-0,8...-0,9)
Vak. loukk. (%)	-17 (-15...-19)	-16 (-15...-18)	-19 (-17...-21)	-14 (-13...-16)	-29 (-27...-32)

3.2 Keskimääräinen matka-aika

Vapaiden ajoneuvojen keskinopeuksien muutoksista laskettujen keskimääräisten matka-aikojen absoluuttiset ja suhteelliset arvioidut muutokset ajoneuvotyypeittäin on esitetty taulukossa 10. Keskimääräiset matka-ajat kasvaisivat kaikissa toimenpiteissä. Keskimääräinen matka-aika kasvaisi eniten toimenpiteessä *TP1: Talviraajoitus* ja *TP3: Rakenteellisesti erottamattomat tiet*. Taulukossa esitetty suhteellinen vaikutus kohdistuu kunkin toimenpiteen kohdeverkkoon eikä eri toimenpiteiden suhteellisia vaikutuksia siten voi verrata keskenään, koska toimenpiteet eroavat ominaisuuksiltaan huomattavasti toisistaan.

Raskaiden ajoneuvojen arvioidut matka-ajat kasvaisivat henkilö- ja pakettiautoja vähemmän, sillä keskimääräisten ajonopeuksien erot vanhan ja uuden nopeusrajoituksen välillä olisivat yleensä pienempiä.

Taulukko 10. Toimenpiteiden arvioitu vaikutus (1 000 h/v ja %) keskimääräiseen matka-aikaan ajoneuvotyypeittäin kunkin toimenpiteen tieverkolla. Suluissa esitetään tulos lähtökeskinopeuden ala- ja yläarvolle.

	TP1: Talvira- joitus (8145 km, 10509 Mkm/v)	TP2: Yleisra- joitus (38347 km, 2622 Mkm/v)	TP3: Rakenteel- lisesti erotta- mattomat tiet (9085 km, 7928 Mkm/v)	TP4: Moottori- tiet (582 km, 3871 Mkm/v)	TP5: Sisään- tuloväylät (57 km, 695 Mkm/v)
HAPA (1000 h/v)	4618 (6079...3628)	1682 (2165...1344)	4293 (5688...3354)	1311 (1701...1042)	698 (899...557)
HAPA (%)	4,8 (5,5...4,2)	4,9 (5,6...4,4)	5,6 (6,5...4,9)	4,2 (4,8...3,7)	9,8 (11,2...8,7)
RASK (1000 h/v)	232 (296...187)	123 (158...99)	307 (392...246)	-	21 (27...17)
RASK (%)	1,7 (1,9...1,5)	4,8 (5,5...4,3)	2,7 (3,1...2,4)	-	5,2 (6,0...4,6)
Yhteensä (1000 h/v)	4851 (6375...3815)	1805 (2323 ...1443)	4599 (6080...3601)	1311 (1701...1042)	719 (927...574)
Yhteensä (%)	4,4 (5,1...3,9)	4,9 (5,6...4,4)	5,2 (6,1...4,6)	3,7 (4,2...3,2)	9,6 (11,0...8,5)

Koko liikenteen matka-aikojen muutosten lisäksi laskettiin esimerkinomaisesti matka-ajan muutos välille Helsinki–Jyväskylä (kokonaismatka-aika henkilöautolla noin 3 h 15 min). Muutos laskettiin molemmille ajoneuvotyypeille kesä- ja talvinopeusrajoituksilla huomioiden toimenpiteiden aiheuttamat muutokset keskinopeuksiin. Tulokset on esitetty taulukossa 11. Yksittäisen henkilöauton matka-aika pitenisi kesäaikana noin 40 s...6 min ja talviaikana noin 40 s...1 min. Raskaille ajoneuvoille matka-ajan kasvu on pienempi.

Taulukko 11. Matka-ajan arvioidut muutokset esimerkkitähtäälle Helsingistä Jyväskylään. 0: toimenpiteellä ei vaikutusta, -: toimenpide ei kuulu reitille

	TP1: Talvira- joitus (156 km)	TP2: Yleis- rajoitus	TP3: Rakenteelli- sesti erottamatto- mat tiet (46 km)	TP4: Moottori- ritiet (130 km)	TP5: Sisään- tuloväylät (9 km)
HAPA Kesä	5 min 59 s	-	2 min 23 s	4 min 34 s	39 s
Talvi	0	-	1 min 5 s	0	42 s
RASK Kesä	44 s	-	1 min 16 s	0	23 s
Talvi	0	-	33 s	0	24 s

3.3 Polttomoottoriajoneuvojen polttoaineenkulutus

Polttomoottoriajoneuvojen polttoaineenkulutuksen arvioidut muutokset eri toimenpiteissä esitetään taulukossa 12. Polttoaineenkulutus vähentyisi eniten toimenpiteillä *TP1: Talvirajoitus* (benssiini: 6 274 tl/v, diesel: 7 083 tl/v) ja *TP4: Moottoritiet* (benssiini: 3 504 tl/v, diesel: 5 274 tl/v). Taulukossa esitetty suhteellinen arvioitu vaikutus kohdistuu kunkin toimenpiteen kohdeverkkoon eikä eri toimenpiteiden

suhteellisia vaikutuksia siten voi verrata keskenään, koska toimenpiteet eroavat ominaisuuksiltaan huomattavasti toisistaan.

Taulukko 12. Toimenpiteiden vuosittainen arvioitu vaikutus (1 000 l ja %) polttoaineenkulutukseen kunkin toimenpiteen tieverkolla. Suluissa esitetään tulos lähtökeskinopeuden ala- ja yläarvolle.

	TP1: Talvira- joitus (8145 km, 10509 Mkm/v)	TP2: Yleis- rajoitus (38347 km, 2622 Mkm/v)	TP3: Rakenteel- lisesti erotta- mattomat tiet (9085 km, 7928 Mkm/v)	TP4: Mootto- ritiet (582 km, 3871 Mkm/v)	TP5: Sisään- tu- loväylät (57 km, 695 Mkm/v)
Bensiini, HAPA (1000 l/v)	-6274 (-3201...-9329)	228 (779...-230)	-3717 (-1254...-6011)	-3504 (-2302...-4822)	-534 (-183...-862)
Bensiini, HAPA (%)	-1,7 (-0,9...-2,4)	0,3 (0,9...-0,3)	-1,4 (-0,5...-2,2)	-2,5 (-1,7...-3,1)	-2,1 (-0,7...-3,3)
Diesel, HAPA (1000 l/v)	-9205 (-5011...-15006)	-66 (411...-515)	-5273 (-2416...-8576)	-5274 (-3233...-8609)	-786 (-376...-1264)
Diesel, HAPA (%)	-3,1 (-1,8...-4,6)	-0,1 (0,6...-0,7)	-2,5 (-1,2...-3,8)	-4,4 (-3,0...-6,2)	-3,9 (-2,0...-5,8)
Diesel, RASK (1000 l/v)	2122 (2663...1732)	1102 (1388...898)	2803 (3524...2285)	-	191 (243...153)
Diesel, RASK (%)	0,6 (0,7...0,5)	1,9 (2,2...1,6)	1,0 (1,2...0,8)	-	1,9 (2,3...1,6)
Diesel, yht. (1000 l/v)	-7083 (-2348...-13274)	1036 (1799...382)	-2470 (1108...-6291)	-5274 (-3233...-8609)	-596 (-133...-1111)
Diesel, yht. (%)	-1,1 (-0,4...-2,0)	0,8 (1,4...0,3)	-0,5 (0,2...-1,3)	-2,3 (-1,4...-3,5)	-2,0 (-0,4...-3,5)

Tulokset laskettiin lisäksi kuvitteelliselle tilanteelle, jossa 50 % henkilö- ja paketti-autosuoritteesta ajetaan sähköautoilla (raskaat ajoneuvot kulkisivat edelleen dieselillä). Tässä tilanteessa bensiinin kulutus (1 000 l/vuosi) henkilö- ja pakettiautoille muuttuisi seuraavasti: TP1: -3137, TP2: +114, TP3: -1 858, TP4: -1 751, TP5: -267. Henkilö- ja pakettiautojen dieselin kulutus (1 000 l/vuosi) muuttuisi seuraavasti: TP1: -4 602, TP2: -33, TP3: -2 636, TP4: -2 637, TP5: -393. Dieselin kokonaiskulutuksen muutokset (1 000 l/vuosi) olisivat: TP1: -2 481 (-0,5 %), TP2: +1 069 (+1,1 %), TP3: +167 (+0,0 %), TP4: -2 637 (-1,5 %), TP5: -203 (-1,0 %).

3.4 Sähköautojen energiankulutus

Sähköhenkilöautojen energiankulutuksen arvioidut muutokset eri toimenpiteissä esitetään taulukossa 13. Energiankulutus vähentyisi eniten (1 283 MWh vuodessa)

toimenpiteellä *TP1: Talvirajoitus* ja vähiten (148 MWh) toimenpiteellä *TP5: Sisään-tuloväylät*. Taulukossa esitetty suhteellinen arvioitu vaikutus kohdistuu kunkin toimenpiteen kohdeverkkoon eikä eri toimenpiteiden suhteellisia vaikutuksia siten voi verrata keskenään, koska toimenpiteet eroavat ominaisuuksiltaan huomattavasti toisistaan.

Taulukko 13. Toimenpiteiden vuosittainen arvioitu vaikutus (MWh ja %) sähköautojen energiankulutukseen kunkin toimenpiteen tieverkolla. Suluissa esitetään tulos lähtökeskinopeuden ala- ja yläarvolle.

	TP1: Talvirajoitus (8145 km, 10509 Mkm/v)	TP2: Yleisrajoitus (38347 km, 2622 Mkm/v)	TP3: Rakenteellisesti erottamattomat tiet (9085 km, 7928 Mkm/v)	TP4: Moottoritiet (582 km, 3871 Mkm/v)	TP5: Sisään-tuloväylät (57 km, 695 Mkm/v)
Ha (MWh)	-1283 (-1120...-1445)	-169 (-149...-189)	-972 (-844...-1099)	-544 (-478...-611)	-148 (-131...-166)
Ha (%)	-4,6 (-4,5...-4,6)	-3,0 (-2,8...-3,1)	-5,0 (-4,8 %...-5,0)	-4,6 (-4,6 %...-4,5)	-7,8 (-7,6...-7,8)

Tulokset laskettiin lisäksi kuvitteelliselle tilanteelle, jossa 50 % henkilö- ja paketti-autosuoritteesta ajetaan sähköautoilla. Tässä tapauksessa vuosittainen energiankulutus muuttuisi toimenpiteittäin seuraavasti: TP1: -32 062 (-27 993...-36 131) MWh, TP2: -4 232 (-3 732...-4 732) MWh, TP3: -24 290 (-21 107...-27 473) MWh, TP4: -13 610 (-11 952...-15 268) MWh ja TP5: -3 711 (-3 267...-4 155) MWh. Suhteelliset muutokset olisivat samat kuin taulukossa 12.

3.5 Hiilidioksidipäästöt

Hiilidioksidipäästöjen arvioidut muutokset eri toimenpiteillä on esitetty taulukossa 14. Suurimmat vähennykset voitaisiin saavuttaa toimenpiteillä *TP1: Talvirajoitus* (26,8 tuhatta tonnia CO₂) ja *TP4: Moottoritiet* (17,5 tuhatta tonnia CO₂). Toimenpiteellä *TP2: Yleisrajoitus* hiilidioksidipäästöt kasvavaisivat noin 2 500 tonnilla. Raskaan liikenteen hiilidioksidipäästöt kasvavaisivat kaikilla toimenpiteillä lukuun ottamatta toimenpidettä *TP4: Moottoritiet*, jossa niiden keskinopeuden ei arvioitu muuttuvan). Hiilidioksidipäästöjen muutoksissa on suurta vaihtelua keskinopeuksien ala- ja ylärajojen välillä. Taulukossa esitetty suhteellinen arvioitu vaikutus kohdistuu kunkin toimenpiteen kohdeverkkoon eikä eri toimenpiteiden suhteellisia vaikutuksia siten voi verrata keskenään, koska toimenpiteet eroavat ominaisuuksiltaan huomattavasti toisistaan.

Taulukko 14. Toimenpiteiden vuosittainen arvioitu vaikutus (1 000 t CO₂ ja %) hiilidioksidipäästöihin kunkin toimenpiteen tieverkolla. Suluissa esitetään tulos lähtökeskinopeuden ala- ja yläarvolle.

	TP1: Talvira- joitus (8145 km, 10509 Mkm/v)	TP2: Yleisra- joitus (38347 km, 2622 Mkm/v)	TP3: Rakenteel- lisesti erotta- mattomat tiet (9085 km, 7928 Mkm/v)	TP4: Moottori- tiet (582 km, 3871 Mkm/v)	TP5: Sisään- tuloväylät (57 km, 695 Mkm/v)
HAPA (1000 t CO₂)	-31,0 (-16,5...-48,6)	+0,3 (+2,4...-1,5)	-18,0 (-7,4...-29,2)	-17,5 (-11,1...-26,8)	-2,6 (-1,1...-4,3)
HAPA (%)	-2,4 (-1,3...-3,4)	+0,1 (+0,7...-0,5)	-1,9 (-0,8...-2,9)	-3,3 (-2,3...-4,6)	-2,9 (-1,3...-4,4)
RASK (1000 t CO₂)	+4,2 (+5,2...+3,4)	+2,2 (+2,7...+1,8)	+5,5 (+6,9...+4,5)	-	+0,4 (+0,5...+0,3)
RASK (%)	+0,6 (+0,7...+0,5)	+1,9 (+2,2...+1,6)	+1,0 (+1,2...+0,8)	-	+1,9 (+2,3...+1,6)
Yhteensä (1000 t CO₂)	-26,8 (-11,2...-45,1)	+2,5 (+5,1...+0,3)	-12,5 (-0,4...-24,7)	-17,5 (-11,0...-26,8)	-2,3 (-0,6...-3,9)
Yhteensä (%)	-1,3 (-0,6...-2,2)	+0,6 (+1,2...+0,1)	-0,8 (-0,0...-1,6)	-2,4 (-1,5...-3,4)	-2,1 (-0,6...-3,4)

Tulokset laskettiin lisäksi kuvitteelliselle tilanteelle, jossa 50 % henkilö- ja paketti-autosuoritteesta ajetaan sähköautoilla. Tällöin vuosittaiset CO₂-päästöt (1 000 t CO₂/v.) muuttuisivat seuraavasti:

TP1: 1 401 -> 1 387 (-1,0 %)
 TP2: 288 -> 290 (+0,7 %)
 TP3: 1 074 -> 1 068 (-0,5 %)
 TP4: 509 -> 499 (-2,0 %)
 TP5: 69 -> 68 (-1,8 %).

Toimenpiteiden alaisilla tieosuuksilla aiheutuneet vuosittaiset CO₂-päästöt nykytilanteessa ovat (1 000 t CO₂/v.): TP1: 1 996, TP2: 434, TP3: 1 502, TP4: 745, TP5: 111.

3.6 Liikennemelu

Tulosten mukaan tarkastelluilla tieosilla altistuu nykyhetkellä arviolta 145 000 henkilöä 50 dB tai sitä voimakkaammalle melulle (L_{Aeq, 7-22}). Alle 50 dB melua ei nähdä haitallisena, eikä sille ole yhteiskunnallista haittakustannusta. Kaikki toimenpiteet vähentäisivät melulle altistuneiden määrää, mutta niiden vaikutus olisi varsin maltillinen (taulukko 15Virhe. Viitteen lähde ei löytynyt.). Kokonaan haitalliselta melulta pois siirtyneen, eli yli 50 dB melulta suojatun väestömäärän perusteella parhaat toimenpiteet ovat *TP5: Sisääntuloväylät*, *TP2: Yleisrajoitus* ja *TP3: Rakenteellisesti erottamattomat tiet*.

TP1: Talvirajoitus suojaa arviolta 1 722 henkilöä yli 50 dB melu-altistukselta, mikä vastaa 1,2 % lähtötilanteen yli 50 dB melulle altistuneista. *TP2: Yleisrajoitus* siirtää

vastaavasti arviolta 3 458 henkilöä pois yli 50 dB melulta (2,4 % lähtötilanteen yli 50 dB melulle altistuneista), mutta siirtyminen voimakkaammista meluluokista on vähäisempää kuin TP1:ssä. *TP3: Rakenteellisesti erottamattomat tiet* ja *TP1: Talvirajoitus* ovat osittain päällekkäisiä ja niiden tulokset ovatkin odotetusti samansuuntaiset. Keskeisenä erona on, että TP1:ssä siirtymä voimakkaammasta melusta on suurempaa. TP3 suojaa arviolta 1 847 henkeä yli 50 dB melulta tai 1,3 % lähtötilanteen yli 50 dB meluallistuneista. *TP4: Moottoritiet* vaikuttaa meluun vähiten. Toimenpide helpottaa meluallistusta hieman, mutta suojaa vain arviolta 18 henkilöä yli 50 dB melulta. *TP5: Sisääntuloväylät* vähentää haitalliselle melulle altistuvaa väestöä eniten, eli arviolta 9 589 henkeä tai 6,6 % lähtötilanteen yli 50 dB meluallistuneista.

Taulukko 15. Arvioidun melulle altistuneen väkimäärän ero lähtötilanteeseen. Melusuure LAeq, 7–22. Suluissa esitetään tulos lähtökeskinopeuden ala- ja yläarvolle.

	< 50 dB	50–54 dB	55–59 dB	60–64 dB	65–69 dB	≥ 70 dB
Lähtötilanne	462 231 (489 890... 429 643)	92 748 (81 013... 105 151)	40 852 (29 187... 54 697)	10 337 (7 095... 15 425)	1 416 (426... 2 608)	66 (39... 126)
TP1	Lkm. 1722 (1708...6224) % 0 (0...1)	-774 (-271...-4076) -1 (0...-4)	-282 (-1200...-1450) -1 (-4...-3)	-543 (-211...-624) -5 (-3...-4)	-121 (-17...-70) -9 (-4...-3)	-2 (-9...-4) -3 (-23...-3)
TP2	Lkm. 3458 (4147...3936) % 1 (1...1)	-2425 (-2500...-1527) -3 (-3...-2)	-632 (-1537...-2085) -2 (-5...-4)	-360 (-101...-308) -4 (-1...-2)	-41 (-9...-13) -3 (-2...-1)	0 (0...-3) 0 (0...-2)
TP3	Lkm. 1847 (3088...1320) % 0 (1...0)	-913 (-1456...752) -1 (-2...1)	-442 (-1316...-1473) -1 (-5...-3)	-405 (-293...-494) -4 (-4...-3)	-82 (-23...-95) -6 (-5...-4)	-5 (0...-10) -8 (0...-8)
TP4	Lkm. 18 (27...5121) % 0 (0...1)	156 (317...-4008) 0 (0...-4)	161 (-342...-949) 0 (-1...-2)	-269 (14...-158) -3 (0...-1)	-66 (-7...-6) -5 (-2...0)	0 (-9...0) 0 (-23...0)
TP5	Lkm. 9589 (9717...6651) % 2 (2...2)	-5677 (-6374...1312) -6 (-8...1)	-2504 (-2601...-5055) -6 (-9...-9)	-981 (-578...- 2739) -10 (-8...-18)	-427 (-161...- 159) -30 (-38...-6)	0 (-3...-10) 0 (-8...-8)

3.7 Yhteiskuntataloudelliset hyödyt ja haitat

Taulukossa 16 esitetään arvioidun vaikutusten yhteiskuntataloudellisia hyötyjä ja haittoja toimenpiteittäin. Suurimmat hyödyt syntyisivät henkilövahinkojen vähentämisestä (-3,7...-59,2 M€) ja suurimmat haitat syntyisivät keskimääräisen matkustajan kasvusta (8,3...59,2 M€). CO₂-päästöjen vähenemä aiheuttaisi yhteiskuntataloudellisia hyötyjä (-0,2...-2,1 M€) kaikille muille toimenpiteille paitsi *TP2: Yleisrajoitus*, jolle syntyisi pientä haittaa (0,2 M€). Haitallisen liikennemelun vähenemä aiheuttaisi yhteiskuntataloudellista hyötyä (-0,6...-5,9 M€).

Laskemalla yhteen kaikki vaikutusalueet, toimenpiteet *TP3: Rakenteellisesti erottamattomat tiet* ja *TP5: Sisääntuloväylät* olisivat yhteiskuntataloudellisesti hyödyllisiä (n. -1,5 M€). Suurimmat yhteiskuntataloudelliset haitat syntyisivät toimenpiteistä *TP1: Talvirajoitus* (4,9 M€) ja *TP5: Moottoritiet* (6,7 M€). Suhteuttamalla yhteiskuntataloudelliset vaikutukset muihin julkishallinnon kustannuksiin, yhteiskuntataloudelliset hyödyt ja haitat olisivat pienimuotoisia. Laskelmissa ei ole huomioitu toimenpiteiden toteuttamiskustannuksia.

Taulukko 16. Yhteenveto vaikutusten yhteiskuntataloudellisista hyödyistä (merkitty vihreällä) ja haitoista (merkitty oranssilla) toimenpiteittäin. Suluissa esitetään tulos lähtökeskinopeuden ala- ja yläarvolle.

	TP1: Talvirajoitus (8145 km, 10509 Mkm/v)	TP2: Yleisrajoitus (38347 km, 2622 Mkm/v)	TP3: Rakenteellisesti erottamattomat tiet (9085 km, 7928 Mkm/v)	TP4: Moottoritiet (582 km, 3871 Mkm/v)	TP5: Sisääntuloväylät (57 km, 695 Mkm/v)
Henkilövahingot (M€)	-50,4 (-56,5...-45,5)	-20,9 (-23,3...-18,9)	-58,3 (-65,3...-52,6)	-5,1 (-5,7...-4,6)	-3,7 (-4,2...-3,4)
Matka-aika (M€)	59,1 (77,4...46,6)	23,4 (30,0...18,7)	59,2 (77,8...46,6)	13,7 (17,8...10,9)	8,3 (10,7...6,6)
CO₂-päästöt (M€)	-2,1 (-0,9...-3,5)	0,2 (0,4...0,0)	-1,0 (-0,0...-1,9)	-1,4 (-0,9...-2,1)	-0,2 (-0,1...-0,3)
Liikenne-melu (M€)	-1,7 (-1,4...-3,0)	-1,6 (-1,7...-2,3)	-1,5 (-1,8...-2,3)	-0,6 (-0,3...-1,5)	-5,9 (-4,4...-9,2)
Yhteensä (M€)	4,9 (18,6...-5,3)	1,1 (5,5...-2,5)	-1,6 (10,7...-10,2)	6,7 (11,0...2,7)	-1,5 (2,1...-6,3)

4 Tulosten tarkastelu

Tämän selvityksen tavoitteena oli arvioida teoreettisella tasolla viiden nopeusrajoitusta muuttavan toimenpiteen vaikutuksia liikenneturvallisuuteen, keskimääräiseen matka-aikaan, energiankulutukseen, hiilidioksidipäästöihin ja liikennemeluun sekä arvioida vaikutusten yhteiskuntataloudelliset hyödyt ja haitat. Lisäksi tarkasteltiin mitkä toimenpiteet tukevat valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman tavoitetta parhaiten. Tässä luvussa tarkastellaan ensin arvioinnin tuloksia toimenpiteittäin. Kaikki tulokset koskevat vain maantieverkkoa.

4.1 Toimenpiteiden vaikutukset

4.1.1 Talven nopeusrajoitusten ympärivuotinen käyttö

TP1: Talvirajoitus -verkko on toimenpidevaihtoehdoista kolmanneksi pisin (n. 8 100 km) ja sen vuosittainen suorite on suurin (n. 10 500 Mkm vuodessa). Noin 31 % verkon tiepituudesta on pääväyliä ja 7 % TEN-T-ydinverkkoteitä. Toimenpide aiheuttaisi yhteensä arviolta noin 5 M€ vuosittaiset yhteiskuntataloudelliset haitat.

Toimenpiteen arvioitiin parantavan liikenneturvallisuutta merkittävästi. Tulosten mukaan sen seurauksena henkilövahinko-onnettomuuksia vähenee vuodessa arviolta 75, liikennekuolemia 12 ja vakavia loukkaantumisia 10. Tämä vastaa noin 10 % kansallisesta tavoitteesta vähentää 112 liikennekuolemaa vuoteen 2030 mennessä, ja johtaisi arviolta noin 50 M€ yhteiskuntataloudellisiin hyötyihin. Yleisesti tulos on samansuuntainen Peltolan (2015) selvityksen tulosten kanssa, joiden mukaan talven ja pimeän ajan rajoitukset parantavat liikenneturvallisuutta talviaikaan huomattavasti.

Energiankulutuksen suhteen toimenpiteen arvioitu vaikutus on tarkastelluista toimenpiteistä merkittävin. Sen arvioitiin vähentävän eniten henkilö- ja pakettiautojen polttoaineenkulutusta (n. 15 miljoonaa litraa vuodessa) sekä sähköhenkilöautojen sähkönkulutusta (n. 1 300 MWh vuodessa). Toisaalta raskaan liikenteen dieselin kulutuksen arvioitiin kasvavan (n. 2,1 miljoonaa litraa vuodessa). Kasvu johtuu polttomoottorin hyötysuhteen laskusta alemmilla nopeuksilla. Tulosten mukaan hiilidioksidipäästöt kuitenkin kokonaisuudessaan vähenevät (26,8 t CO₂), ja määrä vastaa noin 2 % tarvittavista päästövähennyksistä (1,25 megatonnia) vuoden 2030 liikenteen päästövähennystavoitteen saavuttamiseksi.

Toimenpiteen arvioitiin kasvattavan keskimääräistä matka-aikaa henkilöautoille tarkastelluista toimenpiteistä eniten (n. 4,6 miljoonaa tuntia) ja toiseksi eniten raskaalle liikenteelle (n. 230 tuhatta tuntia). Tästä aiheutuisi arviolta noin 59 M€ yhteiskuntataloudelliset haitat. Toimenpiteellä olisi pieni vaikutus liikennemelun lievittämiseen. Noin 1 700 henkilön arvioitiin välttävän haitalliselta meluallistukselta kokonaan.

4.1.2 Yleisrajoitus 70 km/h taajaman ulkopuolella ja 40 km/h taajamissa

TP2: Yleisrajoitus -verkko sisältää vain yleisrajoituksen maantieosuudet ja on toimenpidevaihtoehdoista ylivoimaisesti pisin (n. 38 300 km). Toisaalta toimenpide sisältää runsaasti alemman luokan maanteitä (tiennumero > 1 000), minkä vuoksi sen kohdeverkon vuosittainen ajosuorite on pieni (n. 2 600 Mkm vuodessa). Toimenpide ei koske lainkaan pääväyliä tai TEN-T-verkkoa. Toimenpide aiheuttaisi yhteensä arviolta noin 1 M€ vuosittaiset yhteiskuntataloudelliset haitat.

Toimenpiteen liikenneturvallisuusvaikutukset arvioitiin olevan muihin toimenpiteisiin nähden keskitasoisia. Toimenpiteen seurauksena henkilövahinko-onnettomuuksia vähenee vuodessa arviolta 41, liikennekuolemia 4 ja vakavia loukkaantumisia 5. Tämä vastaa noin 4 % kansallisesta tavoitteesta vähentää 112 liikennekuolemaa vuoteen 2030 mennessä. Arvioiduista liikenneturvallisuusvaikutuksista seuraisi arviolta noin 21 M€ yhteiskuntataloudelliset hyödyt.

Energiankulutukseen toimenpiteellä on maltillinen, mutta kokonaisuudessaan kulutusta kasvattava arvioitu vaikutus. Sähköhenkilöautojen energiankulutus pienentyisi (muutos noin -170 MWh vuodessa), mutta polttomoottoriautojen kulutus kasvaisi (benssiini: +228 ja diesel: -66 tuhatta litraa vuodessa). Suurimmat muutokset tapahtuisivat raskaan liikenteen kulutukselle, joka diesel kulutus kasvaisi noin 1,1 miljoonaa litraa vuodessa. Kokonaisuudessaan arvioitu vaikutus energiankulutukseen on kuitenkin vähäinen, ja kaikista toimenpiteistä toiseksi pienin. Polttoainekulutuksen kasvun johdosta vuosittaiset hiilidioksidipäästöt kasvavat hieman (2,5 t CO₂).

Keskimääräisen matka-ajan arvioitu kasvu sijoittuu muihin toimenpiteisiin nähden keskimmäiseksi, eli noin 1,8 miljoonaa tuntia vuodessa, ja muutoksesta aiheutuisi arviolta noin 23 M€ yhteiskuntataloudelliset kustannukset. Toimenpiteen meluvaiikutukset olisivat toiseksi suurimmat, mikä voi johtua yleisrajoituksen taajamateiden ja asutuksen läheisyydestä. Vaikutukset olisivat kuitenkin isossa kuvassa edelleen maltilliset. Haitalliselta meluallistukselta pois siirtyisi arviolta noin 3 500 henkeä.

4.1.3 Nopeusrajoitus \geq 100 km/h vain rakenteellisesti erotetuilla tiejaksoilla

TP3: Rakenteellisesti erottamattomat tiet -verkko on toimenpidevaihtoehdoista toiseksi pisin (n. 9 100 km) ja sen ajosuorite on toiseksi suurin (n. 8 000 Mkm vuodessa). Verkko on osittain päällekkäinen toimenpiteen 1 verkon kanssa, mutta se keskittyy enemmän 1+1-kaistaiselle päätieverkolle, missä turvallisuustilanne nykytilanteessa on huonompi. Toimenpide 3 ei myöskään sisällä moottoritiejaksoja. Pääväyläverkon osuus verkon tiepituudesta on 30 % ja TEN-T-verkon 3 %. Toimenpide aiheuttaisi yhteensä arviolta noin 2 M€ vuosittaiset yhteiskuntataloudelliset hyödyt.

Toimenpiteen arvioidut liikenneturvallisuusvaikutukset olivat toimenpidevaihtoehdoista suurimmat. Henkilövahinko-onnettomuuksia vähenee vuodessa arviolta 77, liikennekuolemia 14 ja vakavia loukkaantumisia 12. Tämä vastaa noin 13 % kansallisesta tavoitteesta vähentää 112 liikennekuolemaa vuoteen 2030 mennessä.

Arvioiduista liikenneturvallisuusvaikutuksista seuraisi arviolta noin 58 M€ yhteiskuntataloudelliset hyödyt.

Energiankulutuksen arvioidut vaikutukset henkilö- ja pakettiautoille ovat tarkastelluista toimenpiteistä toiseksi suurimmat. Bensiinikäyttöisten henkilö- ja pakettiautojen kulutus olisi noin 3,7 miljoonaa litraa ja dieselkäyttöisten vastaavasti noin 5,3 miljoonaa litraa vuodessa vähemmän. Sähköhenkilöautojen vuosittainen kulutus olisi noin 1 000 MWh vähemmän. Raskaan liikenteen kulutus kasvaisi tällä toimenpiteellä kaikista toimenpiteistä eniten (n. 2,8 miljoonaa litraa vuodessa), mutta polttoaineiden arvioitu kokonaiskulutus kuitenkin pienentyisi toimenpiteen seurauksena. Arvioitu vaikutus hiilidioksidipäästöihin vastaa energiankulutuksen vaikutuksia siten, että henkilö- ja pakettiautojen päästöt pienenisivät noin 18 tuhatta tonnia ja raskaan liikenteen kasvaisivat noin 5,5 tuhatta tonnia. Päästöt kuitenkin vähentyisivät kokonaisuudessaan. Arvioidut hiilidioksidipäästöjen vuosittainen kokonaisvähenemä (12,5 t CO₂) vastaa noin 1 % tarvittavista päästövähennyksistä (1,25 megatonnia) vuoden 2030 liikenteen päästövähennystavoitteen saavuttamiseksi.

Keskimääräisen matka-ajan vaikutuksen arvio on toimenpidevaihtoehdoista toiseksi suurin, yhteensä noin 4,6 miljoonaa tuntia vuodessa, ja raskaan liikenteen matka-ajan kasvu on suurin, yhteensä noin 300 tuhatta tuntia vuodessa. Kasvaneesta matka-ajasta aiheutuu yhteiskuntataloudellisia haittoja arviolta 60 M€ vuodessa, eli saman verran kuin liikenneturvallisuusvaikutuksista aiheutuneita säästöjä. Vaikutukset liikennemeluun arvioitiin olevan muihin toimenpiteisiin nähden keskitasoisia, ja arviolta noin 1 800 henkeä välttyisi kokonaan haitalliselta liikennemelulta.

4.1.4 Nopeusrajoitus enintään 100 km/h moottoriteillä

TP4: Moottoritiet -verkko on toimenpidevaihtoehdoista toiseksi lyhin (n. 600 km) ja se koskee vain moottoritiejaksoja, joilla on kesäaikaan 120 km/h nopeusrajoitus. Kokonaissuorite on kuitenkin verkon pituuteen nähden merkittävä (n. 4 000 Mkm vuodessa). Kaikki toimenpidettä koskevat tiekilometrit kuuluvat pääväyläverkkoon ja 72 % TEN-T-verkkoon. Toimenpiteen vaikutuksena aiheutuisi yhteensä arviolta noin 7 M€ vuosittaiset yhteiskuntataloudelliset haitat.

Toimenpiteellä oli toiseksi pienin arvio liikenneturvallisuusvaikutuksista. Henkilövahinko-onnettomuuksia vähenee vuodessa 15, liikennekuolemia 1 ja vakavia loukkaantumisia 1. Tämä vastaa alle 1 % kansallisesta tavoitteesta vähentää 112 liikennekuolemaa vuoteen 2030 mennessä. Arvioiduista liikenneturvallisuusvaikutuksista seuraisi arviolta noin 5 M€ yhteiskuntataloudelliset hyödyt.

Arvioitu vaikutus bensiini- ja dieselkäyttöisten henkilö- ja pakettiautojen kulutukseen on lähellä toimenpiteen 3 vastaavaa vaikutusta. Bensiinikäyttöisten henkilö- ja pakettiautojen kulutuksen arvioitiin vähenevän noin 3,5 miljoonaa litraa vuodessa, ja dieselkäyttöisten noin 5,3 miljoonaa litraa vuodessa. Arvioitu vaikutus sähköhenkilöautojen energiankulutukseen (n. 550 MWh vuodessa vähemmän) on kuitenkin toimenpidettä 3 pienempi. Henkilö- ja pakettiautojen hiilidioksidipäästöjen arvioitiin vähenevän noin 17,5 tuhatta tonnia. Koska raskaan liikenteen nopeudessa ja siten kulutuksessa tai päästöissä ei tapahdu muutosta, kokonaisvaikutus

on 17,5 tuhatta tonnia ja sellaisenaan toiseksi suurin. Määrä vastaa noin 1 % tarvittavista päästövähennyksistä (1,25 megatonnia) vuoden 2030 liikenteen päästövähennystavoitteen saavuttamiseksi.

Keskimääräisen matka-ajan arvioitu kasvu on toimenpidevaihtoehdoista toiseksi pienin, ja sekin aiheutuu kokonaan henkilö- ja pakettiautoliikenteen keskinopeuden muutoksesta (n. 1,3 miljoonaa tuntia vuodessa). Tästä aiheutuu arviolta noin 14 M€ vuosittaiset yhteiskuntataloudelliset haitat. Arvioitu vaikutus liikennemeluun on kaikista toimenpiteistä pienin. Tulos on odotusten mukainen, koska moottoritiekilometrejä on suhteellisen vähän ja ne sijaitsevat pääosin harvaan asutuilla alueilla.

4.1.5 Nopeusrajoitus 60–80 km/h kaupunkiseutujen sisääntuloväylillä

TP5: Sisääntuloväylät-verkolla on toimenpidevaihtoehdoista pienin pituus (57 km) ja kokonaissuorite (n. 700 Mkm vuodessa), mutta ajosuorite tiekilometriä kohden on suurin. Toimenpiteen arvioitut absoluuttiset vaikutukset ovat kaikilla vaikutusalueilla pienimmät, mutta vaikutukset suhteessa toimenpidettä koskevaan tieverkkoon ovat suurimmat, koska toimenpide asettaa radikaalimmat muutokset nopeusrajoitukseen ja sitä myöten myös suurimmat keskinopeuden muutokset. Joillain tiejaksoilla nopeusrajoitus muuttuu 100 kilometristä tunnissa 60 kilometriin tunnissa. Näin suuret nopeusrajoitusten muutokset ilman muita niitä tukevia toimenpiteitä tieympäristössä ovat kuitenkin epätodennäköisiä. Kokonaisuudessaan toimenpiteestä aiheutuisi arviolta noin 2 M€ yhteiskuntataloudelliset hyödyt.

Toimenpiteellä on pienin arvioitu vaikutus liikenneturvallisuuteen. Henkilövahinkonnettomuuksia vähenee vuodessa arviolta 10, liikennekuolemia 1 ja vakavia loukkaantumisia 1. Tämä vastaa alle 1 % kansallisesta tavoitteesta vähentää 112 liikennekuolemaa vuoteen 2030 mennessä. Arvioituista liikenneturvallisuusvaikutuksista seuraisi arviolta noin 4 M€ yhteiskuntataloudelliset hyödyt.

Toimenpiteellä on pienin energiankulutusta vähentävä vaikutusarvio, mutta vaikutus on siitä huolimatta positiivisempi kuin energiankulutusta kokonaisuudessaan kasvattavalla toimenpiteellä 2. Bensiinikäyttöisten henkilö- ja pakettiautojen kulutuksen arvioitiin vähenevän noin 500 tuhatta litraa vuodessa, ja dieselikäyttöisten noin 800 tuhatta litraa vuodessa. Raskaan liikenteen dieselin kulutuksen taas arvioitiin kasvavan noin 200 tuhatta litraa vuodessa. Sähköhenkilöautojen energiankulutuksen arvioitiin laskevan noin 150 MWh vuodessa, joka on lähellä toimenpiteen 2 vastaavaa arviota. Henkilö- ja pakettiautojen hiilidioksidipäästöjen arviointiin vähenevän noin 2,6 tuhatta tonnia, mutta raskaan liikenteen hiilidioksidipäästöjen arviointiin kasvavan 0,4 tuhatta tonnia. Kokonaisuudessaan hiilidioksidipäästöjen vuosittainen vähenemä (2,3 t CO₂) vastaa alle prosentin tarvittavista päästövähennyksistä (1,25 megatonnia) vuoden 2030 liikenteen päästövähennystavoitteen saavuttamiseksi.

Keskimääräisen matka-ajan muutos olisi toimenpiteen kokonaiskilometrimäärään nähden suuri, mikä johtuu sen suuresta suoritteesta. Henkilö- ja pakettiautojen keskimääräinen matka-ajan arvioitiin kasvavan noin 700 tuhatta tuntia vuodessa, ja raskaan liikenteen vastaava arvio oli 21 tuhatta tuntia vuodessa kasvua. Tästä aiheutuisi arviolta noin 8 M€ yhteiskuntataloudelliset haitat.

Toimenpiteen arvioitu vaikutus haitalliselle melulle altistuneiden vähentämiseen on suurin. Tulokseen vaikuttaa se, että kaupunkien sisääntuloväylien ympärillä on runsaasti asutusta. Lukuihin pitää kuitenkin suhtautua varauksella, sillä putkimallimenetelmään liittyy enemmän epävarmuuksia rakennetummissa ympäristöissä. Mallinnus ei myöskään huomioi taustamelua, jota on kaupunkiympäristössä enemmän kuin haja-asutusalueilla. On siis mahdollista, että toimenpiteen 5 meluvaikutus yliarvioituu hieman.

Tämän työn lähestymistavassa ei voitu huomioida muutoksia reittivalinnoissa, mitkä ovat odotettavissa toimenpiteen *TP5: Sisääntuloväylät* osalta, kun vaihtoehtoiset reitit alemmalla tieverkolla ja katuverkolla muuttuvat nopeusrajoitusten muuttuessa alkuperäisten reittien kanssa kilpailukykyisiksi. Mansikkamäen ym. (2021) selvityksen mukaan reittimuutosten seurauksena tapahtuva liikenteen vähentyminen laskee päätieverkon kuormitusta ja parantaa sen sujuvuutta sekä turvallisuutta, mutta sen seurauksena alemmalla tieverkolla ja katuverkolla voi tapahtua päinvastainen kehitys. Selvityksessä suositellaan, että pääväyläverkon nopeusrajoituksia alentaessa tulisi samalla tarkastella rinnakkaisia alempia tieverkkoja, ja mahdollisesti tehdä vastaavia toimenpiteitä niilläkin epätoivottujen siirtymien välttämiseksi. Tässä toimenpiteessä ei huomioitu tien 65 osuutta Ylöjärveltä Tampereen keskustan suuntaan. Se on kuitenkin tunnistettu tärkeäksi kaupungin sisääntuloväyläksi, joka tulisi jatkossa sisällyttää vastaaviin tarkasteluihin.

4.2 Tulosten peilaus liikennejärjestelmäsuunnitelman tavoitteisiin

Tässä luvussa arvioidaan, miten toimenpiteet ja niiden yhdistelmät, edistäisivät valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman kolmea tavoitetta: saavutettavuus, kestävyys ja tehokkuus. Tavoitteiden kuvausten perusteella (kappale 1.1; Valtioneuvosto 2021) valittiin jokaiselle vastaava(t) indikaattori(t) analysoiduista vaikutusalueista:

- Saavutettavuus: keskimääräinen matka-aika
- Kestävyys: liikenneturvallisuus, polttoaineen kulutus, energiankulutus, hiilidioksidipäästöt ja liikennemelu
- Tehokkuus: yhteiskuntataloudellinen hyöty.

Taulukossa 17 esitetään miten yksittäiset toimenpiteet vertautuvat liikennejärjestelmäsuunnitelman kolmeen tavoitteeseen. Kaikki toimenpiteet kasvattaisivat matka-aikoja, minkä johdosta mikään toimenpide ei edistä saavutettavuustavoitetta. Kaikki toimenpiteet (paitsi *TP2: Yleisrajoitus*) edistäisivät kestävyystavoitetta koska niiden arvioitiin vähentävän henkilövahinkoja, polttoaineen- ja sähkönkulutusta, hiilidioksidipäästöjä sekä haitalliselle liikennemelulle altistuneiden henkilöiden määrää. Kahden toimenpiteen (*TP3: Rakenteellisesti erottamattomat tiet* ja *TP5: Sisääntuloväylät*) arvioidut vaikutukset johtaisivat yhteiskuntataloudellisiin hyötyihin eli parantaisivat tehokkuustavoitetta.

Taulukko 17. Yhteenveto toimenpiteiden vaikutuksista verrattuna liikennejärjestelmäsuunnitelman kolmeen tavoitteeseen. Prosenttiluvut viittaavat kyseisen toimenpiteen verkolla tapahtuviin muutoksiin.

TP1: Talven nopeusrajoitusten ympärivuotinen käyttö	
Saavutettavuus	Toimenpide kohdistuu lähes koko päätieverkkoon ja vaikuttaisi siten ensisijaisesti alueiden väliseen saavutettavuuteen. Keskimääräinen matka-aika kasvaisi hieman, jolloin kuljetusten ja matkojen palvelutaso heikkenisi, eli saavutettavuus huononisi.
Kestävyys	Toimenpiteen arvioitiin vähentävän henkilövahinkoja, polttoainekulutusta, sähkönkulutusta, hiilidioksidipäästöjä sekä haitalliselle liikennemelulle altistuneiden määrää. Toimenpiteellä olisi siten positiivinen vaikutus ihmisten terveyteen ja elinoloihin ja parantaisi kestävyttä.
Tehokkuus	Toimenpiteen vaikutukset aiheuttaisivat yhteiskuntataloudellista haittaa, joten yhteiskuntataloudellinen tehokkuus huononisi.
TP2: Yleisrajoitus 70 km/h taajaman ulkopuolella ja 40 km/h taajamissa (vaikutukset maantieverkolle)	
Saavutettavuus	Toimenpide kohdistuu alemmalle maantieverkolle ja vaikuttaisi siten ensisijaisesti alueiden sisäiseen saavutettavuuteen. Keskimääräinen matka-aika kasvaisi koko verkolla hieman, jolloin kuljetusten ja matkojen palvelutaso heikkenisi eli saavutettavuus huononisi.
Kestävyys	Toimenpiteen arvioitiin vähentävän henkilövahinkoja, sähkönkulutusta ja haitalliselle liikennemelulle altistuneiden määrää. Polttomootorin hyötysuhde laskee tarkastelun alaisilla nopeuksilla, jolloin polttoainekulutus, ja niiden myötä myös hiilidioksidipäästöt, kasvaisivat hieman. Arvioidut vaikutukset olisivat kuitenkin alle yhden prosentin suuruisia. Toimenpide alentaisi ajonopeuksia, minkä johdosta sekä objektiivinen että koettu turvallisuus aktiivisilla kulkutavoilla paranisi. Tämä voisi edistää kyseisten kulkutapojen käyttöä. Toimenpiteellä arvioidaan siten olevan sekä myönteinen että pieni kielteinen vaikutus ihmisten terveyteen ja elinoloihin.
Tehokkuus	Toimenpiteen vaikutukset aiheuttaisivat yhteiskuntataloudellista haittaa, jolloin yhteiskuntataloudellinen tehokkuus huononisi hieman.
TP3: Nopeusrajoitus ≥ 100 km/h vain rakenteellisesti erotetuilla tiejaksoilla	
Saavutettavuus	Toimenpide kohdistuu melkein koko päätieverkkoon ja vaikuttaisi siten ensisijaisesti alueiden väliseen saavutettavuuteen. Keskimääräinen matka-aika kasvaisi hieman, jolloin kuljetusten ja matkojen palvelutaso heikkenisi eli saavutettavuus huononisi.
Kestävyys	Toimenpiteen arvioitiin vähentävän henkilövahinkoja, polttoainekulutusta, sähkönkulutusta, hiilidioksidipäästöjä sekä haitalliselle liikennemelulle altistuneiden määrää. Toimenpiteellä olisi siten positiivinen vaikutus ihmisten terveyteen ja elinoloihin ja se parantaisi kestävyttä.
Tehokkuus	Toimenpiteen vaikutukset aiheuttaisivat yhteiskuntataloudellista hyötyä, jolloin yhteiskuntataloudellinen tehokkuus paranisi.

TP4: Nopeusrajoitus enintään 100 km/h moottoriteillä	
Saavutettavuus	Toimenpide kohdistuu kokonaan pääväyläverkkoon ja noin 70 % tiepituudesta ja suoritteesta kohdistuu TEN-T-ydinverkolle. Toimenpide vaikuttaisi siten sekä alueiden kansainväliseen että alueiden väliseen saavutettavuuteen. Keskimääräinen matka-aika kasvaisi hie-man, jolloin kuljetusten ja matkojen palvelutaso heikkenisi eli saavutettavuus huononisi.
Kestävyys	Toimenpiteen arvioitiin vähentävän henkilövahinkoja, polttoainekulutusta, sähkönkulutusta, hiilidioksidipäästöjä sekä haitalliselle liikennemelulle altistuneiden määrää. Toimenpiteellä olisi siten positiivinen vaikutus ihmisten terveyteen ja elinoloihin ja parantaisi kestävyyttä.
Tehokkuus	Toimenpiteen vaikutukset aiheuttaisivat yhteiskuntataloudellista haittaa, jolloin yhteiskuntataloudellinen tehokkuus huononisi.
TP5: Nopeusrajoitus 60–80 km/h kaupunkiseutujen sisääntuloväylillä	
Saavutettavuus	Toimenpide kohdistuu ja vaikuttaisi siten ensisijaisesti kaupunkiseutujen ja alueiden sisäiseen saavutettavuuteen. Keskimääräinen matka-aika kasvaisi, jolloin kuljetusten ja matkojen palvelutaso heikkenisi eli saavutettavuus huononisi. Toisaalta toimenpide voisi vaikuttaa positiivisesti alueiden kehitysedellytyksiin.
Kestävyys	Toimenpiteen arvioitiin vähentävän henkilövahinkoja, polttoainekulutusta, sähkönkulutusta, hiilidioksidipäästöjä sekä haitalliselle liikennemelulle altistuneiden määrää. Toimenpiteellä olisi siten positiivinen vaikutus ihmisten terveyteen ja elinoloihin ja parantaisi kestävyyttä. Toimenpide voisi myös edistää liikkumista kestäväillä kulkutavoilla, koska niiden kilpailukyky matka-ajan suhteen paransi autoiluun verrattuna. Toisaalta, jos toimenpide johtaisi muutoksiin reitinvalinnoissa (esim. liikenne siirtyisi alemmalle tieverkolle tai katuverkolle), seuraukset voisivat olla päinvastaisia.
Tehokkuus	Toimenpiteen vaikutukset aiheuttaisivat yhteiskuntataloudellista hyötyä, jolloin yhteiskuntataloudellinen tehokkuus paranisi.

Löydökset ovat samansuuntaisia kahden toimenpiteen toimenpideyhdistelmille:

- Kaikki toimenpideyhdistelmät kasvattaisivat matka-aikoja, minkä johdosta mikään toimenpideyhdistelmä ei edistä saavutettavuustavoitetta.
- Kaikki toimenpideyhdistelmät edistävät kestävyystavoitetta koska ne vähentäisivät henkilövahinkoja, polttoaineen- ja sähkönkulutusta, hiilidioksidipäästöjä sekä haitalliselle liikennemelulle altistuneiden henkilöiden määrää.
- Kolmen toimenpideyhdistelmän (*TP2: Yleisrajoitus & TP3: Rakenteellisesti erottamattomat tiet*, *TP2: Yleisrajoitus & TP4: Moottoritiet* ja *TP3: Rakenteellisesti erottamattomat tiet & TP5: Sisääntuloväylät*) arvioidut vaikutukset aiheuttaisivat yhteiskuntataloudellista hyötyä eli parantaisivat tehokkuustavoitetta.

Liitteessä 2 esitetään toimenpideyhdistelmien vaikutukset mitä käytettiin arvioinnin pohjana.

4.3 Tutkimuksen rajoitukset

Toimenpiteiden vaikutuksia verrattiin nykytilanteeseen eikä niitä arvioitaessa huomioitu muutoksia matkustuskäyttäytymisessä (esim. reitit, matkojen määrä tai pituus), ajoneuvokannassa tai muita nopeusrajoituksen noudattamisen tehostamiseen liittyviä toimenpiteitä (esim. tieympäristön muutokset, nopeusvalvonta).

Toimenpiteiden vaikutusarviot perustuvat nopeusrajoitusten muutosten arvioituihin keskinopeusvaikutuksiin. Keskinopeuksien muutokset määritettiin Elvikin (2019) meta-analyysin perusteella, joka perustuu useaan kansainväliseen tutkimukseen. Kyseessä on nykyhetken paras tieto siitä, miten ajovirran keskinopeus muuttuu, kun nopeusrajoituksen muutosten lisäksi ei tehdä muita muutoksia esimerkiksi tieympäristöön tai valvontaan. Vaikutukset riippuvat myös nykytilanteen keskinopeustasosta. Vaikutusarvioiden tarkkuutta havainnollistettiin määrittämällä ennen-tilanteen keskinopeudelle ala- ja yläarvot ja esittämällä tulokset myös niille.

Liikenneturvallisuusvaikutukset arvioitiin potenssimallilla. Vuonna 2019 julkaistiin uudet potenssiarvot henkilövahinko-onnettomuuksille ja kuolleiden määrälle (Elvik ym. 2019), mutta vakavasti loukkaantuneiden määrälle ei ole päivitettyä arviota. Päivitetyt arvot olivat suurempia kuin aikaisemmat. Näin ollen vaikutukset vakavasti loukkaantuneiden määrälle ovat todennäköisesti hieman aliarvioituja. Vakavan loukkaantumisen yhteiskuntataloudellinen yksikköarvo on korkea, eli pienikin muutos niiden lukumäärissä voisi merkittävästi muuttaa yhteiskuntataloudellisen laskelman tuloksia.

Matka-aikojen muutokset laskettiin keskinopeuksien pohjalta. Vaikka keskinopeudet pohjautuvat liikenteen mittauspisteisiin, niissä voi olla ajallista ja paikallista hajontaa, jota ei tarkastelussa voitu huomioida. Nämä epätarkkuudet pyrittiin minimoimaan laskemalla vaikutuksille ala- ja yläraja keskinopeuksien hajonnan puitteissa.

Energiankulutus, polttoaineenkulutus ja hiilidioksidipäästöt riippuvat keskinopeuden lisäksi nopeuden muutoksista, etenkin kiihdytyksistä. Ajonopeuden muutoksia tieosuuden sisällä ei voitu huomioida tässä tutkimuksessa, joten tulokset pätevät tilanteeseen, missä ajonopeudet ovat tasaisia. Vaikka liikenne Suomen maantiellä on yleisesti ottaen sujuvaa, vilkkaisiin tieosiin kohdistuvat toimenpiteet (kuten *TP2: Yleisrajoitus* taajamien osalta ja *TP5: Sisääntuloväylät*) vaativat tarkempaa tarkastelua jonossa ajamisen vaikutusten selvittämiseksi. Myös matka-aikojen suhteen tulokset sisältävät eniten epätarkkuuksia vilkkaasti liikennöidyillä tieosilla.

Hiilidioksidipäästöjen muutoksissa ei huomioitu kylmäpäästöjä tai CO₂-ekvivalentteja. Tarkastelun koskiessa maanteitä on oletettavissa, että ainakin osa moottoreista ovat jo ehtineet lämmitä jonkin verran ennen maantieosuuden alkua. Hiilidioksidin lisäksi kasvihuonekaasupäästöjä aiheuttavat metaani ja typpioksiduuli, joiden tarkastelu rajattiin tutkimuksen ulkopuolelle. Näiden osuus tieliikenteen pakokaasupäästöistä on kuitenkin pieni.

Liikennemelu arvioitiin putkimallimenetelmällä, joka ei huomioi rakennusten tai maaston vaikutusta meluun, vaan olettaa tasaisen ja pehmeän ympäristön tien

ympärillä. Putkimallin epävarmuutta arvioitiin vertaamalla sillä saatuja lähtötilanteen tuloksia Liikenneviraston maanteiden EU-meluseelvitykseen Uudenmaan ELY:n alueella. Putkimallia kalibroitiin vertailun tulosten mukaan, jonka jälkeen väkimäärä eri meluluokissa selvitysten välillä oli suhteellisen lähellä. Putkimallia on käytetty aikaisemmissa selvityksissä (esim. Mansikkamäki ym. 2021).

5 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tulosten perusteella maanteiden nopeusrajoitusten muutoksilla on mahdollista saada positiivisia vaikutuksia liikenneturvallisuuteen, hiilidioksidipäästöihin, henkilö- ja pakettiautojen energiankulukseen ja liikennemeluun. Negatiivisia vaikutuksia taas aiheutuu keskimääräisen matka-ajan kasvusta ja raskaan liikenteen polttoaineen kulutuksen ja hiilidioksidipäästöjen kasvusta.

Arvioidut vaikutukset olivat liikenneturvallisuuden parantamisen kannalta positiivisia. Vaikutuksista aiheutuisi huomattavia yhteiskuntataloudellisia hyötyjä. Toimenpiteet ”Talven nopeusrajoitusten ympärivuotinen käyttö” ja ”Nopeusrajoitus ≥ 100 km/h vain rakenteellisesti erotetuilla tiejaksoilla” parantaisivat liikenneturvallisuutta eniten. Kyseisten toimenpiteiden arvioidut vaikutukset kuolleiden määrään vastaavat noin 10–13 % kansallisesta tavoitteesta vähentää 112 liikennekuolemaa vuoteen 2030 mennessä. Liikennevirran keskinopeuden ja liikenneonnettomuuksien yhteys on kansainvälisen tiedon perusteella kiistaton (Kallberg ym. 2014).

Arvioidujen päästövähennysten vaikutus vuoden 2030 liikenteen päästövähennystavoitteeseen olisi maltillinen. Suurin arvioitu vaikutus olisi toimenpiteellä ”Talven nopeusrajoitusten ympärivuotinen käyttö”, jonka arvioidut vähennykset vastaavat noin 2 % tarvittavista kokonais vähennyksistä tavoitteen saavuttamiseksi. Toimenpide ”Yleisrajoitus 70 km/h taajaman ulkopuolella ja 40 km/h taajamissa” olisi maanteihin kohdistuvien hiilidioksidipäästöjen vähennysten kannalta huonoin toimenpide, sillä sen arvioitiin kokonaisuudessaan lisäävän niitä.

Nopeusrajoituksen muutoksilla olisi merkittävä vaikutus keskimääräiseen matka-aikaan. Kaikki arvioidut toimenpiteet kasvattaisivat matka-aikaa, ja niistä aiheutuisi huomattavia yhteiskuntataloudellisia kustannuksia, jotka olisivat suuruusluokaltaan verrattavissa liikenneturvallisuuden parantumisesta aiheutuviin yhteiskuntataloudellisiin hyötyihin. Keskimääräisen matka-ajan arvioitiin kasvavan eniten toimenpiteissä ”Talven nopeusrajoitusten ympärivuotinen käyttö” ja ”Nopeusrajoitus ≥ 100 km/h vain rakenteellisesti erotetuilla tiejaksoilla”, ja vähiten kasvua arvioitiin toimenpiteille ”Nopeusrajoitus 60–80 km/h kaupunkiseutujen sisääntuloväylillä” ja ”Nopeusrajoitus enintään 100 km/h moottoriteillä”.

Arvioidut liikennemeluvaikutukset ovat kokonaisuudessaan maltillisia. Tulos on odotusten mukainen, koska meluvaikutukset eivät ole herkkiä pienille muutoksille (Kallberg ym. 2014). Toimenpide ”Nopeusrajoitus 60–80 km/h kaupunkiseutujen sisääntuloväylillä” suojaisi eniten väestöä yli 50 dB meluallistukselta.

Ainoastaan toimenpiteet ”Nopeusrajoitus ≥ 100 km/h vain rakenteellisesti erotetuilla tiejaksoilla” ja ”Nopeusrajoitus 60–80 km/h kaupunkiseutujen sisääntuloväylillä” olisivat yhteiskuntataloudellisesti kokonaisuudessaan hyödyllisiä. Eniten yhteiskuntataloudellista haittaa aiheutuisi toimenpiteestä ”Nopeusrajoitus enintään 100 km/h moottoriteillä”. Kokonaisuudessaan yhteiskuntataloudelliset hyödyt ja haitat olisivat pienimuotoisia.

Kaikki toimenpiteet kasvattaisivat matka-aikoja, minkä johdosta mikään toimenpide ei edistäisi saavutettavuustavoitetta. Kaikki toimenpiteet (paitsi ”Yleisrajoitus

70 km/h taajaman ulkopuolella ja 40 km/h taajamissa”) edistäisivät kestävyystavoitetta, koska ne vähentäisivät henkilövahinkoja, polttoaineen- ja sähkönkulutusta, hiilidioksidipäästöjä sekä haitalliselle liikennemelulle altistuneiden henkilöiden määrää. Kahden toimenpiteen (”Nopeusrajoitus \geq 100 km/h vain rakenteellisesti erotetuilla tiejaksoilla” ja ”Nopeusrajoitus 60–80 km/h kaupunkiseutujen sisääntuloväylillä”) arvioidut vaikutukset aiheuttavat yhteiskuntataloudellista hyötyä eli parantaisivat tehokkuutta. Tämä tarkoittaa, että toimenpiteillä ei voida edistää kaikkia kolmea tavoitetta.

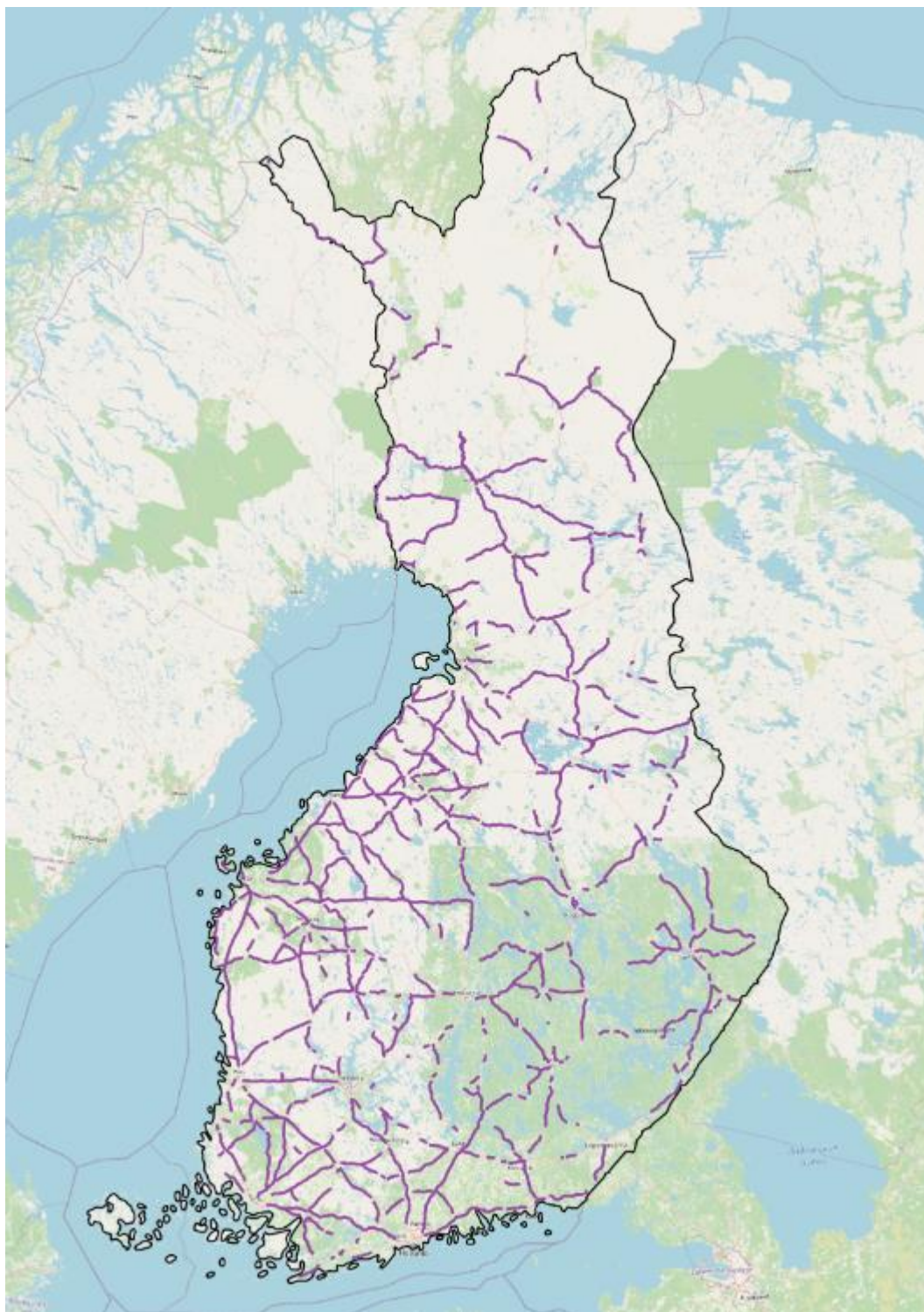
Lähdeluettelo

- Elvik, R. 2019. Fartsgrenser. Teoksessa: Elvik, R. & Høye, A. Trafikksikkerhetshåndboken. Saatavilla: <https://www.tshandbok.no/del-2/3-trafikkregulering/doc660> (viitattu 20.12.2022).
- Elvik, R., Vadeby, A., Hels, T. & van Schagen, I. 2019. Updated estimates of the relationship between speed and road safety at the aggregate and individual levels. *Accident Analysis and Prevention* 123, 114–122. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.11.014>
- Elvik, R. 2014. *Fart og trafikksikkerhet. Nye modeller.* Transportøkonomisk institutt. TØI report 1196/2014.
- Elvik R., Høye, A., Vaa, T. & Sorensen, M. 2009. *The Handbook of Road Safety Measures.* Toinen painos. Emerald Publishing Ltd: Bingley, UK
- EMEP/EEA (European Monitoring and Evaluation Programme/European Environment Agency). 2017. *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook. 1.A.3.b.i-iv Road transport 2016 – Last Update June 2017.* 143 s. Saatavilla: <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-b-i> (viitattu 20.12.2022).
- Fintraffic. 2021. *Ajonopeudet maanteillä 2020.* 25.5.2021. Saatavilla: https://www.fintraffic.fi/sites/default/files/2021-06/Ajonopeudet_maanteilla_2020.pdf (viitattu 25.1.2023).
- Kallberg, V-P., Luoma, J., Mäkelä, K., Peltola, H. & Rajamäki, R. 2014. *Ajonopeuden liikenneturvallisuus- ja ympäristövaikutukset.* VTT Technology 197. Espoo. VTT
- Liikennefakta. 2022. *Liikenteen kasvihuonepäästöt ja energiankulutus.* Saatavilla: <https://www.liikennefakta.fi/fi/ymparisto/liikenteen-kasvihuonekaasupaaastot-ja-energiankulutus> (viitattu 20.12.2022).
- Liikennevirasto. 2017. *Liikenneviraston maanteiden EU-meluselvitys 2017: EU:n ympäristömeludirektiivin (2002/49/EY) mukainen meluselvitys.* Liikennevirasto, tekniikka ja ympäristö- osasto. Helsinki 2017. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-317-424-5>
- Liikenne- ja viestintäministeriö (LVM). 2022. *Liikenneturvallisuusstrategia 2022–2026.* Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2022:3. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-746-4>
- Liikenne- ja viestintäministeriö (LVM). 2021. *Fossiilittoman liikenteen tiekartta: Valtioneuvoston periaatepäätös kotimaan liikenteen kasvihuonepäästöjen vähentämisestä.* Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2021:15. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-588-0>

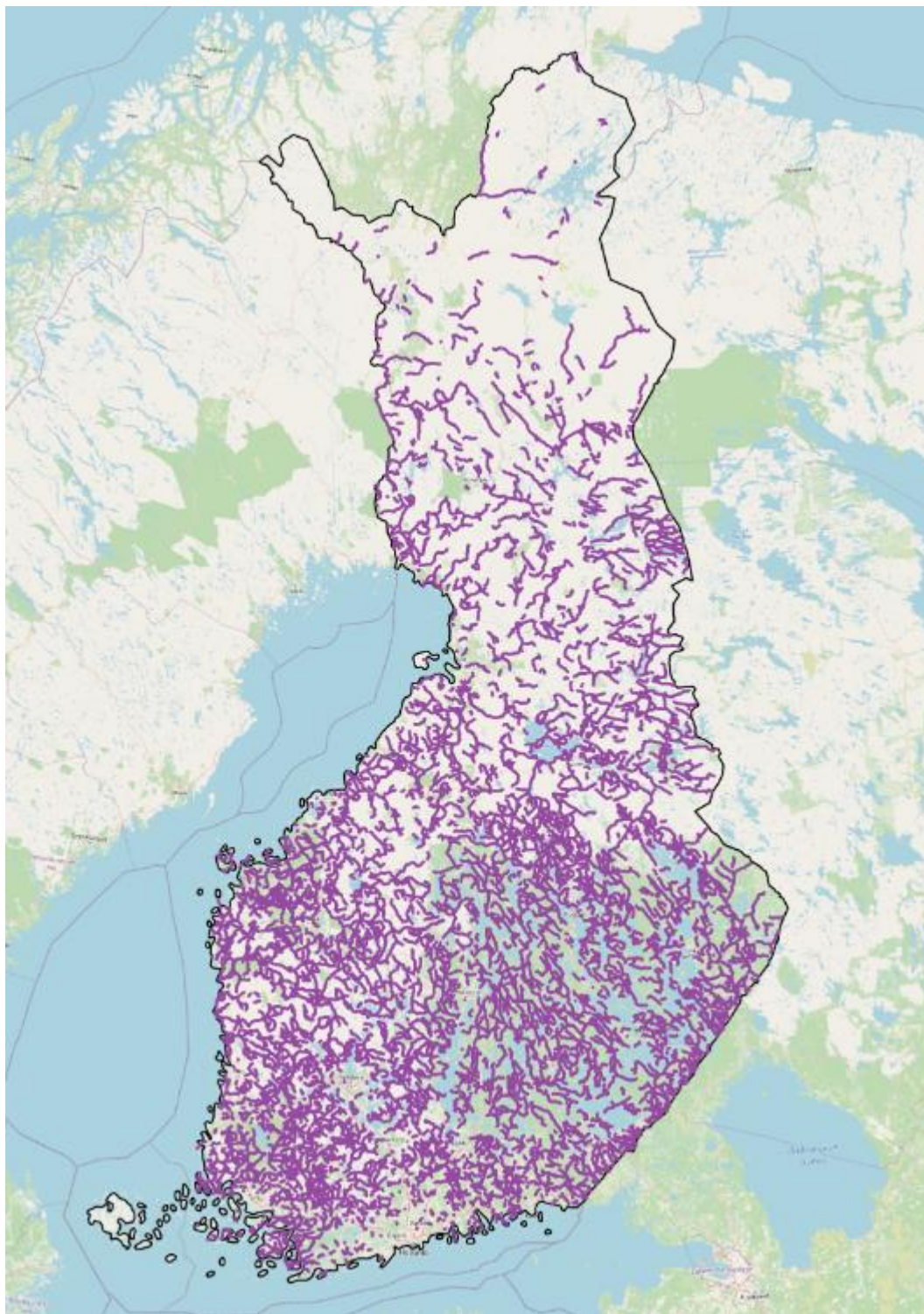
- Mansikkamäki, L., Kaartinen, K., Tuominen, J., Räikkönen, A., Kontkanen, O & Kokkonen, J. 2021. Nopeusrajoitusten vaikutus liikenteen hiilidioksidipäästöihin, meluun, turvallisuuteen ja sujuvuuteen Teoreettinen tarkastelu Helsingin, Lahden, Tampereen ja Turun MAL-kaupunki-seutujen keskeisellä tieverkolla. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Raportteja 57. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-314-965-6>
- Motiva. 2022. Keskimääräinen sähkötuotannon päästökerroin. Saatavilla: https://www.motiva.fi/ratkaisut/energian kaytto_suomessa/co2-paastokertoimet (viitattu 21.11.2022).
- Nilsson, G. 2004. Traffic safety dimensions and the Power Model to describe the effect of speed on safety. Lund: Lund Institute of Technology. Department of Technology and Society, Traffic Engineering, Bulletin 221.
- Nordic Council of Ministers. 1996. Road traffic noise – Nordic prediction method, TemaNord 1996:525.
- Peltola, H. & Mesimäki, J. 2019. Keskikaiteiden toteutuneiden turvallisuusvaikutukset Suomessa. Väyläviraston tutkimuksia 4/2019. Väylävirasto, Helsinki 2019.
- Peltola, H. 2015. Talviajan nopeusrajoitusten liikenneturvallisuusvaikutukset. Vuosien 2010–2014 onnettomuuksien tarkastelu. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 61/2015. Liikennevirasto, Helsinki 2015.
- Tarva MT 6.3. 2022. Liikenneviraston turvallisuuden ja turvallisuusvaikutusten arviointiin tarkoitettu ohjelma. Saatavilla: <https://tarvam6.myapp.info/tarvam63/> (viitattu 20.12.2022).
- Tiehallinto. 2009. Nopeusrajoitukset. 16.12.2009
- Tilastokeskus. 2022. KHK-inventaariossa käytetyt moottoribensiinin ja dieselin määrätiedot ja keskimääräiset kertoimet. Versio 19.10.2022. Tiedot saatu erillistoimituksena.
- Vadeby, A. & Forsman, Å. 2014. Evaluation of new speed limits in Sweden: A sample survey. Traffic Injury Prevention 15, 778–785. <https://doi.org/10.1080/15389588.2014.885650>
- Vadeby, A. & Forsman, Å. 2018. Traffic safety effects of new speed limits in Sweden. Accident Analysis & Prevention. 114. 34–39. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.02.003>
- Valtioneuvosto. 2021. Valtakunnallinen liikennejärjestelmäsuunnitelma vuosille 2021–2032. Valtioneuvoston julkaisuja 2021:75. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-749-2> .
- VTT. 2022. LIPASTO:n LIISA-laskentamalli sekä ALIISA-autokantamalli. Saatavilla: <http://lipasto.vtt.fi/inventaario.htm> (viitattu 20.12.2022).

Väylävirasto. 2022. Tie- ja rautatieliikenteen hankearvioinnin yksikköarvot 2018
Päivitys 1.4.2022. Väyläviraston ohjeita 40/2020.

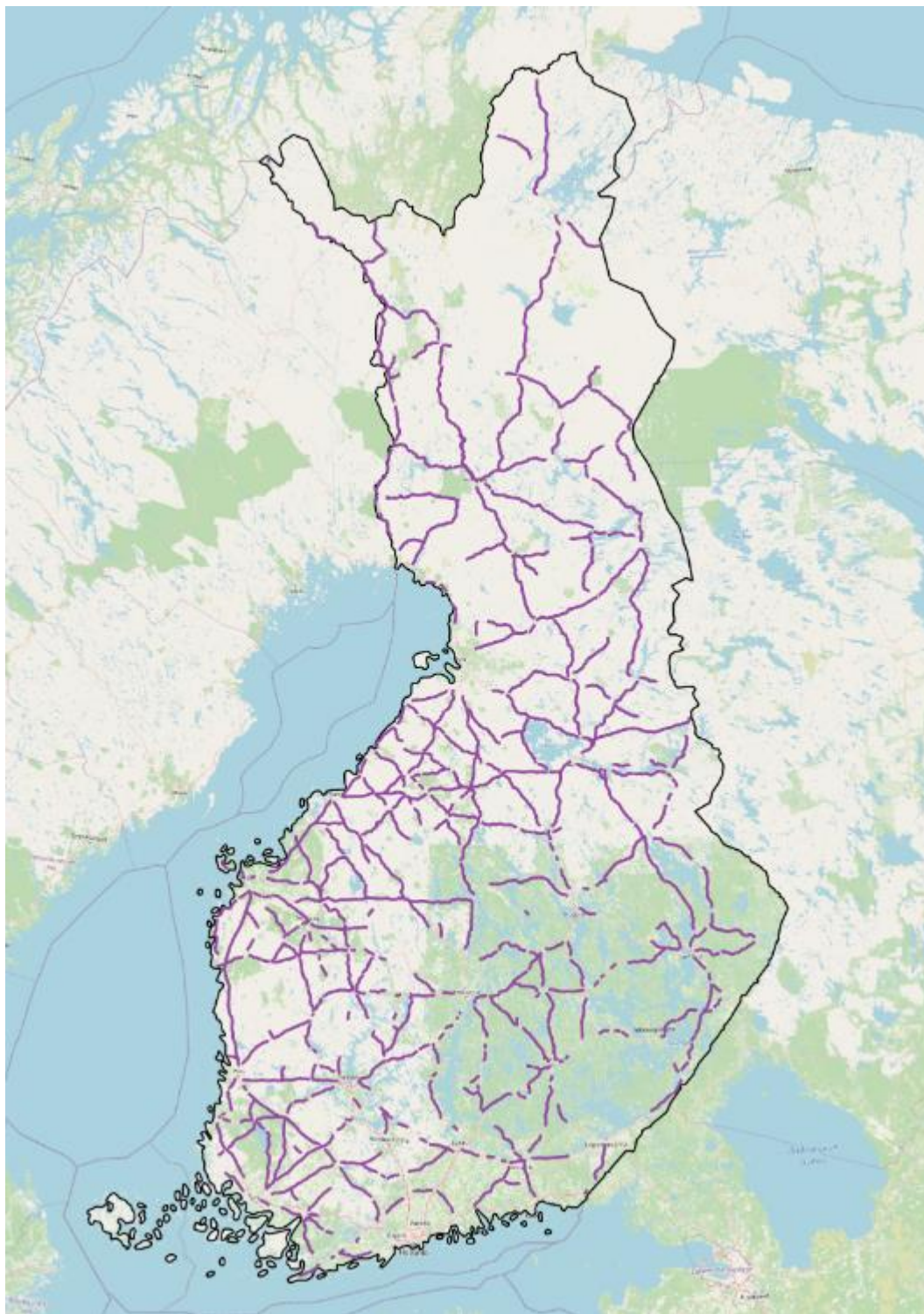
Karttakuvat toimenpiteiden verkoista



Kuva 1.1. Kartta TP1: Talvirajoitus -verkosta.



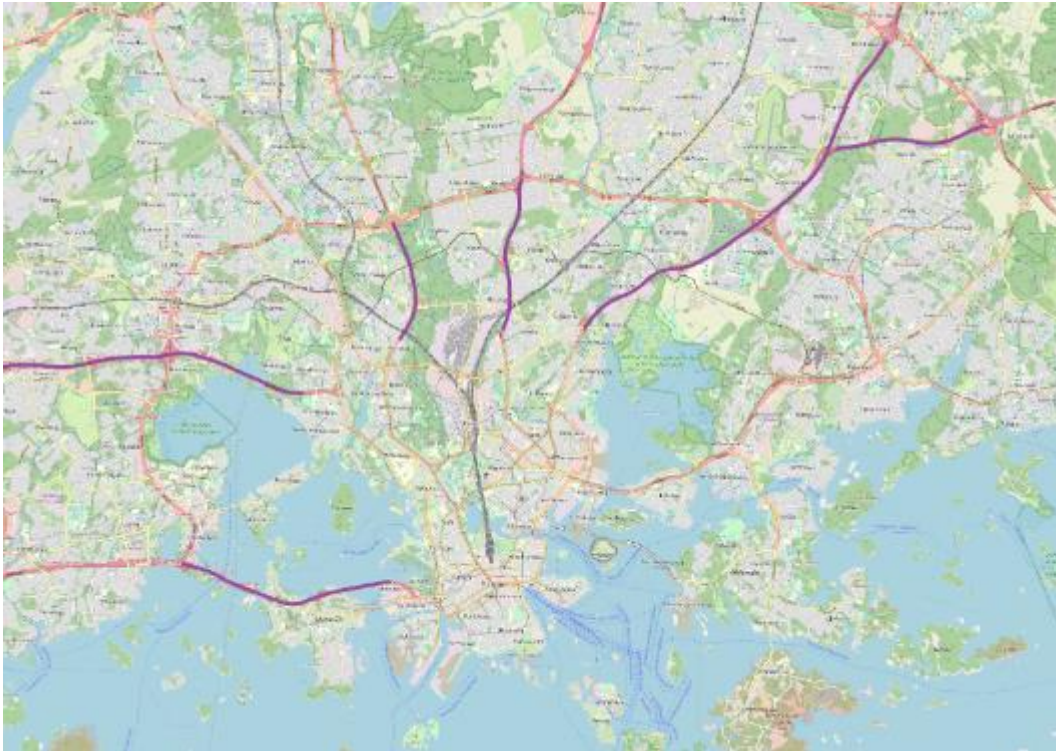
Kuva 1.2. Kartta TP2: Yleisrajoitus -verkosta.



Kuva 1.3 Kartta TP3: Rakenteellisesti erottamattomat tiet -verkosta.



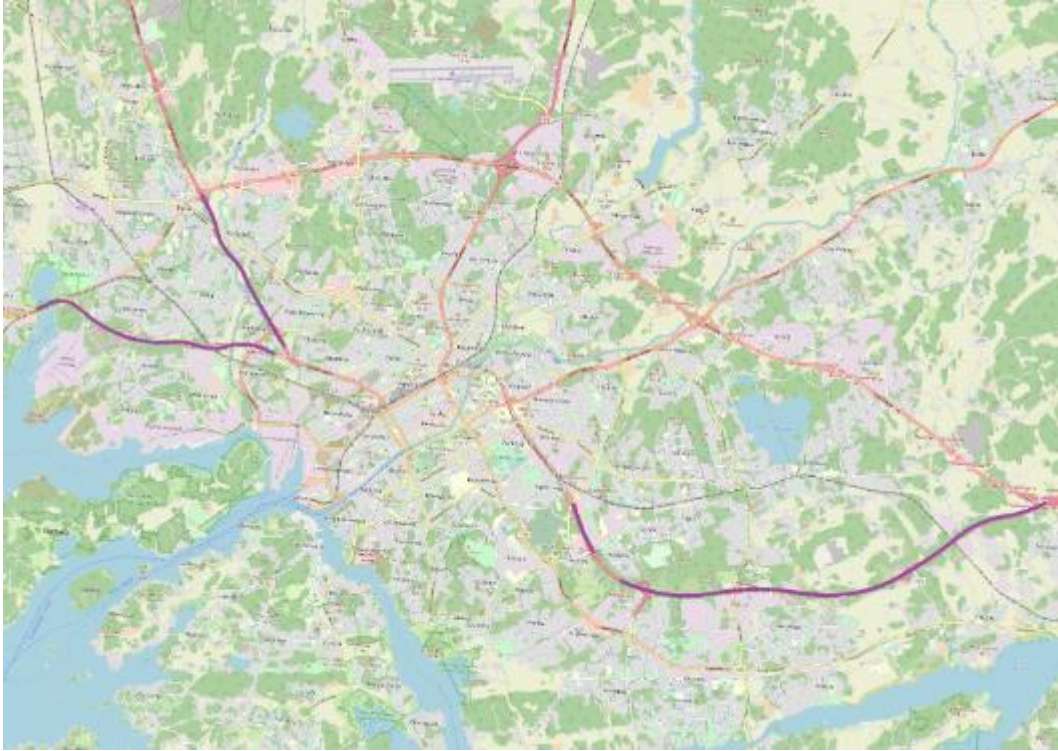
Kuva 1.4. Kartta TP4: Moottoritiet -verkosta.



Kuva 1.5. Kartta TP5: Sisääntuloväylät -verkosta Helsingin seudulla.



Kuva 1.6. Kartta TP5: Sisääntuloväylät -verkosta Tampereen seudulla.



Kuva 1.7. Kartta TP5: Sisääntuloväylät -verkosta Turun seudulla.

Toimenpideyhdistelmien vaikutukset

Taulukko 2.1. Toimenpideyhdistelmien vaikutukset. Prosenttiluvut viittaavat kyseisen toimenpideyhdistelmän verkolla tapahtuviin muutoksiin.

			TP1& TP2	TP1& TP3	TP1& TP4	TP1& TP5	TP2& TP3	TP2& TP4	TP2& TP5	TP3& TP4	TP3& TP5	TP4& TP5
Pituus (km)			43375	9856	8155	8201	47433	38929	38404	9667	9142	639
Suorite (Mkm/v.)			12827	11876	10554	11205	10550	6493	3317	11799	8623	4566
Saa- vu- tetta- vuus	keski- määräi- nen	Yht. (1000 h/v)	6655	5950	4866	5569	6405	3117	2524	5911	5318	2030
	matka- aika	Yht. (%)	4,5	4,8	4,4	4,7	5,1	4,3	5,7	4,8	5,6	4,7
Kes- tä- vyys	liikenne- turvalli- suus	Hvj-onn. (lkm/v)	-116	-92	-75	-85	-118	-56	-51	-91	-87	-25
		Hvj-onn. (%)	-17	-18	-17	-18	-18	-16	-18	-18	-20	-18
	Kuoll. (lkm/v)	-15,6	-14,8	-11,6	-12,3	-17,9	-4,9	-4,7	-14,7	-14,5	-1,5	
	Kuoll. (%)	-23	-25	-24	-24	-25	-22	-24	-25	-26	-25	
	Vak loukk (lkm/v)	-15,2	-12,9	-10,2	-11,0	-16,7	-6,1	-5,8	-12,8	-12,5	-1,9	
	Vak loukk (%)	-17	-18	-17	-17	-18	-16	-17	-18	-19	-18	
	Bensiinin kulutus	Yht. (1000 l/v)	-6045	-7204	-6315	-6808	-3488	-3276	-306	-7220	-4251	-4038
	Yht. (%)	-1,3	-1,8	-1,7	-1,8	-1	-1,4	-0,3	-1,8	-1,5	-2,4	
Dieselin kulutus	Yht. (1000 l/v)	-6048	-7682	-7145	-7679	-1433	-4237	-441	-7743	-3065	-5869	
	Yht. (%)	-0,8	-1,1	-1,1	-1,1	-0,2	-1,2	-0,3	-1,1	-0,6	-2,2	
Sähkön- kulutus	Yht. (MWh)	-1452	-1519	-1289	-1431	-1141	-714	-318	-1516	-1120	-693	
	Yht. (%)	-4,3	-4,8	-4,6	-4,8	-4,5	-4,1	-4,2	-4,8	-5,2	-5	
CO ₂ - päästöt	Yht. (t CO ₂ /v)	-	-	-	-	-9998	-	15046	219	-	-	-
	Yht. (%)	-1	-1,3	-1,3	-1,4	-0,5	-1,3	0	-1,3	-0,9	-2,3	
Liikenne- melu	> 60 dB altistu- neet	-1067	-865	-666	-2074	-893	-736	-1809	-827	-1900	-1743	
Te- hok- kuus	yhteis- kuntata- loudelli- nen hyöty	6,0	5,22	4,9	3,4	-0,4	7,7	-0,4	5,1	-3,0	5,1	



Väylävirasto
Trafikledsverket

ISSN 2490-0745
ISBN 978-952-405-050-0
www.vayla.fi