

# Kuorma-autokuljetusten energiankulutuksen ja hiilidioksidin vähentäminen tie- ja liikenneteknisin toimenpitein

*Helmikuu 2022*



# Johdanto

**Liikenne- ja kuljetusjärjestelmään** kohdistuu merkittäviä päästöjen vähentämistavoitteita jo lyhyellä aikavälillä. Hiilineutraaliuden tavoittelu on yksi keskeisistä tiekuljetuksiin kohdistuvista muutosvoimista. Ajoneuvoteknologiaa on kehitetty paljon kohti haluttua tavoitetta. Euro VI -moottoriteknoologia vähentää eri päästöluokkien päästöjä merkittävästi. Polttoaineeseen lisätään biokomponenttia enenevässä määrin ja uusiutuvat polttoaineet ovat tulleet käyttöön. Muita vaikuttavia tekijöitä, kuten renkaiden vierintävastusta ja ajoneuvojen ilmanvastusta, on parannettu entisestään. Yksi tärkeimpiä tekijöitä on tiedonhallinnan kehittäminen, jolla ajoneuvojen täyttöastetta ja operaatioiden tehokkuutta on parannettu ja näin vähennetty päästöjen määrää kuljetettua tavaratonnia kohti. Kuljetusalan kehitys kulkee kohti hiilineutraaliutta laajalla toimenpidevalikoimalla.

**Tässä selvityksessä** tarkastellaan tie- ja liikenneteknisten toimenpiteiden vaikutusta kuorma-autoliikenteen energiankulutukseen ja hiilidioksidin määrään. Liikenne 12 -ohjelman mukaisesti ei ole lähivuosina odotettavissa suuria lisäpanostuksia tieverkon kehittämiseen. Ottamalla työssä kuvattuja tekijöitä aiempaa enemmän huomioon, voidaan resurssit kohdistaa raskaan liikenteen eli elinkeinoelämän kuljetusten sujuvuutta parantaviin toimenpiteisiin. Tällä on suora vaikutus päästöjen vähenemiseen ja useimmiten myös matka-aikoihin, joka on tärkeä kuljetusten suunnittelun ja resurssien käytön optimoinnin elementti.

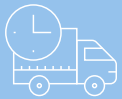
**Työssä** käsitellään sujuvan liikenteen ”vihollisia” ja niiden päästövaikutuksia. Aluksi esitetään valtakunnallinen katsaus tieverkon jakautumisesta pintakunnoltaan eri luokkiin. Sen jälkeen tarkastellaan liikenteen sujuvuuden, ohikulkuteiden, ruuhkautumisen, liikenteen valo-ohjauksen ja paikallisten nopeusrajoitusten sekä tien mäkisyyden ja tien kunnossapidon vaikutuksia raskaan kaluston polttoaineenkulutukseen. Tarkoituksena on tuottaa uutta tietoa eri tekijöiden vaikutuksesta raskaalle liikenteelle käyttäen todellisia kuljetuskalustolla tehtyjä mittauksia sekä simulointeja. Tuloksia voidaan käyttää tienpidon resurssien kohdentamisen yhtenä perusteena.

**Valtateillä** jopa 300 miljoonaa raskaan liikenteen ajoneuvokilometriä ajetaan huonokuntoisilla valtateillä. Tien hyvä pintakunto on taloudellisen liikenteen edellytys. Raskaan liikenteen liikennesuorite on suuri, koska operointialueena on koko Suomi, ympäri vuoden ja kaikkina vuorokauden aikoina. Talvikunnossapidon laatutekijät ovat tärkeitä Suomessa. Tehdyissä tarkasteluissa talviolosuhteet lisäsivät polttoaineenkulutusta 10–20 % verrattuna keskiarvokulutukseen, sohjoiset ajo-olosuhteet eniten. Teiden kunnossapidon taso vaikuttaa polttoaineenkulutuksen lisäksi tien rakenteelliseen kuntoon. Tieverkon korjausvelkaa oli vuoden 2021 alussa jo yli 1,5 miljardia euroa. Tämä kehitys on tärkeää saada käännetyksi, mikäli halutaan edistää liikenteen hiilineutraaliutta, liikenneturvallisuudesta puhumattakaan.

**Suurimmat polttoaineen kulutuksen** ja hiilidioksidin vähenemät saavutetaan liikenteen sujuvuutta parantamalla. Tien mäkisyyden yhdistettynä pistemäisiin nopeusrajoituksiin voi lisätä polttoaineenkulutusta yli 30 %. Taajaman läpi kulkevan tien tai valoliittymiä sisältävän reitin korvaaminen tasaisen ajonopeuden mahdollistavalla ohitustiellä voi tuottaa 30–40 %:n hiilidioksidin vähenemä ja matka-ajan säästöjä.

**Tavoiteltaessa** raskaan liikenteen hiilineutraaliutta tarvitaan laaja-alaisesti eri toimenpiteitä. Ajoneuvoteollisuus kehittää jatkuvasti moottoreita ja kalustoa, energian toimittajat uusia käyttövoimia. Kuljetusala kehittää kuljetusten ohjauksen ja täyttöasteiden tehokkuutta. Tie- ja liikenneolosuhteilla sekä infrastruktuurilla on suuri vaikutus liikenteen tuottaman hiilidioksidin määrään. Sen vuoksi on tärkeää, että tiestön rahoitustaso on riittävä mahdollistamaan tieverkon ja sen kunnossapidon laadun kehittämisen tuottamaan yhä energiatehokkaampia kuljetuksia.

# 10 viestiä tiestöstä ja kuorma- autoliikenteen energiankulutuksesta



**1 SUJUVA LIIKENNE ON AVAIN**  
kuorma-autoliikenteen energiankulutuksen  
ja hiilidioksidin vähentämiseen



**2 SUJUVAN LIIKENTEEN HEIKENTÄJIÄ**  
ovat muun muassa pistemäiset  
nopeusrajoitukset, valo-ohjatut liittymät,  
heikot sillat, liikenteen häiriötilanteet,  
ruuhkat, talvikeli ja kelirikko



**3 KAUPUNKIALUEILLA  
VALO-OHJAUKSELLA**  
voi vaikuttaa paljon liikenteen sujuvuuteen



**4 TAAJAMIEN OHIKULKUTIET**  
ovat tehokas väline polttoaineen ja ajan  
säästämiseen – jopa 30–40 %:n säästö  
molemmissa on mahdollinen



**5 TIEN KUNNOSSAPITO**  
vaikuttaa paitsi polttoaineenkulutukseen,  
myös tien rakenteelliseen kuntoon



**6 TALVIKUNNOSSAPIDON**  
tulee olla laadultaan yhtenäistä, eikä  
vaihdella urakka-alueittain



**7 MÄRKÄ JA ERITYISESTI SOHJOINEN**  
tie kasvattaa polttoaineenkulutusta 10–20 %



**8 TIEN HYVÄ PINTAKUNTO**  
on energiataloudellisen liikenteen  
edellytys



**9 500 MILJOONAA  
AJONEUVOKILOMETRIÄ**  
ajetaan vuosittain raskailla ajoneuvoilla  
huonokuntoisilla teillä



**10 VALTATEILLÄ PERÄTI  
300 MILJOONAA**  
raskaan liikenteen ajoneuvokilometriä  
ajetaan huonokuntoisilla valtateillä

# Kuorma-autokuljetusten energiankulutuksen ja hiilidioksidin vähentäminen tie- ja liikenneteknisin toimenpitein

## Liikenteen sujuvuus

Sujuva tasainen ajo vähentää merkittävästi kuorma-autoliikenteen energiankulutusta. Yleistyvä ilmiö kaupunkiseuduilla on heikentää liikenteen sujuvuutta, jotta henkilöautoilu vähenisi. Tällainen liikennepolitiikka on erittäin haitallista raskaalle liikenteelle, jonka on välttämätöntä hoitaa kuljetuksia.

Tieverkolla on paikallisia **pistemäisiä tasaista ajonopeutta heikentäviä tekijöitä**. Osa niistä on välttämättömiä liikennejärjestelmän turvallisuuden ja eri liikennemuotojen toimivuuden takaamiseksi, mutta osa voitaisiin perustellusti poistaa.

## Ohikulkutiet

Taajamien läpiajo, erityisesti kaupunkiseuduilla, on tasaisen ajonopeuden este. Sen vuoksi on alettu yhä enemmän toteuttaa ohikulkuteitä. Niistä saadut kokemukset ovat hyviä. Ne säästävät aikaa ja energiaa sekä vähentävät kuorma-autoliikenteen hiilidioksidipäästöjä. Esimerkiksi Lahden ohikulkutie **vähentää kaupungin läpiajoon verrattuna kuorma-autoliikenteen energiankulutusta noin kolmanneksella** ja säästää aikaa jopa 40 %.

Hämeenkyrön taajaman ohitukseen on valmistumassa ohikulkutie. Valtatie 3 on suuren raskaan liikenteen väylä, joka Hämeenkyrössä on kulkenut keskustaajaman kahden kiertoliittymän läpi aiheuttaen hidastusta ja energiankulutuksen kasvua. Uuden ohikulkutien arvioidaan vähentävän kuorma-autoliikenteen energiankulutusta lähes 25 %.

## Paikalliset nopeusrajoitukset

Liikenneympäristö täytyy suunnitella useilla kriteereillä. Taajamissa on erilaisia liikenteen käyttäjäryhmiä, joiden kaikkien liikenneturvallisuus täytyy varmistaa. Paikalliset nopeusrajoitukset ovat keino parantaa liikenneturvallisuutta.

Kuorma-autoliikenteen kannalta **tasainen nopeus on energiatehokkainta**, jota paikalliset nopeusrajoitukset heikentävät. Paikallisten nopeusrajoitusten vaikutusta raskaaseen liikenteeseen voidaan vähentää mm. eritasoliittymillä ja ohikulkuteillä silloin, kun niiden toteuttaminen muutoinkin on perusteltua.

## Tien kunnossapito

**Kunnossapito on ratkaisevan tärkeä osa-alue** kuorma-autoliikenteen energiankulutuksen vähentämisessä. Kunnossapidon ajoituksella voidaan vähentää lumipyryn aiheuttamaa energian lisäkulutusta. Alemmalla tieverkolla esim. maidon keräilykuljetukset tapahtuvat jo ennen työmatkaliikenteen alkamista.

Ei siis riitä, että tietä aurataan vasta työmatkaliikenteen tarpeita varten. Sohjon poisto on ensiarvoisen tärkeää, koska sohjoinen tie kasvattaa eniten energiankulutusta ja heikentää liikenneturvallisuutta. Suolauksen tarpeen arvioinnin tulee perustua nykyistä paremmin yhtenäiseen linjaan eikä aliurakoitsijoiden harkinnan kirjavuuteen. Suolauksella saadaan aikaan märkä tie, joka kuluttaa energiaa enemmän kuivaan tiehen nähden. Suolaus on välttämätöntä liukkauden torjumiseksi, mutta sen tarpeettomasta käytöstä on myös havaintoja. Esimerkiksi pitkillä linjaosuuksilla vakiolämpötilassa ja vakiokeliolosuhteissa osa urakoitsijoista on suolannut tieosuutensa ja osa ei.

## Liikenteen valo-ohjaus

Kaupungin läpikulua voidaan sujuvoittaa hyvin synkronoidulla liikenteen valo-ohjauksella. Siitä huolimatta kaupungin läpiajo noin kaksinkertaistaa energiankulutuksen. **Kuorma-autoille** voitaisiin järjestää linja-autojen tapaan **ensisijaisuus** liikenteen valo-ohjauksella.

## Tien pintakunto

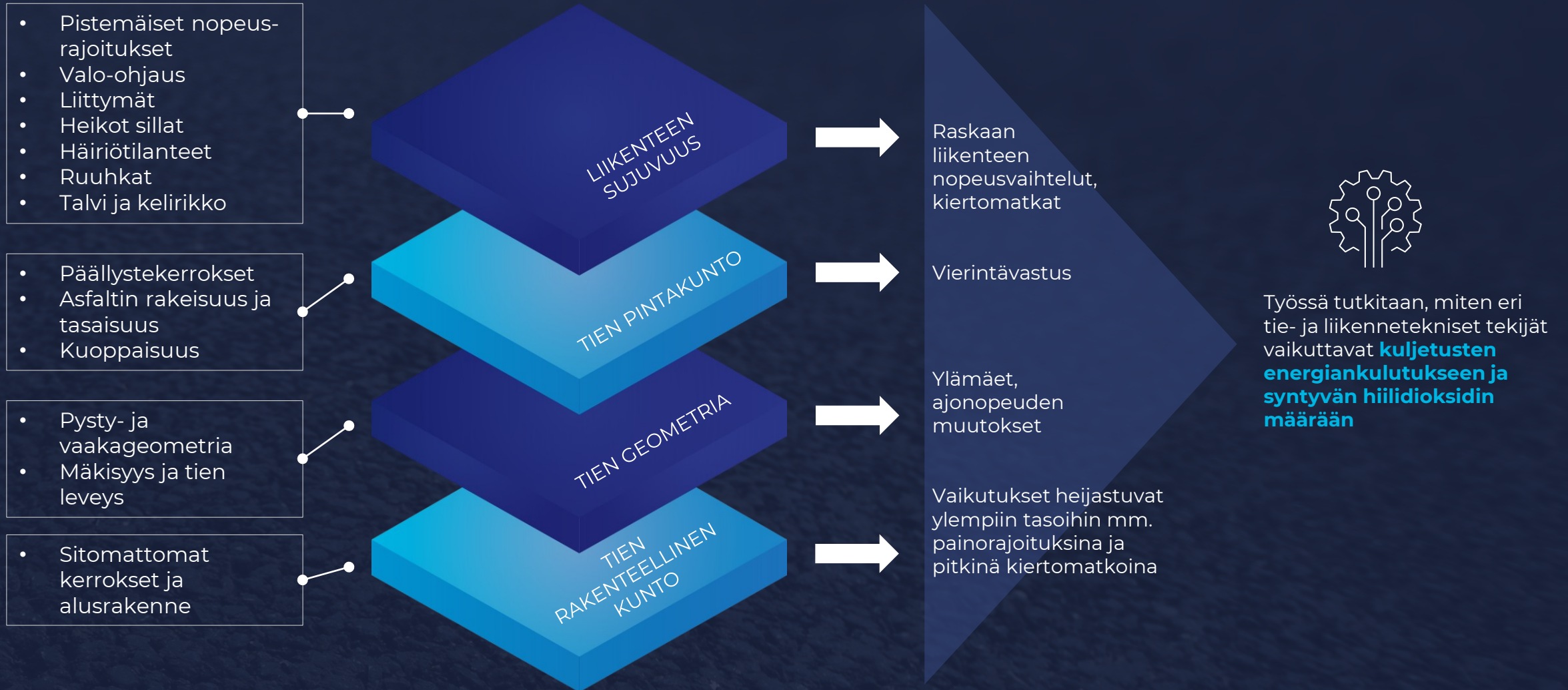
Raskas liikenne ajaa huonon pintakunnon tieosuuksilla **vuosittain 500 miljoonaa ajoneuvokilometriä**. Huonoilla tai erittäin huonoilla teillä ajetaan 12–18 % raskaan liikenteen ajosuoritteesta, tieluokasta riippuen. Jopa valtateillä tämä osuus on 15 % ajosuoritteesta, tai 300 miljoonaa ajoneuvokilometriä. Yhdysteillä on suhteellisesti eniten ajosuoritetta eli 18 % huonoilla tai erittäin huonoilla teillä, josta puolet huonoilla ja puolet erittäin huonoilla teillä.

# 1

## Tiestö ja kuljetusten sujuvuus



# Millä eri tavoin tiestö vaikuttaa kuljetusten sujuvuuteen?



# Millaisia tie- ja liikenneteknisiä keinoja on käytettävissä?

## Sujuvuus on avain hiilidioksidin vähentämiseen

Sujuvuus merkitsee raskaan liikenteen mahdollisimman tasaista nopeutta. Sujuvalla liikenteellä päästään pienimpään mahdolliseen energiankulutukseen ja hiilidioksidin määrään. Kaikki poikkeamat tasaisesta nopeudesta lisäävät energiankulutusta ja tuottavat lisää hiilidioksidia.

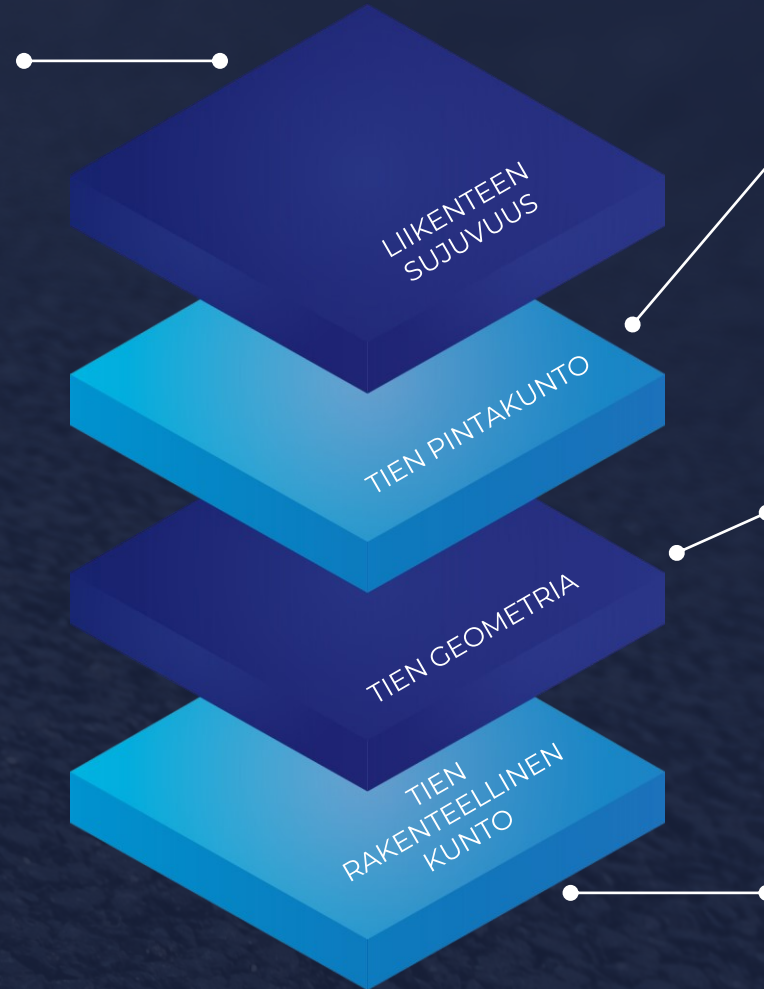
## Tiestön monet vaikutukset sujuvuuteen ja energiankulutukseen

Raskaan liikenteen nopeus voi vaihdella tiestöstä johtuvista eri syistä. Tienpitotoimin ja liikennesuunnittelulla sujuvuutta voidaan parantaa, joten ne ovat erittäin keskeisiä liikenteen hiilidioksidin vähentämisen kannalta.

Liikenteen sujuvuus voi häiriintyä monista eri syistä. Suuri liikennemäärä tien kapasiteettiin nähden aiheuttaa **ruuhkautumista** ja raskaan liikenteen nopeustason vaihtelua.

**Liittymäratkaisuja, liikenteen valo-ohjausta** sekä **nopeusrajoituksia** tarvitaan liikenteen toimivuuden ja turvallisuuden takia. Kuitenkin näitä ratkaisuja parantamalla ja tarpeettomista kohdista pistemäisiä nopeusrajoituksia poistamalla voidaan merkittävästi parantaa raskaan liikenteen sujuvuutta.

**Heikot sillat** voivat aiheuttaa pitkiä kiertomatkoja ja ylimääräistä hiilidioksidia. Liikenteessä voi aiheutua erilaisia häiriötilanteita eri syistä. Mikäli tie on 2-kaistainen, voi olla vaikea järjestää sujuvaa ohitusta.



**Tien pintakunto** voi olla epätasainen ja kuoppainen ja tiellä saattaa olla jopa reikiä. Erityisen heikko pintakunto on **kelirikon** alaisilla teillä keväällä. Tasainen tie mahdollistaa alhaisemman energiankulutuksen ja johtaa vähempään hiilidioksidin määrään.

**Tien geometrialla** on myös vaikutusta raskaan liikenteen energiankulutukseen ja vaikutukset kumuloituvat pitkällä aikavälillä. Tien pystygeometrian eli mäkisyyden vaihtelut tulisi pystyä saamaan mahdollisimman pieniksi. Tämä ei tietenkään kaikissa osissa Suomea ole mahdollista, vaan maantiede asettaa reunaehdot. Kuitenkin tien korkeusprofiilia suunniteltaessa pitäisi pyrkiä mahdollisimman tasaiseen pystygeometriaan. Tällä tavoin vähennetään raskaalle liikenteelle aiheutuvia nopeusvaihteluja. Tien vaakageometriaan merkitystä sujuvalle liikenteelle ei pidä unohtaa. Tien leveys ja kaartaisuus vaikuttavat myös liikenteen sujuvuuteen. Varsinkin 2-kaistaisilla teillä on usein puutteita kapasiteetista. Mutkainen tie on omiaan aiheuttamaan nopeusvaihteluja ja sitä kautta lisäämään ylimääräisiä jarrutuksia ja kiihdytyksiä.

**Tien rakenne** on perusta, jolla tie toimii. Tiestön ja siltojen rakenteellisen kunnon jatkuva ylläpitäminen on erittäin tärkeää. Rakenteen heikkeneminen johtaa pintakunnon heikkenemiseen ja tien monenlaisiin vaurioihin. Siitä taas aiheutuu raskaalle liikenteelle ylimääräistä energiankulutusta ja samalla syntyy lisää hiilidioksidia. Tien rakenteen heikentyminen johtaa painorajoituksiin ja pitkiin kiertomatkoihin.

Pintakunnosta huolehtiminen vaikuttaa myös tien rakenteeseen. Puutteellinen talvikunnossapito voi vaurioittaa paitsi tien pintaa myös tien rakennekerroksia.

# Vaikutusten havainnollistaminen esimerkkien avulla

Työhön on valittu eri puolilta Suomea esimerkkejä, joiden avulla tarkastellaan tie- ja liikenneteknisten tekijöiden vaikutuksia kuorma-autoliikenteen energiankulutukseen ja hiilidioksidin määrään.

Tarkastelut luvuittain:

## LUKU 2

**Tien pintakunto** (valtakunnallinen tilastotarkastelu)

## LUKU 3

**Liikenteen sujuvuus** (Lahti, Hämeenkyrö)

**Ohikulkutiet** (Lahti, Hämeenkyrö)

**Liikenteen valo-ohjaus** (Lahti)

**Liikenteen ruuhkautuminen ja häiriöt** (Kehä III)

**Paikalliset nopeusrajoitukset** (Lahti, Korpilahti, Hämeenkyrö)

**Tien mäkisyys** (Korpilahti)

## LUKU 4

**Tien kunnossapito** (Kaakkois-Suomi, Valio)





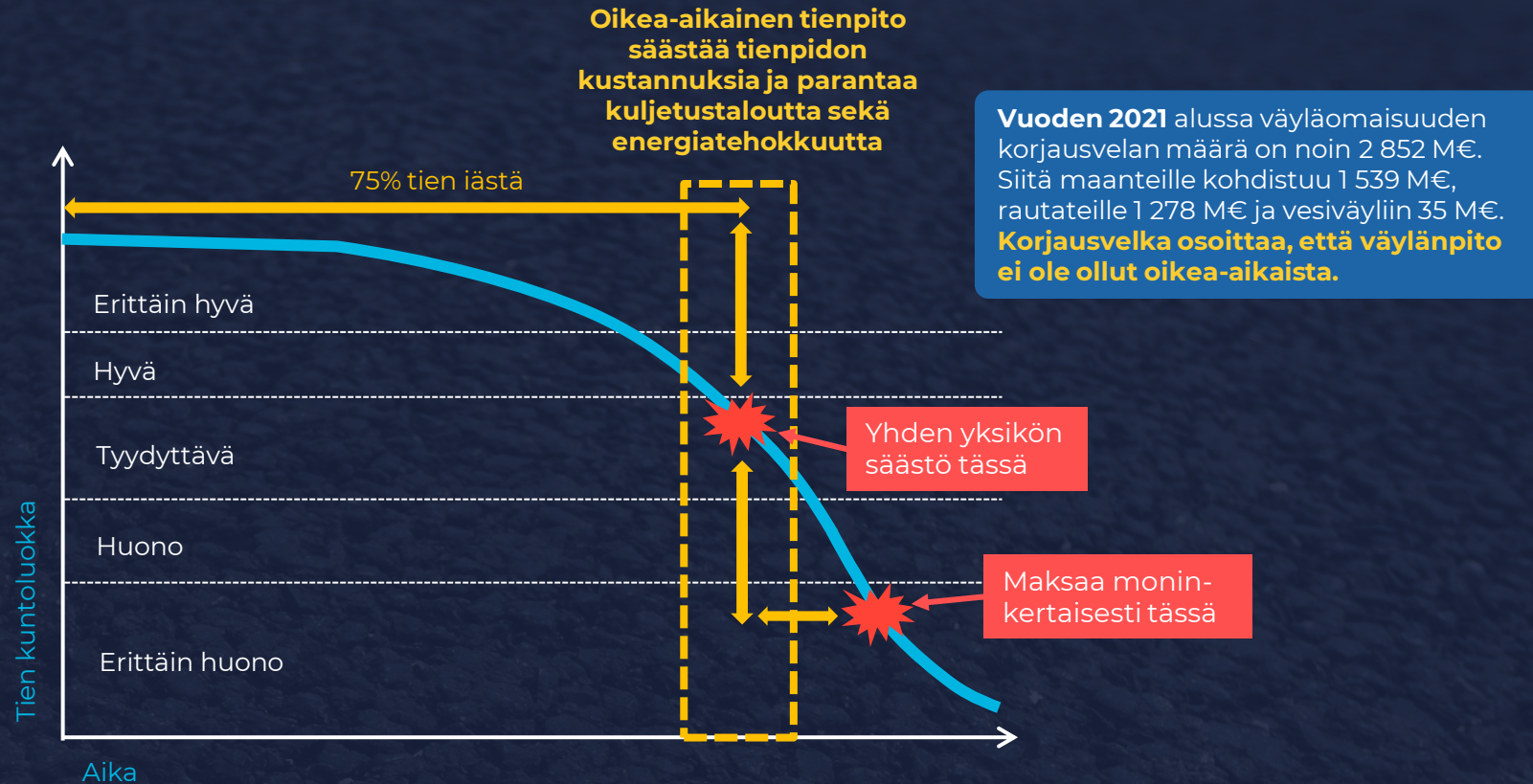
# 2

## Tiestön kunnan nykytilan kuvaus



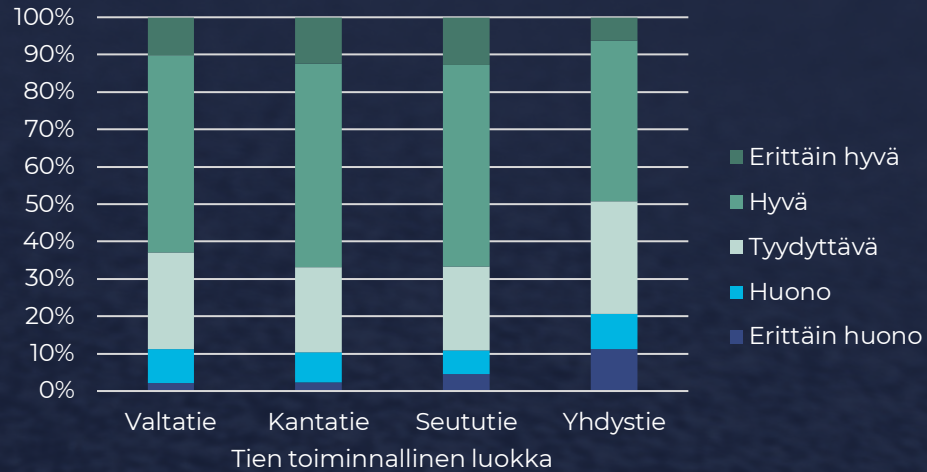
# Tien pintakunnon valtakunnallinen tarkastelu 1/3

- Huonokuntoisten päällystettyjen teiden määrä oli 1990-luvun alussa runsaat 6 000 kilometriä, mutta vuoteen 2006 mennessä se saatiin laskettua noin 3 300 kilometriin
- Tämän jälkeen kehitys kääntyi, ja huonokuntoisten päällystettyjen teiden määrä on kasvanut noin 8 000 kilometriin vuoteen 2020 mennessä
- Runsas 10 % valta-, kanta- ja seututeistä on huonoissa kuntoluokissa, yhdysteistä 20 %
- Raskaan liikenteen liikennesuorite pintakunnoiltaan huonokuntoisilla teillä on noin 500 miljoonaa ajoneuvokilometriä vuodessa, joista 300 miljoonaa ajoneuvokilometriä (60 %) valtateillä

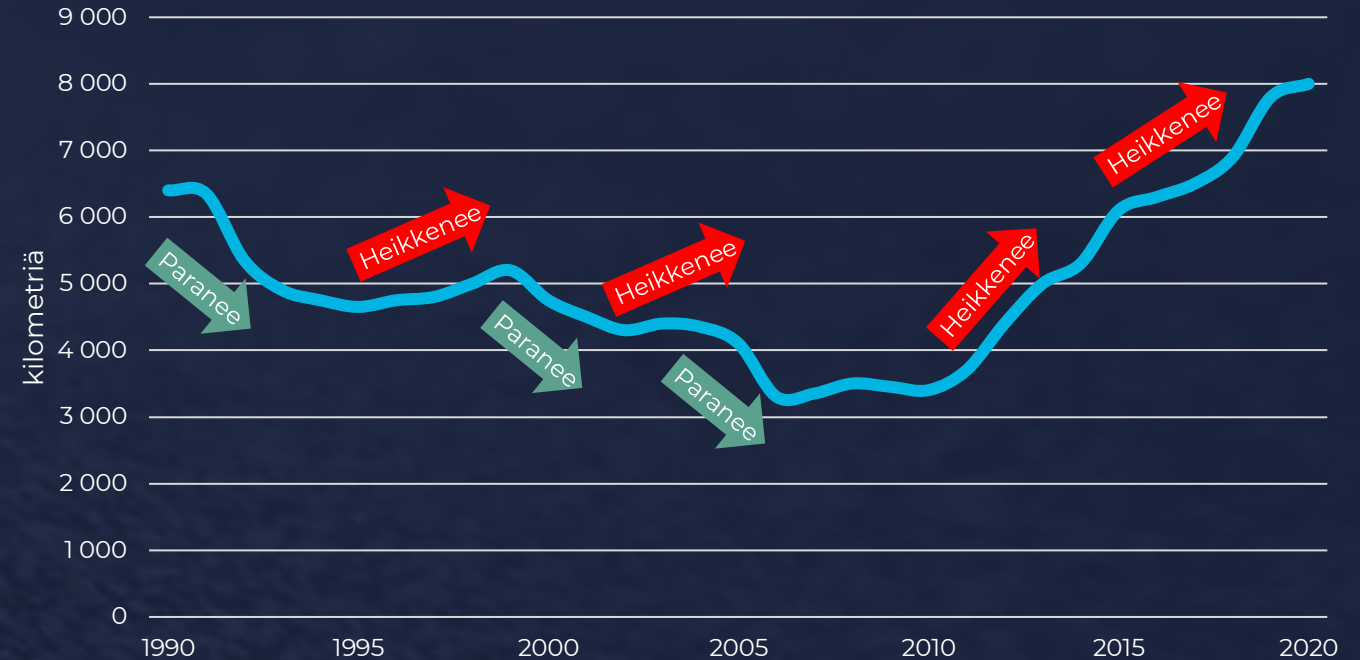


# Tien pintakunnon valtakunnallinen tarkastelu 2/3

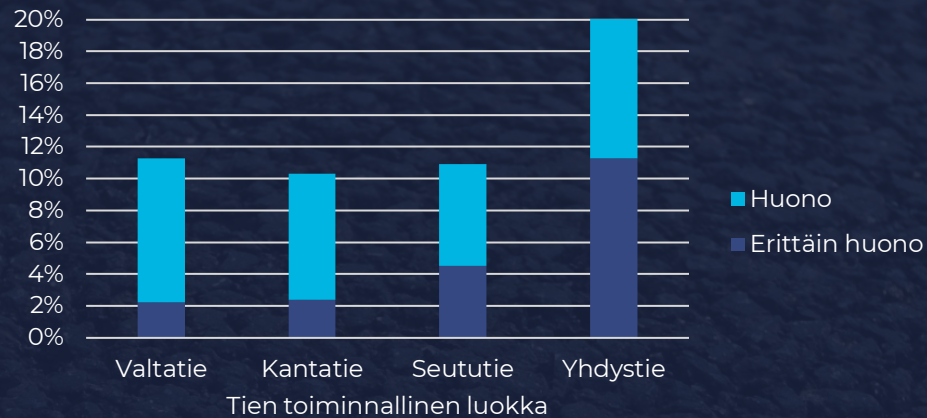
**Päällystetty tiepituus (km)**



**Huonokuntoiset päällystetyt tiet 1990-2020, km**

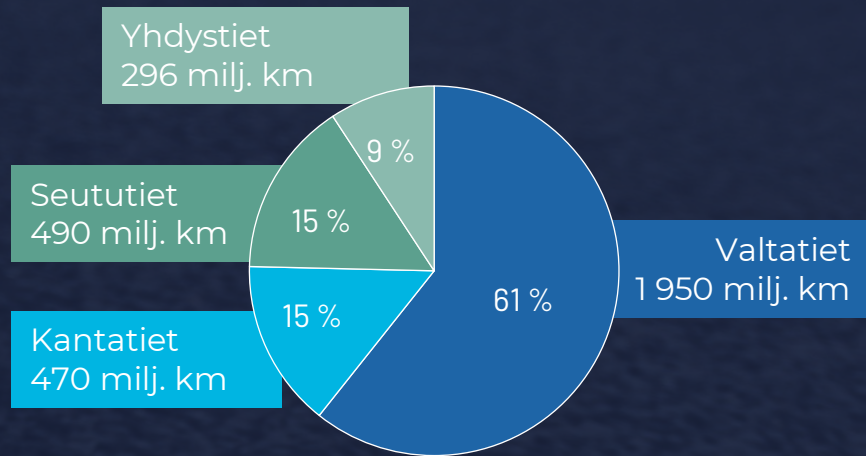


**Tiepituus huonoissa kuntoluokissa tieluokittain (8000 km)**

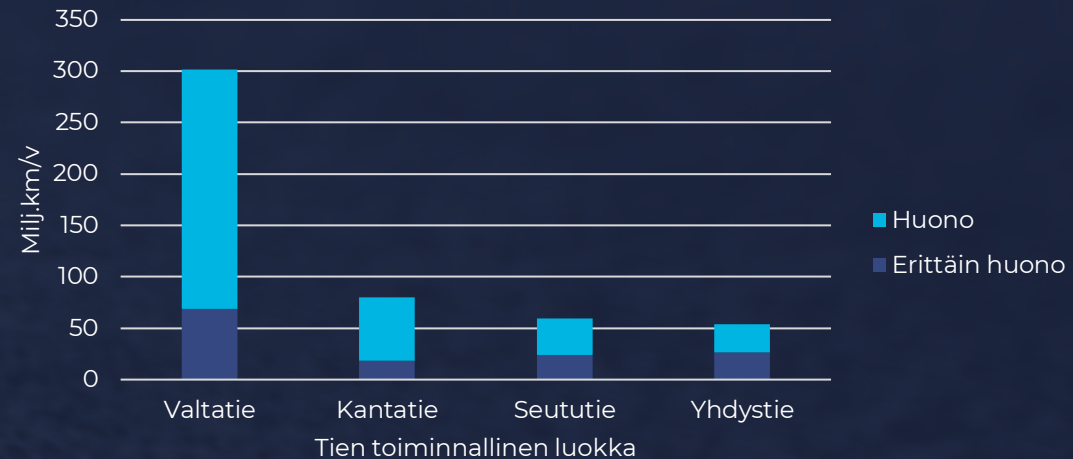


# Tien pintakunnon valtakunnallinen tarkastelu 3/3

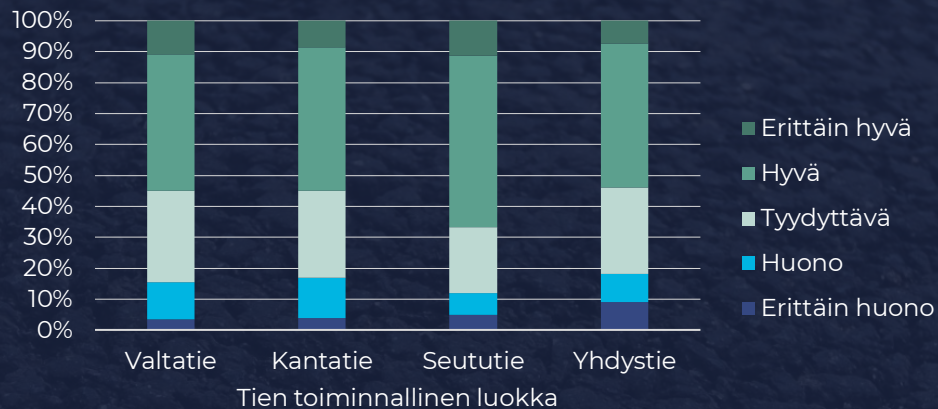
Raskaan liikenteen liikennesuorite Suomen teillä 2020 (yhteensä 3 200 milj. ajoneuvokm)



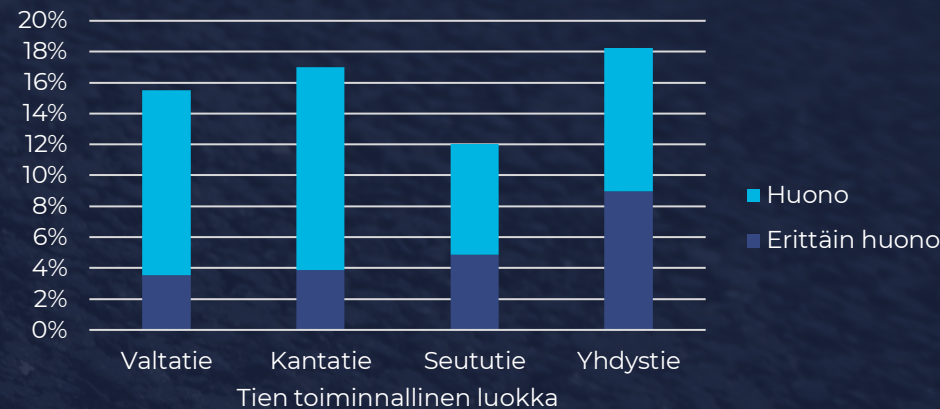
Raskaan liikenteen liikennesuorite huonoissa kuntoluokissa tieluokittain (500 milj. ajon.km)



Raskaan liikenteen liikennesuorite eri tieluokilla ja kuntoluokissa (3200 milj. ajon.km)



Raskaan liikenteen liikennesuorite huonoissa kuntoluokissa tieluokittain (500 milj. ajon.km)



**Huomioita**

- Laskettu vain kaistan 11 perusteella (11 = suunta 1, kaista 1)
- Koska sama liikennetieto on kaikilla kaistoilla, näin tulee liikenne vain yhteen kertaan.
- Kuntoluokitus voisi periaatteessa jonkun verran vaihdella muilla kaistoilla, mutta sen pitäisi olla kuitenkin suunnilleen sama.
- Huonokuntoinen tiepituus voisi kasvaa jos otettaisiin yhtä aikaa huomioon suunta 1 ja suunta 2.

# 3

## Tieosuus- esimerkit



# Lahden eteläinen kehätie

## Uuden ja vanhan reittivaihtoehdon vertailu

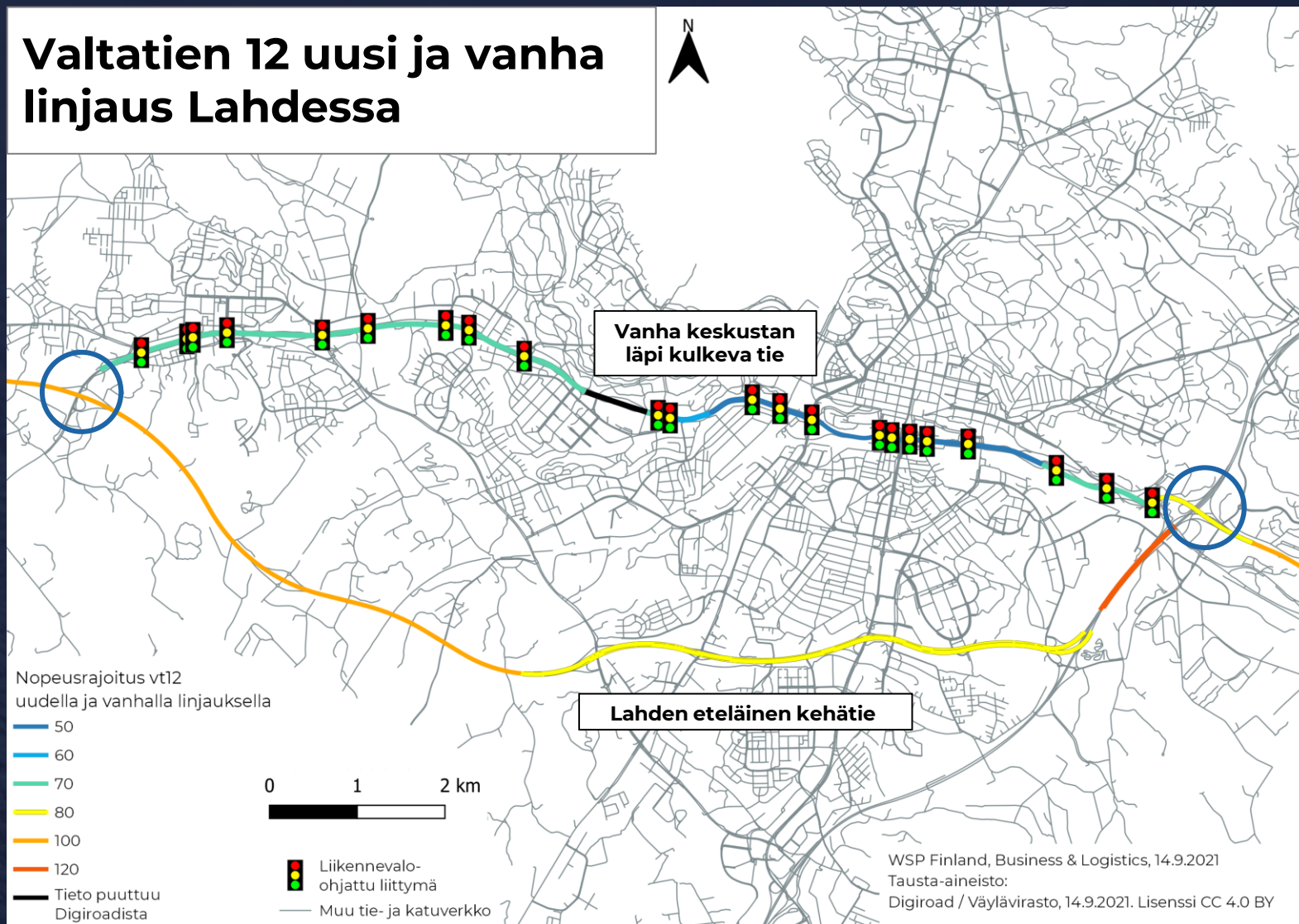
**Lahden eteläinen kehätie** avattiin liikenteelle joulukuussa 2020. Noin 13 km pitkä reitti kulkee Lahden ja Hollolan kautta. Eteläisellä kehätiellä ei ole mäkiä eikä tiellä tarvitse pysähtyä. Aiemmin ajettiin Lahden ja Hollolan keskustojen läpi ja reitillä on 22 liikennevaloliittymää. Raskaalle liikenteelle reitti oli huomattavasti hitaampi ja omiaan kasvattamaan polttoaineenkulutusta.

**Esimerkki kuvaa**, millainen vaikutus ohikulkutien toteuttamisella on kaupunkiympäristössä, jossa välttämättä on paljon liittymiä, alhaisia nopeusrajoituksia ja liikenteen valo-ohjausta. Kaupunkialueiden läpi ajettaessa myös suuri henkilöliikenteen määrä ruuhkauttaa aika ajoin reitin. Tällöin raskas liikenne joutuu jatkuvasti jarruttamaan, pysähtymään ja kiihdyttämään.

**Ohitustie** taas takaa suuren liikenteen kapasiteetin ja liikenne ruuhkautuu lähinnä poikkeustilanteissa. Raskas liikenne voi edetä tasaisella ja suuremmalla nopeudella kuin kaupunkiympäristön läpi ajettaessa. Tällöin syntyy merkittävä ero yksittäisen kuorma-auton ja ajoneuvoyhdistelmän polttoaineenkulutuksessa ohitustien hyväksi. Kun suuri osa raskaasta liikenteestä siirtyy ohitustielle, voidaan saavuttaa yhteensä merkittävä vähennys raskaan liikenteen tuottaman hiilidioksidin määrässä.

**Vertailuasetelmassa** ajettiin valittujen lähtö- ja määräpisteiden väli Lahden eteläistä kehätietä pitkin ja Lahden kaupungin läpi menevää reittiä pitkin kumpaankin suuntaan. Reitit ajettiin 9-akselisella täysperävaunullisella kuorma-autolla, jonka kokonaismassa oli 66 tonnia. Sitä ennen selvitettiin kummankin reitin nopeusprofiilit dieselhenkilöautolla, josta saatiin myös reittien polttoaineenkulutuksen erot. Simulointia varten on hyvät lähtötiedot todellisista liikenneolosuhteista ja vertailutietona täysperävaunullisen kuorma-auton kulutustiedot kummaltakin reitiltä. Simulointia käytetään muiden esimerkkikohteiden laskennassa.

### Valtatien 12 uusi ja vanha linjaus Lahdessa



# Lahden eteläinen kehätie

## VANHA REITTI, 14,5 km

- Nopeusrajoitus vaihteli 50–70 km/h välillä, reitillä on 22 liikennevalo-ohjattua liittymää
- Ennen ohitustietä keskimääräisenä arkipäivänä reittiä käytti noin 1 800 raskasta ajoneuvoa tai ajoneuvoyhdistelmää (2019, sis. linja-autot)  
→ **KAVLras = 1 802** (= keskimääräinen arjen vuorokausiliikenne, raskaat ajoneuvot)
- Huhtikuussa 2021, kun ohitustie oli käytössä, Joutjärven mittauspisteen **KAVLras = 665** (-63 %), josta n. 12 % linja-autoja

## OHITUSTIE, 15,5 km

- Otettu käyttöön 8.12.2020, nopeusrajoitus koko tieosuudella 80+ km/h
- Huhtikuussa 2021 Liipolan mittauspisteellä **KAVLras = 1 611**, eli merkittävä osa Lahden keskustan läpi kulkeneesta raskaasta liikenteestä on siirtynyt ohitustielle

Ajoneuvoja arkiliikenteessä huhtikuussa 2021      Mittauspisteen ohittaneita ajoneuvoja huhtikuun 2021 arkipäivinä (ma-pe), yht.

LAM-piste	Sijainti	HA	KA	LI	Yhteensä	Raskaiden osuus	KAVLras 2021 / 04	KAVLras 2019	Huomautus
407	vt12 Hollola	103 193	18 309	861	122 363	15,7 %	871	890	
447	vt12 Lahti Joutjärvi	219 679	13 129	1511	234 319	6,2 %	<b>665</b>	<b>1 802</b>	vanha tielinjaus
468	vt12 Lahti Patomäki	193 306	35 387	237	228 930	15,6 %	<b>1 619</b>		ohikulkutie
469	vt12 Lahti Liipola	206 203	35 181	268	241 652	14,7 %	<b>1 611</b>		ohikulkutie
502	vt12 Iitti	110 956	25 993	449	137 398	19,2 %	1 202	1 223	
<b>Yhteensä</b>		<b>833 337</b>	<b>127 999</b>	<b>3 326</b>	<b>964 662</b>	<b>13,6 %</b>	<b>22 arkipv.</b>	<b>&lt;&lt;&lt;&lt;&lt;&lt;</b>	<b>sis. pääsiäisen</b>



Lähdeaineistot  
 2019 liikennemäärät:  
 - <https://vayla.fi/documents/25230764/35410634/Uudenmaan+Ely.pdf>  
 - <https://vayla.fi/documents/25230764/35410634/Kaakkoi-Suomen+Ely.pdf>  
 2021 liikennemäärät:  
 - <https://aineistot.vayla.fi/lam/reports/LAM/20210511/>  
 - pisteet 407, 447, 468, 469 & 502  
<https://www.lahti.fi/uutiset/etelainen-kehatie-avataan-liikenteelle-8-12/>

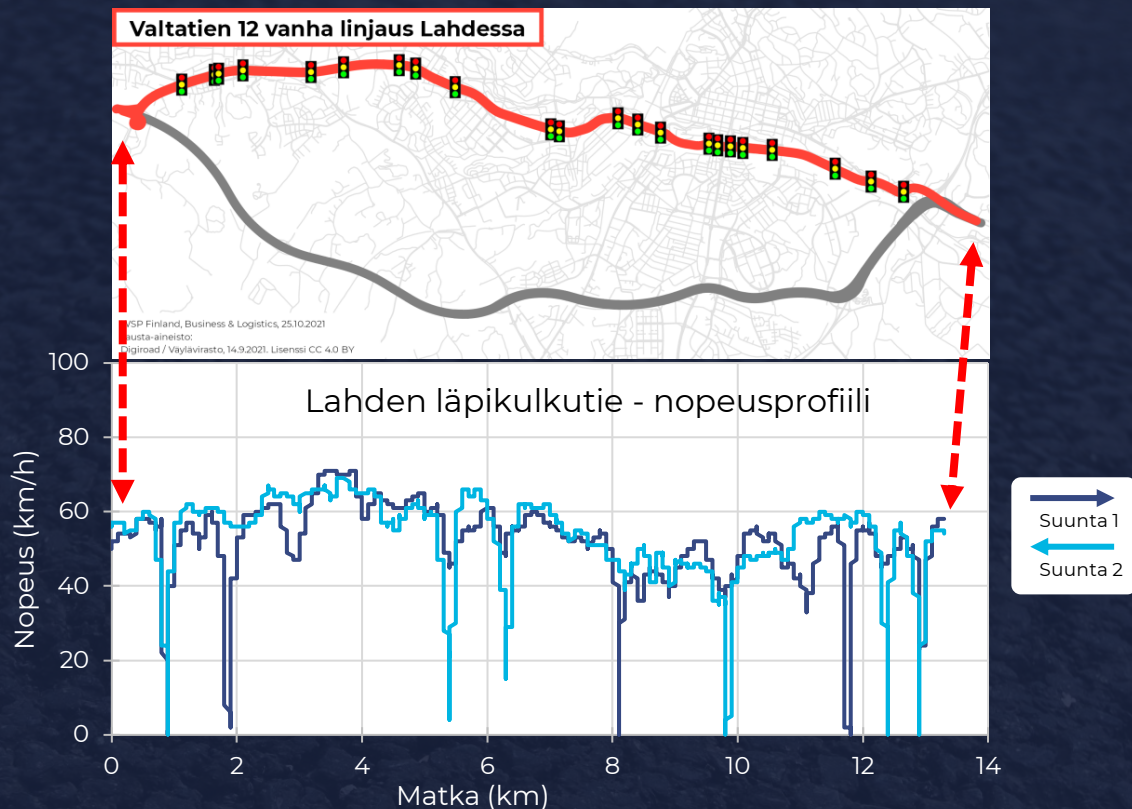
Pohjakartta: <https://liikennetilanne.fintraffic.fi/>

# Lahden eteläinen kehätie

- Mittaustuloksia, dieselhenkilöauto

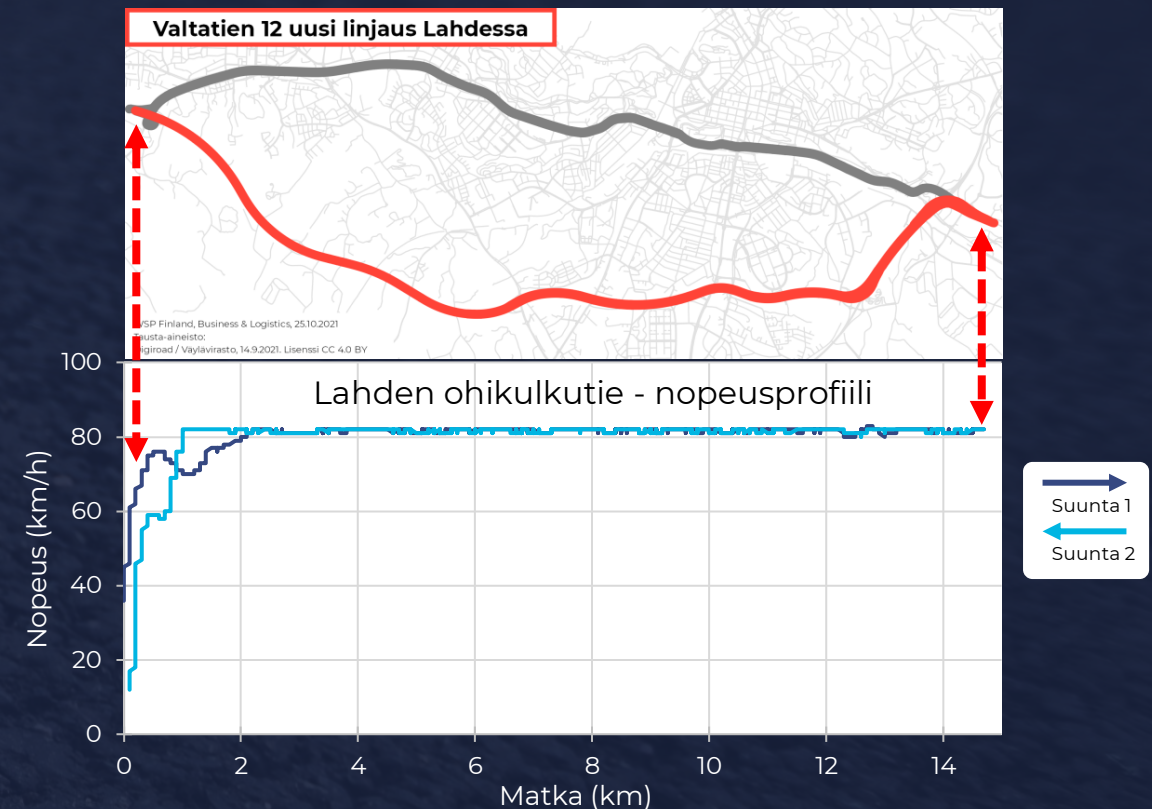
## VANHA LINJAUS

- Vanhalla Lahden keskustan läpi kulkeneella reitillä nopeusprofiili on melko vaihteleva – nopeusrajoitus vaihteli 50–70 km/h välillä, mutta aivan keskustassa ajonopeus oli paikoin lähempänä 40 kuin 50 km/h
- Liikennevalojen vihreä aalto toimi mittauskerroilla varsin hyvin. Liikennevaloihin pysähdyttiin 5–6 kertaa per ajosuunta, eli noin joka neljänsiin liikennevaloihin pysähdyttiin
- Matka-aika mittauskerroilla oli keskimäärin noin 18 minuuttia. Liikennemäärä tieosuudella on pienentynyt merkittävästi aiemmasta, joten oletettavasti matka-aika olisi ollut vielä pidempi ennen ohikulkutien valmistumista



## UUSI LINJAUS

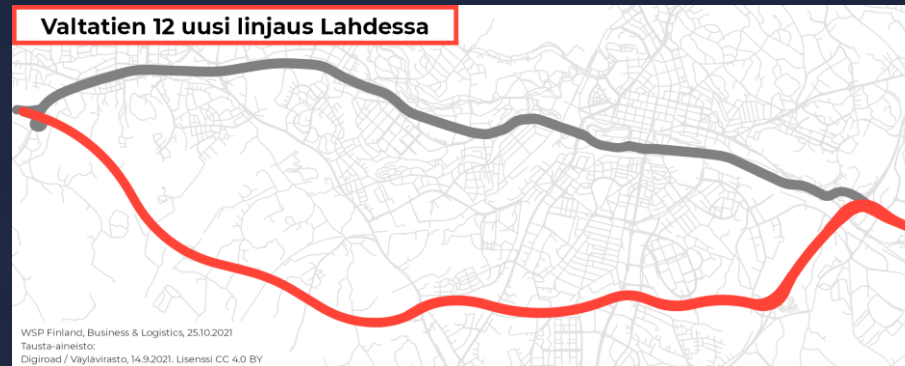
- Uudella ohikulkutiellä nopeusprofiili oli käytännössä hyvin tasainen – nopeusrajoitus sallii 80 km/h ajamisen kuorma-autolla koko linjauksella
- Tästä syystä, vaikka ohikulkutie on hieman vanhaa reittiä pidempi (n. 7 %), **matka-aika** mittauskerroilla oli kuitenkin keskimäärin vain 11 minuuttia, eli **lähes 40 % lyhyempi** kuin vanhalla reitillä
- Myös **polttoaineenkulutus oli uudella reitillä selvästi pienempi** kuin vanhalla – henkilöautolla mitaten eroa oli noin 50 % ohikulkutien eduksi
  - **Vanha tie 9,7 l/100 km**
  - **Ohikulkutie 4,6 l/100 km (-52 %)**





# Lahden eteläinen kehätie

- Mittaustuloksia, yhdistelmäajoneuvo



## VANHA LINJAUS

- Reitit ajettiin 9-akselisella täysperävaunullisella kuorma-autolla, jonka kokonaisuudessa oli 66 tonnia
- Matka-aika oli näilläkin mittauskerroilla keskimäärin reilut 18 minuuttia. Vaihtelu oli kuitenkin suurta, sillä menosuuntaan matka-aika oli 15 minuuttia ja paluusuuntaan 22 minuuttia. Liikennevaloihin, joita on 22 kappaletta per suunta, pysähtyttiin vastaavasti 2 kertaa mennessä ja 6 kertaa palatessa
- Polttoaineen kulutus oli paluumatkalla suurempi kuin menomatkalla, johtuen useammista pysähdyksistä liikennevaloihin.

## UUSI LINJAUS

- Uudella kehätielle matka-aika oli kuorma-autolla keskimäärin reilut 10 minuuttia suuntaansa. Säästöä vanhaan linjaukseen nähden kertyi keskimäärin 8 minuuttia per ajosuunta, eli 43 % ajoajasta
- Polttoaineenkulutus oli myös selvästi – noin kolmanneksen – pienempi kuin vanhalla kaupungin läpi kulkevalla tiellä

**Polttoaineenkulutus (l/km) väheni 35 %**  
vanhaan linjaukseen verrattuna

## VTT:n LIPASTO-yksikköarvojen perusteella:

Vuositasolla ohikulkutien mahdollistama raskaan liikenteen polttoaineenkulutuksen teoreettinen vähenemä olisi noin **779 000 litraa** laskettuna Lahden läpikulkutien liikennemäärän muutoksella.  
→ **2 000 tonnia vähemmän CO2-päästöjä vuodessa**

Oletuksina että kuorma-autojen KVL:n muutos läpikulkureitillä 2019 → 2021, noin 875 raskasta ajoneuvoa, kuvaisi siirtymää ohikulkutielle; että lähtötilanteen keskipolttokulutus olisi ollut 55 litraa sadalla kilometrillä (14,5 km matkalla siten 7,98 litraa) ja että kulutusero on 35 % per ajoneuvo (jolloin kulutus 15,5 km matkalla on 5,54 litraa). Lähtötilanteen kulutuslukema on karkea arvio perustuen raskaan kaluston jakaumaan ja LIPASTO-palvelun yleisiin kulustietoihin.



**Aikaa säästy 43 %**  
(n. 8 min)

Reitti	Läpikulku	Ohikulku	Muutos
Pituus (km)	14,5	15,5	7 %
Menoaika (min)	15	11	-27 %
Paluu-aika (min)	22	10	-55 %
Aika keskim. (min)	18,5	10,5	-43 %
Kulutus keskimäärin (l/km, indeksoitu)	100	65	-35

Huom.! Ero polttoaineenkulutuksessa ja matka-ajassa olisi ollut vielä suurempi, mikäli mittausajo vanhalla linjauksella olisi tehty ennen ohikulkutien avaamista. Vanhan tielinjauksen liikennemäärä on pienentynyt merkittävästi, Joutjärvellä yli 60 % aiempaan nähden, mikä vähentää ruuhkaisuutta.

CO<sub>2</sub>-päästövähennyksessä käytetty kulutuksen lähtöarvo perustuu VTT:n LIPASTO-palvelun aineistoon:  
[http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/tavaraliikenne/tieliikenne/tavara\\_tie.htm](http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/tavaraliikenne/tieliikenne/tavara_tie.htm)

# Kehä III 1/3

Kehä III on yksi Suomen merkittävimmistä tieyhteyksistä niin henkilöliikenteen kuin raskaan liikenteen kannalta.

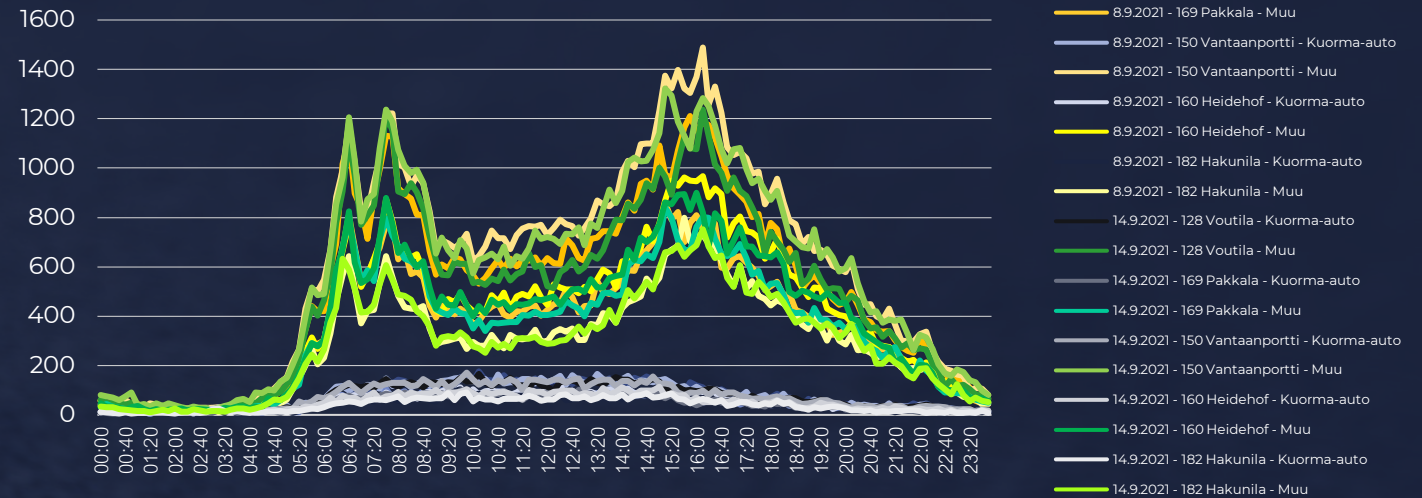
**Vilkkaimmilla osuuksilla tietä käyttää noin 100 000 ajoneuvoa päivässä, joista noin 10 000 (10 %) on kuorma-autoja tai ajoneuvoyhdistelmiä.** Tästä syystä väylä ruuhkautuu paikoin säännöllisesti ns. normaalioloissakin. Ruuhkautumisen takia liikennevirta ei usein liiku tasaisella nopeudella. Epätasainen ajaminen lisää raskaan liikenteen polttoaineenkulutusta ja päästöjä.

Toisaalta ruuhkien takia raskaan liikenteen aikatauluvarmuus heikkenee, mikä kasvattaa logistiikkakustannuksia, kun ajetaan myöhässä tai joudutaan varaamaan ylimääräistä ajoaikaa ruuhkan varalta. Kehä III:n läheisyydessä on useita merkittäviä logistiikan keskittymiä, eikä hyviä vaihtoehtoisia ajoreittejä ole aina tarjolla, varsinkaan uudelle HCT-kalustolle.

## KUVAAJAT

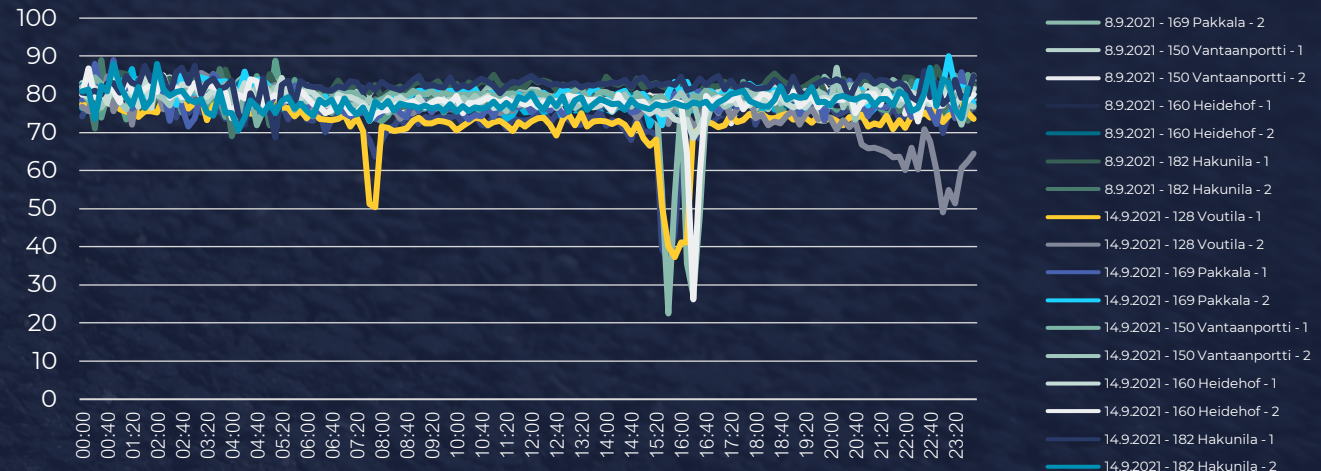
- Oheiseen tarkasteluun on valittu dataa Kehä III:n liikenteen automaattisista mittauspisteistä (LAM-pisteet)
- *keskiviikko 8.9.2021 – ei tiedossa olevia poikkeamia liikenteessä*
- *tiistai 14.9.2021 – ollut liikenneonnettomuus Koivuhaan ja Tuusulanväylän liittymien välillä kello 15:35–16:59 (Liikennetilanne PKS -tiedotteet)*
- Ruuhkautumista on havaittavissa erityisesti iltapäivisin kello 15–17 välillä; tällöin kuorma-autojen keskimääräiset ajonopeudet olivat tietyissä mittauspisteissä 20–40 km/h (myös 8.9. eli tavallisena arkipäivänä)
- Kuorma-autojen määrä liikennevirrassa on aineiston mukaan tasaisen korkea kello 7–15 välillä ja toisaalta tasaisen matala kello 21–05 välillä
- Kuorma-autojen suhteellinen osuus liikennevirrasta on korkeimmillaan yöllä, jolloin se on noin 30–40 %, ja pienimmillään iltaisin, noin 6–8 %

### Kehä III - liikennemäärät 10 minuutin ajanjaksoilla eri tarkastelupisteissä



Yllä: **Kuorma-autot ja yhdistelmät on kuvattu sinisellä ja harmaalla**, muut värit kuvaavat henkilöliikennettä

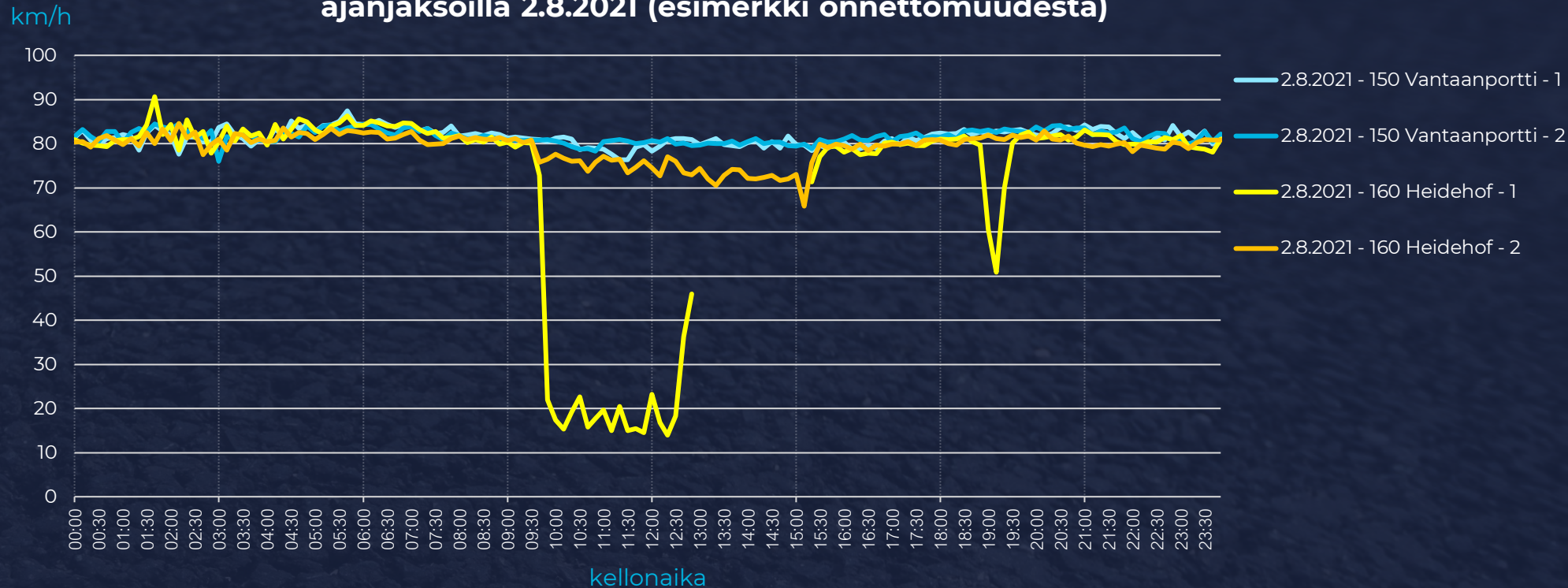
### Kehä III - kuorma-autojen keskiajonopeudet 10 minuutin ajanjaksoilla eri tarkastelupisteissä



### Esimerkkitapaus liikenneonnettomuuden vaikutuksesta

- 2.8.2021: "Kehä III ruuhkautuu idän suuntaan – Vantaan Kuusikonmäessä kaatuneen kuorma-auton nosto voi kestää tunteja" (<https://yle.fi/uutiset/3-12043236>)
- Onnettomuuden vaikutus näkyi välittömästi liikenteen keskinopeuksissa Heidehofin mittauspisteessä, jonka kautta onnettomuuspaikan ohi ajaneet ajoneuvot kulkivat
- Vantaanportin mittauspisteellä onnettomuus ei vielä vaikuttanut ajonopeuksiin
- Merkittävä häiriö liikenteelle, tilanteen kesto 5–6 tuntia

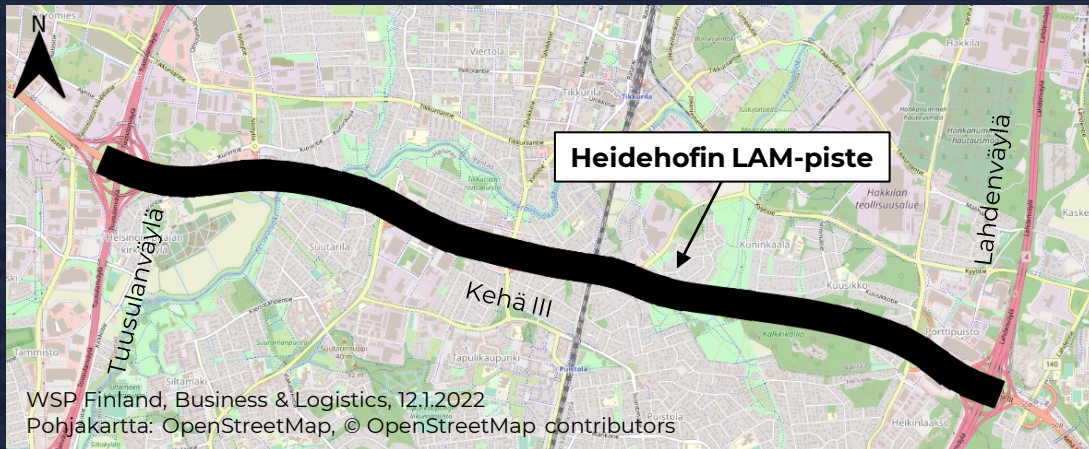
### Kehä III - kaikkien ajoneuvojen keskiajonopeudet 10 minuutin ajanjaksoilla 2.8.2021 (esimerkki onnettomuudesta)



# Kehä III 3/3

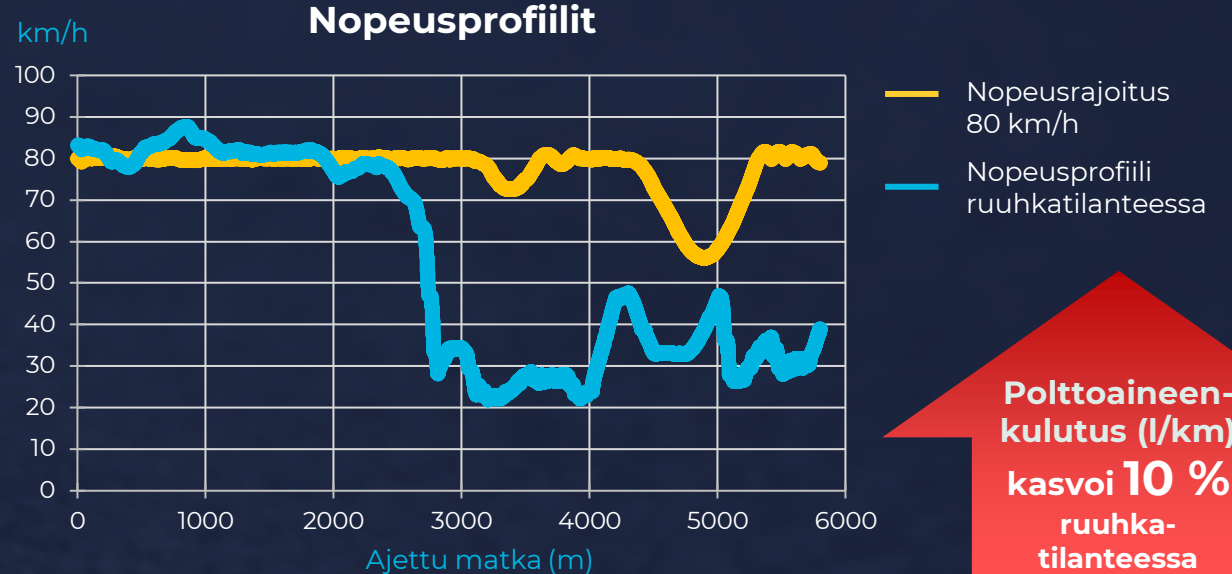
## Ruuhkan vaikutus polttoaineenkulutukseen: simulointitarkastelu

- Simulointien avulla tarkasteltiin Kehä III:n tieosaa 7 eli Tuusulanväylältä Lahdenväylälle (5,8 km, kartalla paksu musta viiva) idän suuntaan
- Tarkasteltuja vaihtoehtoja oli kaksi: 1) vakionopeus 80 km/h, ja 2) nopeusprofiili mitattuna todellisesta ruuhkatilanteesta.
- Simulaatiossa käytettiin ajoneuvona puoliperävaunun yhdistelmää, jonka massa oli noin 50 tonnia ja vetoauton teho 300 kW

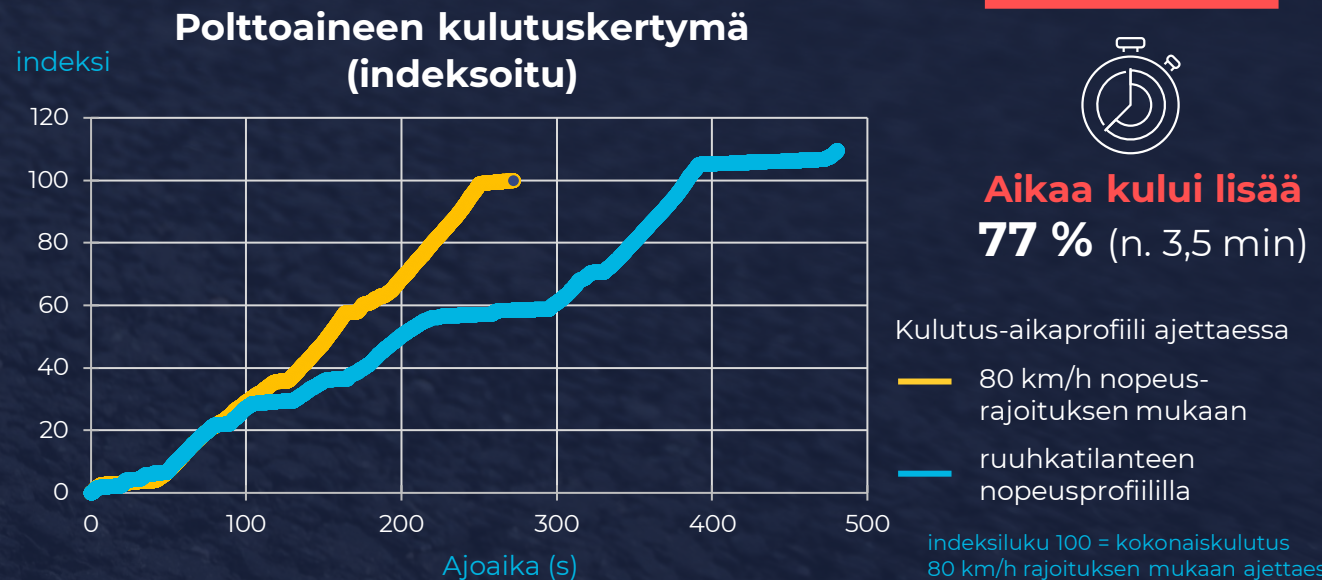


Vuositasolla ruuhkat lisäävät tutkitulla välillä raskaan liikenteen polttoaineenkulutusta yhteensä **noin 17 600 litraa = 45 tonnia CO2** laskettuna Kehä III:n nykyisillä liikennemäärillä, ja olettaen ruuhkajan nopeusprofiiliin toistuvan samanlaisena joka arkipäivä.

Oletuksina raskaan liikenteen KAVL n. 7 350 (ilman linja-autoja), keskimuutoksen mukaan ajettaessa 30 l/100 km (LIPASTO:n pohjalta arvioitu keskimääräinen maantieajon kulutus kuorma-autoille Kehä III:n ajoneuvojakauma huomioiden), matka 5,8 km, iltapäivän ruuhkan kesto noin 1 tunti (arviolta 15:30–16:30) jonka osuus arkipäivän raskaasta liikenteestä on noin 6 %, tavallisten arkipäivien määrä vuodessa noin 230, ja että kulutusero olisi sama molempiin ajosuuntiin. Kuorma-autoliikenteestä Heidehofin mittauspisteessä noin 32 % on puoliperävaunun yhdistelmiä, 25 % täysperävaunun yhdistelmiä ja 42 % kuorma-autoja ilman perävaunua.



**Polttoaineenkulutus (l/km) kasvoi 10 % ruuhkatilanteessa**



**Aikaa kului lisää 77 % (n. 3,5 min)**

Kulutus-aikaprofiili ajattaessa

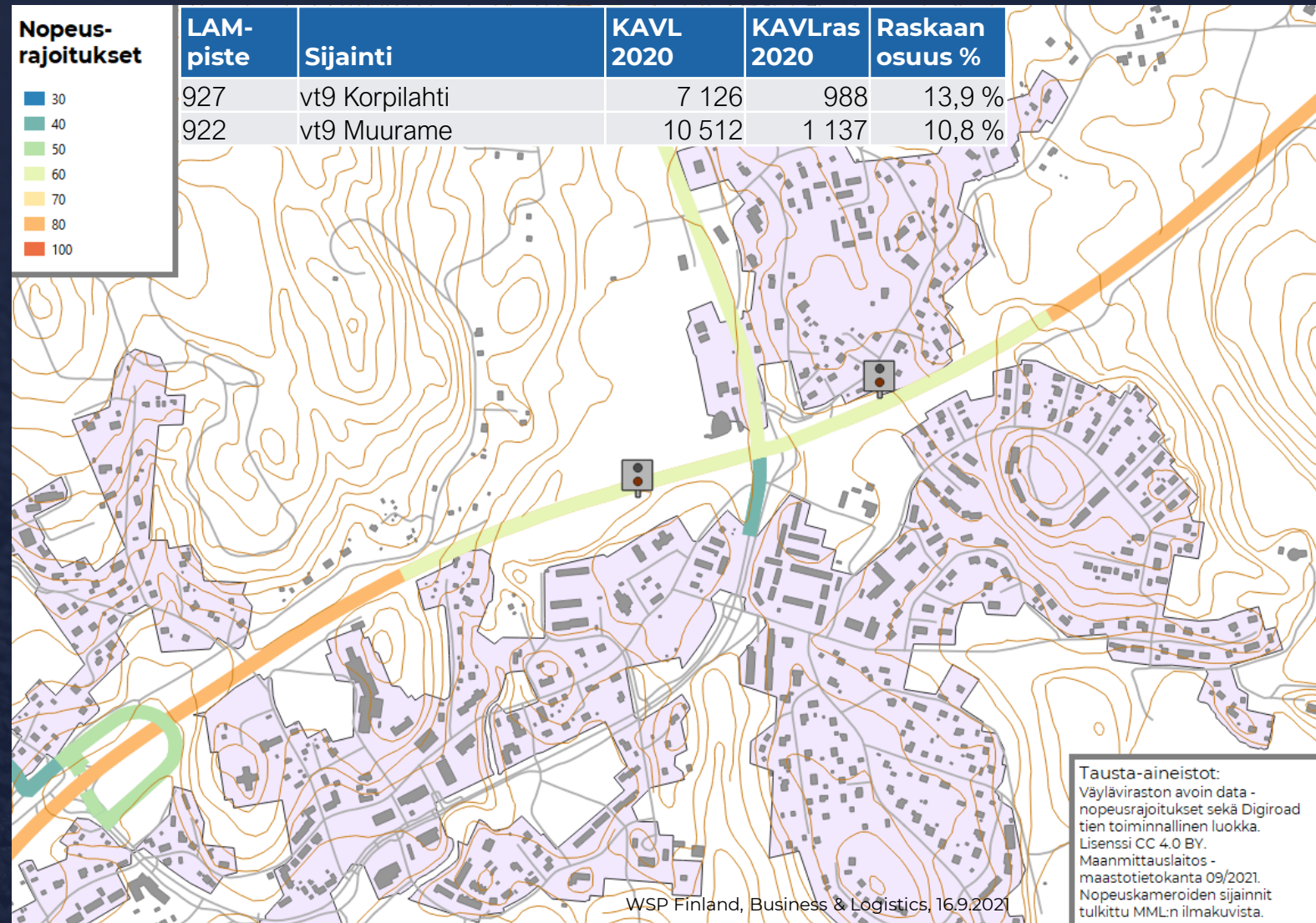
indeksiluku 100 = kokonaiskulutus 80 km/h rajoituksen mukaan ajattaessa

Lähteet: (1) KAVL-lukema: <https://vayla.fi/documents/25230764/67256419/Uusimaa.pdf>, s. 69; (2) Ruuhkan kesto ja raskaan liikenteen tuntijakauma: LAM-pisteaineistot, piste 160 Heidehof, 8.9. ja 14.9.2021: <https://aineistot.vayla.fi/lam/rawdata/2021/01/>; (3) Kulutuslukumat: [http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/tavaraliikenne/tieliikenne/tavara\\_tie.htm](http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/tavaraliikenne/tieliikenne/tavara_tie.htm); (4) Arkipäivien määrä: voidaan arvioida vuodessa olevan noin 6 lomaviikkoa, jolloin (52-6) x 5 = 230 arkipäivää

# Korpilahti (valtatie 9) 1/2

Esimerkkitapauksena pistemäisestä nopeusrajoituksesta käsitellään valtatieta 9 Korpilahden taajaman kohdalla

- Korpilahden itäinen liittymä sijaitsee maantieteellisesti laakson pohjalla – liittymään on molemmista lähestymissuunnista alamäki
- Valtatiellä 9 on liittymäalueella pistemäinen nopeusrajoitus 60 km/h, joka alkaa molemmista lähestymissuunnista suunnilleen samassa kohdassa kuin edellä mainitut alamäet alkavat
- Liittymän yhteydessä on molempiin lähestymissuuntiin nopeusvalvontakamera
- Tarkoituksena ei ole ottaa kantaa pistemäisen nopeusrajoituksen tarpeellisuuteen, vaan arvioida sen vaikutuksia raskaan liikenteen päästöihin
- Eritasoliittymä ja sen avulla mäkisyiden vähentäminen ovat esimerkkejä tieteknisistä toimenpiteistä, joilla voidaan parantaa raskaan liikenteen sujuvuutta ja vähentää energiankulutusta ja hiilidioksidin tuottoa jopa kolmanneksella
- Keski-Suomen ELY-keskus on teettämässä toimenpideselvitystä valtatie 9 kehittämisestä – selvityksen luonnoksessa liittymä on esitetty muutettavaksi eritasoliittymäksi
  - *Selvityksen tavoitevuosi on kuitenkin vasta 2050, joten siinä esitetyt toimenpiteet ei välttämättä toteuteta lähivuosina tai ollenkaan*



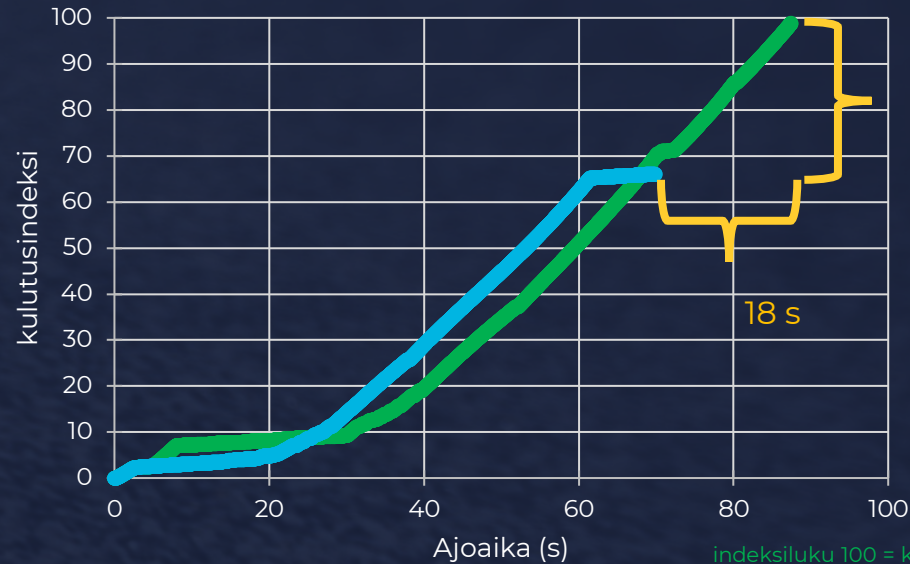
# Korpilahti (valtatie 9) 2/2

Korpilahden casea tarkasteltiin simuloitien avulla. Simulointi suoritettiin TruckSim-ohjelmistolla, johon mallinnettiin tutkittavan tieosuuden pystygeometria (mäet) sekä nopeusrajoitukset nykytilassa ja vertailuvaihtoehdossa

- Vertailuvaihtoehdossa koko tieosuuden nopeusrajoitukseksi asetettiin 80 km/h
- Simulaatiossa käytettiin ajoneuvona puoliperävaunu-yhdistelmää, jonka massa oli noin 50 tonnia ja vetoauton teho 300 kW
- Simuloinnin tulokset olivat seuraavat:
  - Case-reitin ajoaika oli tasaisella 80 km/h nopeusrajoituksella 70 sekuntia ja nykyisellä nopeusrajoituksella 88 sekuntia → säästö 18 sekuntia = 21 %
  - Polttoaineenkulutuksen säästö 80 km/h nopeusrajoituksella ajettuna verrattuna nykyiseen nopeusrajoitukseen oli 34 %
  - Korpilahdella voidaan hyödyntää rullaamista alamäkeen molempiin ajosuuntiin, mikä pienentää hetkellistä kulutusta. Pistemäisen nopeusrajoituksen takia rullaamista ei kuitenkaan voida nyt hyödyntää täysimääräisesti

- Korpilahdelle on ELY:n pitkän aikavälin suunnitelmissa eritasoliittymä, joka mahdollistaisi tasaisen nopeuden valtatiellä ja pistemäisen nopeusrajoituksen poistamisen

## Polttoaineenkulutus Korpilahden case-tarkastelussa



34 %

Nopeus-  
rajoitukset

- 80-60-80
- 80

indeksiluku 100 = kokonaiskulutus nykyisen nopeusrajoituksen mukaan ajettaessa

Polttoaineen-  
kulutussäästö  
**34 %**



Aikasäästö  
**21 % (18 s)**

### VTT:n LIPASTO-yksikköarvojen perusteella:

Vuositasolla eritasoliittymän mahdollistama raskaan liikenteen polttoaineenkulutuksen teoreettinen vähenemä olisi noin **49 000 litraa** laskettuna Korpilahden nykyisillä liikennemäärillä.  
→ **127 tonnia vähemmän CO2-päästöjä vuodessa**

Oletuksina raskaan liikenteen KVL n. 710, kulutus lähtötilanteessa 37 l/100km (LIPASTO:n pohjalta arvioitu keskimääräinen maantiejajon kulutus kuorma-autoille Korpilahden ajoneuvojakauma huomioiden), tarkasteltu matka 1,5 km, ja että kulutusero olisi sama molempiin ajosuuntiin. Raskaasta liikenteestä 63 % on Korpilahdella täysperävaunuyhdistelmiä, 15 % puoliperävaunu-yhdistelmiä ja 22 % perävaunuttomia.



# Hämeenkyrö (valtatie 3) 1/2

- Hämeenkyrön ohitustie on rakenteilla oleva, nelikaistainen tie, joka ohittaa Hämeenkyrön kirkonkylän
- Kirkonkylän alueella nopeusrajoitus on nykyisin pääosin 50–60 km/h ja tieosuudella on myös kaksi kiertoliittymää
- Uudella tiellä nopeusrajoitus on koko matkalla vähintään 80 km/h
- Tavoitteena on, että uusi tie parantaisi liikenneturvallisuutta ja sujuvuutta sekä mahdollistaisi maankäytön kehittämisen nykyisen tielinjan ympäristössä
- Hämeenkyrön ja Lahden caseilla on monia yhteisiä piirteitä. Molemmissa uusi tielinjaus ohittaa aiemman taajamaosuuden, mutta toisessa ohitetaan suurehkon kaupungin ja toisessa pienemmän maalaiskunnan keskusta.
- Toisin kuin Lahdessa, Hämeenkyrössä oli vielä mahdollista määrittää nopeusprofiili ennen ohikulkutien avaamista. Ohikulkutien alkamiskohdassa rakennustyön takia nopeutta oli alennettu pistemäisesti jo ennen taajamaa.



Hämeenkyrön keskustan kiertoliittymä marraskuussa 2021.  
Kuva: Markus Pajarre



# Hämeenkyrö (valtatie 3) 2/2

- Hämeenkyrön ohitustien vaikutusta raskaan liikenteen polttoaineenkulutukseen tarkasteltiin simuloinnin avulla
- Nykyisen tielinjauksen nopeusprofiili pohjautui ajamalla mitattuun nopeusaineistoon
  - *Suunnassa 2 (Tampereelle) mittausajo ajettiin täysperävaunullisen kuorma-auton perässä*
- Ohikulkutien simuloinnissa käytettiin tien suunniteltua geometriaa ja nopeusprofiilia
- **Simulointien perusteella ohikulkutie sekä lyhentää raskaan liikenteen matka-aikaa että pienentää polttoaineenkulutusta ja päästöjä**
  - *Kulutus oli ohikulkutiellä noin 23 % pienempi kuin nykyisellä tielinjauksella, kun taas keskinopeus kasvoi noin 26 %. Matka-aika lyheni siten noin 21 %.*
  - *Matka-aikaeroon vaikuttaa hieman se, että työmaiden takia nykyisellä tielinjauksella oli lyhyellä matkalla 60 km/h nopeusrajoitus normaalin 80 km/h sijaan. Tästä syystä todellinen aikasäästö on hieman pienempi kuin simuloinnin tuloksena saatu 21 %.*



Hämeenkyrön ohitustien työmaan itäpäästä – vanha ja uusi tielinjaus yhdistyvät kuvan vasemmalla puoliskolla näkyvällä metsäaukiolla. Kuva: Markus Pajarre

## Simulaation perusteella:



## VTT:n LIPASTO- yksikköarvojen perusteella:

Vuositasolla ohikulkutien mahdollistama raskaan liikenteen polttoaineenkulutuksen teoreettinen vähenemä olisi noin **250 000 litraa** laskettuna Hämeenkyrön nykyisillä liikennemäärillä.  
 → **650 tonnia vähemmän CO2-päästöjä vuodessa**

Oletuksina raskaan liikenteen KVL n. 920 (ilman linja-autoja), kulutus lähtötilanteessa 36 l/100km (LIPASTO:n pohjalta arvioitu keskimääräinen maantieajon kulutus kuorma-autoille Hämeenkyrön ajoneuvojakauma huomioiden), matka 10,0 km, kulutussäästö 23 %, ja että 90 % raskaasta liikenteestä ajaisi Hämeenkyrön tutkittavan tieosuuden päästä päähän. Hämeenkyrössä raskaasta liikenteestä 56 % on täysperävaunuyhdistelmiä, 18 % puoliperävaunuyhdistelmiä ja 25 % kuorma-autoja ilman perävaunua. Hämeenkyrön LAM-piste sijaitsee noin 8 kilometriä tarkasteltavan tieosuuden itäpäästä Tampereen suuntaan; tällä välillä ei ole merkittäviä raskaan liikenteen määrään vaikuttavia kohteita tai liittymiä.



# 4

## Tien kunnossapidon merkitys



# Tiestön vaikutukset maidon keräily- ja runkokuljetuksen energiankulutukseen – esimerkki Valion kuljetuksista

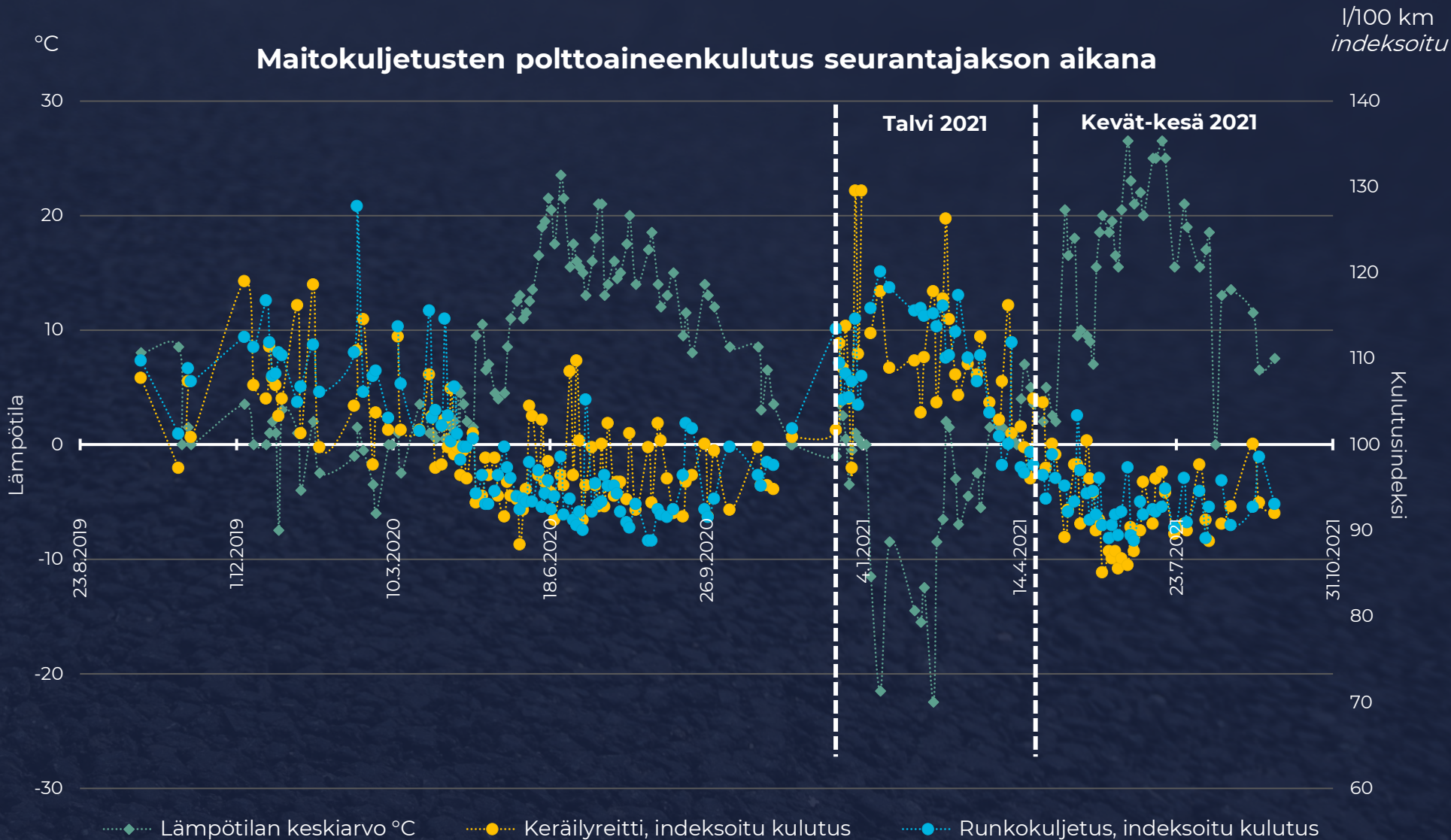
Valion esimerkissä tarkasteltiin Kaakkois-Suomen alueella ajettavaa maidonkuljetuksen keräilyreittiä sekä runkoreittiä alueelta Joensuuhun. Käytävissä oli kattava ja pitkäaikainen seuranta keräily- ja runkoreittien kalustosta, kokonaismassoista, polttoainekulutuksesta sekä sää- ja keliolosuhteista.

Lähtötietoja yhdistämällä selvitettiin, millaiset vaikutukset säätilalla ja ajokelillä on polttoainekulutukseen. Säätilaan ei voi vaikuttaa, mutta ajokelin ongelmia voidaan hallita oikeilla ja oikea-aikaisilla tienpitotoimilla.

Eriyisen tärkeää Suomessa on talvikunnossapito. Se vaikuttaa kuljetusten toimitusvarmuuteen, liikenneturvallisuuteen ja energiankulutukseen. Sen vuoksi Suomessa tulee kiinnittää entistä suurempaa huomiota tien kunnossapidon laatuun. Sillä on myös vaikutusta hiilidioksidin määrään.



# Maidon kuljetusten energiankulutus vuodenaikojen vaihtelun mukaan



Selvitystä varten saatiin analysoitavaksi erään Valion keräilyreitit sekä siihen liittyvän runkokuljetuksen seurantadataa.

Data sisälsi tiedon polttoaineenkulutuksesta (litraa per 100 ajokilometriä), arvon ajo-olosuhteista, lämpötilatiedon sekä ajoneuvon kokonaismassan runkokuljetusvaiheessa.

Aineistosta havaitaan, että sekä ajo-olosuhteilla että lämpötilalla on vaikutusta polttoaineenkulutukseen – tähän perehdytään tarkemmin seuraavilla sivuilla.

# Maidon kuljetusten energiankulutuksen riippuvuus ajokelistä ja säätilasta 1/2

## Mitä parempi ajokeli oli, sitä vähemmän polttoainetta keskimäärin kului

- Kuivilla teillä ajettaessa polttoaineenkulutus oli keskimäärin noin 5 % pienempi kuin kaikilla kuljetuskerroilla keskimäärin
- Märillä teillä ajettaessa kulutus nousi noin 8 % verrattuna yleiseen keskiarvoon
- Talviolosuhteet kasvattivat polttoaineenkulutusta 8–17 % verrattuna yleiseen keskiarvoon
  - Keräilyreitillä talvikunnossapidon onnistumisella oli merkittävä vaikutus polttoaineenkulutukseen – hyvissä talvioloissa kulutuksen lisä oli selvästi pienempi kuin huonoissa talvioloissa*
  - Runkokuljetuksessa tämä ero ei näkynyt, mutta syynä voi olla ulkolämpötila – talvikeli arvioitiin lähes aina huonoksi, jos lämpötila oli -10°C:sta nollan suuntaan, ja vasta kylmemmissä oloissa hyväksi*

## Lämpötilan vaikutus polttoaineenkulutukseen oli merkittävä

- Samoissa olosuhteissa ajettaessa kylmempi lämpötila tarkoitti keskimäärin korkeampaa polttoaineenkulutusta
- Poikkeuksena tähän polttoaineenkulutus oli talvikeleillä suurempaa kelin ollessa plussan puolella kuin hieman pakkasella – tämä voi liittyä siihen, että plussakeleillä esiintyy usein loskaa sekä vetistä jäätä
- Nykyaikaisella kalustolla polttoaineenkulutus on matalimmillaan lämpimissä sääolosuhteissa.

## Keräilyreitti

Ajokeli	Lämpötila Kuuma > 20°C		Lämmin 10–20°C		Leuto 0–10°C		Viileä -10–0°C		Kylmä -20–-10°C		Hyytävä < -20°C		Keskim. indeksoitu keskikulutus	Ajopäiviä yhteensä
	Indeksoitu keskikulutus	Ajopv.	Indeksoitu keskikulutus	Ajopv.	Indeksoitu keskikulutus	Ajopv.	Indeksoitu keskikulutus	Ajopv.	Indeksoitu keskikulutus	Ajopv.	Indeksoitu keskikulutus	Ajopv.		
kuiva	92,4	6	93,5	47	96,0	32	102,0	13					95,3	98
kostea			94,9	6	100,2	13	100,2	2					98,7	21
kelirikko					102,0	5	106,2	4					103,9	9
hyvä talvinen							106,0	6	107,3	4	117,8	2	108,4	12
märkä			106,6	5	109,8	14	100,8	1					108,5	20
märkä talvinen					112,7	2							112,7	2
huono talvinen					120,4	2	115,9	7					116,9	9
<b>Yhteensä / Keskimäärin</b>	<b>92,4</b>	<b>6</b>	<b>94,7</b>	<b>58</b>	<b>101,3</b>	<b>68</b>	<b>106,0</b>	<b>33</b>	<b>107,3</b>	<b>4</b>	<b>117,8</b>	<b>2</b>	<b>100,0</b>	<b>171</b>

## Runkokuljetus

Ajokeli	Lämpötila Kuuma > 20°C		Lämmin 10–20°C		Leuto 0–10°C		Viileä -10–0°C		Kylmä -20–-10°C		Hyytävä < -20°C		Keskim. indeksoitu keskikulutus	Ajopäiviä yhteensä
	Indeksoitu keskikulutus	Ajopv.	Indeksoitu keskikulutus	Ajopv.	Indeksoitu keskikulutus	Ajopv.	Indeksoitu keskikulutus	Ajopv.	Indeksoitu keskikulutus	Ajopv.	Indeksoitu keskikulutus	Ajopv.		
kuiva	92,7	27	92,7	36	98,7	23	106,9	7	110,7	1			95,4	94
kostea	94,7	2	95,9	11	101,2	23	106,3	2					99,6	38
märkä			96,1	2	109,0	11	109,3	6					107,7	19
huono talvinen					111,9	1	114,1	8	113,7	1			113,8	10
hyvä talvinen									115,5	5	120,1	1	116,2	6
märkä talvinen					119,3	3	107,9	1					116,4	4
<b>Yhteensä / Keskimäärin</b>	<b>92,8</b>	<b>29</b>	<b>93,6</b>	<b>49</b>	<b>102,7</b>	<b>61</b>	<b>109,9</b>	<b>24</b>	<b>114,5</b>	<b>7</b>	<b>120,1</b>	<b>1</b>	<b>100,0</b>	<b>171</b>

### Kelirikon vaikutus keräilyreitien polttoaineenkulutukseen ei ole yksiselitteinen

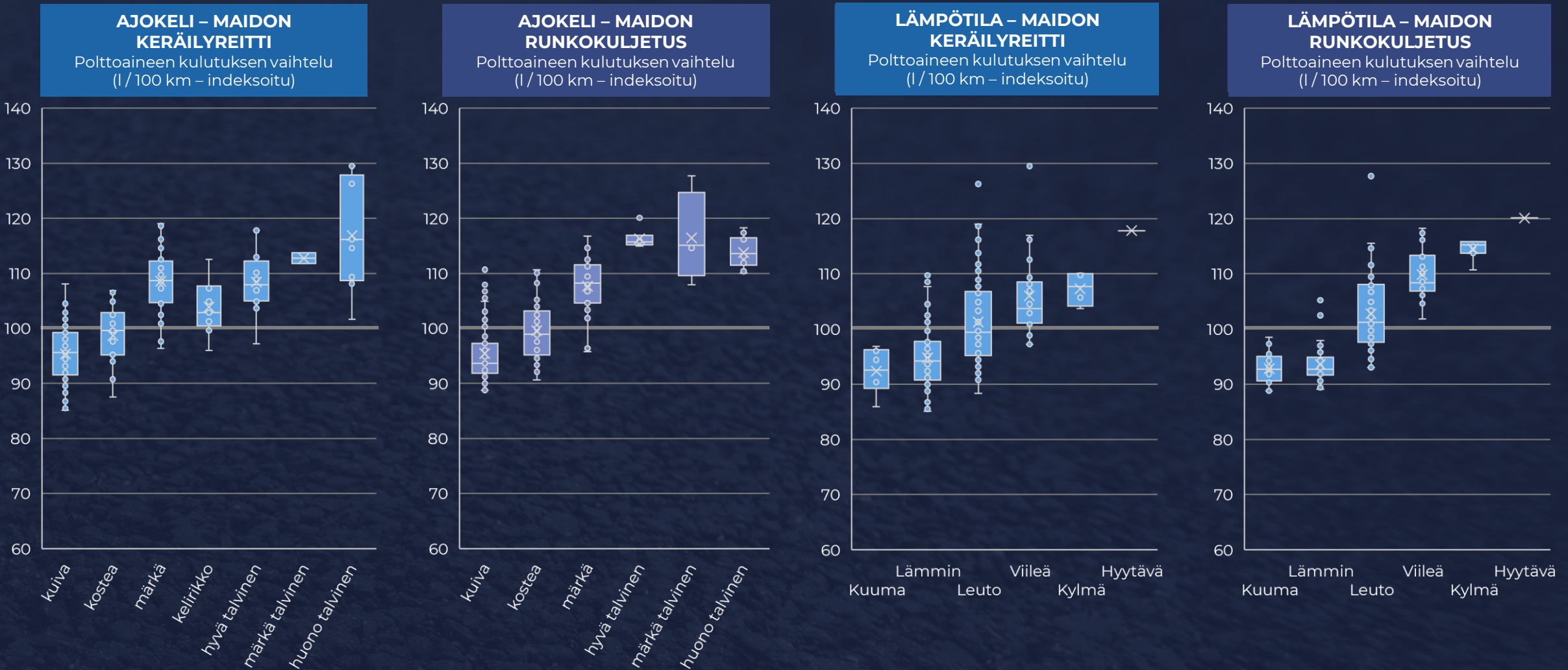
- Kulutus oli kelirikko aikaan keskimäärin pienempi kuin millään talvikelillä*
- Selittäväenä tekijänä voi olla se, että kelirikko aikaan pääväylät saattavat olla jo ”kesäkunnossa”, jolloin kelirikko vaikuttaa kulutukseen vain alemmalla tieverkolla*
- Kelirikko saattaa vaikuttaa ajotapaan, mutta tätä ei pysty todentamaan aineistosta*

### Kuorman määrällä ei ollut selkeää vaikutusta polttoaineenkulutukseen runkokuljetuksessa

- Kuormat olivat melko samankokoisia*

# Maidon kuljetusten energiankulutuksen riippuvuus ajokelistä ja säätilasta 2/2

Indeksointi = arvo 100 tarkoittaa reitin kaikkien ajokertojen keskimääräistä polttoaineenkulutusta, ja esim. arvo 120 siten 20 % keskimääräistä suurempaa kulutusta.



**Laatikkokuvaajien lukemisesta:** laatikko sisältää 50 % kaikista aineiston havainnoista siten, että laatikon keskivaiheilla oleva viiva kuvaa aineiston keskimääräistä havaintoa (mediaani). Laatikkoa ympäröivät viikset sisältävät kaikki loput havainnot, paitsi ne, joiden arvo poikkeaa tilastollisesti merkittävästi muista havainnoista.

*Helmikuu 2022*

**Raportin tekijät**

Jorma Mäntynen, WSP Finland

Pertti Virtala, Destia

Markus Pajarre, WSP Finland

Jarkko Rantala, WSP Finland

Riku Huhta, WSP Finland

