



**Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 116/2023**

# **Metsäautotienkäyttäjien hiljainen tieto**

Haastattelututkimus puutavara-autokuljetusyrittäjille ja kuljettajille

**Heikki Solonen, Kari Väätäinen, Timo Tokola ja Kalle Kärhä**

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 116/2023

# **Metsäautotienkäyttäjien hiljainen tieto**

Haastattelututkimus puutavara-autokuljetusyrittäjille ja kuljettajille

**Heikki Solonen, Kari Väätäinen, Timo Tokola ja Kalle Kärhä**



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Pohjois-Karjalan  
MAAKUNTALIITTO

### **Viittausohje:**

Solonen, H., Väätänen, K., Tokola, T. & Kärhä, K. 2023. Metsäautotienkäyttäjien hiljainen tieto : Haastattelututkimus puutavara-autokuljetusyrittäjille ja kuljettajille. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 116/2023. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 34 s.



ISBN 978-952-380-844-7 (Painettu)

ISBN 978-952-380-845-4 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-845-4>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Heikki Solonen, Kari Väätänen, Timo Tokola ja Kalle Kärhä

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2023

Julkaisuvuosi: 2023

Kannen kuva: Kalle Kärhä

## Tiivistelmä

Heikki Solonen<sup>1</sup>, Kari Väätäinen<sup>2</sup>, Timo Tokola<sup>1</sup> ja Kalle Kärhä<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Itä-Suomen yliopisto, Yliopistokatu 7, 80100 Joensuu

<sup>2</sup> Luonnonvarakeskus, Yliopistokatu 6, 80100 Joensuu

Metsäautotieverkoston käytettävyyden on tärkeässä asemassa niin metsäteollisuuden ympäri-  
vuotisen puuraaka-aineen saatavuuden kuin huoltovarmuudenkin kannalta. Suomen tiestön  
kokonaispituudesta valtaosa koostuu metsäautoteistä sekä muista sorapintaisista yksityis-  
teistä. Metsäautoteiden käytettävyyttä rajoittavat etenkin kelirikkoajat keväisin ja syksyisin.  
Lisäksi metsäautotieverkoston hoidon ja kunnostuksen laiminlyöminen aiheuttaa sen kunnan  
rapautumista. Puutavaran kaukokuljetuksessa käytettävien ajoneuvoyhdistelmien kasvaneet  
suurimmat sallitut mitat ja massat asettavat nykyisen metsäautotieverkoston yhä suurem-  
malle rasitukselle. Tutkielman tavoitteena oli kartoittaa metsäautotienkäyttäjien hiljaista tietoa  
liittyen kantavuuden arviointiin, metsäautoteiden ongelmiin, nykytilaan ja toimintamalleihin  
liikuttaessa huonokuntoisella soratiestöllä. Lisäksi selvitettiin metsäautoteiden kunnan vaiku-  
tusta yritystoimintaan sekä toiveita ja tarpeita kuljettajaa avustavien, ennakkotietoa tuottavien  
karttajärjestelmien kehittämiseen.

Tutkimusaineisto kerättiin haastattelemalla puutavaran autokuljetusyrittäjiä sekä heidän kul-  
jettajiaan. Haastatteluihin osallistui yhteensä 30 henkilöä, joista puutavaran autokuljetusyrittä-  
jiä oli 25 ja autonkuljettajia viisi. Yhtä yrittäjää lukuun ottamatta kaikki yrittäjät ajoivat myös  
itse säännöllisesti puutavara-autoa. Haastattelut toteutettiin valtakunnallisesti etäyhteydellä  
Microsoft Teams -alustalla tai puhelimitse tammi-maaliskuussa 2023. Haastattelujen vastauk-  
sista pyrittiin löytämään mahdollisia alueellisia sekä haastateltujen työkokemukseen ja ikään  
sekä lisäksi yrityksen kokoon ja ikään liittyviä tilastollisia eroja.

Sorapintaisilla teillä liikkumista rajoittavimpana tekijänä pidettiin tien kantavuutta. Tien kanta-  
vuuden arvioimisessa tärkeimpänä tekijänä esiin nousi maapohja tielinjalla ja sen ympärillä.  
Metsäautoteiden kunnan heikkenemiseen johtaneista syistä ylivoimaisesti merkittävimpänä  
pidettiin tiestön kunnostuksen ja hoidon laiminlyöntiä. Yritystoiminnan kannattavuuteen vai-  
kuttavista metsäautoteiden kunnan aiheuttamista lisäkustannuksista kasvanutta polttoaineen  
kulutusta pidettiin tärkeimpänä. Suurimmat erot haastateltujen keskuudessa muodostuivat  
eripituisen työkokemuksen omaavien henkilöiden välille: pitkään (yli 20 vuotta) alalla toimi-  
neet eivät kokeneet tarvitsevansa ennakkotietoa teiden kunnosta yhtä paljon kuin alalla lyhy-  
emmän aikaa työskennelleet.

Kokemuksen myötä karttuva hiljainen tieto auttaa kuljettajia arvioimaan paremmin teiden  
kulkukelpoisuutta ja siten tukemaan kuljettajien päätöksentekoa metsäautoteillä liikuttaessa.  
Ennakkotietoa tieolosuhteista pidettiin hyödyllisenä liikuttaessa paikoissa, joista ei ole aiem-  
paa paikallistuntemusta. Vastauksissa ei löydetty merkittäviä alueellisia eroja; erojen selvittä-  
miseksi olisi haastateltava suurempaa joukkoa metsäautotienkäyttäjiä eri toiminta-alueilta ja  
myös eri toimialoilta.

**Asiasanat:** metsäautotie, soratie, alempi tieverkko, puutavaran kaukokuljetus, hiljainen tieto, haastattelututkimus.

## Abstract

Heikki Solonen<sup>1</sup>, Kari Väätäinen<sup>2</sup>, Timo Tokola<sup>1</sup> and Kalle Kärhä<sup>1</sup>

<sup>1</sup> University of Eastern Finland, Yliopistokatu 7, 80100 Joensuu

<sup>2</sup> Natural Resources Institute Finland, Yliopistokatu 6, 80100 Joensuu

The usability of the forest road network has a crucial role in ensuring year-round availability of raw timber for the forest industry and maintaining supply chain resilience. The majority of Finland's road network consists of forest roads and other private gravel roads. The usability of forest roads is particularly limited during the spring on thaw period and autumn in wet road conditions. Neglecting the maintenance and repair of the forest road network also leads to deterioration of roads and lower road trafficability. The increased maximum dimensions and masses of vehicle combinations used for long-distance timber transport place an even greater strain on the existing forest road network.

The aim of the study was to explore the tacit knowledge of forest road users regarding load-bearing capacity assessment, challenges faced on forest roads, current road conditions, and operating practices when trucking on poorly maintained roads. Additionally, the study investigated the impact of forest road conditions on business operations, as well as the desires and needs for the development of driver-assisting pre-information providing map-based systems.

The research data was collected by interviewing timber trucking entrepreneurs and their drivers. A total of 30 individuals participated in the interviews, including 25 entrepreneurs and 5 drivers. The interviews were conducted remotely by Microsoft Teams meetings on a nationwide scale. The interviews were conducted in January-March 2023 with the Teams or by phone call. Efforts were made to identify possible regional, experience-related, age-related, company size-related, or age-related statistical differences among the interview responses.

The most limiting factor for the trafficability of gravel roads was the load-bearing capacity of the road. The observation of load-bearing capacity on forest roads primarily emphasized the subgrade along the road alignment and its vicinity. The most significant factor leading to the deterioration of forest road was the neglect of road maintenance and repair. Of the additional costs resulting from poor forest road conditions, the increased fuel consumption was deemed the most critical factor affecting business profitability. The most significant differences among respondents arose from individuals with different levels of experience in timber trucking. Those with long experience in the field felt that they did not require as much pre-information about road conditions as those with less experience in timber trucking.

Tacit knowledge accumulated through experience helps drivers to better assess the trafficability of roads and thus supports the driver's decision-making when driving on forest roads. Pre-information about road conditions was considered valuable when navigating in areas with no prior experience. The statistical analysis of the study did not reveal significant differences between regions. To investigate nationwide variations, it would be advisable to interview a larger sample of forest road users from different operating areas and industries.

**Keywords:** forest road, gravel road, lower road network, timber transport, timber trucking, tacit knowledge, interview survey.

# Sisällys

<b>1. Johdanto .....</b>	<b>6</b>
1.1. Suomen metsäautotieverkosto .....	6
1.2. Metsäautoteiden käsitteitä .....	7
1.3. Kelirikko .....	7
1.4. Metsäautotien rakenne .....	8
1.5. Ajoneuvoyhdistelmien muuttuneet vaatimukset .....	9
1.6. Tuet metsäautoteiden kunnostamiseen ja perustamiseen.....	10
1.7. Hiljainen tieto .....	11
1.8. Tutkimuksen tavoitteet.....	12
<b>2. Aineisto ja menetelmät .....</b>	<b>13</b>
2.1. Haastattelututkimus .....	13
2.2. Aineiston analysointi .....	14
<b>3. Tulokset.....</b>	<b>16</b>
3.1. Metsäautoteiden kantavuuden tunnistaminen.....	16
3.2. Vuodenaikojen vaikutukset kantavuuteen metsäautoteillä .....	18
3.3. Sorapintaisten teiden nykytila .....	19
3.4. Tien kunnan vaikutukset yritystoimintaan.....	21
3.5. Tieverkoston nykytila.....	22
3.6. Keinot liikennöitävyyden parantamiseksi heikosti kantavilla teillä.....	22
<b>4. Tarkastelu .....</b>	<b>26</b>
4.1. Aineisto ja menetelmät .....	26
4.2. Tulokset.....	26
<b>5. Johtopäätökset.....</b>	<b>29</b>
<b>Viitteet.....</b>	<b>30</b>

# 1. Johdanto

Metsäautotieverkoston merkitys Suomen metsäteollisuuden puuhuollossa on suuri. Metsäautotiet ja muu alempi tieverkosto ovat tärkeässä asemassa myös maataloudelle sekä virkistyskäyttäjille, kuten metsästäjille, marjastajille, retkeilijöille ja mökkiläisille. Suomen yksityistieverkosto on myös välttämätön huoltovarmuuden, turvallisuuden, elinvoimaisuuden, elinkeinoelämän sekä julkisten palvelujen saatavuuden kannalta (Mäntynen 2019). Keskimääräinen raakapuun kaukokuljetusmatka puutavaran autokuljetuksessa Metsätehon tilastojen mukaan vuonna 2022 oli 89 kilometriä (Strandström 2023). Suurin osa puutavaran autokuljetusmatkasta suoritetaan ylemmällä tieverkostolla, mutta lähes aina matka alkaa kuitenkin alemman tieverkoston varrella sijaitsevalta tienvarsivarastopaikalta. Suomessa metsäautoteitä sekä muita sorapintaisia yksityisteitä on Greisin ym. (2019) mukaan yhteensä 350 000 kilometriä, joka on 77 % Suomen tiestön kokonaispituudesta. Suomessa valtion soratieverkostoa on yli 27 000 km, joista 10 % on Väyläviraston tilastojen mukaan luokiteltu huonokuntoisiksi (Trafficom 2021).

Metsäautoteiden kunto on heikentynyt etenkin 2010-luvulle tultaessa. Alemman tieverkon kunnan romahtaminen johtuu enimmäkseen kunnostustoimien laiminlyönnistä. Metsäautoiteistä jopa 4 000 kilometriä vuodessa vaatisi perusparannusta (Mäki 2019). Metsäautoteiden kunnostuksen laiminlyöminen voi osaltaan johtua metsänomistajan heikosta tietämyksestä liittyen metsäautoteiden hyötyihin. Metsäautoteiden huonokuntoisuus on myös yksi suurimmista puutavaran kaukokuljetuksen nykyhaasteista (Rantala 2022). Metsäautoteiden huonokuntoisuudesta johtuva pitkäänkin jatkuva kelirikkoaika aiheuttaa osaltaan puunhankinnassa kausivaihtelua (Kärhä ym. 2017, Venäläinen ym. 2017). Hyväkuntoisesta metsäautotiestä on hyötyä metsänkäsittelyn jokaisessa vaiheessa. Toimiva metsäautotieverkosto helpottaa eri metsänhoitotoimenpiteiden suorittamista ja metsän kasvun seuraamista.

## 1.1. Suomen metsäautotieverkosto

Suomessa on rakennettu metsäautotieverkostoa jo melko kattavasti: eri arvioiden ja lähteiden mukaan metsäautoteitä on yhteensä noin 130 000 kilometriä (Mäntynen 2019). Suomessa metsäautotietä suositusten mukaan tulisi olla enimmillään keskimäärin 15 metriä hehtaaria kohden (Greis 2015). Ainoastaan Pohjois-Suomessa metsäautotiestö on harvempaa, mikä johtuu osin myös metsätalouden heikommasta kannattavuudesta maan pohjoisosissa. Suomen metsäautotieverkosto on siten jo suurimmalta osin rakennettu, ja resursseja pitäisikin kohdentaa lähinnä jo rakennetun metsäautotieverkoston ylläpitoon (Piiparinen 2003).

Metsäautotien ylläpitokustannukset nousevat huomattavasti, mikäli tien hoitoa ja kunnostusta laiminlyödään (Lammi 2020). Tien kunnostuksen laiminlyönti voi johtaa perusparannustarpeeseen, jonka kustannus oli Luonnonvarakeskuksen (2022) mukaan keskimäärin 11 206 euroa/kilometri vuonna 2022. Metsäautotien hoito maksaa kilometriltä noin 300 euroa ja kunnostus on hinnaltaan noin 2 000–3 000 euroa/kilometri jokaiselta kerralta. Tien ylläpito olisi täten edullisinta, mikäli tietä hoidettaisiin vuosittain (Greis ym. 2019).

## 1.2. Metsäautoteiden käsitteitä

Metsätien käsitteestä säädetään yksityistielaisissa (Yksityistielaki 2018/560). Laissa "metsätie" määritellään tieksi, jonka pääasiallinen tarkoitus on palvella metsätalouden kuljetuksia. Metsäautotiet jaetaan Uotilan (2003) mukaan kolmeen luokkaan:

- 1) **Runkotie** on näistä tietyypeistä paras ominaisuuksiltaan ja lisäksi liikennöintimäärältään suurin. Runkotien tulisi kestää kuljetuksia ympärivuotisesti ja sen ympärivuotiseksi tavoitekantavuudeksi on asetettu 70–80 MN/m<sup>2</sup>.
- 2) **Aluetie** on runkotietä hieman pienempi ja yleensä sitä käyttää useampi metsätila. Aluetie on metsäautotietyyypeistä yleisin ja ne kestävät yleensä kuljetukset myös syyskelirikon aikaan. Aluetielle asetettu tavoitekantavuus on 60 MN/m<sup>2</sup>.
- 3) **Varsitie** on rakenteeltaan kevyin ja yleensä yhden tai korkeintaan muutamien metsätilojen käytössä. Pituudeltaan ne ovat yleensä vain muutaman kilometrin mittaisia. Varsiteillä kuljetukset eivät välttämättä onnistu kelirikkoaikoina ja tavoitekantavuutena on 50 MN/m<sup>2</sup>. Osa metsäautoteistä voi olla vain talviteitä, jotka kestävät raskaita kuljetuksia vain tien ollessa jäässä (Metsäteho 2001).

## 1.3. Kelirikko

Tien kulkukelpoisuus on tärkeässä roolissa puuhuollon kannalta. Kulkukelpoinen tie tarkoittaa tietä, joka kestää kuljetuksen ilman tien rakenteen vaurioitumista suurimmalla sallitulla (76 tonnin) ajoneuvoyhdistelmän kokonaismassalla (Venäläinen & Nousiainen 2022).

Kelirikko aika tarkoittaa ajanjaksoa, jolloin tien rakenteellinen tila on kantavuudeltaan muuttanut hetkellisesti heikommaksi. Kelirikko ajoittuu yleensä syksyyn ja kevääseen, jolloin tien rakenteisiin pääsee kertymään vettä roudan sulamisesta tai suurista sademääristä johtuen. Kelirikkoa esiintyy hienojakoisilla ja helposti routivilla pohjamailla sijaitsevilla teillä. Kelirikko jaetaan pintakelirikoon ja runkokelirikoon: Pintakelirikko tarkoittaa tien pintakerroksessa tapahtuvia kosteuden aiheuttamia, kantavuutta heikentäviä ja palautumattomia muutoksia. Vastaavasti runkokelirikossa tien routivissa runkorakenteissa tapahtuu rakenteellisia muutoksia, minkä vuoksi sen kantavuus heikentyy (Liikennevirasto 2014).

Pintakelirikon esiintymisen ajankohdan mukaan se voidaan jaotella vielä kolmeen eri tyyppiin: Keväällä tien alkaessa sulaa voi vesi jäädä tien pintakerrokseen roudan sulaessa ylhäältä alaspäin ja aiheuttaa kevät-pintakelirikon. Toinen pintakelirikon esiintymismuoto on lämpötilan vaihtelusta johtuva ja jäätymisimupaineen aiheuttama syksyn jäätymis-sulamispehmeneminen. Kolmas pintakelirikon muoto on sulan maan aikainen pintakelirikko, johon roudalla ei ole vaikutusta, vaan kelirikon aiheuttajana on runsas sade (Nurmi 2019).

Metsäteho (2001) on laatinut luokituksen, joka jaottelee metsäautotiet kulkukelpoisuuden perusteella. Luokituksessa metsäautotiet jaotellaan kelirikko, kesä, kuiva kesä ja talvi -luokkiin. Kuljetuskelpoisuusluokista kantavin on kelirikko -luokka, missä kuljetukset onnistuvat ympäri vuoden. Kesä-luokan teillä kuljetus onnistuu aina kelirikkoaikojen ulkopuolella. Kuiva kesä -luokassa kuljetukset voidaan toteuttaa vain kuivan kesän aikaan tai talvella. Talvi-luokassa tie kestää kuljetuksen vain talvisin tien ollessa jäässä.



Tien pintakelirikkoa voidaan luokitella kolmiasteisen luokituksen avulla pintakelirikon vaikeuden mukaan:

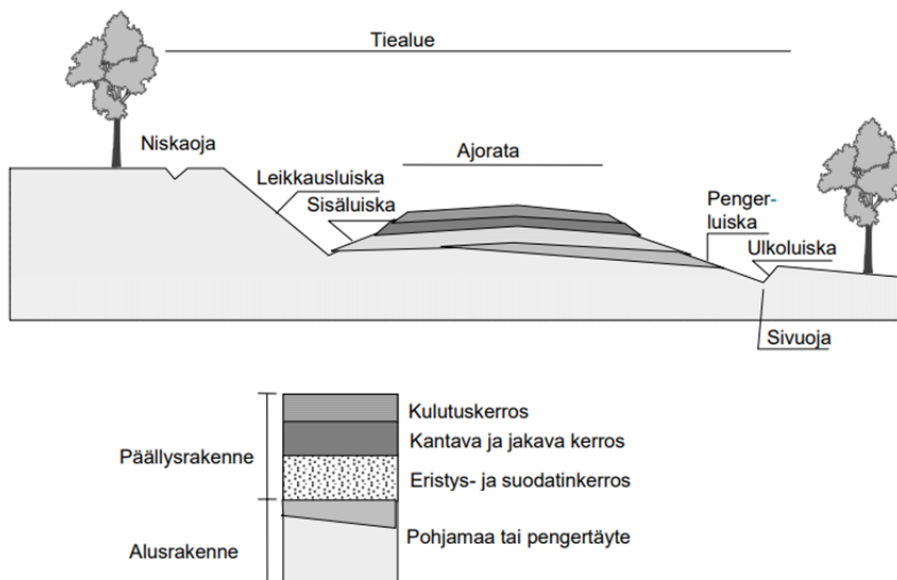
- Luokka 1 on *erittäin huono*, jolloin urapainauma on vähintään 80 mm syvä.
- Luokan 2 eli *huonon* tien urapainauma on luokituksen mukaan välillä 30–80 mm.
- Luokka 3 on *lievä* pintakelirikko, jolloin urapainauma on enintään 10–30 mm.

Rantanen ym. (2008) ovat korostaneet, että tien pintakelirikko-luokka olisi oikeellisuuden ja tarkkuuden puolesta parasta määrittellä useilla inventointikerroilla monena vuotena.

## 1.4. Metsäautotien rakenne

Yksityistielaisissa (560/2018) tiealueeksi määritellään alueet, johon voidaan sijoittaa laitteet ja rakenteet, joita tarvitaan tietä varten. Näihin rakenteisiin kuuluvat esimerkiksi ajorata, piennar, luiska, pengermä, oja, väli- ja rajakaista sekä kohtaamis- ja kääntymispaikat.

Soratiet voidaan jaotella kahteen luokkaan: rakennettuihin ja rakentamattomiin sorateihin. Rakentamattomat soratiet ovat vanhoja, rakentamattomia teitä, joista puuttuu rakennettuja, routimattomia kerroksia (Väylävirasto 2021). Tien rakenneosat koostuvat päällys- ja alusrakenteista (kuva 1). Tien alusrakenteiksi kutsutaan pohjamaasta muotoiltua tai muualta kuljetusta maa-aineksesta rakennettua pengertä, jonka päällä ovat tien päällysrakenteet. Päällysrakenteet muodostuvat pohjarakenteiden päälle rakennetusta eristys- ja suodatuskerroksesta, kantavasta ja jakavasta kerroksesta sekä tien pinnassa sijaitsevasta kulutuskerroksesta (Metsäteho 2001).

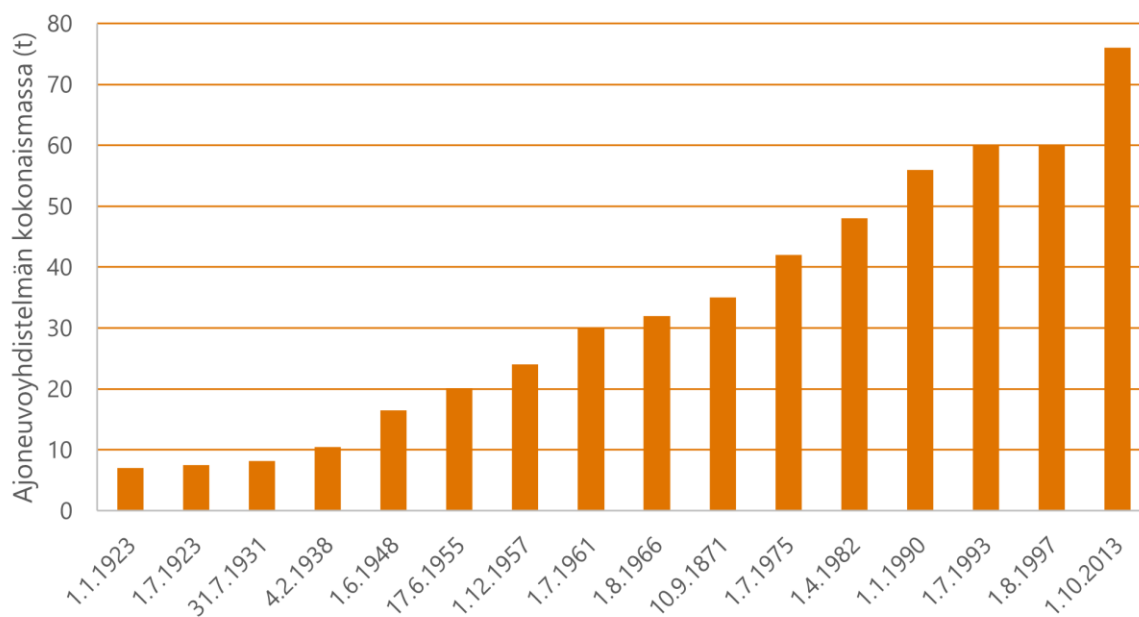


**Kuva 1.** Metsäautotien rakenteet (Metsäteho Oy 2001).

Pohjamaan kantavuus määrittelee tienrungon mitoituksen. Hienojakoisemmalle pohjamaalle on rakennettava vahvempi ja leveämpi tien runko, jotta maahan kohdistuvaa painetta saadaan jaettua isommalle alueelle ja täten voidaan saavuttaa tielle haluttu tavoitekantavuus (Strandström 2017).

## 1.5. Ajoneuvoyhdistelmien muuttuneet vaatimukset

Ajoneuvoyhdistelmien maksimimassat ovat moninkertaistuneet sadan viime vuoden aikana (Kuva 2). Suurin osa Suomen metsäautotieverkostosta on rakennettu 1960-luvun lopun ja 1990-luvun alun välisenä aikana, joten niiden ominaisuudet eivät ole riittävät nykyisin käytössä olevalle kuljetuskalustolle (Uotila 2003). Ensimmäisen kerran kuorma-auton kokonaismassaa rajoitettiin laissa vuonna 1922, jolloin kuorma-auton kokonaismassa sai parhaiksi luokitelluilla teillä olla enintään kuusi tonnia. Vuonna 1957 laki otti ensimmäistä kertaa kantaa ajoneuvoyhdistelmän kokonaismassaan, jolloin se määrettiin olevan enimmillään 24 tonnia (Ahonen 2015).



**Kuva 2.** Ajoneuvoyhdistelmien kokonaismassojen kehitys 1920-luvulta nykypäivään (Ahonen 2015).

Nykyisen tieliikennelain mukaan ajoneuvoyhdistelmän kokonaismassa saa olla enintään 76 tonnia vuonna 2013 voimaan tulleen lain (Laki tieliikennelain... 2013) mukaan. Nykyisin voimassa olevat viimeisimmät tieliikennelain suurimmat sallitut massat ja mitat astuivat voimaan vuonna 2019. Pituutta ajoneuvoyhdistelmällä saa olla enintään 34,5 metriä, korkeutta 4,4 metriä ja leveyttä 2,6 metriä (Tieliikennelaki 729/2018). Ajoneuvon on täytettävä lain edellyttämät vaatimukset liittyen moottorin tehoon, akselien lukumäärään, vetävien akseleiden lukumäärään, akseleiden välisiin etäisyyksiin, akseleiden kääntymiseen sekä perävaunun jarrujärjestelmään, jotta suurinta sallittua massaa voidaan lain mukaan käyttää (Tieliikennelaki 729/2018). Yleisimmin puutavaran autokuljetuksessa käytetty kalusto on yhdeksänakselisia (4-akselinen vetoauto ja 5-akselinen perävaunu), jolloin suurinta sallittua 76 tonnin kokonaismassaa voidaan käyttää (Venäläinen & Poikela 2022, Kärhä ym. 2024). Suomessa 1.1.2023 rekisteröidyistä puutavara-autoista yli 90 % oli kahdella vetävällä akselilla varustettuja neliakselisia, eli vetotavaltaan 8×4-kuorma-autoja (Ala-Kutsi 2023).

Kaluston akselistorakenteita voidaan toteuttaa useammalla eri tavalla, millä voidaan vaikuttaa yhdistelmän kääntymiskykyyn ja kuorman kantokykyyn. Tyypillisesti puutavaran autokuljetukseen käytetyssä kalustossa vetoautossa voi olla kaksi kääntyvää akselia ja kaksi vetävää akselia tai vaihtoehtoisesti yksi kääntyvä etuakseli ja kaksi vetävää sekä kääntyvä akseli takana. Jos

kääntävä akseli on vetävien akseleiden takapuolella, kutsutaan sitä tridemiksi ja jos se on vastaavasti vetävien akseleiden etupuolella, kutsutaan sitä siinä tapauksessa trippeliksi (Näsärö & Korpilahti 2015). Jatkuvasti kasvaneet ajoneuvoyhdistelmien suurimmat sallitut mitat ja massat vaativat metsäautoteiltä yhä enemmän kantavuutta sekä riittäviä mittoja.

## 1.6. Tuet metsäautoteiden kunnostamiseen ja perustamiseen

Metsäautoteiden kunnostamiseen sekä uusien metsäautoteiden rakentamiseen on mahdollista saada valtion myöntämää kestävän metsätalouden rahoituslain (Kemera) nojalla myönnettävää tukea. Tukea myönnetään vain sellaisissa tilanteissa, milloin siitä katsotaan olevan hyötyä metsätalouden harjoittamisen kannalta useammalle metsätalolle. Tuella kunnostetun tai rakennetun metsäautotien pitäisi soveltua metsätalouden ympärivuotiseen käyttöön luokun ottamatta pahimpia kelirikkoajoja.

Uuden metsäautotien rakentamiseen on mahdollista saada tukea vain, mikäli metsäautotien rakentaminen katsotaan tarpeelliseksi. Kemera-tuen saaminen uuden metsäautotien rakentamiseksi vaatii sen, että tien rakentaminen on toteutettava yhteishankkeena, eli siinä on oltava mukana useampi metsätila. Rakennettavan metsäautotien on täytettävä myös vaaditut vähimmäispituus- ja -leveysvaatimukset sekä enimmäistiheyttä koskevat vaatimukset (Yksityistielaki 560/2018).

Metsäautotien perusparannukseen saatavan tuen edellytyksenä on samat edellä mainitut vaatimukset kuin uuden tienkin rakentamiseen. Lisäksi tukea tien perusparantamiseen ei ole mahdollista saada, jos sille on myönnetty 20 viime vuoden aikana valtion tukea.

Metsäautotie, jonka tekemiseen on myönnetty valtion tukea, on pidettävä maanomistajan toimesta kunnossa seuraavat 10 vuotta tuensaamisesta. Lisäksi tien virkistyskäyttö on sallittava myös seuraavan 10 vuoden ajaksi tuensaamisesta. Kulkua metsäautotiellä kuitenkin voidaan väliaikaisesti rajoittaa, mikäli sen käyttö voi vaurioittaa tien kuntoa (Kestävän metsätalouden määräaikainen rahoituslaki 23.1.2015/34).

Kestävän metsätalouden määräaikainen rahoituslain voimassa olo päättyy vuoden 2023 loppussa (Metsäkeskus 2023). Kemera-lakia seuraa uusi metsätalouden määräaikainen kannustinjärjestelmä (Metka). Uudessa Metka-kannustinjärjestelmässä tuen saaminen metsäautotien parannukseen helpottuu, sillä parannettavan tien ei tarvitse koskea useampaa tieosakasta, vaan tukea voidaan hakea myös yksittäisen metsätilan käyttöön tarkoitettuun metsäautotiehen. Muutoin edellytykset metsäautotien parantamiseen saatavaan tukeen pysyvät vastaavanlaisina kuin edellisessä Kemera-tukijärjestelmässä (HE 167/2022).

Toinen julkinen avustus yksityistien parantamiseen on Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen (ELY-keskus) myöntämät yksityistieavustukset. Avustusta voi hakea ELY-keskukselta ennen yksityistien korjausta, mikäli tie täyttää valtionavustuskelpoisuuden ehdot: ehtoihin kuuluu muun muassa, että tielle on perustettu tiekunta sekä tiekunnan ja yksityistien tiedot ovat ajantasalla Maanmittauslaitoksen yksityistierekisterissä ja tie- ja katuverkon tietojärjestelmässä (ELY-keskus 2023). ELY-keskuksen myöntämä yksityistieavustus on prosentuaalinen tuki. Myönnettäessä se kattaa kuluista enimmäismäärältään tavallisilla tienparantamis- ja talvitiekohteilla 70 % vuosien 2023–2025 välisenä aikana (Traficom 2022).

## 1.7. Hiljainen tieto

Hiljainen eli ei näkyvä tieto on aihetta jo 1960-luvulla tutkineen Polanyin (1966) mukaan tietoa, jota ihminen ei pysty välttämättä kertomaan tai kuvaamaan. Hiljainen tieto voidaan luokitella useampaan ulottuvuuteen, kuten mentaalisiin, aistillisiin, sosiaalisiin ja käytännöllisiin toimiin (Haldin-Herrgård & Salo 2008). Käytännöllisiin toimiin kuuluvat esimerkiksi asiantuntemus, tietotaito, käytännöllinen äly ja elämäkokemus. Hiljaisen tiedon luonteen vuoksi sitä voi olla haastavaa tutkia, kartoittaa ja puheeksi sanoa. Hiljaisen tiedon tutkimisessa haastattelumenetelmällä haastateltavaa voi joutua tukemaan sen abstraktin ja vaikeasti sanoitettavan luonteen takia (Pohjalainen 2012). Hiljainen tieto kertyy ihmiselle kokemusten perusteella, joten sitä kerääntyy ihmisille jatkuvasti elämän aikana. Hiljaisen tiedon avulla ihmiset voivat välttää virheitä työssään ja täten selviävät haastavista tilanteista mahdollisimman tehokkaasti. Hiljaisen tiedon ansiosta on mahdollista kehittää vanhoja toimintatapoja ja mahdollisesti luoda parempia käytäntöjä työn suorittamiseen (Virtainlahti 2009).

Pitkään tietyllä alalla toimineella henkilöllä on suurempi hiljaisen tiedon pääoma kuin vasta uransa alkuvaiheessa olevalla työntekijällä. Kokeneemmat henkilöt osaavat täten välttää haastavia tilanteita eivätkä välttämättä tämän vuoksi joudu vaikeisiin tilanteisiin työssään kovin usein. Uransa alkuvaiheessa oleva työntekijä kartuttaa itselleen hiljaisen tiedon pääomaa ja saattaa useastikin kohdata haastavia tilanteita. Täten hiljaisen tiedon siirtyminen on tärkeää sukupolvien välillä (Virtainlahti 2009).

Hiljaisen tiedon muuttaminen eksplisiittiseksi eli sanoitettavaksi tiedoksi vaatii sosiaalisen prosessin (Nonaka & Takeuchi 1995). Nonaka ja Takeuchi (1995) tutkivat hiljaisen tiedon muuttumista sekä oppimista ja kehittivät neljäosaisen SECI-mallin (kuva 3). Ensimmäinen mallin vaihe on sosialisatio (*socialization*), jonka avulla hiljainen tieto muuttuu hiljaiseksi tiedoksi yksilöltä toiselle. Toinen vaihe on ulkoistamisvaihe (*externalization*), jossa hiljainen tieto muutetaan eksplisiittiseksi. Kolmas vaihe on yhdistämistä vaihe (*combination*), jossa sanallistettu tieto muokataan uudeksi yhdistelmäksi tietoa. Viimeisessä mallin vaiheessa (*internalization*) sanallistettu tieto muuttuu takaisin hiljaiseksi tiedoksi, jolloin tieto on opittu ja sisäistetty.



**Kuva 3.** SECI-mallin neljä eri vaihetta (Nonaka & Takeuchi 1995).

## 1.8. Tutkimuksen tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää puutavara-autokuljetusyrittäjien ja heidän kuljettajiensa hiljaista tietoa liittyen huonokuntoisilla ja heikosti kantavilla teillä ajamiseen. Hiljaisen tiedon kartoittamiseksi aineisto kerättiin haastattelemalla puutavaran autokuljetukseen erikoistuneita kuljetusyrittäjiä ja puutavara-autonkuljettajia. Hiljaisen tiedon määrä henkilöllä riippuu vahvasti hänen kokemuspohjastaan. Tavoitteena oli haastatella eripituisen työkokemuksen omaavia henkilöitä sekä verrata heidän antamiaan vastauksia. Metsäautoteiden käyttöä rajoittavat useat tekijät, joista yksi merkittävimmistä on kelirikko aika. Haastattelu painottuikin kelirikkoihin sekä muutoin vaikeisiin tieolosuhteisiin ja huonokuntoisilla teillä liikkumiseen.

Puutavara-ajoneuvoyhdistelmien suurinta sallittua massaa on kasvatettu jo useampaan otteeseen, joten tutkimuksessa selvitettiin myös, kuinka suurimpien sallittujen massojen kasvu on vaikuttanut metsäautoteiden kestävyteen ja käytettävyyteen. Lisäksi tavoitteena oli selvittää, millaisena puutavara-autotoimialalla työskentelevät näkevät metsäautoteiden nykytilan, ja kuinka haastavana he sen kokevat alan yritystoiminnalle sekä omalle työlleen.

Tutkimuksessa pyrittiin myös selvittämään tarpeellisia ominaisuuksia sovellukseen, joka tuottaisi tietoa metsäautoteiden kulkukelpoisuudesta sekä tienkäyttäjien kokemuksiin perustuvia ajatuksia siitä, millaiset toiminnot olisivat sovelluksessa tarpeellisia.

## 2. Aineisto ja menetelmät

### 2.1. Haastattelututkimus

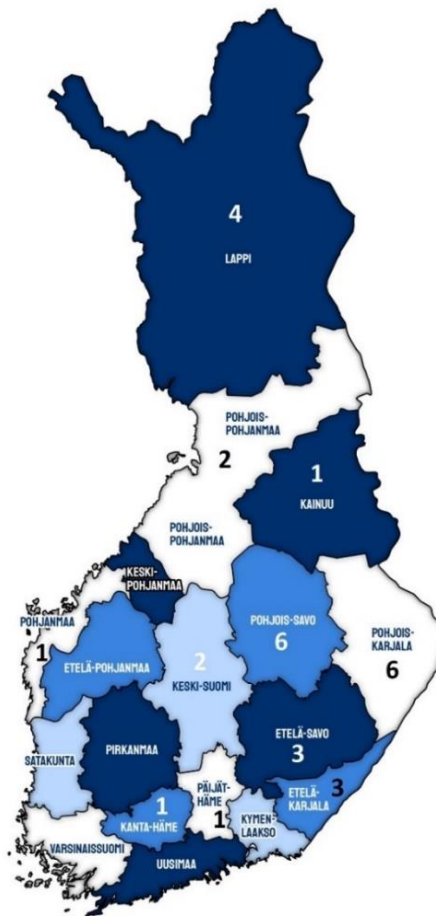
Hiljaista tietoa metsäautoteillä liikkumiseen kartoitettiin haastattelemalla puutavara-autoyhdistelmän kuljettajia sekä alalla toimivia kuljetusyrittäjiä. Yrittäjähaastatteluista 23 toteutettiin Microsoft Teams -alustalla ja kaksi yrittäjää haastateltiin puhelimitse. Kaikki kuljettajat haastateltiin puhelimitse. Haastatteluissa käytettiin haastattelulomakkeita, joista kuljettajille suunnattu lomake oli hieman suppeampi kuin yrittäjälomake (Solonen 2023). Kysymykset olivat osin avoimia, osin strukturoituja, missä arvioitiin tutkittujen asioiden merkityksiä numeerisesti käyttäen asteikkoa 1–5 (1= Ei lainkaan merkitystä, ..., 5= Erittäin suuri merkitys). Kaikki haastattelulomakkeen kysymykset olivat myös sanallisesti vastattavia numeerisen arvon lisäksi. Haastattelija keräsi vastaukset ylös haastattelun aikana.

Haastateltavien puutavara-autokuljetusyrittäjien yhteystiedot saatiin neljän suurimman puutavaran autokuljetusten tilaaja-asiakkaan (Metsähallitus Metsätalous Oy, Metsäliitto Osuuskunta, Stora Enso Oyj ja UPM-Kymmene Oyj) kautta. Näistä jokaisesta saatiin vähintään 10 puutavaraa kuljettavan autoyrittäjän yhteystiedot. Yrittäjille lähetettiin aluksi sähköpostitse tietoa tehtävästä tutkimuksesta ja hankkeesta sekä ilmoitettiin, että heihin ollaan yhteydessä puhelimitse. Puolelle yrittäjistä lähetettiin sähköposti 9.1.2023 ja toiselle puolelle 23.1.2023. Noin viikon päästä haastattelukutsun lähettämisestä yrittäjiä alettiin tavoittaa puhelimitse, jolloin tiedusteltiin heidän halukkuuttaan osallistua tutkimukseen ja sovittiin haastatteluajan kohta. Kuljettajien yhteystiedot hankittiin haastatelluilta yrittäjiltä. Tutkimuksen kaikki haastattelut toteutettiin aikavälillä 16.1.–2.3.2023.

Haastatteluihin osallistui yhteensä 30 puutavaran autokuljetustoimialalla työskentelevää henkilöä, joista 25 oli yrittäjiä ja viisi kuljettajia. Haastateltujen henkilöiden keskimääräinen työkokemus puutavara-auton kuljettamisesta oli 23 vuotta vaihteluvälin ollessa 0–65 vuotta. Yhtä yrittäjää lukuun ottamatta kaikilla haastatelluilla puutavaran autokuljetusyrittäjällä oli kokemusta puutavara-ajoneuvoyhdistelmän ajamisesta. Yritykset olivat olleet toiminnassa puutavaran autokuljetustoimialalla keskimäärin 45 vuotta.

Haastateltuja pyrittiin saamaan tutkimukseen eri puolilta Suomea (kuva 4); saaduista vastauksista selvitettiin mahdollisia alueellisia eroja. Tutkimuksessa Suomi jaettiin neljään alueeseen:

1. Etelä-Suomi (Uusimaa, Kanta-Häme, Päijät-Häme, Kymenlaakso, Etelä-Karjala)
2. Länsi-Suomi (Ahvenanmaa, Varsinais-Suomi, Satakunta, Pirkanmaa, Keski-Suomi, Etelä-Pohjanmaa, Pohjanmaa, Keski-Pohjanmaa)
3. Itä-Suomi (Etelä-Savo, Pohjois-Savo, Pohjois-Karjala) ja
4. Pohjois-Suomi (Kainuu, Pohjois-Pohjanmaa, Lappi).



**Kuva 4.** Haastateltujen henkilöiden lukumäärät maakunnittain tutkimuksessa.

## 2.2. Aineiston analysointi

Aineiston tilastollisessa analysoinnissa käytettiin IBM SPSS ja Microsoft Excel -ohjelmistoja. Numeerinen tilastollinen testaus aineistolle suoritettiin SPSS-ohjelmistolla. Aineiston luokittelu sekä kuvaajat tuotettiin puolestaan Excel-ohjelmiston avulla. Haastateltujen numeerisesti annettuja vastauksia tutkittiin niiden keskiarvojen avulla, jotka esitetään palkkikaavioina tulo- ja kulu-alueista (luku 3).

Tilastollisia merkitsevyyseroja vertailtiin viidestä eri taustamuuttujasta:

1. Yrittäjät ja kuljettajat
2. Maantieteellinen alue: Etelä-, Länsi-, Itä- ja Pohjois-Suomi
3. Puutavara-autoyhdistelmien lukumäärä yrityksessä, mikä luokiteltiin kolmeen eri ryhmään: alle 4, 4–6 ja yli 6 yhdistelmää yrityksessä
4. Yrityksen ikä, mikä luokiteltiin kolmeen ryhmään: alle 36, 36–55 ja yli 55 vuotta alalla toimineet autokuljetusyritykset
5. Haastateltujen työkokemus puutavara-autokuljetusalalta, joka jaettiin myös kolmeen ryhmään: alle 20, 20–29 ja yli 29 vuotta alalla toimineet.

Yrittäjien ja kuljettajien välisiä tilastollisia eroavaisuuksia testattiin ei-parametrisellä Mann-Whitneyn U-testillä. Muita taustamuuttujia tutkittiin Kruskal-Wallis-testillä yksisuuntaisella varianssianalyysillä ( $\chi^2$ ). Nollahypoteesina testauksissa pidettiin haastateltujen antavan samanlaisia

vastauksia. Testauksien merkitsevyystasoksi asetettiin yleisesti käytettävää 0,05 p-arvoa (Täh-  
tinen ym. 2020). Tilastolliseksi eroksi luettiin kaikki alle p-arvon ( $p < 0,05$ ) saaneet tulokset.

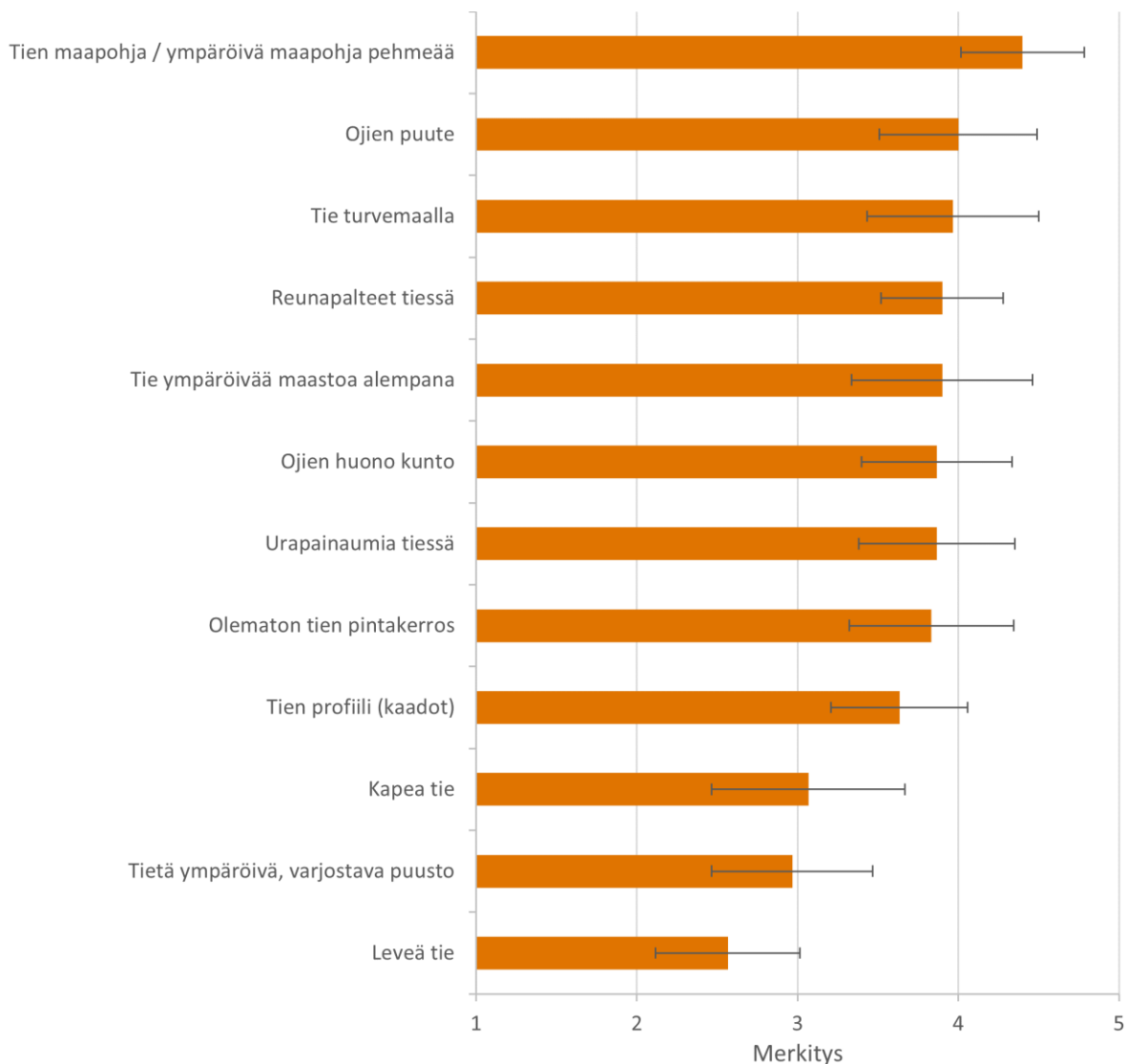
Tutkimuksen haastatelluista puolet ( $n=15$ ) kuljetti puutavaraa pääosin Itä-Suomessa, 10 %  
Länsi-Suomessa ( $n=3$ ), 17 % Etelä-Suomessa ( $n=5$ ) ja 23 % Pohjois-Suomessa ( $n=7$ ). Haastat-  
teluista yrittäjistä 23 % ( $n=7$ ) kuljetti puutavaraa 1–3 puutavara-autoyhdistelmällä, ja 4–6  
puutavara-autoyhdistelmää oli 40 prosentilla ( $n=12$ ). Yli kuusi puutavara-autoyhdistelmää oli  
37 prosentilla ( $n=11$ ) tutkimuksen kuljetusyrittäjistä. Kolmannes yrityksistä oli alle 36-vuotiaita  
ja vastaavasti 30 % ( $n=9$ ) oli yli 55-vuotiaita. Yrityksistä 37 % ( $n=11$ ) oli iältään 36–55 vuotta  
vanhoja. Kolmannes ( $n=10$ ) haastatelluista oli toiminut puutavara-ajoneuvoyhdistelmän kul-  
jettajana alle 20 vuotta, kolmannes 20–29 vuotta, ja yli 29 vuotta kokemusta oli niin ikään kol-  
manneksella haastatelluista.



### 3. Tulokset

#### 3.1. Metsäautoteiden kantavuuden tunnistaminen

Metsäautotien kantavuuden arviointi riippuu useista tekijöistä. Haastateltuja pyydettiin vastaamaan esimerkiksi, kuinka tien ominaisuudet, kuten leveys, ojat, maapohja sekä muut tieolosuhteet kertovat tien kantavuudesta. Tärkeimpänä tekijänä tien kantavuutta arvioitaessa kerrottiin olevan maapohja tielinjalla ja sen ympärillä (Kuva 5). Seuraavaksi merkittävimpiä tekijöitä olivat ojien puute ja tie turvemaalla. Turvemaan kerrottiin automaattisesti olevan hälyttävä tekijä tien kantavuutta arvioitaessa eikä turvemailta yleensä pystytä kuljettamaan puutavaraa muutoin kuin talviaikana. Keskisuurissa (4–6 puutavara-ajoneuvoyhdistelmää) yrityksissä toimivat haastatellut henkilöt pitivät turvemaata merkittävämpänä tekijänä kuin pienissä (1–3 puutavara-ajoneuvoyhdistelmää) yrityksissä toimivat.



**Kuva 5.** Haastateltujen näkemykset tunnusomaisista piirteistä, mistä voi tunnistaa heikosti kantavan tien. Palkki kuvaa keskiarvoa ja viivat palkin päässä keskihajontaa. Käytetty asteikko: 1= Ei lainkaan merkitystä, ..., 5= Erittäin suuri merkitys.

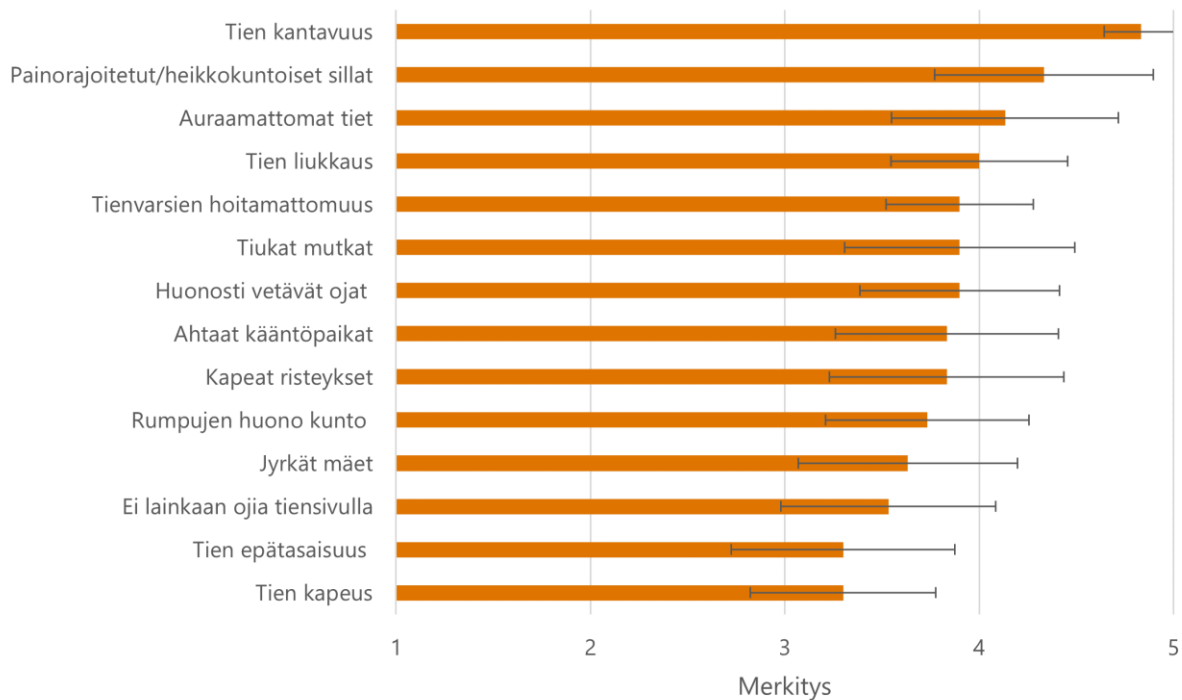
Lähes yhtä merkittäväksi arvioitiin tienpinnan alemmaa sijaintia ympäröivään maastoon verrattuna, reunapalteita, urapainauksia sekä ojien huonoa kuntoa (kuva 5). Moni haastatelluista kertoi kiinnittävänsä huomiota siihen, kuinka paljon ojissa seisoo vettä, mikä viittaa mahdollisesti tierungon märkyyteen. Pienet (alle 4 puutavara-autoyhdistelmää) yritykset pitivät ojien puutetta vähiten merkittävänä, kun puolestaan keskisuuret (4–6 yhdistelmää) yritykset katsoivat ojien puutteen merkittävämmäksi tekijäksi tien kantavuuden arvioinnissa. Myös nuoret (alle 36 vuotta toimineet) yritykset pitivät ojien huonokuntoisuutta vähemmän merkittävänä kuin vanhemmat (36–55 ja yli 55 vuotta toimineet) yritykset.

Tietä ympäröivää, varjostavaa puustoa ei pidetty kovinkaan merkittävänä tekijänä tien kantavuuden tunnistamisessa (kuva 5). Tien läheisyydessä kasvava puusto vaikuttaa kuitenkin tien pintakerrokseen, sillä puista putoavat lehdet ja muu eloperäinen aines kerääntyy tienpintaan vuosien mittaan. Tämä yhdistettynä puiden varjostukseen johtaa tien pintakerroksen muuttumiseen liukkaaksi, multaiseksi ja heinikkoiseksi. Leveän tien kerrottiin olevan vähiten kantavuudesta indikoiva tekijä. Vaikka leveä tie olisi heikosti kantava, on siinä mahdollista valita useampi ajolinja, jolloin tietä voidaan rasittaa tasaisemmin. Alueittain eteläsuomalaiset puutavarankuljettajilla toimivat henkilöt eivät pitäneet tien leveyttä kovinkaan merkittävänä indikaattorina tien kantavuuden arvioinnissa. Vastaavasti itäsuomalaiset pitivät tien leveyden merkitystä muita alueita tärkeämpänä tekijänä.

Sorapintaisilla teillä ylivoimaisesti liikennöintiä eniten rajoittavaksi tekijäksi osoittautui tien kantavuus (kuva 6). Painorajoitetut ja heikkokuntoiset sillat olivat toiseksi merkittävin tekijä, sillä ne estävät tiellä liikkumisen riippumatta säätilasta tai vuodenajasta. Tien talvihoidon arviointiin olevan merkittävä tien liikennöitävyyden kannalta, sillä tien auraamattomuutta sekä liukkautta pidettiin merkittävinä tekijöinä. Heikosti kantavalla tiellä ajamista kuvaili eräs eteläsuomalainen kokenut yrittäjä: *”Se tuntuu kuin ajaisi pumpulin päällä”*. Haastatellut kertoivat puutavara-autoyhdistelmän liikkuvan huomattavasti raskaammin sekä *”vedättävän ja vetelevän”* ajettaessa heikosti kantavalla tiellä.

Tienvarsien hoitamattomuuden kerrottiin olevan varsin yleistä ja se arvioitiin myös merkittävästi liikennöintiä haittaavaksi tekijäksi (kuva 6). Varsinaisesti tienvarsien hoitamattomuus ei yleensä estä tiellä liikkumista, mutta sen kerrottiin aiheuttavan kaluston vaurioitumista, estävän tienreunojen näkymistä sekä heikentävän pidemmällä aikajänteellä tien kuntoa. Tienvarsilla kasvava vesakko pudottaa lehtensä tielle, tie heinittyy ja pintakerrokseen alkaa muodostumaan multaa melko nopeastikin, mikäli tienvarsia ei hoideta. Haastatellut korostivat, että tämä yhdistettynä tien lanaamattomuuteen heikentää tien kulkukelpoisuutta merkittävästi jo lyhyelläkin aikaa.

Tiukat mutkat, ahtaat käänköpaikat ja kapeat risteykset todettiin useimmin samankaltaisiksi kuljetustyötä hidastaviksi tekijöiksi. Mikäli metsäautotien mitat eivät ole riittävät, onnistuu puutavarankuljetus tienvarsivarastolta vain ilman perävaunua pelkällä ajoneuvoyhdistelmän vetoautolla, eli nuppikuormilla. Keski-ikäiset (36–55 vuotta toimineet) yritykset pitivät risteyksien leveyttä enemmän liikennöintiä haittaavana tekijänä kuin nuoret (alle 36 vuotta toimineet) ja vanhat (yli 55 vuotta toimineet) yritykset. Vähiten liikennöintiä haittaavaksi tekijäksi koettiin tie, jossa ei ole ojia lainkaan tiensivulla. Kaikki tiet eivät tarvitse ojia tiensivuille, jos maaperä on riittävästi vettä läpäisevää tai muutoin kantavaa.



**Kuva 6.** Haastateltujen mielestä eniten tien liikennöintiä rajoittavat tekijät sorateillä. Käytetty asteikko: 1= Ei lainkaan merkitystä, ..., 5= Erittäin suuri merkitys.

### 3.2. Vuodenaikojen vaikutukset kantavuuteen metsäautoteillä

Kantavuuteen vaikuttaa myös merkittävästi vallitsevat sääolosuhteet etenkin heikosti kantavilla ja rakentamattomilla teillä. Eri vuodenaikoina erilaiset tekijät vaikuttavat tien kantavuuteen: Kesäisin tiet ovat yleisesti melko hyvin kantavia, mutta sateen kerrottiin olevan merkittävintä kantavuuden heikentäjä kesäaikana. Sade aiheuttaa liukkautta kesäaikana etenkin teillä, joissa ei ole kantavaa kulutuskerrosta. Multa- ja savipintaisten teiden katsottiin menevän hyvin liukkaiksi sateella, minkä vuoksi pito ei ole riittävä raskaan kuorman kuljettamiseen. Haastatellut arvioivat, että tilanne voi kesäaikaan muuttua rankan sateen vaikutuksesta jopa viidessä minuutissa sellaiseksi, ettei tiellä ole mahdollista kulkea raskaalla kalustolla. Riittämättömän pidon takia vetävät pyörät voivat kaivautua tiehen, jolloin yhdistelmä ei kykene eteneämään ja tien kantavuus pettää. Eräs haastateltu pohjoissavolainen yrittäjä totesi sateen vaikutuksen olevan heinäkuun puolenvälin jälkeen merkittävämpi kuin alkukesästä.

Sade aiheuttaa syksyisin vielä suurempia ongelmia verrattuna kesään, koska tie ei enää pääse kuivumaan vähemmän auringonpaisteen ja kasvaneen ilmankosteuden vuoksi. Syksyisin sademäärät ovat muutoinkin suurempia, joten sateen aiheuttamat ongelmat ovat yleisempiä. Yksi eteläkarjalainen haastateltu yrittäjä totesi syksyn sateista, että *"Eihän se enää syyskuun puolenvälin jälkeen kuiva ... että sitten sitä pitää ootella pakkasia"*. Syksyllä huonoimpien paikkojen saavuttamiseksi onkin odotettava riittävän kovia pakkasia.

Haastatelluilta kysyttiin, kuinka monta päivää ja kuinka kova pakkasen on oltava, jotta se mahdollistaisi puutavaran autokuljetuksen. Vastauksia kysymykseen tuli melko laajasti muutamasta asteesta jopa yli kymmeneen pakkasasteeseen. Keskiarvo oli  $-8^{\circ}\text{C}$  pakkasta hieman yli kahden vuorokauden ajan. Kaikki haastatellut totesivat tien kunnan kuitenkin vaikuttavan eniten siihen, kuinka nopeasti pakkasen parantaa tien kantavuutta, koska hyvällä tiellä pienikin

pakkanen voi nopeasti muuttaa kantavuuden hyväksi. Pakkasen kovuuden ja sen vaikutusajan pituudella kerrottiin myös olevan suuri merkitys, sillä kova pakkas saa tien muuttumaan nopeasti kantavaksi ja toisaalta pieni pakkas tarvitsee pidemmän ajan, jotta sillä on vaikutusta tien kantavuuteen. Lisäksi se, että ehtiikö lumi sataa maahan ennen pakkasia, on merkittävä tekijä tien jäätyneen kannalta.

Talvella teiden katsottiin kantavuuden näkökulmasta olevan parhaimmillaan. Tiellä liikkumista haittaava tekijä oli lähinnä lumi tai liukkaus. Talvella suurimpana haasteena koettiin ongelmat tien kunnossapidossa aurauksessa ja liukkauden torjunnassa.

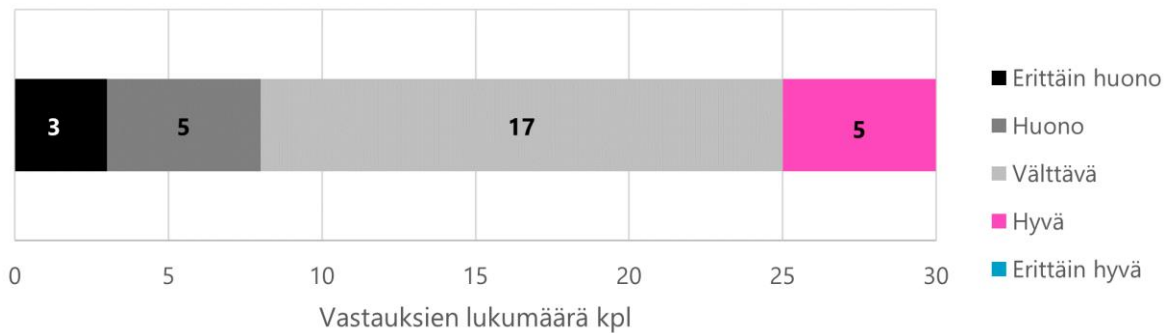
Keväällä aurinko alkaa sulattaa tienpintaa ja aiheuttaa täten aluksi teille pintakelirikkoa. Tie sulaa nopeammin aurinkoisista paikoista verrattuna varjopaikkoihin. Haastatteluissa kysyttiin myös, kuinka nopeasti tie kestää kuljetuksia kevään pintakelirikon jälkeen. Haastatellut vastasivat tien pintakerroksen jäätyvän melko pienenkin yöpakkasen vaikutuksesta, jos tien runko on vielä jäässä. Näin pintakerros jäätyy sekä ylhäältä pakkasilman vaikutuksesta että myös alhaalta tienrungon ollessa jäässä. Kun tien pinta ei enää mene jäähän, tien runko alkaa sulaa ja kevätkelirikko on alkanut.

Yhtenä kevään kelirikon alkamisajankohtana pidettiin pääsiäistä. Moni haastateltu kertoi, että tiet kestävät kuljetuksia pääasiassa pääsiäiseen saakka. Yksi alalla jo 65 vuotta toiminut totesi: *”Pääsiäisen jälkeen ei pääse mistään”*. Tämä kenties vanhan kansan viisaus on hieman suovaviivainen yleistys, sillä pääsiäisen aika muuttuu vuodesta toiseen, ja pääsiäinen voi ajoittua välille 22.3.–25.4., eli vaihtelua voi olla jopa yli kuukausi. (Pääsiäisen ajankohta lasketaan kevätpäivän tasauksesta seuraavaan täydenkuun jälkeiseen sunnuntaihin (Tieteen kuvalehti 2019)).

Päätös lopettaa kuljetukset keväällä kelirikon alkaessa riippuu monesta tekijästä: Ensinnäkin siitä, onko puutavara kannattavampaa ajaa pois ja korjata mahdolliset tiehen aiheutuneet vauriot kuin odottaa kelirikon loppumista. Tähän puolestaan vaikuttaa, millaista ja kuinka herkästi pilaantuvaa tai kysyttyä puutavaralajia on kuljetettavana. Toinen tekijä on se, että kuinka pitkältä matkalta tie on kelirikossa; pienet kelirikko-aikeat ovat usein kustannustehokkaampaa kuljettaa pois tienvarteen varastoitu puutavara kuin jättää varasto odottamaan kantavampaa kuljetusajankohtaa, mikä voi vaikuttaa heikentävästi puutavaran laatuun varastoinnin aikana.

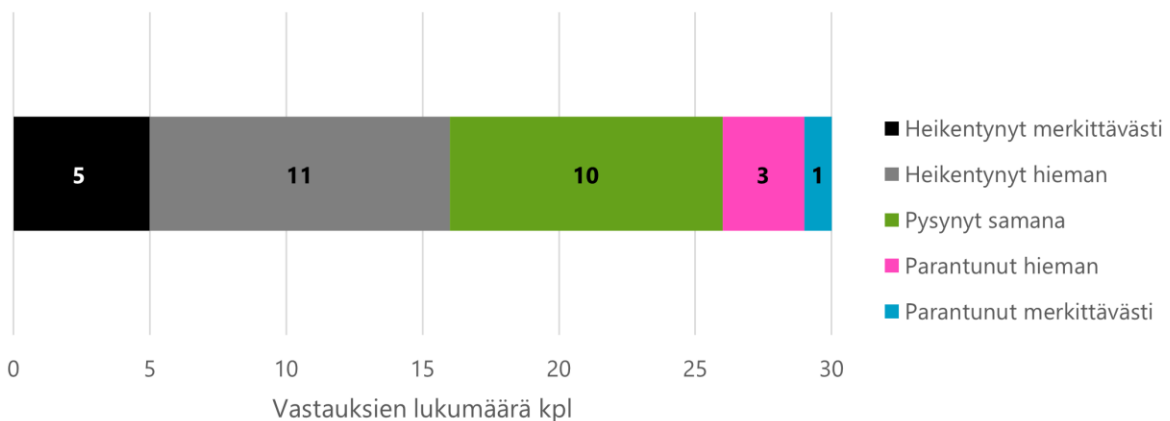
### 3.3. Sorapintaisten teiden nykytila

Sorateiden nykytilan katsottiin olevan pääasiassa melko huonolla tasolla: vastaajista 57 % piti sorateiden nykytilaa välttävänä ja puolestaan yhteensä 27 % huonona tai erittäin huonona (Kuva 7). Vain 17 % haastatelluista piti sorateiden nykytilaa hyvänä. Valtion ylläpitämien sorateiden katsottiin olevan kaikkein huonoimmassa kunnossa. Myös yksityisten maanomistajien mailla saattoi olla hyvinkin huonokuntoisia teitä tai tien osia. Yritysten omistamien teiden katsottiin yleisesti olevan hyvässä kunnossa.



**Kuva 7.** Haastateltujen näkemykset, millaisessa kunnossa soratieverkosto on nykyään heidän toiminta-alueellaan.

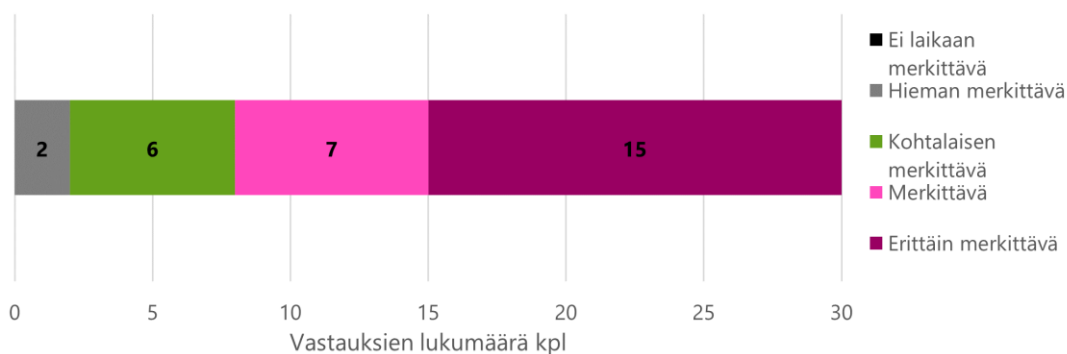
Yli puolet (54 %) haastatelluista oli sitä mieltä, että sorateiden kunto on vähintäänkin hieman heikentynyt heidän omalla toiminta-alueellaan kymmenen viime vuoden aikana. Toisaalta haastatelluista kolmasosa katsoi sorateiden kunnan pysyneen samalla tasolla, kun vastaavasti vain 13 % katsoi sorateiden kunnan parantuneen kymmenen viime vuoden aikana (kuva 8). Soratieverkoston kunnosta ei syntynyt merkittäviä eroja alueiden välillä. Pitkään alalla työskennelleet (yli 29 vuotta) katsoivat tieverkoston kunnan heikentyneen omalla toimialueellaan enemmän kuin lyhyemmän aikaa puutavaran autokuljetusalalla työskennelleet.



**Kuva 8.** Haastateltujen näkemykset, miten soratieverkoston kunto on muuttunut heidän toiminta-alueellaan kymmenen viime vuoden (2013–2022) aikana.

Valtion sorateita kerrottiin hoidettavan puutteellisesti: Yhtenä suurimmista ongelmista pidettiin valtion teiden peruskunnostuksia, koska osa tiestöstä on kaventunut peruskunnostuksen seurauksena sekä lisäksi tien muotoilu on tehty melko voimakkaasti eli sorateista on tullut aiempaa kaltevampia. Sorateiden tavoitelevyyttä on kuitenkin Väyläviraston (2022) mukaan kasvatettu entisestä 6,0 metristä 6,5 metriin ja ”ylileveät” (>7 m) tiet kerrotaan kavennettavan tavoitelevyyteen. Valtion sorateiden kerrottiin kuitenkin olevan paikoittain niin kapeita, että kahden raskaan ajoneuvon kohtaaminen voi olla mahdotonta. Tämän vuoksi puutavaran autokuljetuksessa tällaisilla kapeilla teillä huomioidaankin usein esimerkiksi koulubussien, maitoautojen ja muiden päivittäin kulkevien suurten ajoneuvojen aikataulut, jotta kohtaamisia voidaan välttää.

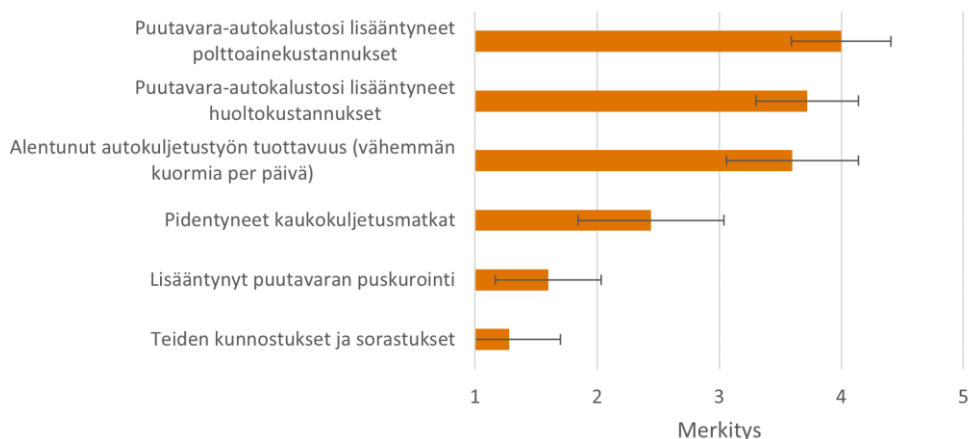
Puolet haastatelluista katsoi soratien kunnan olevan erittäin merkittävä työn kannalta puutavaran autokuljetuksessa (Kuva 9). Tien kunnan kerrottiin määrittelevän hyvin pitkälti sen, kuinka sujuvaa ja mielekästä työnteko on. Pisimpään (yli 29 vuotta) alalla toimineiden henkilöiden mukaan tien kunto vaikutti muita kokemusluokkia enemmän puutavaran kuljetukseen. Huonokuntoinen tiestö voi aiheuttaa vaaratilanteita ja kalustorikkoja sekä hidastaa työn tuottavuutta; näistä tekijöistä voi esimerkiksi puutavara-autoyhdistelmän kuljettajalle aiheutua ylimääräistä stressiä. Tiestön kunnolla on täten merkittävä vaikutus työssä viihtyvyyteen sekä alan houkuttelevuuteen.



**Kuva 9.** Haastateltujen näkemykset, minkälainen on soratieverkoston kunnan vaikutus heidän työhönsä toiminta-alueellaan puutavaran autokuljetuksessa.

### 3.4. Tien kunnan vaikutukset yritystoimintaan

Huonokuntoinen tieverkosto aiheuttaa puutavaran autokuljetusalalla toimiville yrityksille merkittävästi lisäkustannuksia. Haastatellut arvioivat suoranaisesti huonon tien aiheuttavan puutavaran autokuljetukseen muutamista tuhansista jopa kymmenien tuhansien suuruisia lisäkustannuksia yhtä puutavara-ajoneuvoyhdistelmää kohden. Suurin yksittäinen huonokuntoisesta tieverkostosta lisäkustannusten aiheuttaja oli polttoainekustannusten nousu (Kuva 10). Toiseksi merkittävämmäksi tekijäksi nousi puutavara-autokaluston lisääntyneet huoltokustannukset, sillä tien epätasaisuudet ja muut tien huonosta kunnosta aiheutuvat kalustoa rasittavat tekijät kuluttavat puutavaran autokuljetukseen käytettävää kalustoa.

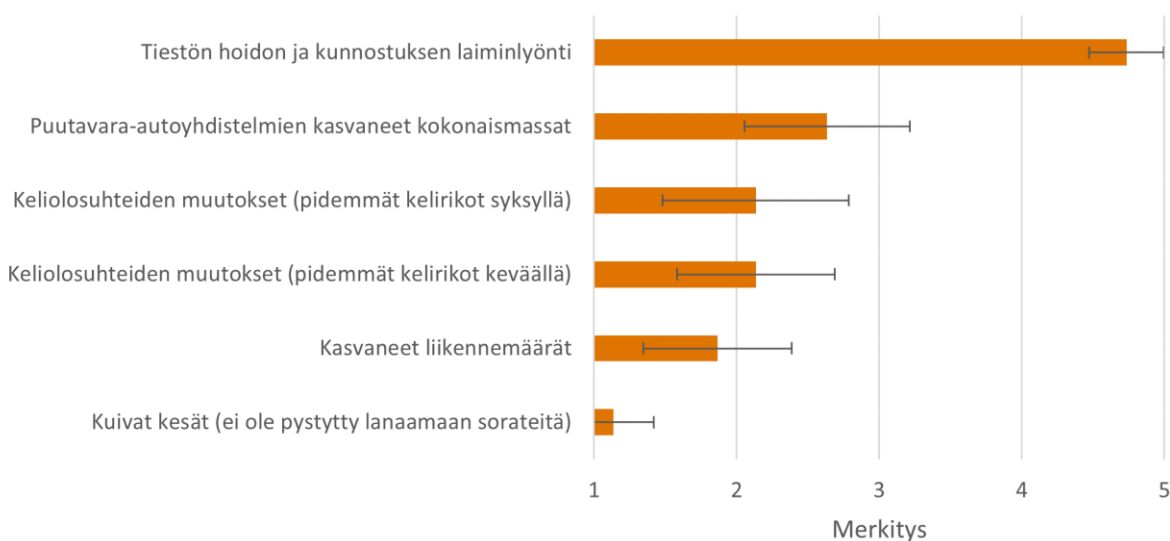


**Kuva 10.** Haastateltujen näkemykset, minkälaisia lisäkustannuksia huonokuntoinen tiestö aiheuttaa heidän yrityksessään. Käytetty asteikko: 1=Ei lainkaan vaikutusta, ..., 5=Erittäin suuri vaikutus.

### 3.5. Tieverkoston nykytila

Tieverkoston kunnan heikentymiseen johtaneena ylivoimaisesti merkittävimpanä tekijänä haastateltujen omalla toiminta-alueellaan pidettiin tiestön hoidon ja kunnostuksen laiminlyöntiä (kuva 11). Puutavara-autoyhdistelmien kasvaneet kokonaismassat jakoivat haastateltujen mielipiteitä: Osa haastatelluista ei uskonut kasvaneiden kokonaismassojen aiheuttaneen tieverkoston kunnan heikkenemistä. Ajoneuvoyhdistelmien akselien lukumäärän lisääminen on vähentänyt tiehen kohdistuvaa pintapainetta (Näsärö & Korpilahti 2015), vaikka ajoneuvoyhdistelmän suurin sallittu kokonaismassa onkin kasvanut. Toisaalta osa haastatelluista kertoi kokonaismassalla olleen vaikutusta metsäautoteiden kunnan heikentymiseen. He painottivat, että ajoneuvoyhdistelmän akselimäärän ja pituuden lisäämisten tehneen ajoneuvoyhdistelmästä kankeamman ja rikkovan tietä enemmän etenkin käännöksissä.

Keliolosuhteiden ei katsottu merkittävästi muuttuneen kolmen viime vuoden aikana omalla toiminta-alueella, eikä liikennemäärien kasvua juurikaan ollut millään toiminta-alueella. Alalla 20–29 vuotta toimineiden mielestä keväiset kelirikot ovat pidentyneet enemmän verrattuna lyhyemmän (alle 20 vuotta) sekä pidemmän (yli 29 vuotta) aikaa alalla toimineisiin. Liikennemäärien katsottiin lähinnä vähentyneen, mikä on osin johtanut siihen, ettei teitä pidetä enää niin hyvässä kunnossa.



**Kuva 11.** Haastateltujen näkemykset, mitkä tekijät ovat aiheuttaneet tieverkoston kunnan heikentymisen heidän toiminta-alueellaan kolmen viime vuoden (2020–2022) aikana. Käytetty asteikko: 1= Ei lainkaan vaikutusta, ..., 5= Erittäin suuri vaikutus.

### 3.6. Keinot liikennöitävyyden parantamiseksi heikosti kantavilla teillä

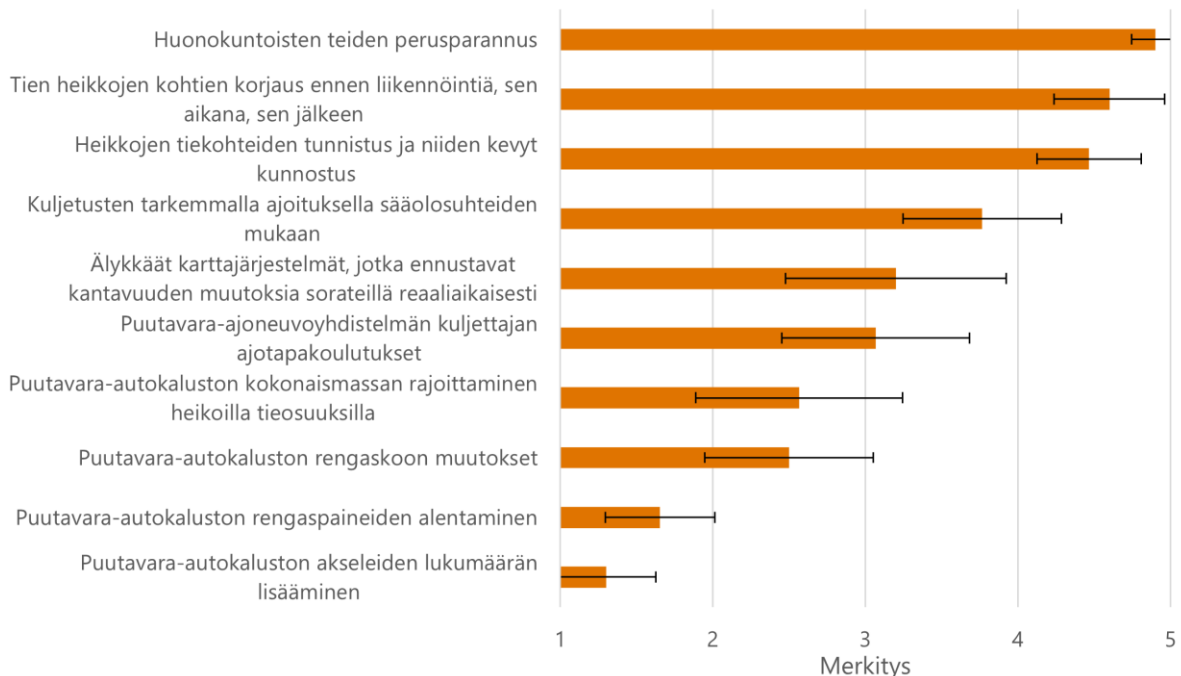
Heikosti kantavien teiden liikennöitävyyden parantamiseksi tehokkaampana keinona pidettiin teiden perusparannusta (kuva 12). Perusparannuksen laiminlyönnin katsottiin aiheuttavan lähes kaikki tekijät, jotka heikentävät tieverkoston liikennöitävyyttä. Toiseksi ja kolmanneksi teiden käytettävyyden ja liikennöitävyyden parantamisen tehokkaimpina keinoina olivat niin ikään teiden kunnostukseen liittyviä. Haastatellut pitivätkin ensisijaisena keinona teiden liikennöitävyyden parannukseen tien kunnan ja kantavuuden parantamista, ja muut keinot,

joilla pyrittäisiin parantamaan tiellä liikkumista, jäivät toissijaiseksi. Heikkojen tiekohteiden tunnistusta ja niiden kevyttä kunnostusta pidettiin muita alueita merkittävämpänä Itä-Suomessa.

Muista kuin tien kuntoa parantavista keinoista teiden liikennöitävyyden parantamiseksi pidettiin kuljetusten ajoitusta sääolosuhteiden mukaan: Haastatellut kertoivat kuljetusten suunnittelun perustuvan pitkälti kuljetuksia suosiviin sääolosuhteisiin. Pitkään (yli 55 vuotta) toimineet yritykset pitivät merkittävämpänä tekijänä kuljetusten ajoittamista sääolosuhteiden mukaan.

Tielle asetettuihin kantavuusrajoituksiin suhtauduttiin usein melko vastahakoisesti, sillä niiden katsottiin usein pidettävän tiellä tarpeettoman pitkään, jopa pitkälti kelirikkoajan mentyä ohi. Osa haastatelluista piti painorajoituksia toisaalta hyvänä keinona tien rikkoutumisen ehkäisemiseksi, mutta poikkeuksetta niiden asettamisajankohdasta ja pituudesta oltiin tienpitäjän kanssa erimielisiä.

Puutavara-autokaluston liikkumiskyvyn parantamista yhä huonokuntoisemmilla teillä pidettiin kaikkein huonoimpina keinoina teiden liikennöitävyyden ylläpitämiseksi. Syyksi mainittiin autokaluston lisävarusteiden kallis hinta, joka jäisi kuljetusyrittäjän itsensä maksettavaksi. Lisäksi haastatellut sanoivat, että puutavaran autokuljetuksesta huonoimpienkin teiden varsilta maksetaan samaa taksaa. Haastatellut korostivat myös, että lisävarusteet lisäävät ajoneuvoyhdistelmän omamassaa, joka puolestaan vähentää yhdistelmän suurinta mahdollista hyötykuormaa. Haastatellut kuljettajat pitivät merkittävämpänä rengaskoon muutoksia tiellä liikkumisen kannalta kuin kuljetusyrittäjät.



**Kuva 12.** Haastateltujen näkemykset, mitkä ovat tehokkaimmat keinot heikosti kantavien teiden liikennöitävyyden ja käytettävyyden parantamiseksi. Käytetty asteikko: 1= Ei lainkaan merkitystä, ..., 5=Erittäin suuri merkitys.

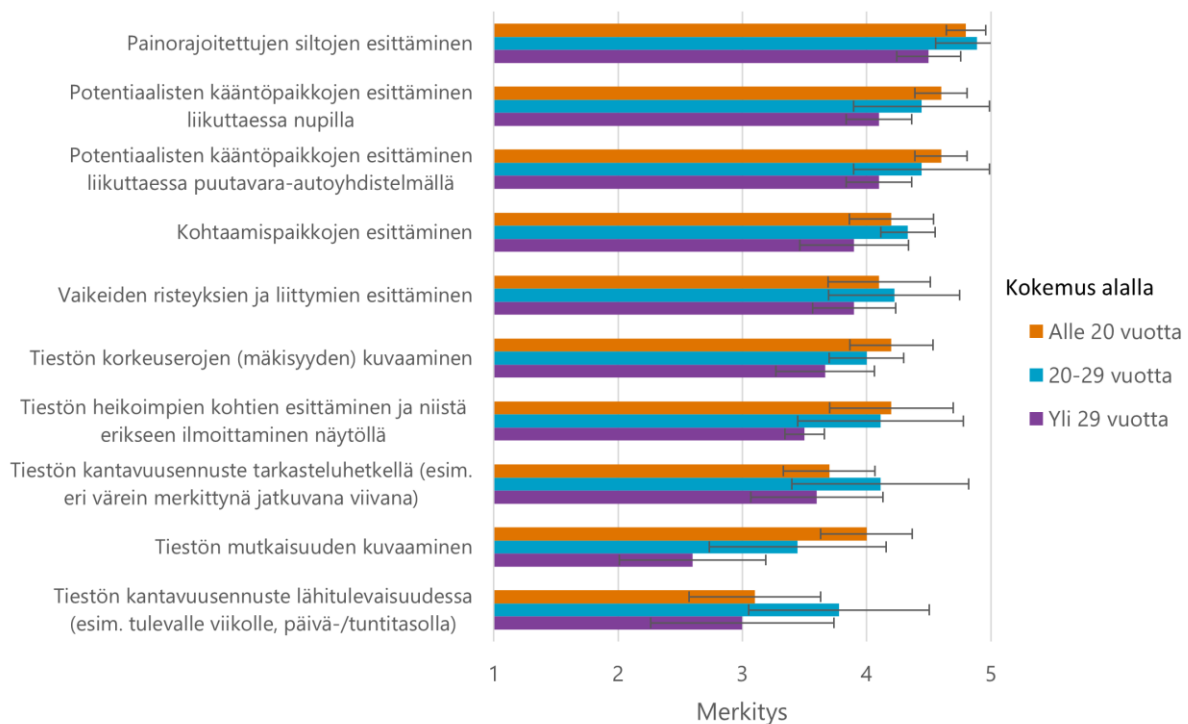
Teiden kantavuutta ennustaviin älykkäisiin karttajärjestelmiin haastatellut suhtautuivat hieman epäilevästi; suurimman osan mielestä niistä voisi olla hyötyä, mutta tiedon täytyisi olla



luotettavaa, jotta uusista sovelluksista olisi apua (kuva 12). Liikennöitävyyttä ja kuljetusten suunnittelua parantavan karttasovelluksen hyödyistä haastatelluilla oli eriäviä näkemyksiä, mutta tiedon luotettavuutta pidettiin ensisijaisen tärkeänä sovelluksen mahdollisesti tarjoaman hyödyn kannalta. Haastatellut eivät nähneet useinkaan karttasovelluksesta olevan hyötyä juuri itselleen, sillä heillä on erittäin vahva paikallistuntemus omalla alueellaan. Kulkukelpoisuudesta ja tien kunnosta ennakkotietoa antavasta sovelluksesta katsottiin olevan eniten hyötyä toimittaessa oman toiminta-alueen ulkopuolella sekä mahdollisesti uusille kuljettajille, joille ei ole vielä kertynyt vahvaa paikallistuntemusta.

Tällä hetkellä ennakkotieto tieolosuhteista perustuu pitkälti puutavaran autokuljetusalalla toimivien omaan sekä kollegojen paikallistuntemukseen. Tieto tien kunnosta voi tulla myös puunhankintaorganisaation metsäasiantuntijoilta/ostohenkilöiltä, jonka luotettavuus haastateltujen mukaan voi vaihdella suuresti riippuen kyseisen henkilön ammattitaidosta ja kokemuksesta. Luotettavaa ennakkotietoa saadaan usein puunkorjuuyrityksiltä, sillä lähes jokaisella leimikolla on käyty metsäkoneiden siirtoon käytettävällä kuljetuskalustolla ennen puutavaran autokuljetusta. Jos tieto tien kulkukelpoisuudesta on epävarmaa, saatetaan tieolosuhteet käydä tarkastamassa etukäteen puutavaran autokuljetuksesta vastaavan yrityksen toimesta ennen varsinaista puutavaran kuljettamista.

Tärkeimpänä ominaisuutena karttasovelluksessa pidettiin painorajoitettujen siltojen esittämistä kartalla (Kuva 13). Tämän lisäksi useat haastatelluista kertoivat ajantasaisen tiedon painorajoitetuista teistä sekä tieto matalista silloista olevan myös yhtä tärkeä ominaisuus.



**Kuva 13.** Haastateltujen, joilla oli eripituinen työkokemus puutavaran autokuljetusalalta, näkemykset karttapohjaisen metsäautotiesovelluksen ominaisuuksista. Käytetty asteikko: 1= Ei lainkaan merkitystä, ..., 5= Erittäin suuri merkitys.

Seuraavaksi hyödyllisimpinä ominaisuuksina pidettiin tietoa tien ja kääntöpaikkojen mitoista, eli mahtuuko kääntöpaikalla kääntymään täysperävaunuyhdistelmän kanssa vai täytyykö kuljetus suorittaa pelkällä vetoautolla (nupilla). Lisäksi hyödyllisenä pidettiin kohtaamispaikkojen sekä vaikeiden risteysten esittämistä. Ongelmakohtina kerrottiin usein olevan liian kapeat risteykset ja kohtaamistilanteet liikuttaessa puutavara-autoyhdistelmällä. Kohtaamispaikkojen esittämistä pidettiin vanhoissa (yli 55 vuotta) toimineissa yrityksissä vähemmän merkittävänä kuin lyhyemmän aikaa toimineissa puutavara-autoyrityksissä.

Mäkisyyden kuvaamista pidettiin Pohjois-Suomessa vähemmän merkittävänä verrattuna Etelä-Suomeen. Tiestön mutkaisuuden kuvaamista pitivät tärkeämpänä ominaisuutena alle 20 vuotta alalla toimineet verrattuna yli 29 vuotta alalla toimineisiin yrityksiin.

Vähiten merkittävänä kaikista ominaisuuksista pidettiin tiestön kantavuusennustetta lähitulevaisuuteen, sillä sen luotettavuutta epäiltiin vahvasti. Eniten kantavuusennusteen esittäminen aiheutti epäilyksiä pidempään (yli 29 vuotta) toimineissa puutavara-autoyrityksissä verrattuna keski-ikäisiin (20–29 vuotta) toimineisiin yrityksiin. Tien kantavuuden arvioinnin uskottiin parhaiten onnistuvan vain kuljettajalta itseltään ja lopullisen päätöksen tiellä ajamisesta tekeekin kuljettaja itse.

## 4. Tarkastelu

### 4.1. Aineisto ja menetelmät

Aineistona tutkimuksessa oli 30 puutavaran autokuljetukseen erikoistuneen henkilön haastattelut. Laajempien johtopäätösten tekeminen näinkin pienestä otannasta on haastavaa ja merkittäviä eroavaisuuksia muodostettujen vastaajaryhmien välille syntyi melko vähän. Samassa yrityksessä toimineiden henkilöiden haastatteluissa korostuivat samankaltaiset vastaukset. Ilmiö johtunee osittain yhteisestä toimintaympäristöstä, mutta toisaalta hiljaisen tiedon välittymisestä yrityksen sisällä.

Haastatteluihin osallistuneista puutavaran autokuljetuksen ammattilaisista puolet toimi Itä-Suomen alueella, joten tämän alueen ongelmat korostuivat väistämättä lopullisissa tuloksissa. Koska tutkimus toteutettiin Itä-Suomen yliopistossa, saattoivat itäsuomalaiset yrittäjät pitää tutkimusta enemmän itseään koskevana ja näin ollen osallistuvat todennäköisemmin haastattavaksi. Tilastollisia eroja ei kuitenkaan juuri syntynyt eri alueiden (Etelä-, Itä-, Länsi- ja Pohjois-Suomi) välille. Koko maan tasolla eroavaisuuksien selvittämiseksi olisikin syytä haastatella suurempaa joukkoa metsäautoteidenkäyttäjiä ja mahdollisesti myös toimijoita muilta toimialoilta.

Haastatteluajankohdan (tammi-maaliskuu) vuodenajan tuomat haasteet puutavaran kaukokuljetuksesta heijastuivat vastauksissa: talvinen, liukas sää sai haastatellut painottamaan liukauden ja aurauksen tuomia haasteita verrattuna haasteisiin, joita kohdataan muina vuodenaikoina.

Hiljaisen tiedon vaikea kuvaaminen sanoin aiheutti osittain haasteita tutkimuksessa. Numeerisiin kohtiin vastaaminen oli vastaajalle usein helpompaa kuin avoimeen tai kuvailua vaativaan kysymykseen. Erityisesti tien kunnan tulkitseminen vain tietystä ominaisuudesta katsottuna osoittautui usein melko haastavaksi. Kantavuuden arviointiin olisi kaivattu tarkemmin kuvailtuja tilanteita erilaisissa olosuhteissa kuvattuina, jolloin hiljaista tietoa olisi mahdollisesti saatu tehokkaammin ja yksityiskohtaisemmin kerättyä.

### 4.2. Tulokset

Metsäautotien kantavuutta tarkasteltaessa merkittävimpana tekijänä pidettiin maapohjaa, jolla tie kulkee. Maapohja määrittelee, millaisia rakenteita metsäautotiehen on rakennettava, jotta sen kantavuus säilyy myös keliolosuhteiden muuttuessa. Toiseksi tärkeimmäksi nousi ojien puute, joka voi johtaa huonosti kantavalle maapohjalle rakennetun tien märkyyteen. Tien rungon kuivatusta pidetään yhtenä tärkeimmistä tekijöistä tien kantavuuden säilymisen kannalta, jotta välttyttäisiin siihen syntyviltä vaurioilta (Dodson 2017). Tieverkoston kunnon heikentymiseen johtaneista syistä merkittävimpana pidettiin tiestön kunnostuksen laiminlyöntiä. Laschi ym. (2017) ovat korostaneet, jotta tie pystyttäisiin pitämään kustannustehokkaasti kulkukelpoisena, kunnostus- ja ylläpitotyöt on tehtävä riittävän usein.

Puutavaran kaukokuljetuksessa käytettävien ajoneuvoyhdistelmien suurimmat sallitut mitat ja massat ovat kasvaneet merkittävästi viime vuosikymmenten aikana. Ajoneuvoyhdistelmien mittojen kasvun aiheuttamista vaikutuksista haastatelluilla oli erilaisia näkemyksiä: Osa katsoi, ettei ajoneuvojen kokoa tulisi enää kasvattaa. Toiset pitivät sitä sopivana, kun vastaavasti

joidenkin mielestä etenkin suurinta sallittua massaa voisi vielä kasvattaa. Suurempien ajoneuvojen käyttöön on vaikuttanut halu tehdä puutavaran kaukokuljetuksesta energia- ja kustannustehokkaampaa (Pajuoja & Hämäläinen 2012, Venäläinen & Poikela 2020, Kärhä ym. 2023). Kustannustehokkuuden käänköpuolena on kuitenkin suuremman kaluston aiheuttama mahdollisesti kasvava rasitus tieverkostolle. Tieverkostolta vaaditaan nykyään yhä suurempia mitoituksia (esim. kaarresäteet ja käänköpaikat) sekä parempaa kantavuutta.

Suomen metsäautotieverkosto voi tulevaisuudessa joutua yhä suuremmalle koetukselle, mikäli ajoneuvoyhdistelmien suurimpia mittoja ja massoja kasvatetaan entisestään. Ajoneuvoyhdistelmien pituudet, akselien lukumäärät ja suurimmat sallitut massat ovat historiassa kasvanneet, ja niiden voidaankin olettaa kasvavan vielä tulevaisuudessa. Suurinta sallittua (76 t) kokonaismassaa suurempia ajoneuvoyhdistelmiä eli *high capacity transport* (HCT)-yhdistelmiä on kokeiltu ja tutkittu Suomessa Traficomien myöntämällä erikoisluvalla (Venäläinen & Poikela 2019). Kokonaismassojen kasvattamisesta on esitetty saatavan hyötyä alempina kuljetuskustannuksina, liikenneturvallisuuden parantajana ja tien kulumisen vähentäjänä sekä liikenteen aiheuttamien päästöjen pienentymisen muodossa (Siekkinen 2017, Venäläinen & Poikela 2022). Toisaalta nykyistä painavampien ajoneuvoyhdistelmien on tutkittu aiheuttavan enemmän rasitusta etenkin heikosti kantavalla tieverkostolla, vaikka akseleiden lukumäärää kasvatettaisiin (Vuorimies ym. 2018). Kokonaismassan kasvattamista 84-tonnisiin kymmenakselisiin ajoneuvoyhdistelmiin (5-akselinen vetoauto ja 5-akselinen perävaunu) voidaan olettaa otettavan tulevaisuudessa laajemminkin käyttöön (Venäläinen & Poikela 2022).

Puutavara-ajoneuvoyhdistelmiin lisättävien etenemiskykyä ja kulkukelpoisuutta parantavien lisälaitteiden asentamista ei pidetty yrittäjien mielestä ensisijaisena ratkaisuna huonokuntoisella tieverkostolla liikkumiseen. Haastatellut yrittäjät sanoivat, että lisälaitteet ovat kalliita ja vikaherkkiä sekä niiden mahdollistama kulkukelpoisuuden parantaminen tuo hyötyä vain kuljetusten tilaajille heidän välttyessä tienparannuskustannuksilta. Nykyisin yleisimmin käytössä olevat 76-tonniset puutavara-ajoneuvoyhdistelmät eivät ole kovin liikennöintikykyisiä hyvin heikkokuntoisilla metsäautoteillä, joten tällaisilla teillä liikennöintiin niitä voisi varustella esimerkiksi erilaisilla rengasratkaisuilla (Kuva 14).

Kantavuuden parantamiseksi on kehitetty rengaspaineiden säätöjärjestelmiä (*central tyre inflation*, CTI), joiden tarkoituksena on vähentää tiehen kohdistuvaa painetta (Bradley 2009, Ghaffariyan 2017). Lisäksi tierasituksen vähentämiseksi on kehitetty perävaunun keskelle sijoitettavia lisäpyöräratkaisuja (Venäläinen & Poikela 2019).

Tärkeimpinä ominaisuuksina kulkukelpoisuutta ennustavan sovelluksen ominaisuuksista haastatellut pitivät painorajoitettujen siltojen esittämistä. Painorajoitetut sillat estävät kuljetukset sellaisillakin teillä, jotka olisivat muutoin hyväkuntoisia ja kestäisivät kuljetuksia (Hämäläinen 2012). Suomessa on kartoittamatta noin 6500 yksityisteillä sijaitsevaa siltaa, jotka aiotaan kartoittaa Suomen metsäkeskuksen Tiesit-hankkeessa (Metsäkeskus 2022).

Suurin hyöty ennakkotietoa kertovasta karttasovelluksesta uskottiin tulevan uusille kuljettajille, joilla ei ole hyvää paikallistuntemusta alueen tieverkostosta. Puutavaran autokuljetusalaa vaivaa kuljettajapula. Kuljettajat pitävät tiestön kuntoa ja sen kunnossapitoa sekä haastavien keliolosuhteiden aiheuttamia tilanteita alan houkuttelevuutta alentavina tekijöinä (Nurmi 2022). Kuljetustyön kuormittavuutta on tutkittu erilaisilla tieluokilla ja tieolosuhteissa ajatessa (Skvor ym. 2022). Tutkimuksessa tien leveyden ja mutkien kaarresäteiden katsottiin olleen kääntäen verrannolliset työn kuormittavuuden kanssa. Kuljettajille ennakkotietoa tarjoavilla järjestelmillä voitaisiin mahdollisesti onnistua välttämään haastavia tilanteita. Ennakkotietoa kulkukelpoisuudesta voitaisiin hyödyntää etenkin kelirikkoaikoina (Venäläinen ym. 2018).



**Kuva 14.** Heikosti kantavalle tieverkostolle varusteltu puutavara-ajoneuvoyhdistelmä (kuva: Alpo Niiranen).

Tien kantavuuden luotettavaan ennustamiseen ei uskottu kovinkaan vahvasti haastateltujen keskuudessa. Toimiva, kantavuutta ennustava karttajärjestelmä katsottiin kuitenkin hyödylliseksi, mutta nykyisin käytettäviä ennustemenetelmiä ei pidetty riittävän luotettavina, jotta niistä olisi käytännön apua. Ajantasaista tietoa puutavaran kaukokuljetukseen käytettävien teiden kunnosta pidetään ratkaisevan tärkeänä metsäteollisuuden ympärivuotisen puuhuollon kannalta (Suomen tieyhdistys 2019). Puunkorjuussa ja puutavaran kaukokuljetuksessa tarvitaan olosuhdetietoa, jonka saatavuus on vielä kovin rajallista. Olosuhdetiedon osalta tarve dynaamisuudelle on suuri olosuhteiden muuttuessa, kuten vuorokauden, sään ja ilmastonmuutoksen takia. Tiestötietoa eli kuljetus- ja toimituskelpoisuustietoa tarvitaan erityisesti puunkorjuun ja puutavaran kaukokuljetuksen suunnitteluun (Päivinen ym. 2022).

Metsäautotietiedolle on nykyään runsaasti kysyntää. Aiheesta on tehty aiemmin hankkeita, ja uusia on käynnissä ja valmistella. Väylävirasto ylläpitää Ely-keskusten, Maanmittauslaitoksen ja kuntien kanssa yhteistyössä Digiroad-palvelua, joka on kansallinen tie- ja katuverkon tietojärjestelmä (Väylävirasto 2023). Digiroad-palvelu perustuu avoimeen dataan ja sieltä näkee tietoa niin julkisilta kuin yksityisiltäkin. Digiroad-palveluun on kerätty tieverkon ominaisuuksia, kuten painorajoitukset, kelirikotiedot, ajoesteet (mm. puomit) ja tiekunnan tiedot. Tieto etenkin yksityistieverkon osalta on kuitenkin melko puutteellista. Suomen metsäkeskus toteuttaa vuosien 2022–2024 välisenä aikana Tiesit-hanketta, jonka tavoitteena on yksityisten tiekuntien aktivoimisen lisäksi kerätä ja koota yhteen tietoa yksityistieverkostosta, silloista ja energiapuuterminaleista (Metsäkeskus 2023). Hankkeen tavoitteena on saada kerätty tieto yksityistieverkostolta sähköisesti hyödynnettävään muotoon. Metsähallituksella on oma tietosovellus, josta näkyvät esimerkiksi viimeisimmät tien korjaus- ja hoitotoimenpiteet (Metsähallitus 2023). Metsäautotietoa hyödyntämällä voidaan suunnitella kuljetukset mahdollisimman kustannustehokkaiksi, kun tieto kuljetusolosuhteista ja täten koko kuljetuksen onnistumisesta on jo saatavilla suunnitteluvaiheessa.

## 5. Johtopäätökset

Metsäautotiellä liikkumiseen liittyy runsaasti aistinvaraista hiljaista tietoa, jonka avulla voidaan tunnistaa tien kulkukelpoisuutta sääolosuhteiden, näkyvien tienrakenteiden sekä lopulta ajoneuvon käyttäytymisen avulla. Puutavara-ajoneuvoyhdistelmällä kuljetetaan Suomessa puuta ympärivuotisesti, joten alalla toimiville kertyy runsaasti kokemusta vaikeistakin tieolosuhteista. Ennakkotietoa kulkukelpoisuudesta on vaihtelevasti saatavilla ja luotettavinta tietoa saa henkilöiltä, jotka ovat viimeksi käyneet toteamassa olosuhteet paikan päällä. Monia vuosia tietyllä alueella toimineella henkilöllä on hyvä kuva oman toimialueensa tieverkostosta. Alalle kaivataan kuitenkin lisää työvoimaa, mutta houkuttelevuus ei ole kovin suurta johtuen osin vaikeasta toimintaympäristöstä. Vuodenaikojen vaihtelusta johtuvat kelirikkoajat aiheuttavat puutavaran kaukokuljetukseen ja puuraaka-aineen saatavuuteen kausivaihteluja. Kausivaihtelujen tasaamiseksi olisikin syytä suorittaa puutavaran kaukokuljetus mahdollisimman optimaalisesti huomioon ottaen kuljetuksen onnistumiseen vaikuttavat keliolosuhteet. Tulevaisuudessa kelirikkoajat voivat muuttua erilaisiksi johtuen sään ääri-ilmiöiden yleistymisestä. Ilmastomuutoksen seurauksena puutavaran autokuljetuksesta voi tulla nykyistäkin haastavampaa. Mikäli sademäärät kasvavat, vuotuiset keskilämpötilat nousevat, kelirikkoajat pidentyvät ja talvinen routajakso jää hyvin lyhyeksi huonokuntoisella tieverkostolla, kulkemiseen soveltuvat ajankohdat voivat mahdollisesti vähentyä. Muuttuvien olosuhteiden vuoksi olisikin tärkeää pystyä optimoimaan puunkorjuu oikeina ajankohtina sellaisiin paikkoihin, joista puutavaran kaukokuljetukset voidaan toteuttaa ottaen huomioon sekä metsämaan että tiestön kantavuus.

Puutavaran autokuljetuksesta on pyritty tekemään yhä kustannustehokkaampaa sekä ympäristöystävällisempää. Tämä on vaikuttanut käytettävän kaluston kehitykseen, joka osaltaan vaatii yhä parempaa infrastruktuuria pystyäkseen toimimaan. Alempiasteisen tieverkoston kulkukelpoisuutta kuvaavalla järjestelmällä olisikin yhä suurempi tarve puuraaka-aineen saatavuuden, huoltovarmuuden, turvallisuuden, elinvoimaisuuden, elinkeinoelämän, julkisten palvelujen saatavuuden sekä kaikkien tienkäyttäjien kannalta.

## Viitteet

- Ahonen, J. 2015. Raskaan kaluston uudet massa- sekä mittamuutokset. Valtioneuvoston käyttöasetuksen muutos 407/2013. Opinnäytetyö, Mikkelin ammattikorkeakoulu, Auto- ja kuljetustekniikka. 82 s. Saatavissa: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/88541/Ahonen\\_Joel.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/88541/Ahonen_Joel.pdf?sequence=1)
- Ala-Kutsi, S. 2023. 2022 puutavara-autotilastot – Myynti piristyi. Metsätrans 26(1): 30–40.
- Bradley, A. 2009. Introduction to Tire Pressure Control Systems (TPCS) and synthesis of key research findings in highway and urban applications. FPInnovations, Contract Report CR-4554A-1. Saatavissa: <https://comt.ca/english/programs/trucking/Environment-/FP%20Innovations%20-%20Introduction%20to%20Tire%20Pressure%20Control%20Systems%202009.pdf>
- Dodson, E. 2017. Challenges in Forest Road Maintenance in North America. Croatian Journal of Forest Engineering 42(1): 107–116. Saatavissa: <https://crojfe.com/archive/volume-42-no.1/challenges-in-forest-road-maintenance-in-north-america/>
- Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 2023. Yksityistieavustukset. Saatavissa: <https://www.ely-keskus.fi/yksityistieavustukset>
- Ghaffariyan, M.R. 2017. Impact of Central Tire Inflation Systems Application on forest transportation – Review. Journal of Forest Science 63(4): 153–160. Saatavissa: <https://jfs.agriculturejournals.cz/pdfs/jfs/2017/04/01.pdf>
- Greis, I. 2015. Metsäteiden ajankohtaisasiat. Tapio Oy. Esitys 9.10.2015. Saatavissa: [https://www.tieyhdistys.fi/site/assets/files/1376/met\\_tiekatsaus\\_greis.pdf](https://www.tieyhdistys.fi/site/assets/files/1376/met_tiekatsaus_greis.pdf)
- Greis, I., Perälä, M., Perälä, T. & Teppo, M. (toim.) 2019. Metsänhoidon suositukset metsäteiden kunnossapitoon, Työopas. Tapion julkaisuja. 162 s. Saatavissa: <https://tapio.fi/wp-content/uploads/2020/09/Metsanhoidon-suositukset-metsateiden-kunnossapitoon-TAPIO-2019.pdf>
- Haldin-Herrgård, T.M. & Salo, P. 2008. Piilevien voimavarojen ilmaisemisesta hiljaisessa osamisessa. Teoksessa: Toom, A., Onnismaa, J. & Kajanto, A. (toim.). Hiljainen tieto: Tietämistä, toimimista, taitavuutta. Aikuiskasvatuksen 47. Vuosikirja: 277–300.
- Hallituksen esitys eduskunnalle laeiksi metsätalouden määräaikaisesta kannustejärjestelmästä ja kestävä metsätalouden määräaikaisen rahoituslain 29 a ja 48 §:n muuttamisesta. 2022. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2022/20220167?search%5Btype-%5D=pika&search%5Bpika%5D=HE%20167%2F2022>
- Hoe, S.L. 2006. Tacit knowledge, nonaka and takeuchi seci model and informal knowledge processes. International Journal of Organization Theory & Behavior 9(4): 490–502. Saatavissa: <https://doi.org/10.1108/IJOTB-09-04-2006-B002>
- Hämäläinen, E. 2012. Yksityistien kunnossapito kunnossapitotöiden suunnittelun ja toteuttamisen perusteet. Suomen tieyhdistys. Saatavissa: <https://www.tieyhdistys.fi/site/assets/files/1366/ytienkunnossapito.pdf>

- Kestävän metsätalouden määräaikainen rahoituslaki 23.1.2015/34. 2015. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2015/20150034?search%5Btype%5D=pika-&search%5Bpika%5D=mets%C3%A4tie>
- Kärhä, K., Tamminen, T., Leinonen, T. & Suvinen, A. 2017. Reducing seasonality in wood harvesting operations in Finland. Teoksessa: Hoen, H.F. & Glosli, C. (toim.). Proceedings from joint seminar arranged by NB-NORD and NOFOBE, Lappeenranta, Finland, June, 2017. Scandinavian Forest Economics 47: 41. Saatavissa: <https://nordicforestresearch.org/wp-content/uploads/2018/03/Proceedings-2017.pdf>
- Kärhä, K., Kortelainen, E., Karjalainen, A., Haavikko, H. & Palander, T. 2023. Fuel consumption of a high-capacity transport (HCT) vehicle combination for industrial roundwood hauling: a case study of laden timber truck combinations in Finland. International Journal of Forest Engineering 34(2): 284–293. Saatavissa: <https://doi.org/10.1080/14942119-2022.2163871>
- Kärhä, K., Seuri, M., Mac Donagh, P., Acuna, M., Kanzian, C., Petković, V., Costa, L.H.S., da Cruz, R.C., Krumov, T., Bradley, A., Röser, D., Pinto, C., Dian, W., Pandur, Z., Dvořák, J., Jørgensen, M.J., Muiste, P., Irdla, M., Ginet, G., Purfürst, T., Dietz, H.-U., Spinelli, R., Suzuki, Y., Shirasawa, H., Lazdiňš, A., Visser, R., Harvey, C., Skjølaas, D., Moskalik, T., Trzciński, G., Borz, S.A., Muşat, E.C., Triplat, M., Oberholzer, F., Talbot, B., Tolosana, E., von Hofsten, H., Akay, A.O., Bakay, B., Conrad, J.L. IV & Olivera, A. 2024. Overview of global long-distance road transportation of industrial roundwood. Croatian Journal of Forest Engineering 45(1). Saatavissa: <https://doi.org/10.5552/crojfe.2024.2286>
- Laschi, A., Foderi, C., Fabiano, F., Neri, F., Cambi, M., Mariotti, B. & Marchi, E. 2017. Forest Road Planning, Construction and Maintenance to Improve Forest Fire Fighting: a Review. Croatian Journal of Forest Engineering 40(1): 207–219.
- Laki tieliikennelain muuttamisesta 253/2013. 2013. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130253>
- Lammi, M. 2020. Metsäteiden merkitys ja kunto Suomessa. Kevyiden kantavuusmittalaitteiden käytettävyys metsäteiden kunnan arvioinnissa. Diplomityö, Tampereen yliopisto, Rakennetun ympäristön tiedekunta. Saatavissa: <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/123853/LammiMika.pdf?sequence=2>
- Liikennevirasto. 2014. Sorateiden kunnossapito. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 1/2014. Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2014-01\\_sorateiden\\_kunnossapito\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2014-01_sorateiden_kunnossapito_web.pdf)
- Luonnonvarakeskus. 2022. SVT: Luonnonvarakeskus, Metsänhoito- ja metsänparannustyöt. Saatavissa: [https://statdb.luke.fi/PxWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE\\_04%20Metsa\\_-02%20Rakenne%20ja%20tuotanto\\_12%20Metsanhoito-%20ja%20metsanparannustyot/05\\_Metsanhoito-ja-metsanparannustyot.px/table/tableViewLayout2/?loadedQueryId=525e8f83-fcd3-4a06-b029-7eaec9e9a6bc&timeType=top&timeValue=1](https://statdb.luke.fi/PxWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_04%20Metsa_-02%20Rakenne%20ja%20tuotanto_12%20Metsanhoito-%20ja%20metsanparannustyot/05_Metsanhoito-ja-metsanparannustyot.px/table/tableViewLayout2/?loadedQueryId=525e8f83-fcd3-4a06-b029-7eaec9e9a6bc&timeType=top&timeValue=1)
- Metsähallitus 2023. Tienpidon toiminnanohjaus. Metsähallitus Metsätalous Oy:n uutinen Metsähallituksen verkkosivuilla. Saatavissa: <https://www.metsa.fi/vastuullinen-liiketoiminta/metsatalous/metsatiet/tienpidon-toiminnanohjaus/>



- Metsäkeskus 2022. TIESIT-hanke puu- ja energiahuollon varmistamiseksi, 2022–2024, Suomen metsäkeskus, Maa- ja metsätalousministeriö, Esitys 25.11.2022. Saatavissa: [https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/document/tiesit-esittely\\_2022.pdf](https://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/document/tiesit-esittely_2022.pdf)
- Metsäkeskus 2023. Metsätalouden tukikohteille myönnettävät toteutusajat ja mahdolliset lisäajat. Saatavissa: <https://www.metsakeskus.fi/fi/metsatalouden-tuet/metsatalouden-tukikohteille-myonnettavat-toteutusajat-ja-mahdolliset-lisaajat>
- Metsäteho 2001. Metsätieohjeisto, Tekstiosa. Metsäteho Oy. Saatavissa: [https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/03/Tieohjeisto\\_osa\\_1\\_Tekstiosa.pdf](https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/03/Tieohjeisto_osa_1_Tekstiosa.pdf)
- Mäki, P. 2019. Metsäteiden kunto on puuhuollon pullonkaula – näin tien kunnossapitoon kannattaa panostaa. Saatavissa: <https://forest.fi/fi/artikkeli/metsateiden-kunto-on-puuhuollon-pullonkaula-nain-tien-kunnossapitoon-kannattaa-panostaa/#ba5d1d47>
- Mäntynen, J., Rantala, J., Huhta, R. & Metsäpuro, P. 2019. Yksityistieverkon merkitys yhteiskunnalle. WSP Finland Oy. Saatavissa: [https://www.tieyhdistys.fi/site/assets/files/1727/suomen\\_yksityistieverkko\\_matalaresoluutio.pdf](https://www.tieyhdistys.fi/site/assets/files/1727/suomen_yksityistieverkko_matalaresoluutio.pdf)
- Nonaka, I. & Takeuchi, H. 1995. The knowledge creating company. Oxford University Press, Inc.
- Nurmi, J. 2019. Pintakelirikkoisten sorateiden kunnossapito. Väylävirasto, Opinnäytetyö 1/2019. Saatavissa: [https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/167443/opin\\_2019-01\\_978-952-317-669-0.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/167443/opin_2019-01_978-952-317-669-0.pdf?sequence=5&isAllowed=y)
- Nurmi, T. 2022. Miksi puutavara-autonkuljettajat vaihtavat alaa? – Työnteon olosuhteet suurin syy monelle. Metsätrans 25(1): 38–41.
- Näsärö, O. & Korpilahti, A. 2015. Puutavarayhdistelmien akselimassat ja kuormatilan koko. Metsätehon tulosalvosarja 9/2015. Saatavissa: [https://metsateho.fi/wp-content/uploads/Tulosalvosarja\\_2015\\_09\\_Puutavarayhdistelmien\\_akselimassat\\_2015\\_ak.pdf](https://metsateho.fi/wp-content/uploads/Tulosalvosarja_2015_09_Puutavarayhdistelmien_akselimassat_2015_ak.pdf)
- Pajuoja, H. & Hämäläinen, J. 2012. Kohti tehokkaampaa puuhuoltoa. Puutavaralogistiikka 2020 -kehittämisisio ja T&K-ohjelma. Metsätehon tulosalvosarja 5/2012. Saatavissa: [https://metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/Tulosalvosarja\\_2012\\_05\\_Kohti\\_tehokkaampaa\\_puuhuoltoa\\_hp\\_jh.pdf](https://metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/02/Tulosalvosarja_2012_05_Kohti_tehokkaampaa_puuhuoltoa_hp_jh.pdf)
- Piiparinen, H. 2003. Metsäteiden kunnossapitokustannukset Etelä-Suomen yksityismetsissä. Metsätieteen aikakauskirja 3/2003: 275–290. Saatavissa: <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/533784/Piiparinen.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pohjalainen, M. 2012. Hiljaisen tiedon käsite ja hiljaisen tiedon tutkimus: katsaus viimeaikaiseen kehitykseen. Informaatiotutkimus 31(3): 1–10. Saatavissa: <https://journal.fi/inf/article/view/7079>
- Polanyi, M. 1966. The tacit dimension. Garden City, New York: Doubleday & Company. Saatavissa: [https://monoskop.org/images/1/11/Polanyi\\_Michael\\_The\\_Tacit\\_Dimension.pdf](https://monoskop.org/images/1/11/Polanyi_Michael_The_Tacit_Dimension.pdf)
- Päivinen, R., Rajala, P. & Schneider, H. 2022. Metsäpolitiikkafoorumi: Metsälogistiikka, Loppuraportti 10.2.2022. Tapio Oy. Saatavissa [http://tapio.fi/wp-content/uploads/2022/02/Metsalogistiikka\\_Metsapolitiikkafoorumi\\_loppuraportti10022022.pdf](http://tapio.fi/wp-content/uploads/2022/02/Metsalogistiikka_Metsapolitiikkafoorumi_loppuraportti10022022.pdf)

- Rantala, T. 2022. Pullonkaulat ja tehostamismahdollisuudet puutavaran kaukokuljetuksessa Suomessa vuonna 2022. Metsätieteen kandidaatin tutkielma, Itä-Suomen yliopisto, Metsätieteiden osasto. 45 s.
- Siekinen, A. 2017. Käytännön kokemuksia jättirekoista. Metsähallitus Metsätalous Oy. Vientikuljetus- ja laivauspäivät, Oulu 17.5.2017. Saatavissa: [https://puumies.fi/wp-content/uploads/2017/05/Siekinen\\_J%C3%A4ttirekat.pdf](https://puumies.fi/wp-content/uploads/2017/05/Siekinen_J%C3%A4ttirekat.pdf)
- Škvor, P., Jankovský, M., Natov, P., Dvořák, J. & Zlatuška, K. 2022. The Effect of Different Road Types on Timber Truck Drivers by Assessing the Load Environment of Drivers by Monitoring Changes in Muscle Tension. *Forests* 13(10): 1565. Saatavissa: <https://doi.org/10.3390/f13101565>
- Solonen, H. 2023. Metsäautoteiden kunnan merkitys, tunnistaminen ja vaikutukset yritystoimintaan puutavaran autokuljetuksessa. Metsätieteen pro gradu -tutkielma, Itä-Suomen yliopisto, Metsätieteiden osasto. 52 s.
- Suomen tieyhdistys. 2019. Yksityistie ei ole yksityisasia. Suomen Tieyhdistyksen uutinen 8.10.2019. Saatavissa: [https://www.tieyhdistys.fi/uutiset/yksityistie-ei-ole-yksityisasia-1/\[Viitattu11.9.2023\]](https://www.tieyhdistys.fi/uutiset/yksityistie-ei-ole-yksityisasia-1/[Viitattu11.9.2023])
- Saarelainen, S. & Makkonen, L. 2007. Ilmastonmuutokseen sopeutuminen tienpidossa. Esiselvitys. Tiehallinnon selvityksiä 4/2007. Saatavissa: <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/139344/4549tie.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Strandström, M. 2017. Metsätien poikkileikkauspiirustukset – Metsätieohjeiston uudistettu materiaali. Metsäteho Oy. Saatavissa: <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Poikkileikkauspiirustukset.pdf>
- Strandström, M. 2023. Puunkorjuu ja kaukokuljetus vuonna 2022. Metsätehon tuloskalvosarja 12/2023. Saatavissa: <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja-2023-12-Puunkorjuu-ja-kaukokuljetus-vuonna-2022.pdf>
- Tieliikennelaki 729/2018. 122 § (360/2020) ETA-valtiossa rekisteröidyn tai käyttöön otetun auton ja perävaunun yhdistelmän suurin sallittu massa. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2018/20180729>
- Tieteen kuvalehti. 2019. Miksi pääsiäisen ajankohta vaihtelee? Tieteen kuvalehti 16.4.2019. <https://tieku.fi/kulttuuri/uskonto/paasiainen-miksi-paasiaisen-ajankohta-vaihtelee>
- Traficom. 2021. Maantieverkon kunto tilastot. Saatavissa: <https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/maantieverkon-kunto>
- Traficom. 2022. Tiedote: Yksityisteiden valtionavustuksiin korotuksia. Saatavissa: <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Yksityisteiden%20valtionavustuksiin%20korotuksia.pdf>
- Tähtinen, J., Laakkonen, E. & Broberg, M. 2020. Tilastollisen aineiston käsittelyn ja tulkinnan perusteita. Turun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan julkaisuja C: 22 (2. uudistettu paino). 254 s. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:ISBN:978-951-29-8091-8>

- Uotila, E. 2003. Puoli vuosisataa tietekoa metsänparannusvaroilla. Metsätieteen aikakauskirja 2/2003: 109–127. Saatavissa: <https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/533775/-EsaUotila.pdf?sequence=1>
- Venäläinen, P. & Nousiainen, M. (toim.) 2022. Yksityistietiedon tietolajit: Nykytila, suositukset määritelmiksi ja kehittämistarpeet. Metsätehon raportti 264 (2. päivitys Metsätehon raporttiin 249). Saatavissa: <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Raportti-264-Yksityistietiedon-tietolajit.pdf>
- Venäläinen, P. & Poikela, A. 2019. Puutavara- ja hakeajoneuvojen massojen noston vaikutukset. Metsätehon raportti 253 (väliraportti 16.9.2019). Saatavissa: [https://www.metsateho.fi/wpcontent/uploads/Raportti\\_253\\_Puutavara\\_ja\\_hakeajoneuvojen\\_massojen\\_Valiraportti2019-09-16.pdf](https://www.metsateho.fi/wpcontent/uploads/Raportti_253_Puutavara_ja_hakeajoneuvojen_massojen_Valiraportti2019-09-16.pdf)
- Venäläinen, P. & Poikela, A. 2020. Puutavara- ja hakeajoneuvojen massojen noston vaikutukset. Metsätehon raportti 258 (aiheen 2. väliraportti 18.11.2020). Saatavissa: <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Raportti-258-Puutavara-ja-hakeajoneuvojen-massojen.pdf>
- Venäläinen, P. & Poikela, A. 2022. Puutavara- ja hakeajoneuvojen massojen noston vaikutukset. Metsätehon raportti 265 (aiheen 3. väliraportti 28.12.2022). Saatavissa: <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Raportti-265-Puutavara-ja-hakeajoneuvojen-massojen-noston-vaikutukset.pdf>
- Venäläinen, P., Alanne, H., Ovaskainen, H., Poikela, A. & Strandström, M. 2017. Kausivaihtelun kustannukset ja vähentämiskeinot puun toimitusketjussa. Metsätehon tulosalvosarja 8/2017. Saatavissa: [https://metsateho.fi/wp-content/uploads/Tulosalvosarja\\_2017\\_-\\_08\\_Kausivaihtelun-kustannukset.pdf](https://metsateho.fi/wp-content/uploads/Tulosalvosarja_2017_-_08_Kausivaihtelun-kustannukset.pdf)
- Virtainlahti, S. 2009. Hiljaisen tietämyksen johtaminen. Helsinki: Talentum. Saatavissa: <https://docplayer.fi/19631284-.html>
- Vuorimies, N., Kalliainen, A., Rossi, J., Kurki, A., Kolisoja, P., Varin, P. & Saarenketo, T. 2018. Tierakenteen rasittuminen yli 76 tonnin HCT-yhdistelmien koekuormituksissa vuosina 2015–2017. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 63/2018. Saatavissa: [Tierakenteen rasittuminen yli 76 tonnin HCT-yhdistelmien koekuormituksissa vuosina 2015–2017 \(doria.fi\)](https://www.doria.fi/handle/10024/183033/vj_2021-72_-_978-952-317-923-3.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Väylävirasto 2021. Sorateiden kunnossapidon toimintalinjat. Väyläviraston julkaisu 72/2021. 34 s. Saatavissa: [https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/183033/vj\\_2021-72\\_-\\_978-952-317-923-3.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/183033/vj_2021-72_-_978-952-317-923-3.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Väylävirasto 2023. Digiroad. Kansallinen tie- ja katuverkon tietojärjestelmä. Powerpoint-esitys 16.6.2023. Saatavissa: [https://vayla.fi/documents/25230764/0/Digiroad\\_yleisesittely\\_2023+\(17\).pdf/97c240f6-124b-d945-4ca1-84a4fd5bd03d/Digiroad\\_yleisesittely\\_2023+\(17\).pdf?t=1686918298224](https://vayla.fi/documents/25230764/0/Digiroad_yleisesittely_2023+(17).pdf/97c240f6-124b-d945-4ca1-84a4fd5bd03d/Digiroad_yleisesittely_2023+(17).pdf?t=1686918298224)
- Yksityistieläkelaki 560/2018. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2018/20180560>



**Löydät meidät  
verkosta**

**luke.fi**

