

**RAKENNETTUJEN JA PERUSPARANNETTUJEN METSÄTEIDEN KANTAVUUS-  
TEEN LIITTYVÄT LAADULLISET POIKKEAMAT**

Timo Pisto

Opinnäytetyö

Kevätlukukausi 2019

Maaseudun kehittäminen

Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Maaseudun kehittämisen tutkinto-ohjelma, Agrologi ylempi AMK

---

Tekijä: Pisto Timo  
Opinnäytetyön nimi: Rakennettujen ja perusparannettujen metsäteiden kantavuuteen liittyvät laadulliset poikkeamat

Työn ohjaaja: Hilli Anu  
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2019                      Sivumäärä: 75 + 1

---

Opinnäytetyön aiheena oli metsäteiden kantavuuksiin liittyvät laatuongelmat. Suomen metsäkeskuksessa on tutkittu viime vuosina päätettyjen metsäteiden kantavuuksia pudotuspainomittauksen avulla. Mittausten tulokset ovat olleet huolestuttavia teiden heikkojen kantavuuksien takia. Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Suomen metsäkeskus.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa selvitettiin metsätierakentamiseen liittyviä ohjeita ja laatuvaatimuksia muun muassa lainsäädännön, metsäteiden rakentamista ohjaavan normiston ja hankkeita rahoittavan viranomaisen ohjeistusten kautta. Teoriaosuudessa haettiin tietoa myös kantavuusmittauksista ja niiden soveltumisesta metsäteiden kantavuuksien todentamiseen. Lisäksi selvitettiin metsäteihin liittyvän koulutuksen nykytilannetta. Opinnäytetyössä tutkittiin 33 vuonna 2018 valmistunutta metsätiehanketta ja teiden lopullisia kantavuuksia. Kyseisille teille oli tehty kantavuusmittaus KUAB FWD 50 -pudotuspainolaitteella kesällä 2018. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää kantavuuspoikkeamien syitä tutkimalla toteutettuja hankkeita suunnittelu- ja rahoitusprosessien kautta.

Merkittävin syy laatu-poikkeamiin oli epäonnistuminen tierakenteen lähtökantavuuden määrittämisessä. Tämä johti usean metsätien kohdalla liian vähäisiin päällysrakennekerroksiin, jolloin tavoiteltua kantavuutta ei saavutettu. Tutkimuksessa selvisi myös puutteita osaamisen hallintaan liittyvissä kysymyksissä, joita oli tunnistettavissa niin suunnittelu-, rahoitus- kuin toteutusprosesseissa.

Toiminta metsäteiden suunnittelu-, rahoitus- ja toteutusprosesseissa ei varmista tällä hetkellä vaatimusten mukaista laatutasoa metsäteiden kantavuuksien osalta. Oleellisia ovat ne toimenpiteet, joilla voidaan varmistaa tierakenteen lähtökantavuus ja päällysrakenteen mitoittaminen luotettavalla tavalla. Käytännössä tämä tarkoittaa kantavuusmittauksen suorittamista suunnitteluvaiheessa ennen päällysrakenteiden ajamista. Tutkimuksessa havaitut osaamispuutteet edellyttävät toimenpiteitä myös koulutuksen järjestämiseksi sekä opetusmateriaalien tuottamiseksi. Metsäteiden rakentaminen ja perusparantaminen ovat infrarakentamista, mikä edellyttää suunnitelmien sisältövaatimusten, suunnittelijoiden pätevyysvaatimusten sekä toteutustöiden valvonnan osalta muutoksia nykytilanteeseen verrattuna.

---

Asiasanat: metsätie, kantavuus, päällysrakenne, mitoitus, osaaminen.

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree Programme in Rural Development, Master of Natural Resources

---

Author: Pisto Timo

Title of thesis: The Quality Problems in the Carrying Capacity of Forest Roads

Supervisor: Hilli Anu

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2019      Number of pages: 75 + 1

---

The topic of this thesis is quality problems in the carrying capacity of forest roads. Suomen Metsäkeskus have studied the carrying capacity of forest roads, that were built during the last few years. The results of these measurements have been alarming because of the weak carrying capacities. The customer of this thesis is Suomen Metsäkeskus.

The theory of the thesis handles instructions of forest road engineering and quality standards including law, norms and instructions of authorities. In the theory part knowledge about measurements of carrying capacities and how those measurements fit to research of forest roads is presented. There was also an investigation about how education works nowadays. The thesis handles the carrying capacities of 33 forest road projects in year 2018. Those roads had been measured with KUAB FWD 50 device in the summer of 2018. The aim of the thesis is to find out reasons for differing carrying capacities.

The main reason for differing qualities is failure in the quantification of starting point capacity of road structure. This leads to lack of layers in surface structure. That in turn leads to weak carrying capacity. The lack of knowledge was found out in areas of planning, funding and execution.

At this point the actions of planning, funding and execution don't ensure good enough quality of carrying capacities. The actions that can ensure reliably the carrying capacities and sufficient surface structure of roads are essential. In practice this means that measurements of carrying capacity have to be done before completing the surface layers of roads. The lack of knowledge that was found out requires actions in education and studying materials. Forest road construction and improvement are infra construction, which demands changes in planning, level of engineer's proficiency and supervision in projects.

---

Keywords: forest road, carrying capacity, surface structure, measurement, education.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	METSÄTIET OSANA YKSITYISTIEVERKKOJA .....	7
2.1	Yleistä yksityisteistä .....	7
2.2	Tienpitoon liittyvät termit ja käsitteet.....	7
2.3	Metsäteiden merkitys yksityistieverkossa .....	9
2.4	Metsäteiden tyypit ja päällysrakenneluokat .....	10
2.5	Metsätiehankeprosessi ja sen osapuolet.....	12
2.6	Metsäteiden rahoitus .....	13
2.7	Toteutusmäärät ja tavoitteet .....	15
2.8	Metsäteiden laatuun liittyvä seuranta .....	17
2.9	Kantavuuden määrittäminen ja päällysrakenteen mitoitus.....	19
2.9.1	Kantavuuden silmävarainen tarkastelu .....	22
2.9.2	Kantavuusmittaukset.....	24
2.10	Metsäteihin liittyvä koulutus ja T&K-toiminta .....	28
3	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....	32
3.1	Tietoperusta .....	32
3.2	Aineistot ja menetelmät .....	32
3.3	KUAB FWD 50 -pudotuspainomittauksen toteutus .....	34
3.4	Aineistojen analysointi .....	38
4	TULOKSET.....	41
4.1	Koko maata ja palvelualueita koskevat tieluokkakohtaiset tulokset .....	41
4.2	Keskeisimmät hankekohtaiset laatupoikkeamat .....	45
4.3	Hankekohtaiset tulokset .....	49
5	JOHTOPÄÄTÖKSET JA KEHITTÄMISESITYKSET .....	65
5.1	Johtopäätökset kantavuustuloksista .....	65
5.2	Suunnitteluprosessiin liittyviä kehittämissesityksiä .....	65
5.3	Rahoitus- ja tarkastusprosessiin liittyviä kehittämissesityksiä .....	66
5.4	T&K-toimintaan ja koulutukseen liittyviä kehittämissesityksiä .....	68
5.5	Tutkimuksen luotettavuus.....	69
6	POHDINTA .....	70
	LÄHTEET.....	72
	LIITTEET .....	726

# 1 JOHDANTO

Metsätiet ovat tärkeä osa yksityistieinfraamme. Noin puolet yksityisteistämme (130 000 km) on metsäteitä palvellen metsäbiotalouden kuljetusten lisäksi laajasti myös muita maaseudun elinkeinoja, asutusta, loma-asutusta, virkistyskäyttöä jne. Yksityistiet ovat muun muassa puuhuollon, haja-asutuksen ja maaseudulla toimivien elinkeinojen elinvoimaisuuden kannalta erittäin tärkeässä asemassa. Ne kattavat koko tiestöstämme yli 80 prosenttia. Yksityisteitä, joihin on perustettu tiekunta, on maassamme noin 55 000 kpl. Järjestäytymättömiä teitä on arviolta noin 80 000 kpl.

Metsäteiden perusparannusmäärät ovat laskeneet voimakkaasti viime vuosien aikana. Työmäärien laskiessa on tehty havaintoja vastaavasti laadullisten poikkeamien kasvamisesta. Päätettyjen metsätiehankkeiden osalta ovat ennen kaikkea kantavuuteen liittyvät poikkeamat lisääntyneet.

Kantavuus on yksi tärkeimmistä metsäteiden ominaisuuksista. Kantavuuspuutteisiin liittyvät ongelmat ovat nousseet esille, kun on ryhdytty hyödyntämään nykYTEknologiaa perusparannettujen yksityisteiden kantavuuden todentamisessa hankkeiden päättämisvaiheessa. Infra-alalle kehitettyä kantavuusmittausteknologiaa (Kuab ja Loadman) on käytetty ja hyödynnetty metsätieluonteisilla yksityisteillä vielä suhteellisen vähän.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää metsäteiden laatupoikkeamia tutkimalla osaamisen tasoa ja hallintaa suunnittelun, toteuttamisen ja rahoittamisen osalta sekä selvittää uuden mittausteknologian hyödyntämistä ja käyttöönottoa metsäteiden kantavuusongelmien ratkaisussa. Kantavuusmittausten kehittäminen osaksi suunnittelu- ja rakentamisprosessia mahdollistaa myös uusia IOT-ratkaisuja (Internet of Things) ja toimintamalleja yksityistienpidossa.

## **2 METSÄTIET OSANA YKSITYISTIEVERKKOA**

### **2.1 Yleistä yksityisteistä**

Yksityistiet ovat tärkeä osa liikenneinfraamme. Yksityisteitä on maassamme noin 360 000 km ja niillä olevia siltoja yli 20 000 kpl. Kyseiset tiet on rakennettu moneen eri käyttötarkoitukseen ja ne palvelevat laajasti maaseudun monikäyttöteinä muun muassa vakituista asutusta, loma-asutusta, maa- ja metsätaloutta ja muita maaseudun elinkeinoja sekä toimivat yleisen tieverkkomme tukena.

Pysyvän asutuksen käytössä olevia yksityisteitä on noin 90 000 km, rakennettuja metsäautoteitä noin 120 000 km sekä muita autolla ajokelpoisia metsä- ja mökkiteitä noin 110 000 km. Edellä mainittujen yksityistietyyppien lisäksi on vielä merkittävä määrä kiinteistökohtaisiin tarpeisiin rakennettuja piha- ja peltoteitä, ajouria ja piennarteitä. (Suomen Tieyhdistys 2018, viitattu 25.12.2018.)

Tärkeimpiä yksityisteitämme ovat tienpitoon käytettävien resurssien ja liikennöintimäärien näkökulmasta ympärivuotisessa käytössä olevat, valtion apuun (ELY-keskus) oikeutetut vakituisen asutuksen ulospääsytiät sekä alueellisesti tärkeät läpikulkutiet, joiden määrä on tällä hetkellä noin 55 000 km. Niiden varrella asuu noin puoli miljoonaa ihmistä ja loma-asuntoja näiden teiden vaikutusalueella on lähes 190 000 kpl. (Suomen Tieyhdistys 2018, viitattu 25.12.2018.)

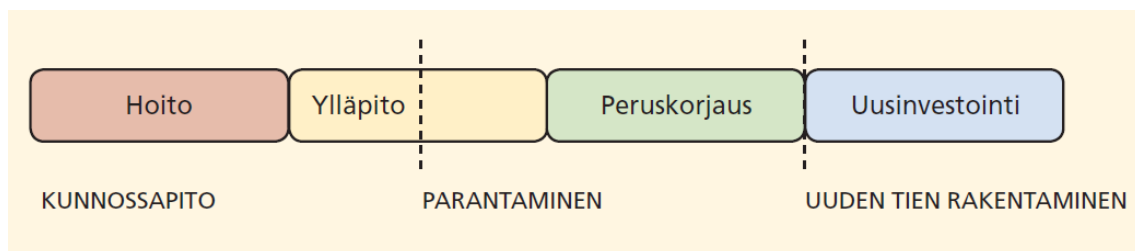
Yksittäisistä tienpitäjistä suurinta tiemäärää hallinnoi Metsähallitus, jonka hoito- ja kunnossapitovastuulla on noin 38 000 km pituinen valtion mailla oleva metsätieverkosto (Metsähallitus 2015, viitattu 27.1.2019). Muita merkittäviä yksityistienpitäjiä ovat metsäteollisuusyhtiöt, muun muassa UPM Kymmene Oyj ja Tornator Oyj, joilla on huomattava metsätieverkosto maassamme.

### **2.2 Tienpitoon liittyvät termit ja käsitteet**

Metsä- ym. yksityisteihin liittyvien termien ja käsitteiden osalta esiintyy hyvin usein epäselvyyttä. Tiekuunnan toimielin (toimitsijamies tai kolmijäseninen hoitokunta) ja itse tiekunta sekoitetaan hyvin usein tieosakkaiden välillä käytävissä keskusteluissa. Sama tilanne on myös tienpitoon liittyvien tehtävien, termien ja käsitteiden kohdalla.

Yksityisteiden tienpito on tieosakkaiden vastuulla. ”Tie on pidettävä tieosakkaiden liikennetarpeen edellyttämässä kunnossa niin, että kunnossapidosta ei aiheudu tieosakkaalle kohtuuttomia kustannuksia, että tiestä tai sen käyttämisestä ei aiheudu kenellekään tarpeetonta haittaa” (Yksityistielaki 560/2018 24§). Tieosakkaiden on huolehdittava tien jatkuvasta kunnossapidosta. Tieosakkaat päättävät itse tien kunnossapitotasosta. Yksityisteillä voi olla useita eri käyttäjäryhmiä, esimerkiksi vakituksia asuinkiinteistöjä, maatiloja, metsäkiinteistöjä, lomakiinteistöjä ja erilaisia yrityksiä. Tienpidon vaatimukset, tarpeet ja taso muodostuvat tieosakkaina olevien kiinteistöjen liikennetarpeista. Tienpito hoidetaan osakkaiden yhteiseen lukuun. Tieosakkaat ovat velvollisia osuutensa eli tieyksiköittensä mukaisesti osallistumaan tien pitämiseen sen käyttötarkoitusta vastaavassa kunnossa. (Hämäläinen 2010, 9.)

Tienpito jakaantuu teiden tekemiseen ja kunnossapitoon (Kuvio 1). Tien tekemisellä tarkoitetaan uuden tien rakentamista sekä olemassa olevan tien levittämistä, siirtämistä ja perusparantamista (Metsäteho 2001, 4). Kunnossapito koostuu tien hoitoon liittyvistä toimenpiteistä sekä tien ylläpidosta. Hoitotoimenpiteillä varmistetaan tien päivittäinen liikennöitävyys. Ylläpidolla säilytetään tien käyttökelpoisuus ja rakenteellinen kunto. Ylläpitoon liittyviä toimenpiteitä kutsutaan myös kunnostukseksi. (Hämäläinen 2010, 9.)



KUVIO 1. Yksityistien tienpidon jakaantuminen eri osa-alueisiin (Suomen Tieyhdistys ry 2010, viitattu 25.12.2018)

Yksityisteiden kunnossapito-ohjeen mukaan kunnossapito on jaettu hoito- ja kunnostustoimenpiteisiin. Hoitotoimenpiteiksi on kyseisessä ohjeessa määritelty kesähoidon osalta höyläys, lanaus, pölynsidonta, vesakontorjunta, niitto sekä pintauksen ja päällysteiden hoito. Talvihoidon osalta on ohjeessa mainittu aurausviitoitus, lumen- ja polanteenpoisto, liukkauden torjunta, ojien ja rumpujen talvikunnossapito sekä jääteiden kunnossapito. Muita kunnossapitoon kuuluvia hoitotoimenpiteitä ovat liittymien ym. liitännäisalueiden hoito sekä tiehen kuuluvien laitteiden ja varusteiden hoito. Yksityisteiden siltoihin kuuluvia hoitotoimenpiteitä ovat muun muassa kuntotarkastukset, rakenteiden puhtaanapito sekä paikkamaalaukset. (Tiehallinto 1999, viitattu 16.1.2019.)

Edellä mainitun kunnossapito-ohjeen mukaan kunnostustoimenpiteitä ovat muun muassa sorastus, oijien ja rumpujen kunnostus, tulvavaurioiden korjaus, maakivien poistaminen sekä pienten routa- ja kelirikkovaurioiden korjaaminen. Yksityisteiden siltojen osalta on kunnostustoimenpiteiksi luokiteltu kaiteiden ja kansirakenteiden korjaaminen sekä laajemmat siltarakenteiden maalaustyöt. (Tiehallinto 1999, 33.)

Yksitystien perusparantamisella tarkoitetaan Tiehallinnon kunnossapito-ohjeessa mainittua kunnostusta suurempia ylläpitotoimenpiteitä, muun muassa kantavuuden parantamista ja pahojen kelirikko- ja tulvavaurioiden korjaamista sekä tien tai sillan laajempaa peruskorjausta. Perusparantamishankkeena voidaan pitää myös sillan uusimista tai korvaamista putkisillalla (Hämäläinen 2010, 9). Metsätehon Metsätieohjeiston mukaan metsätien perusparantamisella tarkoitetaan toimenpiteitä, joilla vanha tie peruskorjataan nykyisten ja tulevien puutavarakuljetuksien vaatimusten mukaiseksi (Metsäteho 2001, 5).

Perusparannuksen syitä ovat useimmiten tien rakenteelliset puutteet, kuljetustarpeiden ja kuljetuskaluston mitoitusten kasvaminen tai puutteet kunnossapito- ja kunnostustöiden suorittamisessa. Perusparantamisessa suoritettavat toimenpiteet tehdään pitkälti Metsätieohjeiston rakentamisohjeiden mukaisesti. (Metsäteho 2001, 5.)

### **2.3 Metsäteiden merkitys yksityistieverkossa**

Rakennettujen metsäteiden määrä on maassamme noin 130 000 km. Määrä on 36 prosenttia koko yksityisteiden määrästä. Metsäteiden kokonaismääräksi on arvioitu noin 270 000 km, joista alle puolet on aikanaan rakennettu kyseistä käyttötarkoitusta varten (Matilainen, Kuusela, Weckroth, Suonpää & Erikslund 2000, 479).

Metsäbiotalouden harjoittaminen nykymuotoisena ei olisi mahdollista ilman toimivaa metsätieverkostoa. Metsäteollisuuden tuotantoprosessit ja sahalaitekset edellyttävät tuoretta puuta. Tämä vaatii puunkorjuun ja -hankinnan osalta ympärivuotista toimintaa. Raaka-aineet on saatava kannolta jalostukseen muutamissa päivissä puun tuoreuden säilymiseksi. Kunnossa oleva metsätieverkko mahdollistaa kustannustehokkaan toiminnan metsänhoidon ja puunhankinnan osalta. Suunnittelijat, työntekijät, taimet, tarvikkeet ja koneet pääsevät vaivatta työkohteille. Metsänomistajalle hyvä metsätie näkyy positiivisena puun kysyntänä, parempina kantohintoina sekä alentuneina puun tuottamisen kustannuksina. (Greiss 2015, 1.)



Metsäteistä on hyötyä koko maaseudun ja haja-asutusalueiden liikenteelle. Metsätiet toimivat monikäyttöteinä palvellen metsäbiotalouden tarpeiden lisäksi useita liikennöintimuotoja. Laajoja metsäpaloja esiintyy maassamme suhteellisen vähän, koska tiheä metsätieverkosto mahdollistaa palontorjuntakaluston saapumisen paikalle nopeasti.

Kattava metsätiestömme mahdollistaa myös tehokkaan virkistyskäytön. Tästä tienkäyttäjäkunnasta suurimpia metsäteiden hyödyntäjiä ovat marjastajat, metsästäjät ja luontoharrastajat. Suurin osa metsäteiden tiekunnista sallii tällaisen satunnaisen virkistyskäytön. (Greiss 2015, 1.)

Metsähallitus toteutti vuonna 2015 Kainuussa käyttäjätutkimuksen omistamilleen metsäteille. Kyseinen tutkimus oli lajissaan ensimmäinen. Tutkimuksessa selvitettiin metsäteiden käyttöä liikennelaskureiden avulla sekä haastatteleamalla teiden käyttäjäryhmiä. Ajoneuvolaskurit olivat toiminnassa 11.6. ja 31.10 välisen ajan. Kaikkiaan ajoneuvoja meni laskureiden yli tuona aikana 6453 kpl. Niistä 83 prosenttia oli henkilö-, paketti- ja maastoautoja ja loput raskasta liikennettä. Raskaan liikenteen osuus oli 26 prosenttia kokonaismäärästä. Kuljetussuoritteesta (tonnikilometri) raskaan liikenteen osuus oli noin 80 prosenttia. Tutkimuksen tuloksista on havaittavissa, että virkistyskäyttö ja harrastukset tuovat metsäteille huomattavan käyttäjäryhmän eri vuoden aikoina ja aiheuttavat siten myös lisätarpeen tienpidossa. (Suomen metsäyhdistys 2015, viitattu 16.1.2019.)

## **2.4 Metsäteiden tyypit ja päällysrakenneluokat**

### **Metsätie**

Metsätieksi sanotaan sellaista yksityistietä, joka on rakennettu pääasiassa metsätalouden kuljetuksiin. Metsätie voi olla rakennettu ympärivuotista käyttöä varten tai käyttöön, missä tietä voi hyödyntää kelirikkokausia lukuun ottamatta. Metsäbiotaloudessa on käytössä myös tilapäisiä, jäätyneen maan aikana käytössä olevia talviteitä sekä jääteitä. Talvi- ja jääteiden hyödyntäminen puunkorjuussa ja -kuljetuksissa on ominaista Pohjois-Suomessa. Metsätiet luokitellaan tällä hetkellä runkoteihin, alueteihin ja varsiteihin sen mukaan, millainen merkitys niillä on metsätieverkoston osana. (Metsäteho 2001, 4.)

Metsätieluokkien tarpeellisuudesta ja käyttökelpoisuudesta on käyty keskusteluja viime vuosina. Nykyinen luokitus on laadittu 1970-luvulla ja perusteet pohjautuvat sen aikaisiin näkemyksiin ja

tarpeisiin teiden käytöstä. Lisäksi metsäteiden tyypitys poikkeaa muiden yksityisteiden luokitteluperusteita, mikä on osaltaan lisännyt epäselvyyttä. Metsätiet toimivat tänä päivänä laajasti maaseudun monikäyttöteinä ja niillä tapahtuva liikennöinti voi koostua paljolti muusta kuin metsäbiotalouden kuljetuksista. Koska tienkäytön tarpeet ja vaatimukset ovat erilaiset kuin 1970-luvulla, on esimerkiksi Metsäteho Metsätieohjeiston päivytystyössä esittänyt nykyisistä tieluokista luopumista. (Strandström, haastattelu 23.11.2018.)

### **Runkotie**

Runkotiet (Rt) rakennetaan palvelemaan suuria metsäalueita ja yhdistämään alueita toisiinsa. Runkoteilla on usein metsäbiotalouden kuljetusten ja liikennöinnin lisäksi myös muutakin tienkäyttöä, esimerkiksi vakituisen ja loma-asutuksen liikennöintiä, maatalouden kuljetuksia, yleistä liikennettä ja virkistyskäyttöä. Runkotie on joko yksi- tai kaksiajokaistainen riippuen liikennemäärästä. Kantavuudeltaan runkotiet rakennetaan kestämään myös kevät- ja syyskelirikon aikaisia raskaita kuljetuksia. (Metsäteho 2001, 4.) Runkoteiden määrä metsäteiden kokonaismäärästä on noin 15 prosenttia.

### **Aluetie**

Aluetie (At) on suurehkoa aluetta varten rakennettu metsätie, joka kerää liikennettä varsiteiltä. Aluetie liittyy usein runkotiehen tai suoraan yleiseen tiehen. Alueteiden liikennöinti koostuu runkoteiden tapaan useista eri liikennöintilajeista. Aluetie rakennetaan tyypillisesti kestämään syyskelirikon aikaisia raskaita kuljetuksia. Tarvittaessa aluetie voidaan rakentaa kestämään myös kevätkelirikon aikaista raskasta liikennettä. (Metsäteho 2001, 4.) Alueteitä on metsäteistä eniten. Niiden määrä on noin 55 prosenttia metsäteiden kokonaismäärästä.

### **Varsitie**

Varsitiet (Vt) rakennetaan leimikko- tai tilakohtaista puutavaran kuljetusta tai muuta metsätalouden tienkäyttöä varten. Varsitie liittyy yleensä runko- tai aluetiehen, muuhun yksityistiehen tai yleiseen tiehen. Kantavuudeltaan varsitiet rakennetaan kestämään raskasta liikennettä kelirikkokausia lukuun ottamatta. Käyttötarpeista riippuen voidaan myös varsitie rakentaa kestämään rajoitettuja kelirikon aikaisia kuljetuksia. (Metsäteho 2001, 4.) Varsiteiden määrä on metsäteiden kokonaismäärästä noin 30 prosenttia.

## Päällysrakenneluokat

Päällysrakenneluokkia on käytössä neljä kpl. Päällysrakenneluokassa 1 (Taulukko 1) rakennettavien ja perusparannettavien teiden tavoitekantavuus on keväällä 80 - 90 MN/m<sup>2</sup> (80 - 150 puutavara-autoa). Tähän luokkaan kuuluvat käytännössä vain tärkeät runkotiet. Päällysrakenneluokan 2 tavoitekantavuus on 60 - 70 MN/m<sup>2</sup> keväällä (20 - 40 puutavara-autoa). Tässä luokassa on runko-  
teiden lisäksi myös alueteitä. Luokassa 3 tavoitekantavuus on 60 - 70 MN/m<sup>2</sup> kesällä (20 - 40 puutavara-autoa). Tämä päällysrakenneluokka on tyypillinen alueteille. Päällysrakenneluokan 4 tavoitekantavuus on 50 - 60 MN/m<sup>2</sup> kesällä (10 - 20 puutavara-autoa). Tähän luokkaan mitoitetaan käytännössä vain leimikko- ja tilakohtaisessa käytössä olevat varsitiet. (Metsäteho 2001, 53.) Oikean päällysrakenneluokan valinta tien tarpeiden ja vaatimusten edellyttämälle tasolle on tärkeä toimenpide päällysrakenteiden mitoituksessa.

TAULUKKO 1. Päällysrakenneluokka 1: tavoitekantavuus 80 MN/m<sup>2</sup> keväällä (Metsäteho 2001, viitattu 22.12 2018)

Pohjamaan kantavuusluokka	A–F	A	B	C	D	E	F
Kulutuserkos	<b>cm</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
SrT/KaM/SrM, #0–16 mm	m <sup>3</sup> -rtr / m	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
E-moduuli 150 MN/m <sup>2</sup>	tn / m	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Kantava/jakava kerros	<b>cm</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>25</b>
KaM/SrM, #0–32...56 mm	m <sup>3</sup> -rtr / m	0,5	0,5	0,5	1,5	0,7	1,2
E-moduuli 200 MN/m <sup>2</sup>	tn / m	1,2	1,2	1,2	3,6	1,7	2,9
Eristys-/suodatinkerros	<b>cm</b>	—	—	—	—	—	<b>60</b>
(routimaton hiekka)	m <sup>3</sup> -rtr / m	—	—	—	—	—	4,0
E-moduuli 50 MN/m <sup>2</sup>	tn / m	—	—	—	—	—	9,6
Suodatinkangas	tyyppi	—	—	—	—	N3	N3
Penger (C-luokan materiaali)	<b>cm</b>	—	—	—	—	<b>40</b>	—
E-moduuli 100 MN/m <sup>2</sup>							<b>55</b>
Yhteensä	<b>cm</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>35</b>	<b>60</b>	<b>90</b>
	m <sup>3</sup> -rtr / m	0,7	0,7	0,7	1,7	3,2	5,4
	tn / m	1,7	1,7	1,7	4,1	7,7	13,0
Kantavuus	Kevät	270	155	85	85	80	80
MN/m <sup>2</sup>	Kesä	270	200	115	105	85	80

## 2.5 Metsätiehankeprosessi ja sen osapuolet

Metsäteiden rakentamis- ja perusparannushankkeet ovat poikkeuksellisia muihin yksityistiehankeisiin verrattuna puhumattakaan tavanomaisesta infrarakentamisesta. Metsätiehankeissa osapuolina ovat tiekunta ja sen osakkaat **tilaajina**, suunnittelu- ja rakentamispalveluja tuottavat yritykset **palveluntuottajana** sekä Suomen metsäkeskus valtionavustusta myöntävänä viranomaisena **rahoittajana**.

Poikkeavan metsätiehankeprosessista ELY-rahoitteiseen yksityistiehankeeseen verrattuna tekee se, että metsätiehankeessa valtionavustus myönnetään yksittäiselle tieosakkaille, kun taas ELY-rahoitteisessa hankkeessa tuki myönnetään tiekunnalle. Metsätiehankeessa rahoittaja ei edellytä hankkeelle valvojaa tiekunnan puolelta. Sen sijaan ELY-keskuksen rahoittamissa hankkeissa tiekunnan tulee nimetä hankkeelle valvoja, jonka ELY-keskus hyväksyy.

Eroavaisuuksia Kemera-rahoitteisen metsätiehankeen ja ELY-rahoitteisen yksityistiehankeen osalta löytyy usein myös hankkeen suunnittelu- ja toteuttamisprosessin kohdalta. Kemera-hankkeissa sama palveluntuottaja hoitaa hyvin usein myynnin, markkinoinnin, suunnittelun ja rakentamisen, kun taas ELY-hankkeissa suunnittelu ja rakentaminen erotetaan selkeämmin toisistaan omiksi kokonaisuuksiksi. ELY-hankkeissa tiekunta on selkeästi työn tilaaja ja rakennuttaja. Tämä laadunhallinnan ja vastuiden kannalta tärkeä toimintamalli puuttuu kokonaan tai ei ole niin selkeästi määritelty Kemera-rahoitteisissa metsätiehankeissa.

Metsätiehankeiden suunnittelun ja rakentamisen normistona ja ohjeistona on tällä hetkellä rahoittajan osalta ainoastaan Metsätehon metsätieohjeisto. ELY-rahoitteisissa yksityistiehankeissa noudatetaan infra-alalle yleisesti hyväksytyjä normeja (Infra-ryl jne.), ohjeita ja oppaita (ELY-keskuksen yksityistienpidon ohjekortit, Tieyhdistyksen oppaat jne.). ELY-hankeiden kohdalla ohjeistus ja toimintamallit on selkeämmin sovitettu yhteen muun infrarakentamisen kanssa.

## **2.6 Metsäteiden rahoitus**

Yksitysteiden rakentamiseen ja perusparantamiseen on käytössä tällä hetkellä tieosakkaille määrättyjen tiemaksujen lisäksi kaksi rahoituselementtiä yhteiskunnan taholta. Rahoitusta on mahdollista saada uusien metsäteiden rakentamiseen ja vanhojen metsä- ym. yksityisteiden perusparantamiseen. Yksitysteiden sillat ja siltarummut kuuluvat myös edellä mainittujen avustusten piiriin.

Metsätiehankeisin on käytössä kestävän metsätalouden rahoituslain perusteella myönnettävä Kemera-rahoitustuki (Suomen metsäkeskus 2018, viitattu 25.12.2018) ja valtionapukelpoisille yksityisteille yksityistielain perusteella myönnettävä avustus (ELY-keskus 2018, viitattu 25.12.2018). Kemera-tukea myöntävänä viranomaisena toimii Suomen metsäkeskus. ELY-keskusten vastuulle kuuluu yksityistieavustusten myöntäminen. Valmistuilla olevassa maakuntaudistuksessa on yksityisteitä ja liikunnan ohjausta koskevat valtionavustustehtävät suunniteltu siirrettäväksi tulevien maakuntien vastuulle.

Kemera-tukea voidaan myöntää metsäautoteiden ja niillä olevien siltojen rakentamiseen tai perusparannukseen. Kunnostettavien ja uusien metsäteiden on sovelluttava ympärivuotiseen käyttöön pois lukien kelirikkoajan käyttörajoitukset (Kestävän metsätalouden määräaikainen rahoituslaki 34/2015 16§). Metsätien rakentamista ja perusparantamista tuetaan vain usean tilan yhteishankkeena.

Yksityistie voidaan tulkita Kemera-tuen näkökulmasta rahoituskelpoiseksi metsätieksi, mikäli metsätalouden kuljetusten osuus on uusissa teissä vähintään 50 prosenttia ja perusparannettavissa teissä vähintään 30 prosenttia tien käytöstä eli tieyksiköistä. Aiemmasta valtion avustuksesta on pitänyt kulua vähintään 20 vuotta, tielle on perustettu tiekunta ja tieoikeudet ovat kunnossa sekä tien kunnossapitotoimista on huolehdittu aiemman rahoituspäätöksen mukaisesti. Lisäksi tien tulee täyttää kulkukelpoisuuden leveysvaatimukset. Kunnostettavan tien ajoradan on oltava vähintään 3,6 metriä leveä ja uuden tien ajorata vähintään 4,0 metriä leveä ja tiehankkeen on oltava pituudeltaan vähintään 500 metriä. (Suomen metsäkeskus 2018, viitattu 25.12.2018.)

Kemera-tuen määrä vaihtelee rahoitusvyöhykkeiden mukaisesti. Perusparannuksen tuki on eteläisessä ja keskisessä Suomessa 50 prosenttia ja Pohjois-Suomessa 60 prosenttia todellisista, toteutuneista arvonlisäverottomista kokonaiskustannuksista. Siltahankkeisiin voidaan tukea myöntää 10 prosenttiyksikköä edellä mainittuja lukuja korkeampana. (Suomen metsäkeskus 2018, viitattu 25.12.2018.)

Lisäksi tuen myöntämisen edellytyksenä on, että tuettavat työt ovat taloudellisesti tarkoituksenmukaisia ja ne tehdään metsäalan hyvän ammattikäytännön mukaisesti (Kestävän metsätalouden määräaikainen rahoituslaki 34/2015, 6§). Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että Suomen metsäkeskuksen toimiessa Kemera-tukien osalta valtionapuviranomaisena, tulee sen varmistua siitä, että rahoitettavat hankkeet täyttävät kyseisen lain vaatimukset. Kemera-tukea käytettiin vuonna 2018 uusien metsäteiden rakentamiseen ja vanhojen teiden perusparantamiseen yhteensä noin 4,3 milj. € mukaan lukien metsäteiden siltahankkeet. (Suomen metsäkeskus 2019a, viitattu 23.1.2019.)

Metsätiehankkeiden rahoitusprosessissa on suunnitelma- ja rahoitusasiakirjavaatimusten osalta pääpaino tällä hetkellä rahoitusteknisissä asiakirjoissa (rahoitushakemus ja toteutussopimus liitteineen). Tämä johtuu Kemera-lain ja -asetuksen vaatimuksista sekä niitä noudattavan viranomaisen ohjeistuksista. Metsätiehankkeissa Kemera-tuki myönnetään yksittäiselle tieosakkaalle (Suomen metsäkeskus 2018, viitattu 25.12.2018), kun taas yksityistielain mukaisissa ELY-rahoitteisissa tie-

hankkeissa tuki myönnetään tiekunnalle (ELY-keskus 2018, viitattu 25.12.2018). Kemera-rahoituksessa tuensaajien määrä voi olla jopa 20-kertainen ELY-rahoitettavaan hankkeeseen verrattuna. Tämä tarkoittaa hallinnollisen roolin ja resurssien osalta merkittävää eroa näiden rahoituselementtien välillä.

Toteutussuunnitelma on yksi tärkeimmistä rahoitusteknisistä asiakirjoista. Sen sisältövaatimukset on kuvattu Kemera-asetuksessa. Suunnitelman sisältövaatimuksia ei ole asetuksessa yksilöity. Asetuksessa todetaan, että tien ja siihen liittyvien käänntö- ja ohituspaikkojen sekä varastoalueiden mitoituksessa ja toimivuudessa tulee noudattaa metsätalouden käyttöön laadittuja hyvän ammattikäytännön mukaisia metsätienormeja (Valtioneuvoston asetus kestävän metsätalouden rahoituksesta 594/2015 20§). Näillä ammattikäytännön mukaisilla metsätienormeilla tarkoitetaan tässä yhteydessä Metsätehon metsätieohjeistoa (Metsäteho 2001, viitattu 22.12.2018).

Toteutussuunnitelman ja toteutusilmoituksen osalta todetaan, että laatijalla tulee olla tuettavan toimenpiteen laatuun ja laajuuteen nähden riittävä asiantuntemus (Kestävän metsätalouden määrälläinen rahoituslaki 34/2015 9§). Metsäkeskuksen omassa toimintaohjeessa suometsän hoidon, metsätien tekemisen ja luonnonhoidon osalta vaaditaan metsänomistajalta ja metsäpalveluyrittäjältä selvitys ammattitaidosta (Suomen metsäkeskus 2016, 1).

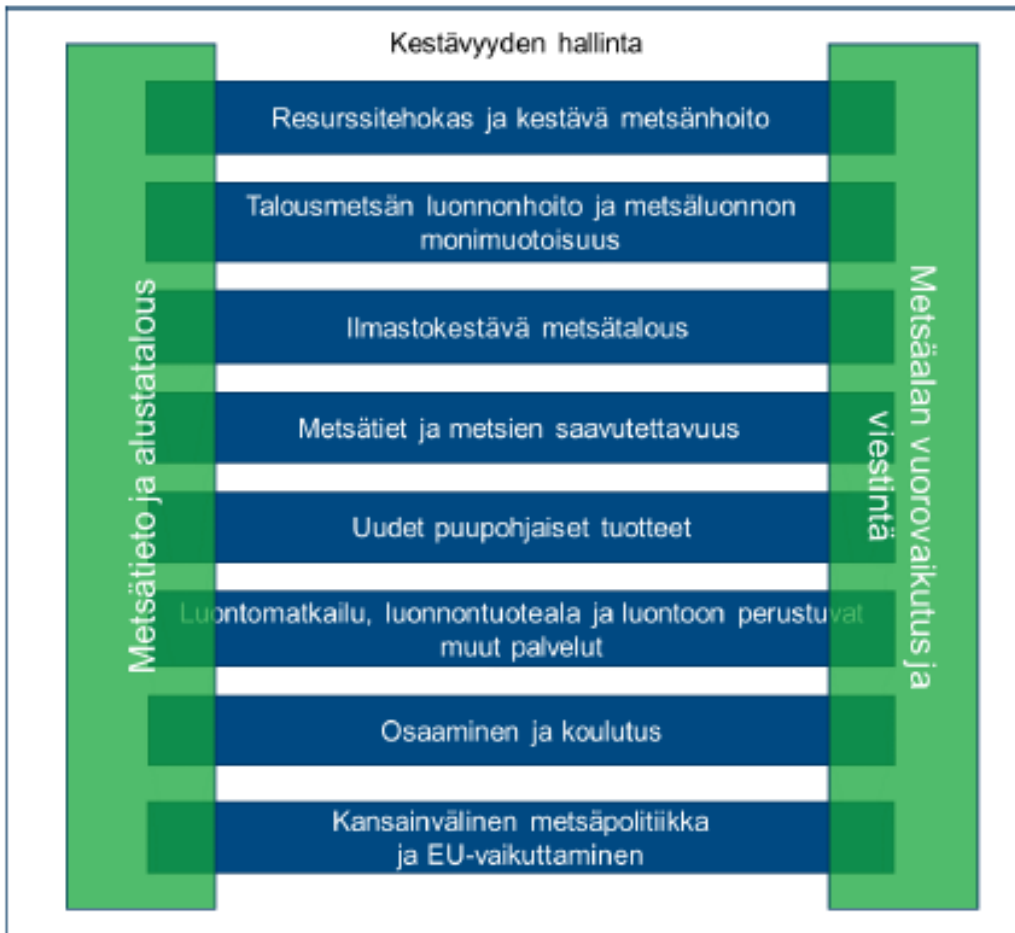
## **2.7 Toteutusmäärät ja tavoitteet**

Metsätiet ovat poikkeuksellinen yksityistietyyppi siitä syystä, että niiden kohdalla on valtiovallan toimesta asetettu vuosittaiset tavoitteet uusien teiden rakentamisen ja vanhojen teiden perusrantamisen osalta. Koko maata kattavat tavoitteet on kirjattu Kansalliseen metsästrategiaan, jota toteutetaan alueellisten metsäohjelmien (AMO) kautta.

Kansalliseen metsästrategiaan on listattu metsäbiotalouden tärkeimmät tavoitteet vuoteen 2025 mennessä. Strategian tärkeimpinä tavoitteina on edistää metsäalan kilpailukykyä, uudistumista ja kasvua sekä metsien aktiivista, kestävä ja monipuolista hyödyntämistä (Maa- ja metsätalousministeriö 2015, 16).

Kansallista metsästrategiaa toteutetaan hankkeiden (hankesalkut) kautta (Kuvio 2). Metsätiet ja metsien saavutettavuus on yksi hankesalkun strategisista toimenpiteistä, joiden tavoitteena on

muun muassa nostaa tieverkon palvelutasoa ja käytettävyyttä esimerkiksi paikkatietoa hyödyntämällä. Hankkeen avulla parannetaan myös tiekuntien päätöksentekokykyä sekä tiekuntien osakkaiden tavoitettavuutta.

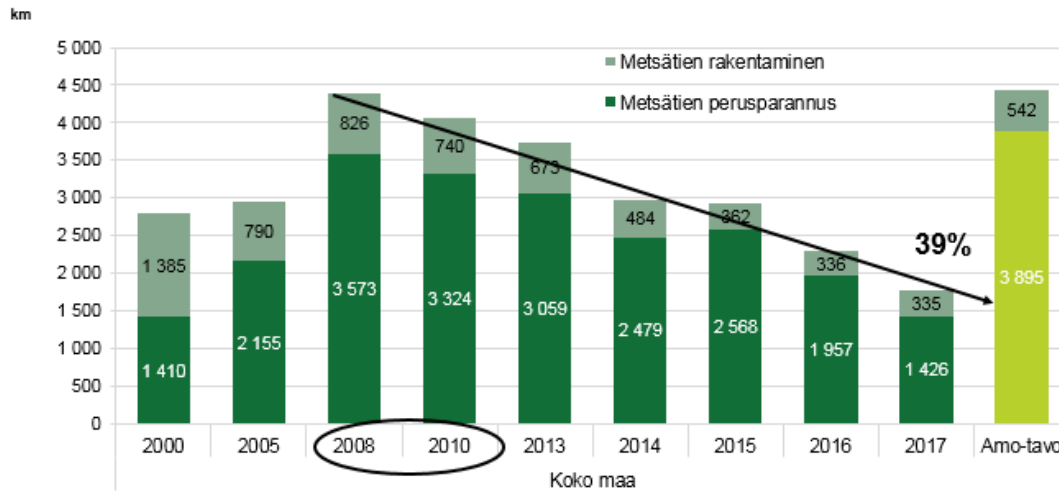


KUVIO 2. Kansallisen metsästrategian 2025 päivitetty strategiset hankkeet (Maa- ja metsätalousministeriö 2015)

Alueellisten metsäohjelmien tavoitteena on, että maassamme toteutetaan vuosittain 3895 kilometriä metsäteiden perusparannuksia ja rakennetaan 542 kilometriä uusia metsäteitä. Toteutusmäärät ovat jääneet viimevuosina kuitenkin huomattavasti asetettuja tavoitteita pienemmäksi. Vuodesta 2012 alkaen toteutusmäärät ovat laskeneet maassamme tasaisesti nykyhetkeen muutamia maakunta lukuun ottamatta. Vuonna 2017 maassamme toteutettiin metsäteiden perusparannuksia yhteensä 1 426 km, joka on tälle työlajille asetetusta tavoitteesta 37 prosenttia. Uusia metsäteitä rakennettiin vastaavasti 335 kilometriä, joka on tavoitteesta 62 prosenttia (Kuvio 3). (Suomen metsäkeskus 2019b, viitattu 2.3.2019.)

## Metsäteiden rakentaminen, koko maa

Toteutusmäärät 2013-2017 n. 2700 km/v, n.60% AMO-tavoitteesta



Lähde: Luke SIV-tiettyöt ja Smk-AMO-seuranta

KUVIO 3. Metsäteiden toteutusmäärät vuosina 2000 - 2017. (Suomen metsäkeskus 2019a, viitattu 2.3.2019)

Työmäärien laskeminen edellä kuvatulle tasolle on herättänyt keskustelua toimijoiden ja päätöksentekijöiden keskuudessa siitä, että millaisilla toimenpiteillä turvaamme tärkeän yksityistieinfraamme kunnossa pysymisen nyt ja tulevaisuudessa. Yksityisteillä on arvioitu olevan korjausvelkaa liki miljardi euroa. Metsäteidenkin osalta korjausvelka kasvaa entisestään, mikäli toteutusmääriä ei saada kasvatettua.

### 2.8 Metsäteiden laatuun liittyvä seuranta

Metsäteiden laatua seurataan tilaajan, palveluntuottajan ja rahoittajan toimesta. Tilaajan puolelta Kemera-rahoitteisen yhteishankkeen osakkaat valitsevat asiamiehen, joka toimii yhdyshenkilönä osakkaiden ja metsäkeskuksen välillä. Suunnitelman laatimiseksi myönnettävä valtion tuki maksetaan asiamiehelle tai hänen valtuuttamalleen (MMM:n määräykset nro 50/99). Asiamiehen rooli metsätiehankkeissa painottuu käytännössä hallinnollisiin tehtäviin ja näin ollen toteutustöiden tekninen valvonta voi jäädä heikoksi tai jopa kokonaan toteutumatta. Toteutustöiden tekninen valvonta asiamiehen toimesta ei ole useinkaan mahdollista rakentamiseen liittyvän substanssiosaamisen puuttumisen takia.



Metsätiehankkeiden toteutustöiden laadunvarmistus tilaajan (tiekunta) näkökulmasta onkin tällä hetkellä ongelmallinen. Tiekunta hallinnoi tietä ja vastaa tienpitoon liittyvistä tehtävistä sekä päätöksistä, mutta ei ole oikeutettu Kemera-tuen saajaksi. Tilanne onkin usein sellainen, että tiekunnan puolelta ei ole nimettyä henkilöä toteutustöiden valvonta- ja rakennuttajatehtäviin. Tämä johtuu käytännössä siitä, että Kemera-rahoitteisissa hankkeissa ei ole tunnistettu tai määritelty rakennuttajan ja valvojan roolia, tehtäviä sekä vastuita, eivätkä tiekunnan valmiudet niiden järjestämiseen ole riittävällä tasolla. (Nousiainen, haastattelu 22.11.2018.)

Palveluntuottajat vastaavat työnsä laadusta ja sen varmistuksesta lähtökohtaisesti tilaajan ja tuottajan välisillä sopimuksilla. Sopimusten ja niissä kuvattujen sisältöjen, työvaatimusten ja kriteerien merkitys sekä niiden noudattaminen on oleellinen asia onnistuneen lopputuloksen kannalta. Operatiivisten töiden työnjohdolliset tehtävät kuuluvat palveluntuottajan vastuulle, millä varmistetaan työvaiheiden valmistuminen aikataulussa ja työvaatimusten sekä normien täytyminen. Palveluntuottajilla on käytössä myös työvaiheiden omavalvontaa ja dokumentointia, joiden avulla voidaan työvaiheita tarkastella myös jälkikäteen. (Nousiainen, haastattelu 22.11.2018.)

Tilaajavastuulain mukaisten veloitteiden täytyminen ja serfioidut toimintajärjestelmät ovat osa palveluntuottajien laadunvarmistusta. Tilaajan ja palveluntuottajan yhteisesti suorittamalla maastokatselmuksilla sekä niiden dokumentoinnilla varmistetaan työn valmistuminen sovitulla tavalla. Tämä laadunhallinnan kannalta yksi tärkeimmistä työvaiheista jää metsätiehankkeissa monesti suorittamatta juuri tilaajan puolen valvonnan puuttumisen tai puutteiden takia. (Nousiainen, haastattelu 22.11.2018.)

Metsäkeskuksessa suoritetaan laadunvalvontaa ja varmistetaan Kemera-kriteerien ja vaatimusten täytyminen hankkeiden rahoitus- ja toteuttamisvaiheessa. Tarkastustoiminnan tavoitteena on arvioida metsätiehankkeiden laatua, ympäristövaikutuksia, tarkoituksenmukaisuutta ja toteutuneiden kustannusten oikeellisuutta. Tien teknistä suunnittelua ja suunnitelmaa sekä toteutustyötä arvioidaan Metsätehon Metsätieohjeistoa soveltaen. Rahoitusvaiheessa suunnitelmista tarkastetaan asiat, jotka ovat hankkeen toteuttamisen kannalta oleellisia. (Suomen metsäkeskus 2017, 38.)

Maastossa tarkastettavat tiekohteet valitaan satunnaisotannan tai harkinnan perusteella. Kemeran satunnaisotanta tapahtuu Riihi-tietojärjestelmässä automaattisesti sinne määritettyjen otantaprocenttien perusteella. Harkintatarkastusten kohdentamisessa otetaan huomioon voimassa olevassa tarkastussuunnitelmassa määritetyt harkinnan perusteet. Harkinnan perusteella suoritettavia tar-

kastuksia voidaan kohdentaa myös alueittain etukäteen esimerkiksi laadittujen kriteerien perusteella määritettyihin riskihankkeisiin. Metsäkeskuksen tarkastustoiminnan laatua valvoo maaseutu-  
virasto. (Suomen metsäkeskus 2017, 4.)

Perusparannetun ja uuden tien tulee täyttää rahoituslain mukaan samat kriteerit toteutuksen jälkeen. Toteutustöiden tarkastuksessa arvioidaan ensisijaisesti, onko tiehanke toteutettu suunnitelman ja metsätieohjeiston mukaisesti. (Suomen metsäkeskus 2017, 39.)

Metsäkeskuksen tarkastustoiminta maastossa on keskittynyt tähän saakka lähinnä silmämääräisesti tehtäviin mittauksiin ja havainnointiin. Tiehankeista on tarkastettu maastotarkastuksissa lähinnä tien mitoitukseen liittyviä asioita kuten päällysrakenteiden leveydet (sorastusleveydet), liitännäisalueiden mitoitukset ja niiden päällysrakenteet. Päällysrakenteiden kerrosvahvuuksia on tarkastettu mittaamalla kerroksen vahvuuksia tierakenteessa. Tien geometrisiä ominaisuuksia on tarkasteltu silmämääräisesti. Rakennettujen ja perusparannettujen teiden kantavuuksien todentamisessa ei ole juurikaan hyödynnetty kantavuusmittauksia, joita ovat esimerkiksi Kuab- tai Loadmanmenetelmät. (Nousiainen, haastattelu 22.11.2018.)

## **2.9 Kantavuuden määrittäminen ja päällysrakenteen mitoitus**

Yksityisteiden rungot on poikkeuksetta rakennettu paikalta olevista maalajeista. Maalajien vaihtuminen tielinjalla tarkoittaa alusrakenteen kantavuuden osalta usein huomattavaakin vaihtelua, mikä pitäisi pystyä tunnistamaan jo suunnitteluvaiheessa. Yksityisteiden runkomateriaalit ovat usein päällysrakenteita lukuun ottamatta routivia, mikä aiheuttaa lisähaasteita tavoitekantavuuden saavuttamisessa. (Nousiainen, haastattelu 22.11.2018.)

Hienojakoisilla, routivilla maapohjilla esiintyy kelirikkoa keväisin ja sen voimakkuus on riippuvainen muun muassa tierakenteen kuivatuksesta ja päällysrakenteiden määrästä sekä niiden laadusta. Kelirikkoa voidaan kuvata tilana, missä veden sulaminen tierungossa heikentää kantavuusominaisuuksia siinä määrin, että tien vaurioitumisriski liikenteen alaisena on olemassa. (Saarelainen & Törnqvist 2004, 16.)

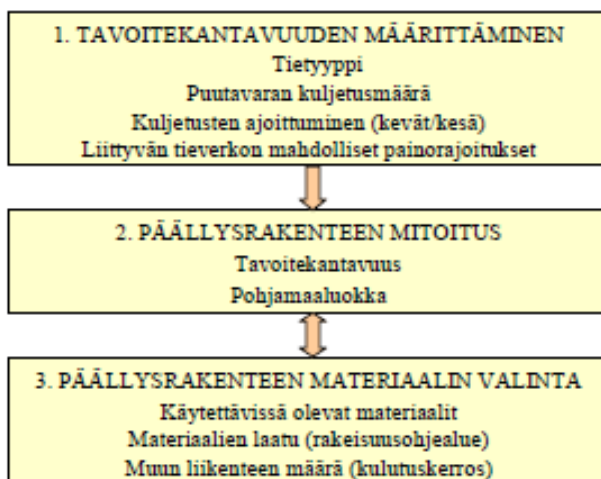
Yksityisteiden kantavuuden mitoituksessa ei ole ehdottomia mitoitusarvoja. Teiden rakentamisen osalta lainsäätäjät on lähtenyt siitä, että "tie on rakennettava siten, että sen tarkoitus saavutetaan edullisesti ja että tiestä tai sen käyttämisestä ei aiheudu kenellekään tarpeetonta haittaa tai häiriötä

taikka tarpeetonta haittaa ympäristölle tai muuta yleisen edun loukkausta”. (Yksityistielaki 56/2018 19 §.)

Metsäteiden kohdalla kantavuuden merkitys on yksi tien tärkeimmistä ominaisuuksista. Tiet tulee suunnitella ja rakentaa lähtökohtaisesti raskaita puunkuljetuksia varten, mikä asettaa omat vaatimuksensa tierakenteille ja niiden ominaisuuksille. Tämä edellyttää hankkeiden suunnittelijoilta erityistä ammattitaitoa ja osaamista alusrakenteen lähtökantavuuden määrittämisen ja päällysrakenteiden mitoittamisen suhteen.

Yksityisteiden kuormituskestävyyden mitoituksen yhteydessä käytetään termiä tavoitekantavuus. Tavoitekantavuudella tarkoitetaan saavutettua tilannetta, missä rakennettu tai perusparannettu tie-rakenne kestää sille suunnitellun kuormituksen ja rasituksen niin, että pysyvä urautuminen jää alle 40 millimetrin. Kantavuuden mittayksikkönä käytetään meganewtoneita MN/m<sup>2</sup> (1 MN = 1000 000 N/m<sup>2</sup>). Metsäteiden kantavuus voi vaihdella eri vuodenaikoina, mutta kuormitettavuuden suhde kantavuuteen ei saa olla riippuvainen ajankohdasta. (Metsäteho 2001, 50.)

Tavoitekantavuuden määrittämisen lähtökohtana metsäteillä on tietyyppi ja päällysrakenneluokka (Kuvio 4). Runkotiet rakennetaan yleensä kestävämpään kevätkelirikon, aluetiet syyskelirikon ja varsitiet kesänaikeista raskasta liikennettä. (Metsäteho 2001, 50.)



KUVIO 4. Päällysrakenteen suunnittelun vaiheet (Metsäteho 2001, viitattu 22.12.2018)

Tietyyppin määrittämisestä perustasosta voidaan tavoitekantavuutta nostaa tai laskea olosuhteiden ja tarpeen mukaan. Mitoitukseen vaikuttavat eniten raskaiden kuljetusten määrä ja ennen kaikkea

niiden ajoittuminen. Lisäksi on huomioitava mahdolliset kantavuusrajoitukset olemassa olevan tieverkon alueella eri vuodenaikoina. (Metsäteho 2001, 50.)

Alusrakenteen lähtökantavuuden määrittämisessä ja päällysrakenteen mitoittamisessa on olennaista, että hallitaan maalajien tunnistaminen pohjamaan kantavuusluokan määrittämiseksi. Usein joudutaan tekemään maaperätutkimuksia maalajin tunnistamiseksi. Sopivia tutkimusvälineitä ovat esimerkiksi lapio, maarassi, siipikaira ja penetrometri. Uusien teiden rakentamisessa ovat metsäammattilaiset osanneet hyödyntää maalajien tunnistamisessa myös kasveja, esimerkiksi kataja tuoreella kankaalla indikoi maalajin hienojakoisuudesta ja routivuudesta. Perusparannettavan tien osalta voidaan maalaji määrittää esimerkiksi tien sivuojista, mikäli ne ovat riittävän avoimia. (Metsäteho 2001, 50.)

Pohjamaan kantavuusluokka (Kuvio 5) määritellään routivuuden ja raekoostumuksen mukaan luokkiin A-G kuvion 6 mukaisesti. Tien pituusgeometria (tielinja) tulee jakaa maalajien kautta kantavuusluokkiin päällysrakenteen mitoitus varten (Metsäteho 2001, 35). Pohjamaan kantavuusluokitustaulukoissa on päällysrakenteiden mitoituksen helpottamiseksi kuvattu toleranssit eri maalajien laskennallisten kantavuuksien osalta.

Maalaji	Tarkennus	Routivuus	Kantavuus luokka	Kantavuus (MNm <sup>2</sup> )
Kallio	kallio, Ka louhe, Lo murske, M	Routimaton	A	300
Sora	sora, Sr		B	200 (150...280)
Soramoreeni	routimaton, SrMr (routiva, luokka E)		C	100 (70...150)
Hiekka	routimaton, Hk (hieno Hk routiva, luokka E)	Routimaton / Routiva	D	50 (35...70)
Hiekkamoreeni	routiva, HkMr (routimaton, luokka D)		E	20 (15...35)
Silti Siltimoreeni Savi	Si SiMr Sa	Routiva	F	10 (5...15)
Lieju Tuve	Lj Tv		G	5

KUVIO 5. Pohjamaan kantavuusluokitus (Metsäteho 2001, viitattu 22.12.2018)

## 2.9.1 Kantavuuden silmävarainen tarkastelu

Metsäteiden kantavuuden määrittäminen on suoritettu tähän saakka hyvin pitkälti silmävaraisen arvioinnin ja havaintojen kautta. Tätä arviointimenetelmää voidaan pitää kohtuullisen luotettavana ja sillä voidaan päästä hyväänkin lopputulokseen, mutta se edellyttää suunnittelijalta hyviä valmiuksia muun muassa alusrakenteen lähtökantavuuden (maalaji, pohjamaaluokka ja kuivatustila) arvioinnissa.

Metsä- ym. yksityisteiden rakentamis- ja perusparannushankkeiden alusrakenteen lähtökantavuuden määrittämisessä ja päällysrakenteiden mitoituksessa voidaan hyödyntää myös valmiita taulukoita (Taulukot 2 ja 3). Metsätehon Metsätieohjeiston päivitystyön yhteydessä on staattisten päällysrakennetaulukoiden (Taulukko 1) lisäksi rakennettu dynaaminen Kantava-niminen laskentaohjelma (Kuvio 6), jonka avulla suunnittelijat pystyvät mitoittamaan ja laskemaan päällysrakennemasoja tiekohteisiin eri vaihtoehtoilla.

*TAULUKKO 2. Aputaulukko alusrakenteen lähtökantavuuden (MN/m<sup>2</sup>) määrittämiseen tien perusparannussuunnittelussa (Suomen Tieyhdistys ry 2010, viitattu 25.12.2018)*

Alustan kantavuus MN/m <sup>2</sup>	Maastoinventoinnin ja mittaustulosten tiedot
70	Vanha rakenne ei pehmene keväällä, mutta kantavuus ei mittaustulosten perusteella ole riittävä
50	Vanha rakenne pehmenee pinnastaan lievästi keväällä
35	Vanha rakenne pehmenee keväisin ajamista haittaavasti
20	Vanha rakenne pehmenee keväisin ajokelvottomaksi
10	Vanha rakenne pehmenee keväisin ajokelvottomaksi, pohjamaana on pehmeä savi, lieju tai turve

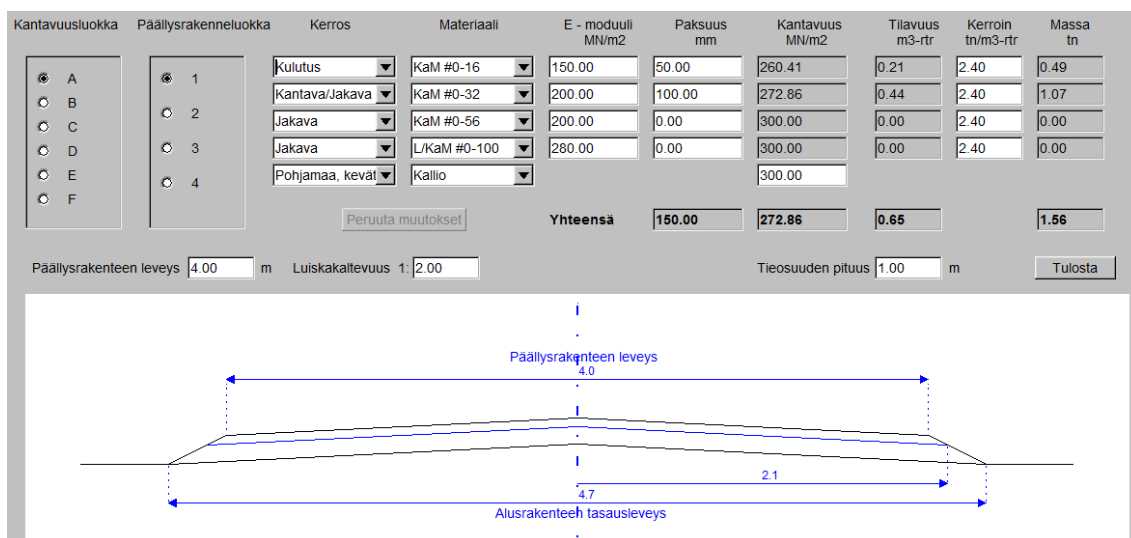
*Handwritten notes: ↑ Kunnostus, (KA), ↓ PP*

Silmävaraisessa kantavuuden arvioinnissa tuo perusparannushankkeiden kohdalla lisähaasteita ajettujen, jo olemassa olevien päällysrakenteiden positiivinen vaikutus alusrakenteen kantavuuteen. Lisäksi arviointia vaikeuttaa pohjamaata heikompien materiaalien kuten eloperäisen aineksen, kantojen, humuksen tai turpeen käyttäminen runkorakenteissa. Edellä mainittuja ominaisuuksia ei pysty käytännössä havaitsemaan silmämääräisessä tarkastelussa ja niiden havaitsemiseksi tulisi rakenne avata kaivamalla. Mikäli on tiedossa tierungon alkuperäinen rakentamismenetelmä, voidaan siitä päätellä näiden tierunkoon kuulumattomien aineksien määrää ja toistuvuutta.

TAULUKKO 3. Päälysrakenteiden mitoittaminen tavoitekantavuuteen 80 MN/m<sup>2</sup>, kun kantavan ja jakavan moduuli on 200 MN/m<sup>2</sup> (Suomen Tieyhdistys ry 2010, viitattu 25.12.2018)

Alustan kantavuus MN/m <sup>2</sup>	70	50	35	20	10	20 b	10 b	10 c
Rakennekerrosten paksuus (cm), kun kantavan ja jakavan kerroksen moduuli on 200 MN/m <sup>2</sup> :								
Kulutuskerros	7	7	7	7	7	7	7	7
Kantava ja jakava kerros	9	15	23	23	23	38	38	53
Suodatinkerros				20	40		20	
Suodatinkangas						N3		N3
Yhteensä	16	22	30	50	70	45	65	60

Silmävarainen kantavuuden arviointi johtaa helposti joko ali- tai ylrakentamiseen. Alirakentamisessa alusrakenteen lähtökantavuus arvioidaan paremmaksi kuin mitä se todellisuudessa on. Tämä johtaa siihen, että tielle ajettavilla kantavilla päälysrakenteilla ei saavuteta tavoiteltua kantavuutta. Ylrakentamisessa vastaavasti alusrakenteen lähtökantavuus arvioidaan todellista tilannetta huonommaksi, mikä johtaa tavoitellun kantavuuden tarpeettomaan ylitykseen liian suurien kantavien päälysrakenteiden vuoksi.



KUVIO 6. Kantava-päälysrakenteiden mitoitus ja laskentaohjelma (Metsäteho 2018, viitattu 22.12.2018)

Metsäteiltä odotetaan tänä päivänä yhä enemmän ympärivuotista käyttövalmiutta. Lisäksi ajoneuvojen massat ja mitoitukset ovat kasvaneet viime vuosina huomattavasti (Valtioneuvoston asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä annetun asetuksen muuttamisesta 47/2017). Muutokset ovat johtaneet

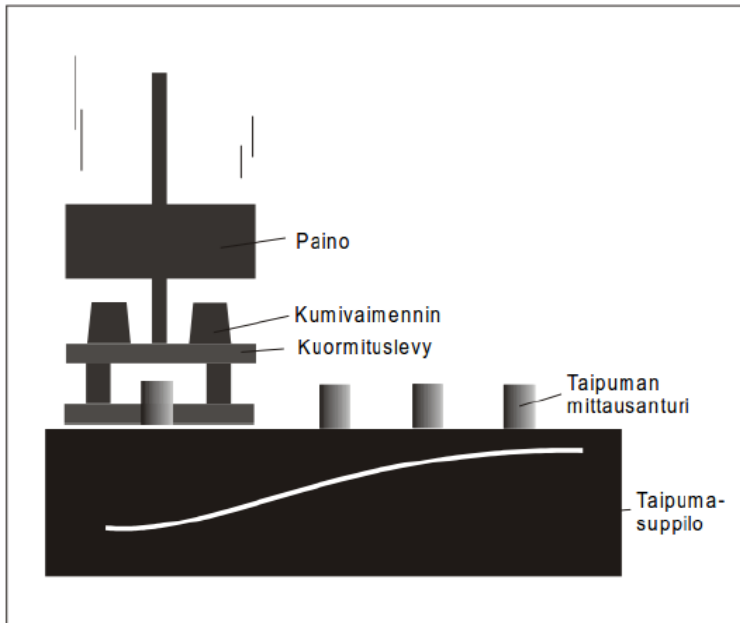
käytännössä siihen, että metsäteidenkin kohdalla silmämääräisellä alusrakenteen tai valmiin rakenteen kantavuusarvioinnilla ei yksin päästä riittävän luotettavaan lopputulokseen kantavuuden arvioinnissa.

## 2.9.2 Kantavuusmittaukset

Kantavuusmittausmenetelmiä on ollut maailmalla käytössä suhteellisen pitkään. Kyseiset menetelmät voidaan jakaa toimintaperiaatteiden perusteella joko staattisiin tai dynaamisiin kuormitusmenetelmiin. Pudotuspainolaitteiden, kuten KUAB, Heavy Loadman ja Loadman, kuormitusmenetelmät ovat toimintaperiaatteiltaan dynaamisia ja levykuormituslaitteet staattisia. Suomessa yleisimmin käytössä oleva pudotuspainolaite on ruotsalaisvalmisteinen KUAB. (Koppana 2018, 36.)

Suomessa on tehty taipumamittauksia 1970-luvulta lähtien. Käytössä olevana mittausmenetelmänä oli alkuun kuorma-auton perässä oleva Benkelman-palkki. Mittauksen tuloksena saatiin päätaipuma. Taipumatiedosta laskettiin tien kantavuus, joka korjattiin kevätolosuhteita vastaavaksi kevätkantavuuskertoimen avulla. Mittauksista saatuja tietoja käytettiin yleisen tieverkon rakenteellisen tilan arvioinnissa, tiestön ylläpitoon tarvittavien resurssien suunnittelussa sekä toimenpiteiden valinnassa. (Virtala 2014, 279-280.) Tämän mittausmenetelmän käytöstä yksityisteillä ei ole tutkimustietoa saatavilla.

1990-luvulla Suomessa siirryttiin laajemmin pudotuspainolaitteiden käyttöön. Kantavuusmittauksia suoritettiin Dynatestin, Kuabin ja Phoenixin laitteilla. Kyseisillä laitteilla saatiin yhden mittauksen tuloksena taipumasuppilo, mikä tarkoitti seitsemää taipumaa tien eri kohdista (Kuvio 7). Nämä uudet mittausmenetelmät ja laitteet lisäsivät taipumatiedon käyttömahdollisuuksia esimerkiksi tierakenteiden kerrosten jäykkyyksien laskennassa. (Virtala 2014, 279-280.)



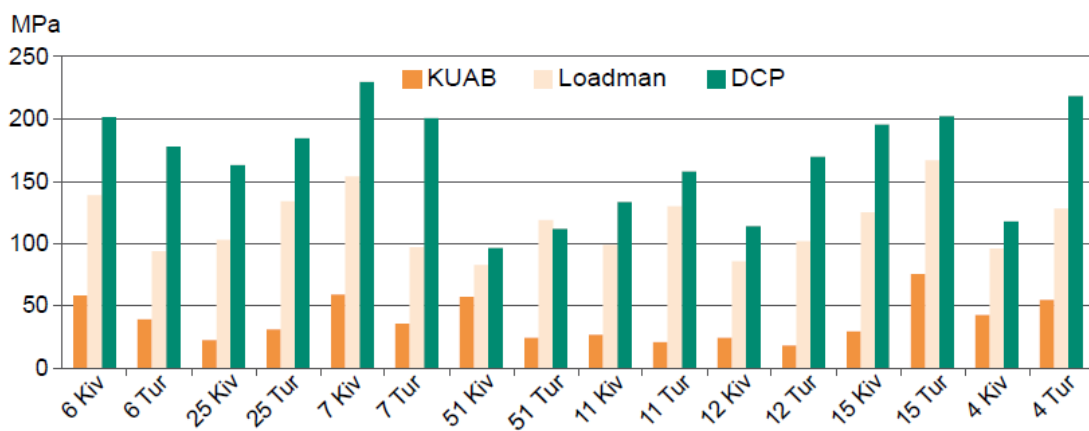
KUVIO 7. Pudotuspainolaiteen pelkistetty toimintaperiaate (Spoof & Petäjä 2000)

Kantavuusmittauksia on hyödynnetty metsäteiden osalta vielä varsin vähän, olipa kyseessä hankkeen suunnitteluvaihe tai valmiin tien kantavuuden toteaminen esimerkiksi päättämävaiheessa. Satunnaisia mittauksia on suoritettu, mutta niitä ei ole tilastoitu. Kantavuusmittauksia ei ole edellytetty Kemera-rahoitteisissa hankkeissa ELY-rahoitteisten yksityistiehankkeiden tapaan, joissa se on kuulunut kiinteästi suunnittelu- ja toteuttamisprosessiin yli 15 vuotta. KUAB ja Loadman -pudotuspainomittaus on mainittu menetelmänä Metsäkeskuksen maastotarkastusohjeessa, mutta sen käyttöä ja hyödyntämistä ei ole ohjeistettu tarkastustoiminnassa tarkemmin (Suomen metsäkeskus 2017, 39). Kemera-rahoitteisten metsätiehankkeiden alusrakenteen lähtökantavuus on määritelty tähän saakka silmämääräisesti pohjamaaluokan ja alusrakenteessa jo olevien päällysrakenteiden sekä kuivatustilanteen kautta.

ELY-rahoitteisten yksityistien kantavuusmittauksissa on KUAB-pudotuspainomittaus muodostunut eniten käytetyksi menetelmäksi. Tämä on johtunut kyseisen mittausmenetelmän nopeudesta, luotettavuudesta ja kustannustehokkuudesta. Muita käytössä olevia laitteita ovat Loadman ja Heavy Loadman-pudotuspainolaitteet sekä levykuormituslaite. Alan toimijat ja palveluntuottajat ovat hankkineet viime vuosina kannettavia Loadman-pudotuspainolaitteita lähinnä oman työn laadun varmistamisen työkaluksi. Levykuormituslaitetta on yksityisteillä käytetty jonkin verran esimerkiksi vaativissa sillanrakentamiskohteissa. (Ämmälä, haastattelu 15.2.2019.)



Tomi Kaakkurivaaran ja Jori Uusitalon vuonna 2011 tekemän tutkimuksen mukaan dynaamiset kantavuusmittausmenetelmät (Loadman ja KUAB) ovat käyttökelpoisia metsäteiden kantavuuden todentamisessa. Näiden kahden mittalaitteen tuloksien välillä todettiin kuitenkin selkeät erot, mikä johtuu pitkälti laitteiden ominaisuuksista (Kuvio 8). KUAB-mittauksen tulokset olivat kannettavaan Loadmaniin verrattuna selkeästi heikompia, mikä johtuu siitä, että KUAB-mittaus ulottuu tien syvempiin rakennekerrokseen Loadmanin mittausominaisuuksien pysähtyessä tien pintarakenteisiin. Tutkimuksessa tehtiin myös havainto, että yksiajokaistaisen metsätien keskiosan ja reunojen kantavuus on oleellisesti heikompi hyvin tiivistyneeseen ajoraiteeseen verrattuna. (Kaakkurivaara & Uusitalo 2011, 9 - 12.)



KUVIO 8. Kolmen kantavuusmittauslaitteen keskinäinen vertailu (Kaakkurivaara & Uusitalo 2011, viitattu 10.3.2019)

Kantavuusmittauksesta saatavien tulosten perusteella voidaan tavoitekantavuuden saavuttamiseksi laskea tarvittavat päällysrakenteiden määrät. Päällysrakennemassojen mitoituskalkelmat sisältyvät nykyisin palveluntuottajien tarjoamiin mittauspalveluihin. Mitoitusmenetelmänä on yleisesti infra-alalla käytössä oleva Odemarkin kuormituskestävyyden mitoitusmenetelmä. Kuormitusmitoituksen lähtötiedoksi tarvitaan suunniteltu tavoitekantavuus ja alusrakenteen lähtökantavuus. Menetelmässä lasketaan alusrakenteen päältä alkaen ajettavien rakennekerrosten tuottama kantavuus Odemarkin kaavalla (Kaava 1). Päällysrakennekerroksien mitoittaminen kyseisellä menetelmällä mahdollistaa vaihtoehtoisten rakenneratkaisujen tekemisen ja löytämään sitä kautta myös kustannustehokkaimman ratkaisun esimerkiksi työn tilaajan näkökulmasta. (Brax 2012, 15.)

Odemarkin mitoitusmenetelmä perustuu kaavaan (Kaava 1), jossa  $E_P$  on mitoittavan kerroksen päältä saavutettava kantavuus,  $E_A$  on mitoittavan kerroksen alta saavutettava kantavuus,  $h$  on mitoittavan kerroksen paksuus ja  $E$  on mitoittavan kerroksessa käytettävän materiaalin E-moduuli. Kaavassa on lisäehtona, että rakenteen käyttökelpoinen  $E$  on enintään  $6 \times E_A$  (Koppa 2018, 34.) Tämä lisäehto tarkoittaa sitä, että sitomattomia materiaaleja valittaessa on huomioitava, että materiaalin moduuli ei saa ylittää kuusinkertaisesti mitoittavan kerroksen alla olevan kerroksen moduulia, koska materiaalin tiiveys ei koskaan pääse optimitiiveyteen (Brax 2012, 15). Yksitysteiden kantavuuden parantamishankkeissa tämä aiheuttaa sen, että ensimmäisen kantavan kerroksen E-moduularvoa joudutaan usein alentamaan heikkolaatuisen perusmaan takia.

KAAVA 1. Odemarkin kuormituskestävyyden mitoituskaava (Tieyhdistys 2010, viitattu 25.12.2018)

$$E_P = \frac{E_A}{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{h}{a}\right)^2}}\right) \frac{E_A}{E} + \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 * \left(\frac{h}{a}\right)^2 \left(\frac{E}{E_A}\right)^{2/3}}}$$

Rakenteen moduulilla (E-moduuli) kuvataan materiaalin kykyä vastustaa sitä rasittavia voimia. Metsä- ym. yksitysteiden tierakenteiden mitoituksessa voidaan hyödyntää eri päällysrakennemateriaalityypeille valmiiksi laskettuja moduularvoja (Taulukko 4). (Tiehallinto 2005, viitattu 9.1.2019.)

TAULUKKO 4. Odemarkin mitoituksessa käytettävät yleisesti myynnissä olevien standardimurskeiden moduulit (Tiehallinto 2005, viitattu 9.1.2019)

Rakeisuusluokka (St. 13285 ja TYLT)	Moduuli, MPa			
	100	150	200	280
	Raekoko 0/D (D = maksimiraekoko), mm			
G <sub>O</sub>	0/8...0/11,2	0/16...22	0/31,5	0/40...80
G <sub>P</sub>	"	"	0/31,5...63	0/80
G <sub>A</sub>	"	"	0/31,5...56	0/63...80
G <sub>C</sub>	"	"	0/31,5...63	0/80
Soratien kulutuskerros	0/11,2...16			
Soratien sidekerros		0/22...0/31,5		

Mikäli rakennetun tai perusparannetun metsätien alusrakenteen lähtökantavuus todetaan pudotuspainomittauksella (esimerkiksi Kuab- tai Loadman) ja tielle tehdään sen perusteella päällysrakenteiden mitoituslaskelma, voidaan siitä saatavalla paaluvälikohtaisella mittausraportilla korvata esimerkiksi tiejanalla esitettävä päällysrakenteiden sijoittuminen.

Kantavuusmittauksella ja sen tuloksiin perustuvalla päällysrakenteiden mitoituksella voidaan yksityisteiden perusparantamis- ja kunnostushankkeissa (esimerkiksi Kuab- ja Loadman-pudotuspainolaitteistot) säästää valtakunnallisesti jopa miljoonia euroja vuosittain päällysrakennetöiden kustannuksista niiden oikealla ja täsmällisellä kohdentamisella (Luonnonvarakeskus 2015, viitattu 8.3.2018).

## **2.10 Metsäteihin liittyvä koulutus ja T&K-toiminta**

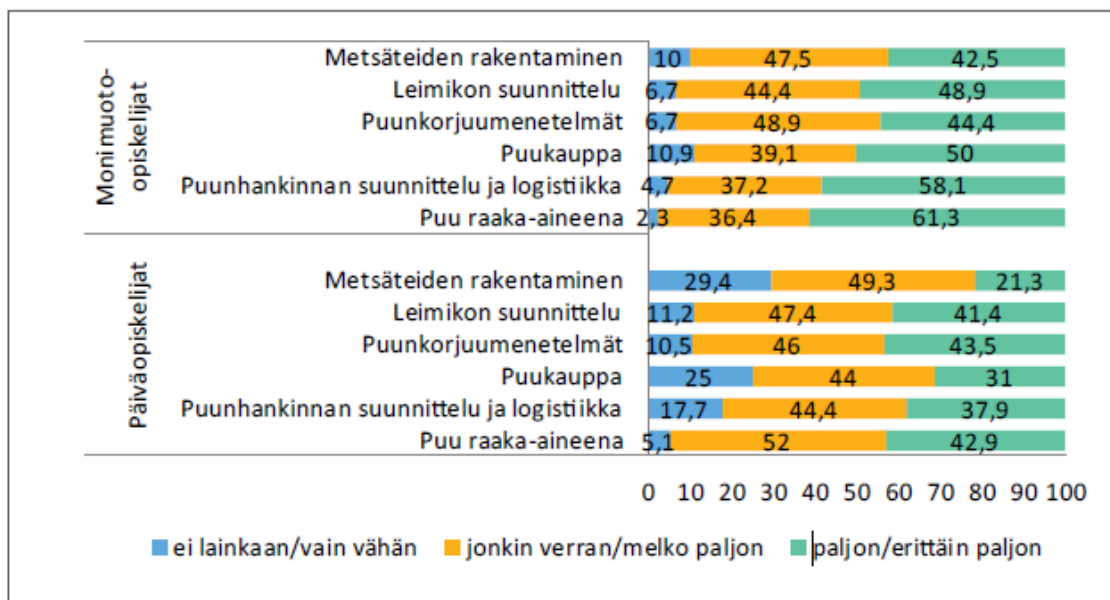
Metsäteihin liittyvä koulutus on kuulunut luonnonvara-alan metsätalouden koulutusohjelmiin ammattikorkeakouluissa ja yliopistoissa vuosikymmenien ajan. Opetuksen sisältö ja laajuus on muuttunut ajan saatossa oppilaitosten suuntautumiskehityksen ja resurssien myötä. Käytännössä tämä on johtanut siihen, että metsäteihin liittyvä opetus on vähentynyt ja siihen on ollut käytettävissä entistä vähemmän resursseja.

Yksityisteiden osaamiseen liittyvän opinnäytetyön perusteella metsä- ym. yksityistieopetus on varsin suppealla tasolla ammattikorkeakoulujen metsätalouden koulutusohjelmissä. Opetus rajoittuu kaikkien tutkimuksissa mukana olleiden oppilaitosten kohdalla metsäteihin ja niidenkin osalta koulutustarjonta on vähäistä. Muihin yksityistietyyppisiin, tiekuntien hallintoon ja kunnossapitoon liittyviä asioita ei opeteta käytännössä yhdessäkään metsätalouden koulutusta tarjoavassa ammattikorkeakoulussa. Opetuksen laajuus on keskimäärin 2 – 3 opintopistettä oppilaitoksesta riippuen ja opetusta ei tarjota omana opintokokonaisuutena vaan se on integroitu esimerkiksi puunhankinnan, puunkorjuun tai metsänhoidon opintokursseihin tai -moduuleihin. (Pisto 2017, 16.)

Työtehoseuran Eila Lautanen ja Riitta Kilpeläinen tutkivat vuonna 2016 vastavalmistuneiden metsätalousinsinöörin näkemyksiä koulutuksen tuottamasta osaamisesta ja työelämävastaavuudesta. Tutkimuksen kohteena olivat vuosina 2011 – 2015 valmistuneet metsätalousinsinöörit (780 henkilöä). Tutkimukseen vastasi 225 henkilöä. Vastaajia oli kaikista metsätalousinsinöörin koulutusta antavista oppilaitoksista (Hämeen, Karelia, Lapin, Mikkelin, Novia, Tampereen ammattikor-

keakoulut sekä Novia Yrkeshögskolan). Tutkimuksessa selvitettiin opiskelijoiden kehittymistä koulutuksen aikana sekä työllistymismahdollisuuksia opiskelujen päättymisen jälkeen. (Kilpeläinen & Lautanen 2016, 10 - 12.)

Kilpeläisen ja Lautasen tutkimuksen mukaan ammattikorkeakoulujen opetus oli korkealla tasolla kaikissa oppilaitoksissa muun muassa metsänhoitoon liittyvissä asioissa. Heikoimmat arvostelut opiskelijat antoivat metsäteiden rakentamisen (Kuvio 9), metsäojituksen ja puukaupan opetuksen osalta. Tutkimuksessa nousi esille erikoisosaamistarpeiden lisäksi myös muut kehitettävät osa-alueet, joita olivat myynti-, markkinointi- ja talousasioiden hallinta. Työelämäyhteyksissä tunnistettiin kehittämistarpeita niin koulutuksen sisältöjen kuin opetuksen toteuttamisenkin kannalta.



KUVIO 9. Osaamisen kehittyminen metsätalousinsinöörien koulutuksessa (Kilpeläinen & Lautanen 2016, viitattu 4.1.2019)

Suomen metsäkeskus ja sitä edeltävät organisaatiot ovat rakentaneet vuosikymmenien saatossa yksityismetsiemme metsätieverkoston ja huolehtineet myös alan toimijoiden osaamisesta ja kouluttamisesta edistämisenorganisaatiolle kuuluvalla tavalla. Vuonna 2012 tapahtuneessa organisaatiomuutoksessa liiketoiminta eriytettiin valtionavulla tehtävistä toiminnoista. Samassa yhteydessä myös metsäteihin liittyvä osaaminen siirtyi valtaosin liiketoimintaa harjoittavan yksikön puolelle ja tämä on näkynyt myös edistämisenorganisaation palvelutarjonnan heikkenemisenä metsäteihin liittyvissä asioissa ja kysymyksissä. (Nousiainen, haastattelu 8.1.2019.)

Myös metsäalan organisaatioissa on tieosaamisen tasossa havaittu heikkenemistä ja puutteita. Metsäteihin liittyvä osaaminen ja asioiden hallinta on ollut tärkeässä roolissa niin metsää omistavan teollisuuden, Metsähallituksen ym. suurmetsänomistajien keskuudessa. Organisaatorakenteiden muuttuessa ei henkisen pääoman siirtymiselle enää ole ollut sellaisia mahdollisuuksia kuin ennen. Toimijoiden kyky kouluttaa itse henkilöitä tällaiseen erikoistyöläjiin on heikentynyt huomattavasti. (Ämmälä, haastattelu 15.2.2019.)

Suomen Tieyhdistys ry on tällä hetkellä käytännössä ainoa organisaatio, joka tarjoaa yksityisteihin liittyvää koulutusta muun muassa tieisännöitsijä-koulutuksen kautta. Tieyhdistys on tuottanut myös yksityisteihin liittyvää opetusmateriaalia sekä hoitanut toimialan edunvalvontaa ja viestintää valtakunnallisesti. (Suomen Tieyhdistys 2018, viitattu 25.12.2018.)

Metsäteihin liittyvä tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminta on ollut viime vuosikymmeninä maassamme vähäistä. Metsätehon metsätieohjeistoa ollaan tällä hetkellä uusimassa. Edellinen ohjeiston päivitys on vuodelta 2001. Nyt suoritettavassa päivitystyössä on tavoite muun muassa harmonisoida terminologiaa, käsitteitä sekä päällysrakenteiden mitoittamiseen ja laatuun liittyviä asioita paremmin infra-alaa vastaavaksi (Strandström, haastattelu 23.11.2018).

Vaikka yksityisteiden määrä onkin maassamme erittäin merkittävä (noin 80 prosenttia koko tietömme määrästä), niiden kuntotasosta ei ole luotettavaa tietoa olemassa. Tämä johtuu siitä, että yksityistietietoa ei hallinnoi eikä koordinoi kootusti mikään organisaatio maassamme. Tietoa on paljon, mutta se on hajallaan eri organisaatioiden tietokannoissa ja arkistoissa.

Maanmittauslaitoksen lakisääteisenä tehtävänä on ylläpitää yksityistierekisteriä. Kyseiseen rekisteriin merkitään sellaiset yksityistiet, jolle on perustettu tiekunta. Rekisteristä selviää muun muassa tiekunnan nimi, yhteyshenkilön tiedot (mikäli tiedossa), tien tunnusnumero sekä niiden kiinteistöjen tiedot, joiden alueella tie kulkee. Yksitystiet ovat rekisterissä käyttöoikeusyksikköinä. Tämä tarkoittaa sitä, että teiden sijainti voidaan näyttää kiinteistörekisterikartalla. Toimielimen (toimitsijamies tai hoitokunta) tehtävänä on ilmoittaa yhteystietojen muutoksista rekisterin ylläpitäjälle. (Maanmittauslaitos 2019, viitattu 23.3.2019.)

Yksitystierekisterin hyödynnettävyys on tällä hetkellä heikkoa esimerkiksi palvelutuottajien näkökulmasta, koska kyseinen tieto ei ole avointa. Lisäksi tiekuntien yhteystiedoissa on puutteita vanhentuneiden tietojen vuoksi. (Niskanen, haastattelu 8.1. 2019.)

Yksityistiedon hallinnoinnin, jalostamisen ja jalkauttamisen osalta on meneillään useita kehittämishankkeita maassamme. Yhtenä esimerkkinä on Metsäteho Oy:n hallinnoima Biotalous-tietojärjestelmät -kehittämishanke, missä on tavoitteena suunnitella yksityistiedolle palvelualusta (YTPA) sekä siihen liittyvä arkkitehtuuri. Kyseisessä hankkeessa selvitetään yksityistiedon liittyvän tiedon keräämistä, ylläpitoa, päivittämistä ja hyödyntämistä sekä teknisiä ratkaisuja. Tämän hankkeen visiona on palvelualusta, joka toimisi yksityistiedon risteysasemana. (Niskanen, haastattelu 8.1. 2019.)

Oulun Yliopistossa on tehty tutkimuksia kuorma-autojen omien tietojärjestelmien (CAN-väylät) kautta saatavien tietojen hyödyntämisestä esimerkiksi yksityisteiden kantavuuspuutteiden todentamisessa. Tutkimukset ovat tällä hetkellä alkuvaiheessa eikä niistä ole julkaistua tietoa vielä saatavilla. (Pylvänäinen, haastattelu 8.3.2019.)

## **3 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS**

### **3.1 Tietoperusta**

Tietoperusta perustuu kestävän metsätalouden rahoituslakiin ja -asetukseen, Metsäkeskuksen metsätiehankkeita koskevaan ohjeistukseen, Metsätehon Metsätieohjeistoon, sekä muuhun lähdekirjallisuuteen. Metsäteiden osalta on suunnittelua ja rakentamista koskevana normistona käytetty Metsätehon metsätieohjeistoa, jota ollaan päivittämässä. Kyseinen ohjeisto on ollut tähän saakka tärkeä tietoperusta ja työkalu suunnittelijoiden, rakentajien, rakennuttajien ja rahoittajien työssä.

Työssä on hyödynnetty myös Suomen Tieyhdistyksen yksityisteitä koskevia julkaisuja ja oppaita, esimerkiksi teosta Yksitysteiden perusparannushankkeiden suunnittelu ja rakentaminen (Hämäläinen 2010). Tiedon lähteinä on käytetty useita opinnäyte- ja insinööritöitä sekä tutkimuksia, muun muassa Tomi Kaakkurivaaran ja Jori Uusitalon vuonna 2011 tekemää tutkimusta metsäteiden kantavuusmittauksista on hyödynnetty arvioitaessa mittausmenetelmien soveltuvuutta metsäteiden kantavuuksien todentamisessa. Kehittämiskeskus Tapio Oy:n metsäteihin liittyviä oppaita ja julkaisuja on hyödynnetty tienpitoon liittyvissä kysymyksissä.

Empiirinen tieto on tässä tutkimuksessa tärkeässä asemassa ja sitä kerättiin tutkimuksen taustamateriaaliksi. Tietoa saatiin toimijoilta puhelinhaastatteluiden ja henkilökohtaisten tapaamisten yhteydessä Suomen metsäkeskuksen, Metsäteho Oy:n, Oulun Yliopiston ja OTSO Metsäpalvelut OY:n tiepalveluiden parissa toimivilta henkilöiltä. Toimijahaastatteluilla täydennettiin metsäteiden kantavuuksiin liittyviä asiakokonaisuuksia ja niillä haluttiin saada tutkimukseen työelämäyhteyden näkökulmaa esille. Haastattelut ja niissä käydyt keskustelut dokumentoitiin opinnäytetyöpäiväkirjaan.

### **3.2 Aineistot ja menetelmät**

Suomen metsäkeskuksessa päätettiin suorittaa kantavuusmittauksia päätetyille tai päättämisvaiheessa oleville metsätiehankkeille keväällä 2018. Suoritetut kantavuusmittaukset eivät kuuluneet Metsäkeskuksen normaaliin rahoitus- ja tarkastustoimintaan, vaan ne suoritettiin erillisenä hankepilotina. Pilotin tarkoitus oli selvittää rakennettujen ja perusparannettujen metsäteiden lopullisia

kantavuuksia rakenteen päältä mitattuna ja antaa sitä kautta lisätietoa palveluntuottajien suunnitteluprosessin ja Metsäkeskuksen tarkastustoiminnan kehittämistä sekä ohjeistamista varten.

Mitattavat kohteet valittiin Metsäkeskuksen palvelualueiden toimesta ja niitä pyrittiin saamaan tarkasteluun koko maata kattavasti. Ainoastaan Häme-Uusimaan alueelta ei saatu tiekohteita tähän mittauspilottiin. Metsätiehankkeita valikoitui mittaukseen yhteensä 33 kpl ja teiden yhteispituus oli 114,9 km. Hankepilottiin valikoitui eniten hankkeita pohjoiselta palvelualueelta (Lappi, Pohjois-Pohjanmaa ja Kainuu). Tämä johtui siitä, että kyseisellä palvelualueella on toteutettu eniten metsätiehankkeita viime vuosien aikana (Nousiainen 2018, 1 - 3). Mitatut tiet jakautuivat seuraavasti palvelualueittain:

<b>Palvelualue</b>	<b>Km</b>	<b>Hankkeita kpl</b>
Etelä-Kaakko	5,3	2
Läntinen	24,9	6
Itäinen	29,1	15
Pohjoinen	55,6	10

Tämän opinnäytetyön tutkimusaineisto muodostui edellä mainitussa Metsäkeskuksen hankepilottissa mukana olleista kestävän metsätalouden rahoituslain mukaisella tuella toteutetuista metsätiehankkeista. Suurin osa tiehankkeista oli valmistunut vuosina 2017 - 2018 ja osa oli valmistumisvaiheessa. Metsäteille oli suoritettu kesä-lokakuussa 2018 pudotuspainomittaus KUAB FWD 50 -pudotuspainolaitteistolla. Tutkittava materiaali muodostui päätettyjen metsätiehankkeiden suunnitelma- ja rahoitusasiakirjoista sekä kantavuusmittaustulosteista ja -raporteista.

Mitattuja metsätiehankkeita tutkittiin ja analysointiin kahdesta eri näkökulmasta. Koko hankepilottin mittausaineistoa tarkasteltiin lähinnä tieluokittain. Tässä tarkastelussa oli mukana myös palvelualuekohtainen tarkastelu. Lisäksi mittauserästä valittiin kymmenen tiehanketta lähempään tarkasteluun, mikä oli tämän tutkimuksen tärkein osa-alue.

KUAB FWD 50 -pudotuspainomitatuista metsäteistä valittiin kymmenen tiehanketta tutkimukseen siten, että jokaiselta palvelualueelta tuli tarkasteluun vähintään yksi tiehanke. Lisäksi kriteereinä oli kantavuusmittauksien perusteella heikomman tuloksen saaneet tiehankkeet sekä palvelualueiden painotus mitattujen tiekilometrien suhteessa. Tutkimuksen tekijällä ei ollut ennen valintaa tietoa hankkeiden toteuttajaorganisaatioista, ainoastaan maantieteellinen sijainti, eikä niitä tuotu esille



tämän tutkimuksen missään vaiheessa. Aineiston tiekohteita käsiteltiin numeroina esimerkiksi tie numero 1, pohjoinen palvelualue.

Hankekohtaiseen tarkasteluun valikoitui metsätiehankeita palvelualueittain seuraavasti:

- Pohjoinen palvelualue 5 kpl (runkotie 1 kpl, aluetie 2 kpl ja varsitie 2 kpl)
- Itäinen palvelualue 2 kpl (varsitie 2 kpl)
- Läntinen palvelualue 2 kpl (runkotie 1 kpl ja aluetie 1 kpl)
- Etelä-Kaakko palvelualue 1 kpl (varsitie 1 kpl)

Tiehankeista pyydettiin Suomen metsäkeskuksen rahoitus- ja tarkastuspalveluilta seuraavat asiakirjat ja dokumentit hankekohtaisen tutkimustyön perustaksi (liite 1): rahoituksen hakemiseen liittyvistä asiakirjoista (rahoitustekniset asiakirjat) pyydettiin rahoitushakemus, toteuttamissuunnitelma, viimeisin toteutus selvitys, jossa on näkyvillä lopulliset toteutuneet työmäärät ja kustannukset sekä hankkeita koskevat tarkastusraportit. Suunnitelma-asiakirjoista pyydettiin suunnitelmakartat (toimenpidekartat), tien pituus- ja poikkileikkauspiirroksset, maastotutkimusasiakirjat, hankkeen kustannusarvio, päällysrakennesuunnitelma, kantavuusmittaustulosteet sekä päällysrakenteiden rakeisuuskäyrät (otannan keskiarvokäyrät).

Yhdenkään hankkeen asiakirjat eivät pitäneet sisällään tien pituus- ja poikkileikkauspiirroksia, päällysrakennesuunnitelmaa, päällysrakenteiden rakeisuuskäyriä eikä kantavuusmittaustulosteita. Maastotutkimusasiakirjat oli laadittu ainoastaan neljään hankkeeseen. Muutoin Metsäkeskuksen toimittamat materiaalit sisälsivät pyydetty hankeasiakirjat ja dokumentit.

### **3.3 KUAB FWD 50 -pudotuspainomittauksen toteutus**

KUAB FWD 50 -pudotuspainomittauksen suoritti kilpailutuksen kautta mittauspalveluja tuottava yritys (Kuvio 11), jolle Metsäkeskus toimitti mittauksessa tarvittavat lähtötiedot, kuten hankekartat, tien 0-paalun, X- ja Y-koordinaatit, tieluokan ja tavoitekantavuuden hankekohtaisesti. Pudotuspainomittaus suoritettiin kaikkien hankkeiden osalta koko tien pituudelle. Mittaustyö suoritettiin pääsääntöisesti 50 metrin välein ja siitä saadut tulokset yleistettiin molempiin suuntiin 25 metriä mitauspisteestä. Mittauspisteet pyrittiin sijoittamaan ajoraitteelle todellisen raidekantavuuden toteutukseksi. Tämä ei ollut aina mahdollista teiden kapeuden ja vaakageometrinen haasteiden takia.



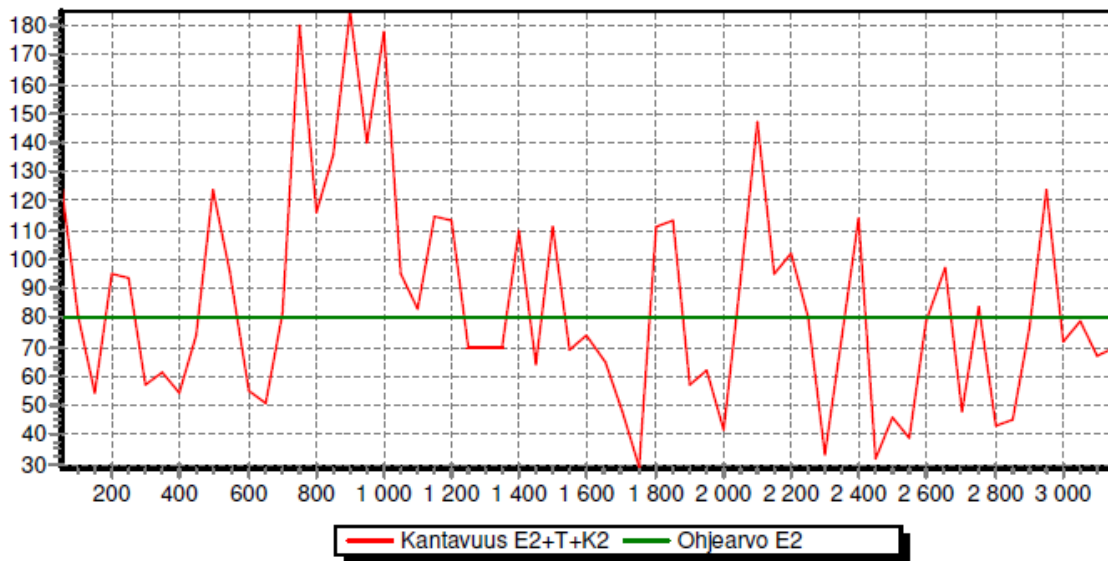
KUVIO 11. Kantavuusmittaus KUAB FWD 50 -pudotuspainolaitteistolla (Nousiainen 2018)

Mittauksen hankekohtaisista tuloksista yritys tuotti mittausraportin (Taulukko 5), jossa on näkyvillä mittauspistekohtainen kantavuus ja poikkeama tavoitekantavuuteen verrattuna sekä hankekohtaiset kuvaajatulosteet (Kuvio 10), joissa mittauksen tulos ja kantavuuden ohjearvo on kuvattu diagrammeilla. (Nousiainen 2018, 1 - 3.)

TAULUKKO 5. Esimerkki tiekohtaisesta kantavuusmittausraportista (Nousiainen 2018, 16)

TIE	AJROSA	ET	OHJEARVO	KantavuusE2+T+K2	ALITUS	PVM MITT.	TIEDOSTO
18153	0 001	50	90	127		14.11.2018 JMW	Toenkallion metsätie.fwd
18153	0 001	100	90	81		14.11.2018 JMW	Toenkallion metsätie.fwd
18153	0 001	150	90	54	26	14.11.2018 JMW	Toenkallion metsätie.fwd
18153	0 001	200	90	95		14.11.2018 JMW	Toenkallion metsätie.fwd
18153	0 001	250	90	94		14.11.2018 JMW	Toenkallion metsätie.fwd
18153	0 001	300	90	57	23	14.11.2018 JMW	Toenkallion metsätie.fwd
18153	0 001	350	90	61	19	14.11.2018 JMW	Toenkallion metsätie.fwd
18153	0 001	400	90	54	26	14.11.2018 JMW	Toenkallion metsätie.fwd
18153	0 001	450	90	74	6	14.11.2018 JMW	Toenkallion metsätie.fwd
18153	0 001	500	90	124		14.11.2018 JMW	Toenkallion metsätie.fwd
18153	0 001	550	90	96		14.11.2018 JMW	Toenkallion metsätie.fwd
18153	0 001	600	90	55	25	14.11.2018 JMW	Toenkallion metsätie.fwd
18153	0 001	650	90	51	29	14.11.2018 JMW	Toenkallion metsätie.fwd
18153	0 001	700	90	82		14.11.2018 JMW	Toenkallion metsätie.fwd
18153	0 001	750	90	180		14.11.2018 JMW	Toenkallion metsätie.fwd
18153	0 001	800	90	116		14.11.2018 JMW	Toenkallion metsätie.fwd
18153	0 001	850	90	136		14.11.2018 JMW	Toenkallion metsätie.fwd
18153	0 001	900	90	185		14.11.2018 JMW	Toenkallion metsätie.fwd
18153	0 001	950	90	140		14.11.2018 JMW	Toenkallion metsätie.fwd

Mittauksista saadut tulokset on ilmoitettu teiden kevätkantavuuksina. Tavoitekantavuuden määrittämisessä lähtökohtana oli pelkästään tietyyppi. Runkotiet rakennetaan yleensä kestävämpään kevätkelirikon, aluetiet syyskelirikon ja varsitiet kesänaikaista raskasta liikennettä (Metsäteho 2001, 4). Mittauspilotin mittaukset suoritettiin rakenteiden ollessa vapaita roudan vaikutuksista kuivan kesän aikana. Mittaustuloksia on korjattu tietyyppistä riippumatta kevätkantavuudeksi kertoimella 0,7. Alkusyksyn, joka oli sateeton, tulokset on muutettu kevätkantavuudeksi kertoimella 0,8. Loppusyksyn mittauksissa ei ole käytetty korjauskertoimia, koska tierunkojen kosteusolosuhteiden oli katsottu vastaavan kevään olosuhteita.



KUVIO 10. Esimerkki tiekohtaisesta kantavuusmittauksen kuvaajatulosteesta (Nousiainen 2018, 15)

Mitatuissa kohteissa oli edustettuina kaikkia nykyisiä tieluokkia eli varsi-, alue- ja runkoteitä. Tieluokkien osalta oli Metsäkeskus toimeksiantajana määritellyt seuraavat kevätkantavuustavoitteet:

- varsitiet 50 MN/m<sup>2</sup>, mitattuja teitä 38,9 km, 18 kohdetta
- aluetiet 60 MN/m<sup>2</sup>, mitattuja teitä 64,6 km, 11 kohdetta
- runkotiet 80 MN/m<sup>2</sup>, mitattuja teitä 11,4 km, 2 kohdetta

Metsäkeskuksen toimeksiannossa oli tavoitekantavuuksien osalta poikkeama Metsätehon Metsätieohjeistossa esitettyihin arvoihin. Metsätieohjeiston mukaan päällysrakenneluokkaan 1 kuuluvat tiet tulee rakentaa kevätkantavuuteen 80 - 90 MN/m<sup>2</sup>. Tähän luokkaan kuuluvia metsätietyypppejä ovat ainoastaan runkotiet. Päällysrakenneluokassa 2 tiet tulee rakentaa kevätkantavuuteen 60 - 70

MN/m<sup>2</sup> ja päällysrakenneluokassa 3 kesäkantavuuteen 60 - 70 MN/m<sup>2</sup>. Päällysrakenneluokassa 4 kantavuuden tulee olla kesällä 50 - 60 MN/m<sup>2</sup>. (Metsäteho 2001, 52.)

Metsäkeskuksen mittauspilotissa oli varsiteiden kantavuusvaade 50 MN/m<sup>2</sup> kuvattu kevätkantavuutena, kun se olisi pitänyt kuvata kesäkantavuutena. Alueiden osaltakin ratkaisevaa on mihin päällysrakenneluokkaan tiet on suunniteltu rakennettavaksi. Päällysrakenneluokassa 2 teiden kantavuuden tulee olla keväällä 60 - 70 MN/m<sup>2</sup> ja tässä luokassa voi olla niin runko- kuin alueteitäkin. Alueteitä voi olla myös päällysrakenneluokassa 3, jolloin kysymyksessä on 60 - 70 MN/m<sup>2</sup> :n kantavuusvaatimus kesällä.

Metsäkeskuksen toimeksiannon perusteella kantavuustavoitteet oli määritelty kevätkantavuuksina seuraavasti: runkotiet päällysrakenneluokkaan 1, aluetiet päällysrakenneluokkaan 2 ja varsitiet päällysrakenneluokkaan 4. Mittaustulosten luotettavuuden ja hyödyntämisen kannalta olisi tietyyppien lisäksi pitänyt kriteerinä käyttää suunnitelmissa esitettyjä päällysrakenneluokkia ja niistä määrytyviä kantavuustavoitteita. Tämä olisi tarkoittanut sitä, että kesäkantavuustuloksia ei olisi pitänyt muuttaa kevätkantavuuksiksi päällysrakenneluokissa 3 ja 4.

Tässä tutkimuksessa on päällysrakenneluokat ja kantavuusvaatimukset huomioitu siten, että runkotiet ovat päällysrakenneluokassa 2, aluetiet päällysrakenneluokassa 3 ja varsitiet päällysrakenneluokassa 4. Hankekohtaisessa analyysissä on käytetty suunnitelma-asiakirjoissa mainittuja päällysrakenneluokkia ja tavoitekantavuuksia, mikäli ne on niissä mainittu.

Tätä tutkimusta varten jokaiselle hankekohtaiseen tarkasteluun valitulle metsätielle tehtiin laskelma päällysrakenteiden lisästarpeesta Odemarkin menetelmään perustuvalla mitoitusohjelmistolla kantavan ja kulutuskerroksen osalta (Taulukko 6). Mitoituslaskelman suoritti mittauksen tehnyt yritys tutkimuksen laatijan antamien tiekohtaisien tavoitekantavuusvaatimusten perusteella.

TAULUKKO 6. Päälyysrakenteiden (kantava ja kulutuskerros) tiekohtainen mitoituslaskelma (Nousiainen 2018, 16)

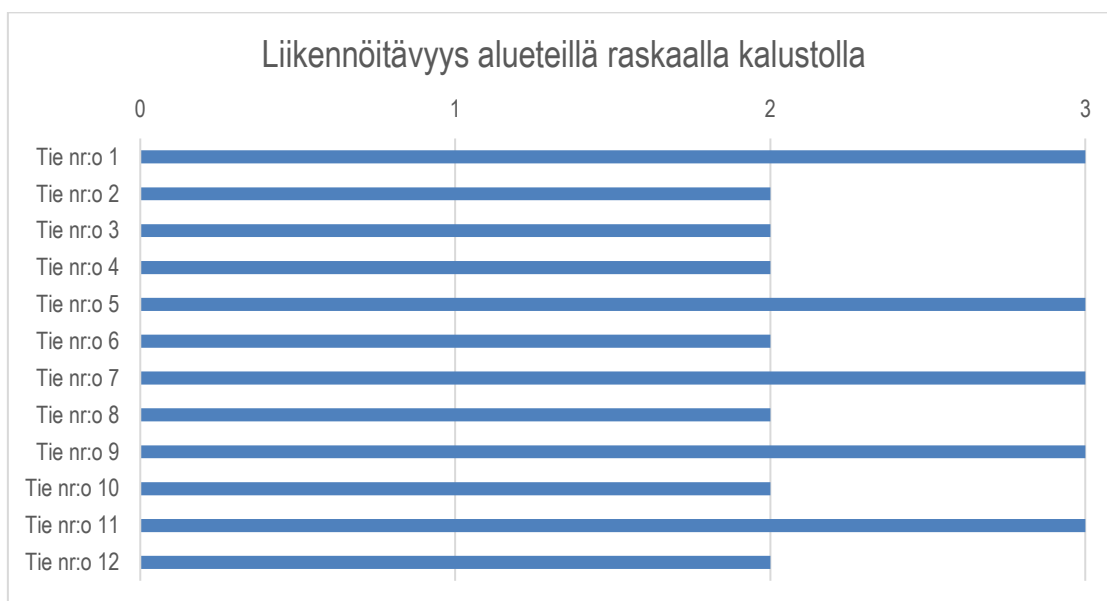
xxxx metsätie 60 MN/m <sup>2</sup> E-mod 280 MN/m <sup>2</sup>												
Jakso #	Alku	Loppu	Pituus	Kantav.	Tavoite	Materiaali	E-Mod[MPa]	Lisäys[mm]	Leveys	[m <sup>3</sup> ]	[t]	
1	0	75	75	32	60	KaM	280	138	4	41	95	
2	75	125	50	57	60	KaM	280	34	4	7	16	
3	125	175	50	47	60	KaM	280	77	4	15	35	
4	175	224	49	119	60	KaM	280	0	4	0	0	
5	224	275	51	55	60	KaM	280	45	4	9	21	
6	275	425	150	25	60	KaM	280	216	4	130	298	
7	425	823	398	43	60	KaM	280	120	4	191	439	
8	823	975	152	22	60	KaM	280	260	4	158	364	
9	975	2500	1525	69	60	KaM	280	0	4	0	0	
				Kantavakerros yhteensä							552	1268
Pituus			2500	Kulutuskerros paksuus mm				50	4	500	1150	

### 3.4 Aineistojen analysointi

**Tieluokkakohtainen** tarkastelu oli suoritettu Metsäkeskuksen toimesta marraskuussa 2018. Siitä syntyneitä raportteja hyödynnettiin tämän osa-alueen kohdalla. Tässä tarkastelussa kantavuusmittaustuloksia analysoitiin seuraavien asioiden osalta. Tavoitekantavuuden alitus tien pituudesta prosentteina. Prosenttiluku osoittaa tavoitekantavuuden alittaneiden mittauspisteiden osuuden koko tien mittauspisteiden määrästä. Teiden heikoimman kohdan kantavuus (tiestä mitattujen kantavuuspisteiden alin lukema MN/m<sup>2</sup>) oli toinen tarkasteltava asia. (Nousiainen 2018 1-3.)

Lisäksi tähän tarkasteluun sisältyi raskaan kaluston liikennöitävyyden luokittelu todettujen kantavuuksien perusteella (Kuvio 12). Liikennöitävyys oli jaettu kolmeen luokkaan. Luokassa 1 kantavuuspuutteita sai olla alle 10 prosenttia tien pituudesta ja yksittäinen heikoin mittaustulos vähintään 30 MN/m<sup>2</sup>. Luokassa 2 kantavuudessa puutteita sallittiin alle 40 prosenttia tien pituudesta ja yksittäisen heikoimman mittaustuloksen tuli olla vähintään 20 MN/m<sup>2</sup>. Luokassa 3 kantavuuspuutteita oli yli 40 prosenttia tien pituudesta ja alin yksittäinen mittaustulos alle 20 MN/m<sup>2</sup>. Luokassa 1 tiet ovat lähellä tavoitekantavuutta tai niihin saadaan tavoiteltu kantavuus vähäisillä toimenpiteillä ja lisäkustannuksilla. Luokassa 2 olevat tiet saadaan tavoiteltuun kantavuuteen kohtuullisilla päälyysrakenteiden lisäyksillä ja lisäkustannuksilla. Luokkaan 3 kuuluvien teiden osalta tavoitekantavuuden saavuttaminen edellyttää, että teille joudutaan ajamaan huomattavia määriä lisää kantavia päälyysrakenteita. Tämä aiheuttaa myös merkittäviä lisäkustannuksia. Edellä kuvattu luokitus on

laadittu ainoastaan kyseistä mittauspilottia varten havainnollistamaan liikennöitävyykselpoisuutta raskaalla kalustolla. (Nousiainen 2018, 3.)



KUVIO 12. Tien liikennöitävyys alueteillä raskaalla kalustolla (Nousiainen 2018, 5)

**Hankekohtaisessa** aineistojen analysoinnissa käytiin Metsäkeskuksen toimittamat asiakirjat läpi siten, että jokaisesta tiehankkeesta kerättiin tutkimuksen kannalta oleelliset tiedot excel-taulukoihin. Kerättäviä tietoja hankkeista olivat tierakenteen kantavuuteen liittyvät tiedot kuten tietyyppi, päällysrakenneluokka, pohjamaaluokka sekä suunnitellut ja toteutetut päällysrakennemassat irtokuutioina ( $\text{m}^3$ ) ja tonneina.

Kantavuusmittaustuloksista syntyneistä raporteista taulukkoon vietiin tiedot keskimääräisestä tiekohtaisesta kantavuudesta  $\text{MN}/\text{m}^2$ , kantavuuspoikkeamat tienpituudesta metreinä sekä prosentteina, heikoin mitattu kantavuuspiste  $\text{MN}/\text{m}^2$ , kantavien päällysrakenteiden lisäystarve rakenneteoreettisina ja irtokuutioina ja tonneina, toteutetut päällysrakennemäärät kantavuusmittauksen perusteella lasketun mitoituslaskelman mukaisista massamääristä prosentteina (Taulukko 7).

Lisäksi kerättiin tiedot toteutuneista kokonaiskustannuksista €/hanke sekä yksikkökustannukset €/tiometri. Toteutuneiden massojen yksikköhintojen sekä tavoitteiden mukaisten massojen määrää käyttäen laskettiin kustannukset, jotka olisivat syntyneet, mikäli hankkeelle olisi ajettu tavoitekantavuuden edellyttämät massamäärät (Taulukko 7).

Rahoitus- ja tarkastustoimintaan liittyvistä raporteista kerättiin kantavuuteen liittyvät havainnot ja kirjaukset. Lisäksi excel-taulukkoon merkittiin tiedot puuttuvista tai puutteellisista asiakirjoista sekä tekijän muut hankekohtaiset havainnot ja huomiot.

**TAULUKKO 7. Kuvankaappaus tiedonkeruu excel-taulukon osasta**

Tien pituus Tien luokka Mittaus- pv Korjau- s korroin	Tavoite kantavu- us M/Min2	Mitattu kantavu- us M/Min2	Kantavuude- n poikkeama pituus m	Kantavuud- en % tien pituudesta	Heikoin mitattu piste M/Min2	Pohjama- s luokka	M/Min2, mitattu	Lähtö kantavu- us	Pohjama- s luokka	M/Min2, mitattu	Pohjama- s luokka	M/Min2, mitattu	Maa- stotut kimus- asiakirjat	Suunnitel- m massat m3	Suunnitel- m massat m3	Toteutet- ut massat m3	Toteutet- ut massat m3	Kantavu- uden lisäarve mittauksen perusteella m3 ntr	Kantavu- uden lisäarve mittauksen perusteella m3	Kantavien päällisrake- nteiden lisäarve mittauksen perusteella m3
1. V. 3190 Pm2 23.syys 70.kevät	131	260	8	44	44	E, H, M, R	Ei mitattu	E	E	Ei mitattu	E	Ei mitattu	E	3773	1,9	3193	1,00			
1. V. 1300 Am3 23.syys 70.kevät	61	800	62	24	24	E, H, M, R	Ei mitattu	E	E	Ei mitattu	E	Ei mitattu	E	3773	2,90	3193	2,46			
2. K. 1830 Am3 17.loka 70.kevä	63	0	0	16	16	E, H, M, R	Ei mitattu	E	E	Ei mitattu	E	Ei mitattu	E	9800	0,83	0,00	0,00			
3. K. 1900 Am3 70.kevä	41	1750	92	11	11	E, H, M, R	Ei mitattu	C/D	E/F	Ei mitattu	C/D	E/F	kyllä, mutta	1000	0,53	1300	0,68			
4. H. 3040 Vrhuisi 18.loka 70.kevä	27	2950	97	16	16	E, H, M, R	Ei mitattu	C/D	E/F	Ei mitattu	C/D	E/F	kyllä, mutta	910	0,30	933	0,31	1621	2260	3729
5. P. 2430 Am3 7.elo 70.kevä	53	1750	72	11	11	E, H, M, R	Ei mitattu	C/D	E/F	Ei mitattu	C/D	E/F	ei	1140	0,47	1278	0,53			
3. K. 1200 Vrhuisi 9.maras 70.kevä	32	1200	100	17	17	E, H, M, R	Ei mitattu	D/E	E/F	Ei mitattu	D/E	E/F	ei	987	0,72	730	0,61			
3. K. 313 Vrhuisi 9.maras 70.kevä	18	500	160	15	15	E, H, M, R	Ei mitattu	E	E	Ei mitattu	E	E	ei	0,00	0,00	0,00				
7. T. 4290 Vrh4 7.elo 70.kevä	39	3150	73	16	16	E, H, M, R	Ei mitattu	F	F	Ei mitattu	F	F	kyllä	1760	0,41	1810	0,42			
3. K. 6990 Pm2 7.elo 70.kevä	73	3100	44	20	20	E, H, M, R	Ei mitattu	C	D	Ei mitattu	C	D	ei	4800	0,69	4950	0,71	3826	5333	8800
3. A. 2510 ATf3 24.elo 70.kevä	43	1800	72	16	16	E, H, M, R	Ei mitattu	C/D	D/E	Ei mitattu	C/D	D/E	ei	1000	0,40	1086	0,43	654	912	1504
10. L. 2,034 Vt 50-60			0																	

## 4 TULOKSET

### 4.1 Koko maata ja palvelualueita koskevat tieluokkakohtaiset tulokset

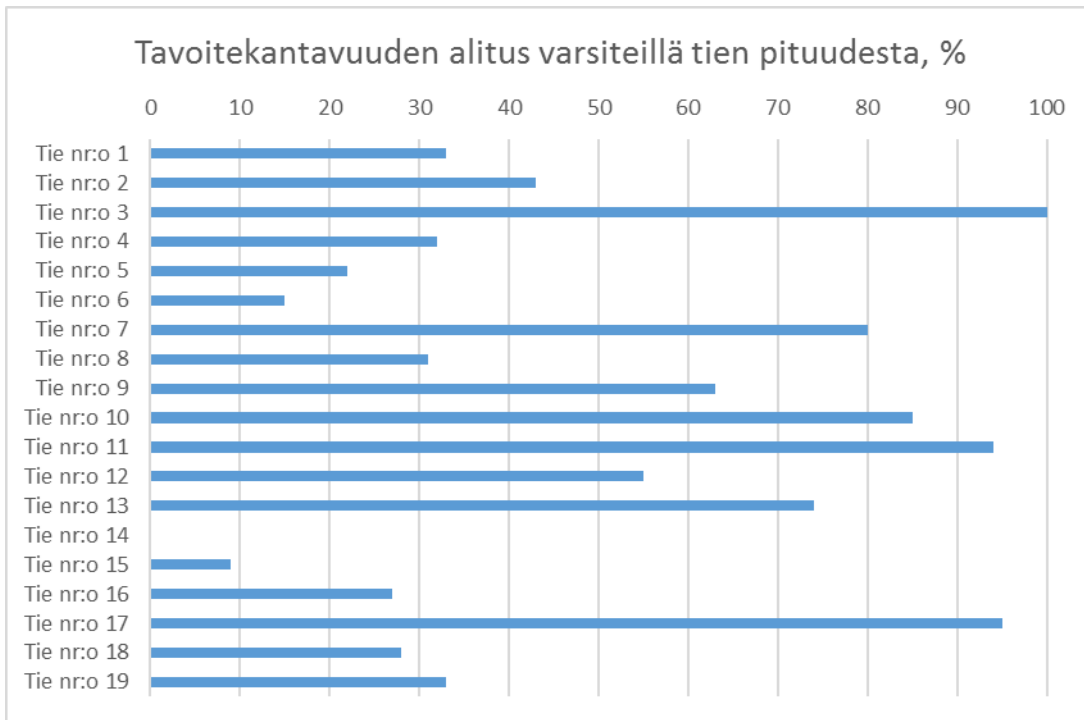
Mitattujen metsäteiden kantavuuksissa esiintyi huomattavia puutteita kaikissa tieluokissa maantieteellisestä sijainnista riippumatta. Tavoitekantavuuteen tai lähelle sitä ylsi 12 prosenttia tiehankkeista. Viidellätoista tiellä oli kantavuuspuutteita 15 - 40 prosenttia tien pituudesta ja neljällätoista tiekohteella 40 - 100 prosenttia tien pituudesta.

Tieluokkakohtaisissa tuloksissa on huomioitava se, että tavoitekantavuudet oli asetettu kaikkien tieluokkien kohdalla kevätkantavuuksina. Päälysrakenneluokissa 3 ja 4 olisi Metsätehon Metsätieohjeiston mukaisesti voitu käyttää kesäkantavuusvaadetta, mikä olisi parantanut kyseisiin päälysrakenneluokkiin kuuluvien teiden kantavuustuloksia. Lähemmäksi tavoitekantavuuksia olisi myös päästy useiden tiekohteiden osalta päälysrakenteiden oikealla kohdentamisella. Tämä olisi edellyttänyt kantavuusmittausta teiden suunnitteluvaiheessa tai runkovaiheen jälkeen ennen kantavien ja jakavien päälysrakenteiden ajamista.

Metsäkeskuksen tietyppikohtaiset kantavuustulokset ovat suuntaa antavia sen vuoksi, että kantavuuden alittamisen kriteerinä on ollut ainoastaan tavoitekantavuuden alittaminen. Sitä, kuinka paljon mitattu kantavuus poikkeaa tavoitellusta kantavuudesta, ei ole laskelmissa otettu huomioon. Mikäli olisi haluttu täsmällinen ja todellinen vertailutieto kantavuuspuutteista ja niiden vaikutuksesta esimerkiksi päälysrakenteiden lisästarpeeseen, olisi tiehankkeille pitänyt tehdä tiekohtainen päälysrakenteiden mitoitus esimerkiksi Odemarkin mitoitusyhtälöön perustuen. Tieluokkakohtaisia tuloksia tukevat kuitenkin hankekohtaiset tulokset (luku 4.3), missä tiekohteille tehtiin kyseinen päälysrakenteiden mitoitus.

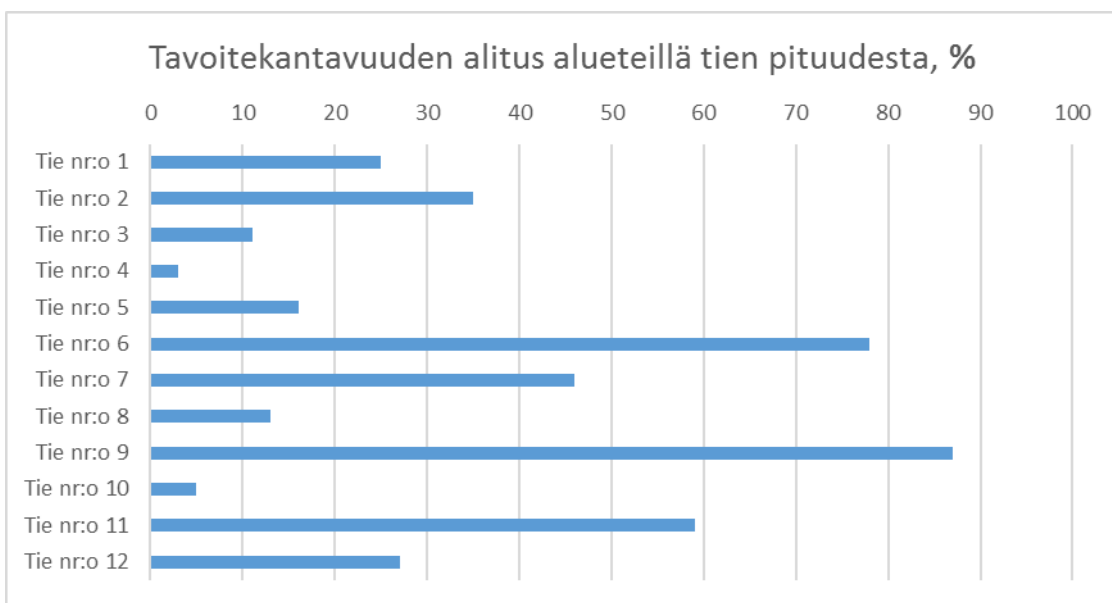
Varsiteiden kohdalla ainoastaan yksi tie (tie numero 14) saavutti tavoitekantavuuden koko tien pituudelta. Tässä tieluokassa yli puolella todettiin vakavia kantavuuspuutteita. Kantavuusvaade jäi alle 50 prosenttiin kahdeksalla metsätiellä (Kuvio 13). Kuusi tiehanketta ylsi yli 70 prosenttiin tavoitekantavuudesta. Yhdeksältä tiekohteelta mitattiin alle 20 MN/m<sup>2</sup> kantavuuksia. Tavoitekantavuuden saavuttamiseksi yli puolet varsiteistä vaatii huomattavia määriä lisää kantavia päälysrakenteita ja mahdollisesti myös muita tierunkoon kohdistuvia toimenpiteitä.





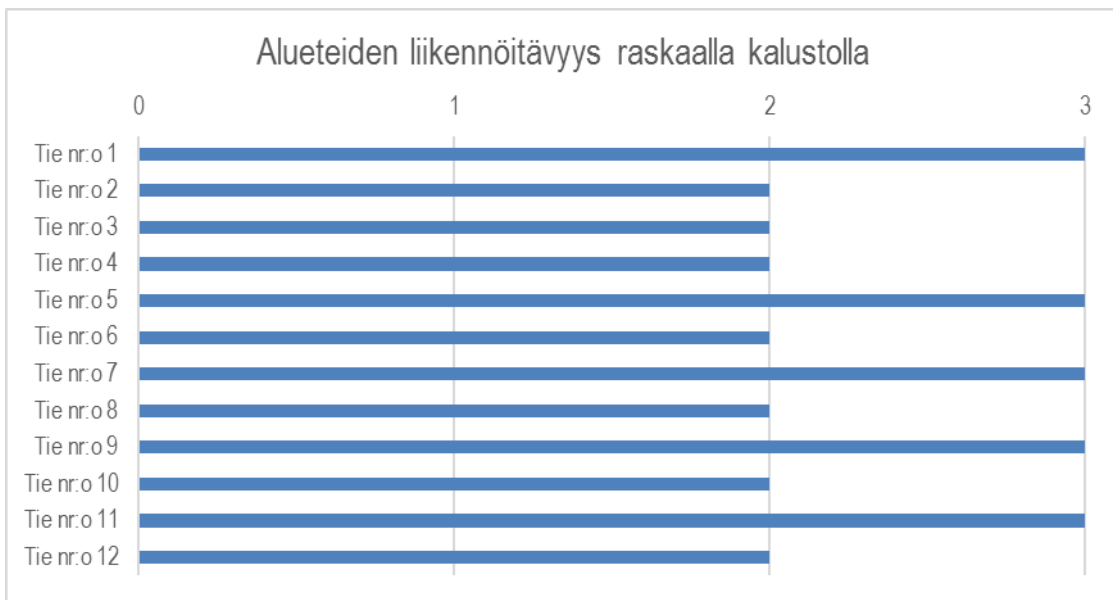
KUVIO 13. Tavoitekantavuuden alitus varsiteillä tien pituudesta prosentteina (Nousiainen 2018, 4)

Alueteilla ei yksikään tie saavuttanut tavoitekantavuutta koko tien pituudelta. Kantavuusvaade jäi alle 50 prosenttiin kolmella tiehankkeella (Kuvio 14). Alhaisia mittaustuloksia esiintyi myös tämän tietyyppin osalla. Viidellä tiehankkeella heikoin mittaustulos jäi alle 20 MN/m<sup>2</sup>:n. Tavoitekantavuuden saavuttaminen edellyttää huomattavia toimenpiteitä ja lisäkustannuksia seitsemällä tiekohteella.



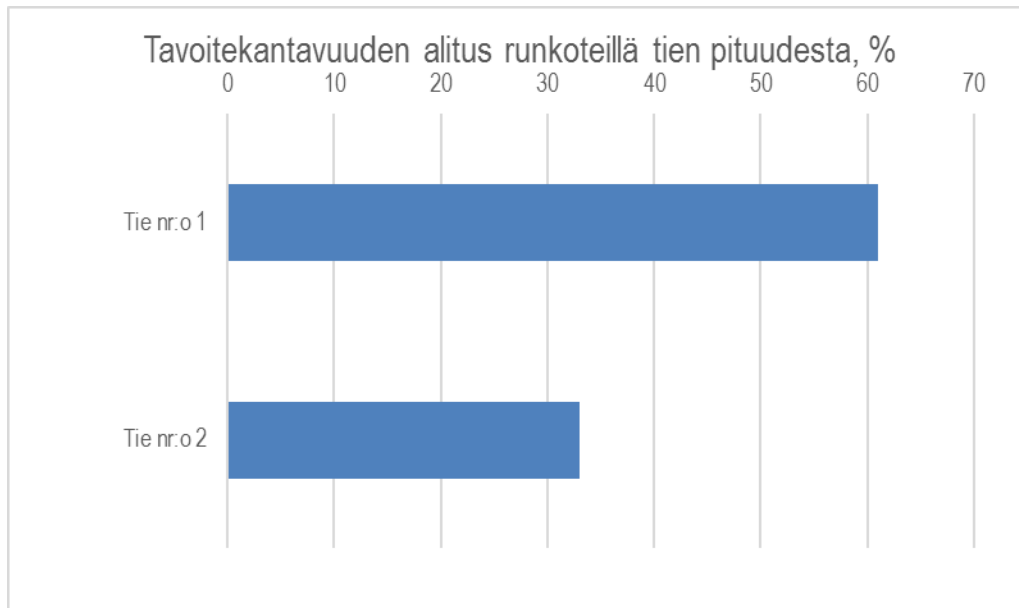
KUVIO 14. Tavoitekantavuuden alitus alueteillä tien pituudesta prosentteina (Nousiainen 2018, 5)

Kyseisten teiden kohdalla on vakavien runkovaurioiden syntyminen todennäköistä raskaan liikenteen seurauksena myös kuivan kesän aikana (Kuvio 15). Viidellä tiehankkeella olisi tavoitekantavuus ollut saavutettavissa ajetuilla päällysrakennemäärillä koko tien pituudelle. Tämä olisi edellyttänyt ajettujen päällysrakenteiden tarkempaa kohdentamista, mikä olisi voitu varmistaa suunnitelluvaiheessa suoritetulla kantavuusmittauksella.



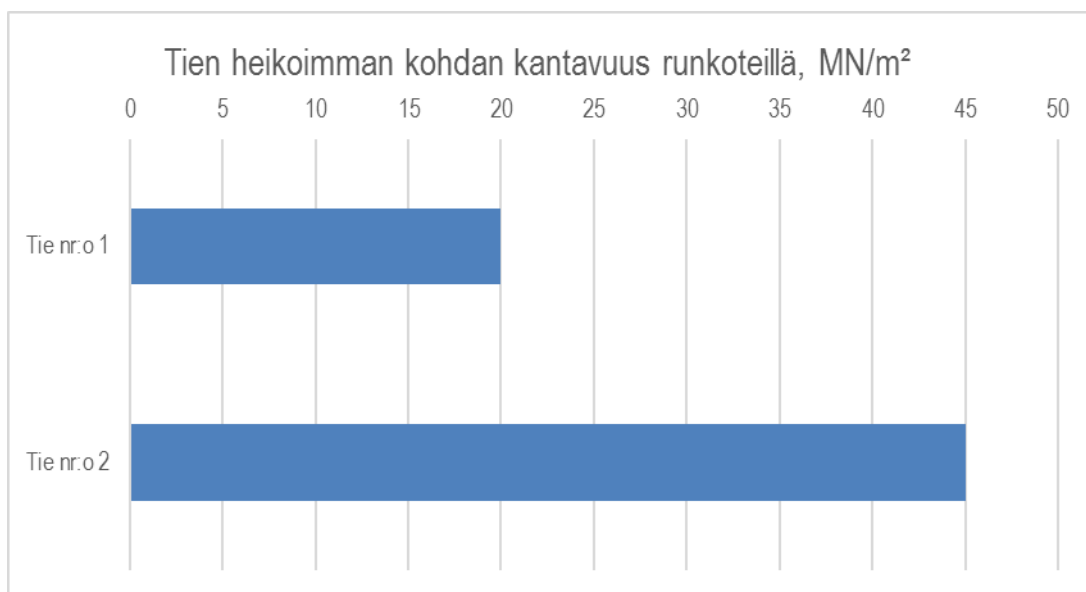
KUVIO 15. Alueteiden liikennöitävyys raskaalla kalustolla (Nousiainen 2018, 6)

Runkoteitä oli mittauspilotissa vain kaksi kpl. Tässäkin tieluokassa todettiin selkeitä kantavuuspuutteita. Tavoiteltua 80 MN/m<sup>2</sup> kantavuutta ei ollut saavutettu kummallakaan tiehankkeella. Tien numero 1 kohdalla tavoitekantavuutta ei saavutettu 60 prosentin matkalla tien kokonaispituudesta. Toisen runkotien osalta tavoitekantavuuden alitus oli noin 30 prosenttia tien pituudesta (Kuvio 16).



KUVIO 16. Tavoitekantavuuden alitus tien pituudesta runkoteillä prosentteina (Nousiainen 2018, 7)

Runkoteillä tien heikoimmat mittaustulokset olivat tien numero 1 kohdalla 20 MN/m<sup>2</sup> ja tiellä numero 2 45 MN/m<sup>2</sup> (Kuvio 17). Tien numero 2 kohdalla kantavuuksipikkeamat olivat tietä numero 1 selkeästi pienemmät. Molempien teiden osalta kantavuus on nostettavissa tavoitekantavuuteen koko tien pituudelta kohtuullisilla kantavien päällysrakenteiden lisäämisellä.



KUVIO 17. Tien heikoimman kohdan kantavuus runkoteillä, MN/m<sup>2</sup> (Nousiainen 2018, 7)

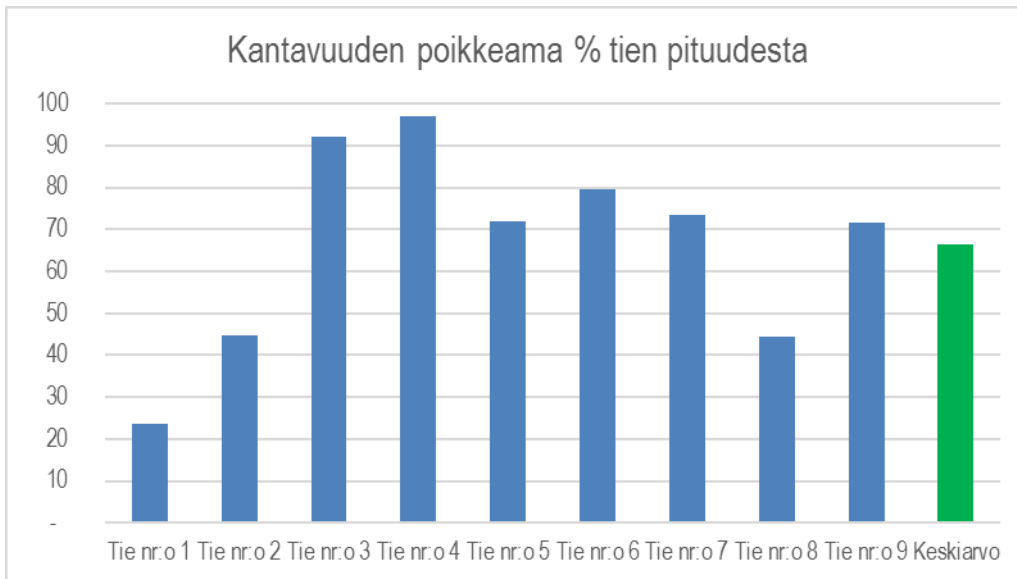
Kantavuuspuutteita esiintyy systemaattisesti tieluokista ja sijainnista riippumatta. Suurin osa mitauspilotissa mukana olleista metsäteistä, yli 80 prosenttia ei täytä esitettyjen kriteerien perusteella tavoitekantavuusvaatimuksia, eivätkä ne välttämättä sovellu metsätalouden raskaisiin kuljetuksiin ilman korjaavia toimenpiteitä. Tämä tarkoittaa sitä, että teitä ei ole suunniteltu, rakennettu tai perusparannettu vastaamaan niiden todellista käyttötarkoitusta ja vaatimuksia.

## **4.2 Keskeisimmät hankekohtaiset laatupoikkeamat**

Hankekohtainen tarkastelu ja tutkimus voitiin suorittaa kymmenestä valitusta tiehankkeesta yhdeksälle kohteelle. Yksi tiekohde jäi näiden ulkopuolelle, koska sen toteuttaminen oli kesken eikä siitä ollut käytettävissä kantavuusmittaustuloksia.

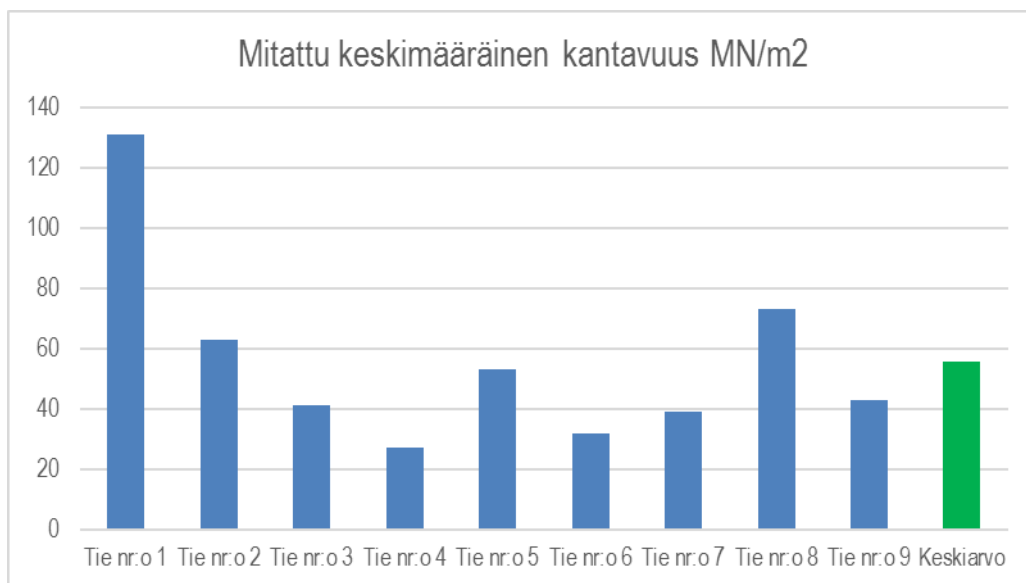
Alusrakenteen lähtökantavuutta ei ollut todennettu kantavuusmittauksella yhdessäkään tiekohteessa. Pohjamaaluokka oli suunnitelmissa määritelty yhdeksästä tiestä vain kolmelle. Kaikkien kolmen tien kohdalla pohjamaaluokaksi oli määritelty luokka E. Näistä kahden tien maalajiksi oli määritelty hietamoreeni (HtMr) ja yhden tien maalajiksi hiekkamoreeni (HkMr). Suunniteltujen päällysrakennemassojen perusteella muiden tiehankkeiden pohjamaaluokat olivat välillä C - F, ollen keskimäärin luokassa D. Maastotutkimusasiakirjat oli laadittu neljälle tiekohteelle. Päällysrakennesuunnitelmaa ei ollut yhdessäkään tiehankkeessa eikä ajetuista päällysrakennemateriaaleista ollut laatudokumentteja.

Tarkastelussa olleissa tiehankkeissa esiintyi merkittäviä kantavuuspuutteita. Tavoitekantavuutta ei saavutettu keskimäärin 67 prosentin matkalla kyseisten teiden kokonaispituudesta (Kuvio 18).



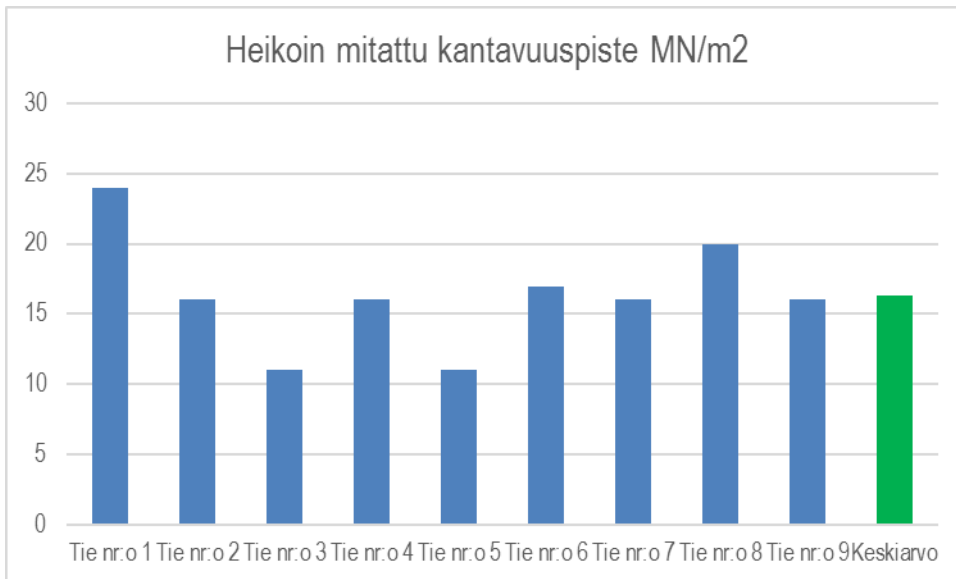
KUVIO 18. Kantavuuksien poikkeaminen prosentteina teiden pituudesta

Mitatut keskikantavuudet (MN/m<sup>2</sup>) vaihtelivat 27 - 131 MN/m<sup>2</sup>:iin (Kuvio 19).



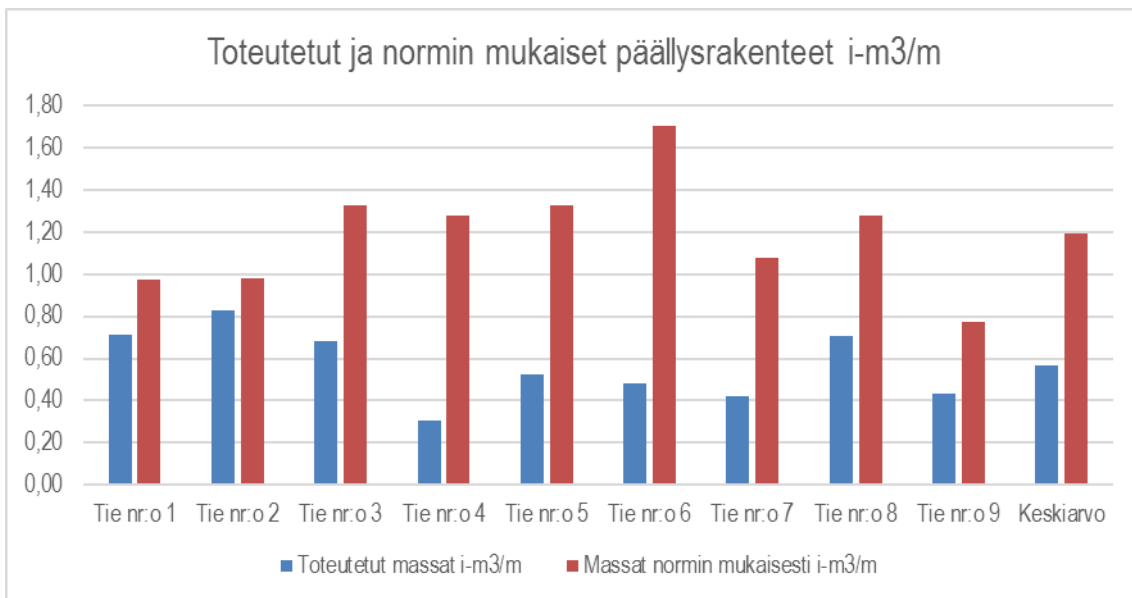
KUVIO 19. Teiden keskimääräiset kantavuudet MN/m<sup>2</sup>

Teiden heikoimpien kohtien (mittauspisteet) kantavuuden vaihteluväli oli 11 - 24 MN/m<sup>2</sup>, ollen keskimäärin 16 MN/m<sup>2</sup> (Kuvio 20).



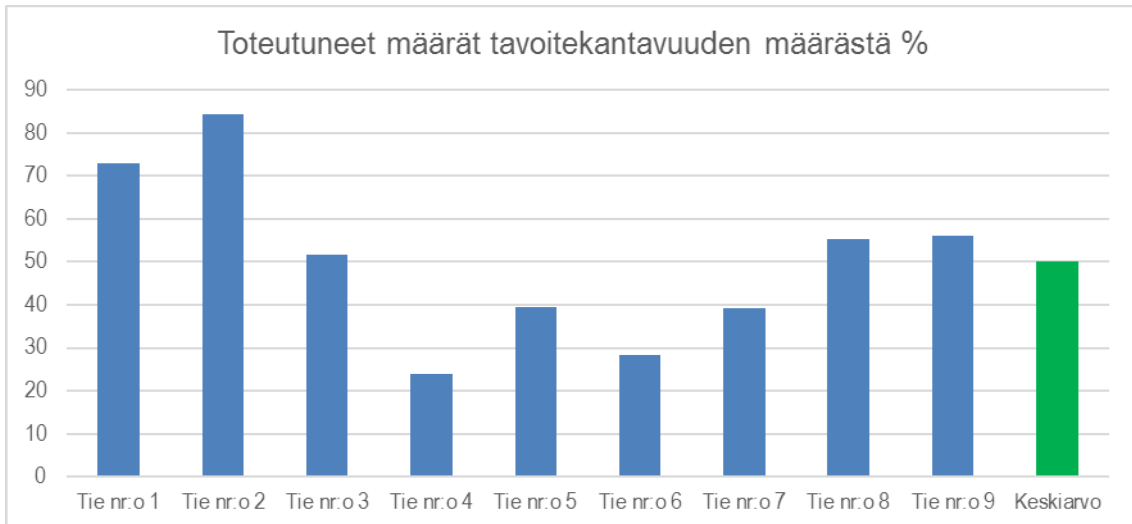
KUVIO 20. Heikoimpien tienkohtien kantavuus MN/m<sup>2</sup>

Toteutettujen päällysrakennemassojen määrä hankkeilla vaihteli 0,31 - 0,71 m<sup>3</sup>/m. Kantavuusmitauksen perusteella tehdyn päällysrakenteiden mitoituksen mukaan tavoitekantavuudet olisi saavutettu tasolla 0,8 - 1,7 m<sup>2</sup>/m (Kuvio 21).



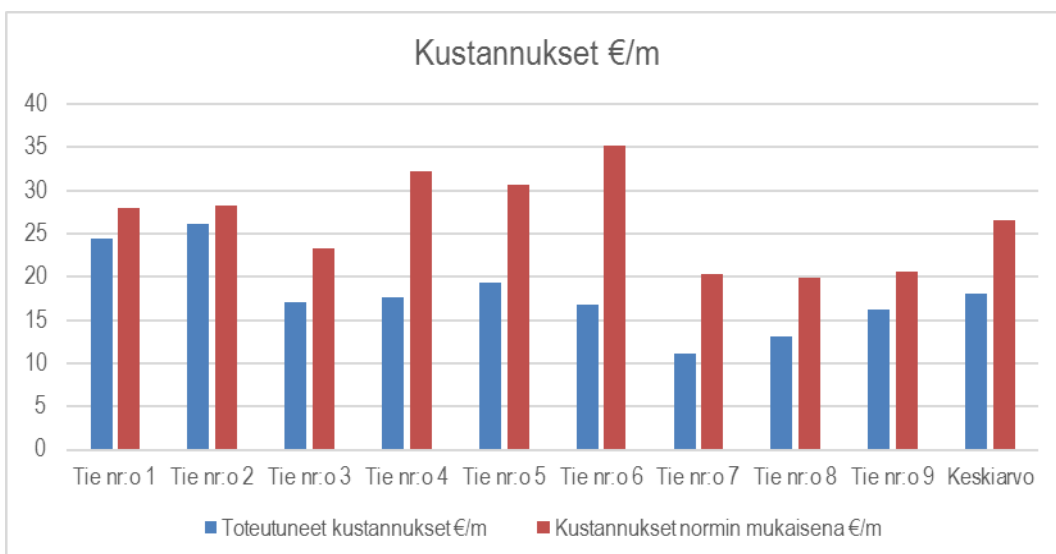
KUVIO 21. Toteutetut päällysrakennemassat i-m<sup>3</sup>, sekä massat tavoitekantavuuden mukaisena

Kantavuusvaatimusten näkökulmasta teiden valmistumisaste tarkasteluhetkellä oli 24 - 84 prosenttia (Kuvio 22). Tavoitekantavuuden saavuttamiseksi tiehankkeille tulisi ajaa lisää kantavia päällysrakenteita 1400 - 6500 tn/hanke (keskimäärin 3400 tn/hanke).



Kuvio 22. Hankkeiden valmiusaste kantavuuden perusteella prosentteina

Hankkeiden toteutuneet kustannukset olivat 11 - 26 €/tiemetri. Mikäli tiet olisi rakennettu kantavuusvaatimusten mukaisiksi olisivat kustannukset vaihdelleet hankkeesta riippuen 20 - 35 €/tiemetri eli kustannukset olisivat olleet keskimäärin 52 prosenttia korkeammat toteutuneisiin kustannuksiin verrattuna (Kuvio 23). Tämä olisi aiheuttanut lisäkustannuksia hankkeille 11 000 - 47 000 €/hanke. Keskimäärin hanketta kohden lisäkustannuksia olisi muodostunut 28 000 €.



Kuvio 23. Toteutuneet kustannukset ja kustannukset normin mukaisena €/m

Yhteenvedona hankekohtaisista tuloksista voi todeta, että teiden alirakentaminen kantavuuksien näkökulmasta oli yleistä ja sitä esiintyi kaikissa tieluokissa. Yhden tien kohdalla oli myös havainto selkeästä yllirakentamisesta. Alusrakenteen lähtökantavuus kyseisellä tiekohteella on ollut yli tavoitekantavuuden yli 70 prosentin matkalla tien pituudesta ennen parantamistoimia.

Kaksi tietä (tie numero 1 ja tie numero 2) olisi täyttänyt tavoitekantavuuden koko tien pituudelta, mikäli kantavat päällysrakenteet olisi kohdennettu oikein. Muidenkin tiehankkeiden osalta kantavia päällysrakenteita on ajettu sellaisille tieosuuksille, missä kantavuutta ei olisi todennäköisesti tarvinnut parantaa. Kantavien päällysrakenteiden lisästarve ja siitä aiheutuvat kustannukset olisivat selkeästi alhaisemmat, mikäli alusrakenteen lähtökantavuus olisi määritelty suunnitteluvaiheessa oikein.

Tuloksista voi myös päätellä, että osaamisvajetta esiintyy niin suunnittelu-, rahoitus- kuin toteutusprosessissa. Epäonnistuminen alusrakenteen lähtökantavuuden määrittämisessä oli yhteistä kaikille tiekohteille. Vain kahdella tiehankkeella oli pohjamaan kantavuusluokka arvioitu samaksi kuin kantavuusmittaustuloksen perusteella voitiin arvioida.

### **4.3 Hankekohtaiset tulokset**

Tiekohtaisesti (9 tiehanketta) näissä tuloksissa haettiin syitä kantavuuspoikkeamiin käyttäen apuna kantavuusmittauksen kuvaajatulostetta havainnollistamaan toteutuneiden tiehankkeiden mitattuja kantavuuksia verrattuna tavoiteltuun kantavuustasoon (tavoitekantavuus). Näkökulma tarkastelussa ja analysoinnissa on pelkästään kantavuuteen liittyvissä asioissa ja ominaisuuksissa. Kantavuuden nostaminen tavoitekantavuuden tasolle ja siitä aiheutuvat kustannukset olivat myös tiekohtaisen tarkastelun ja raportoinnin kohteena. Muita hankkeisiin liittyviä laatu-poikkeamia kuten esimerkiksi puutteet rakenteiden mitoituksissa, tien geometriaan liittyvät poikkeamat jne. ei ole huomioita tässä tutkimuksessa eikä tulosten raportoinnissa.

#### **Tiehanke numero 1, perusparannus**

Tiehanke numero 1 muodostuu päätiestä 3190 m ja haarasta 1300 m, yhteensä 4490 m (Kuviot 24 ja 25). Päätie on suunnitelman mukaan runkotie (Rt2) ja haara aluetie (At3). Suunnitelmatietojen perusteella päätie kunnostetaan päällysrakenneluokkaan 2 (Rt2, 60-70 MN/m<sup>2</sup>, kevätkantavuus) ja haara päällysrakenneluokkaan 3 (At3 60-70MN/m<sup>2</sup> kesäkantavuus). Maastotutkimuspöytäkirjan



mukaan pohjamaaluokka on kivennäismaalajien osalta luokassa E (HkMr). Turvemaiden osalta luokkaa ei ole arvioitu. Kantavuusmittauksessa on tavoitekantavuudeksi asetettu päätielle 80 MN/m<sup>2</sup>, mikä olisi voinut olla kyseiselle päällysrakenneluokalle noin 10- 20 MN/m<sup>2</sup> alhaisemmalla tasolla. Haaran osalta tavoitekantavuus on asetettu kyseisen päällysrakenneluokan edellyttämälle tasolle 60 MN/m<sup>2</sup>, mikäli on tavoiteltu kesäkantavuutta.

Pohjamaaluokka päätien osalta arvioitiin todennäköisesti yhtä luokkaa heikommaksi kuin mitä se todellisuudessa on. Tämän seurauksena osalle tietä on ajettu tarpeettomasti kantavia päällysrakenteita (ylirakentaminen) ja vastaavasti heikommat tien osat jäivät edelleen heikoksi (alirakentaminen) päällysrakenteiden ajamisen jälkeenkin. Alusrakenteen lähtökantavuus on ollut valtaosalla runkotietä yli 100 MN/m<sup>2</sup> (Kuvio 24). Ongelma olisi ollut ratkaistavissa kantavuusmittauksen suorittamisella suunnitteluvaiheessa tai onnistuminen silmämääräisessä lähtökantavuuden määrittämisessä.

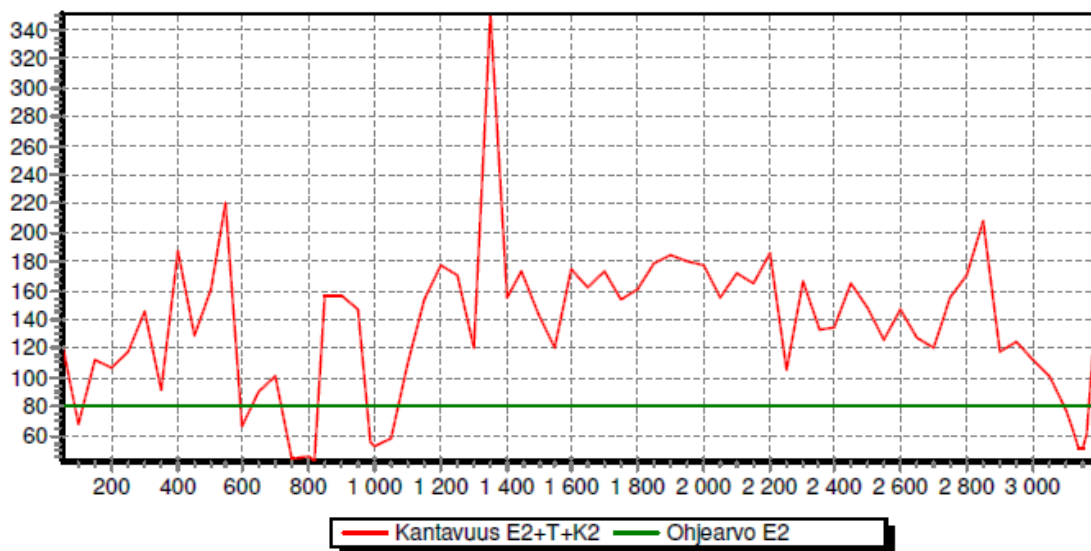
Esitetyllä pohjamaaluokalla (E, HtMr ja HkMr) olisi päällysrakenteiden määrän pitänyt olla Metsätieohjeiston päällysrakenneluokan 2 mukaan 35 prosenttia suuremmat suunnitelman mukaisiin päällysrakennemassoihin verrattuna. Päällysrakenteiden toteutusmäärät olivat kuitenkin 22 prosenttia suuremmat kuin mitä oli suunniteltu. Suunnitelma-asiakirjoihin ei sisällynyt päällysrakennesuunnitelmaa eikä asiaa ollut kuvattu myöskään maastotutkimuspöytäkirjassa (päällysrakenteiden kerrosvahvuudet ja murskelajikkeet).

Rahoitustarkastuksessa olisi pitänyt tehdä havainto suunnitelmassa esitetyn pohjamaaluokituksen homogeenisuudesta ja sen perusteella päällysrakenteiden virheellisestä mitoituksesta. Hanke olisi pitänyt palauttaa rahoitusvaiheessa puutteellisten maastotutkimusasiakirjojen ja puuttuneen päällysrakennesuunnitelman vuoksi takaisin suunnittelijalle.

Ajettujen päällysrakenteiden osalta ei ollut saatavilla kiviaineksiin liittyviä laatudokumentteja (rakeisuuskäyrät, tieto routivuudesta, E-moduuli jne.). Kyseiset dokumentit ovat oleellisia asiakirjoja arvioitaessa päällysrakennemassojen soveltuvuutta tien eri rakennekerroksiin. Tiehankkeelle oli suoritettu Metsäkeskuksen metsätieto- ja tarkastuspalvelujen toimesta harkintaan perustava maastotarkastus toteutustöiden jälkeen ennen hankkeen päättämistä. Hanke oli todettu rahoituskelpoisuuden osalta hyväksytysti suoritetuksi. Tarkastustoimenpiteet olivat kohdistuneet lähinnä tierungon- ja liitännäisalueiden rakenteiden mittoihin sekä muutamien tierumpujen tarkastamiseen. Päällysrakenteiden osalta ei ollut tehty mittauksia kerrosvahvuuksista eikä selvitystä ajetuista paaluvälikohtaisista tonnimääristä. Päällysrakenteiden laatudokumentteja ei ole raportin mukaan tarkastettu.

Raportin mukaan kantavuusmittaus oli suoritettu tielle päällysrakenteiden ajamisen jälkeen, mutta mittauksen tuloksia ei ollut analysoitu raportille.

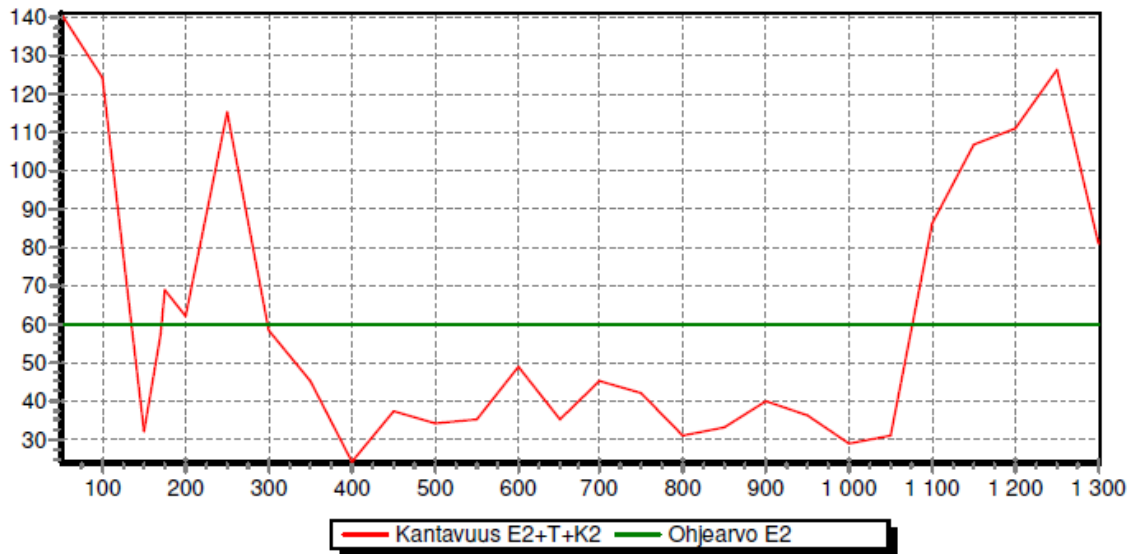
Kuvaajatulosteessa on runkotien mitattu kantavuus punaisella ja asetettu kantavuustaso (ohjearvo E2) vihreällä viivalla kuvattuna (Kuvio 24). Ohjearvo E2 on asetettu mittauksessa virheellisesti tasolle 80 MN/m<sup>2</sup>. Oikea taso päällysrakenneluokassa 2 kevätkantavuuden osalta olisi 60-70 MN/m<sup>2</sup>. Kantavuutta kuvaava punainen viiva on keskimäärin tasolla 131 MN/m<sup>2</sup>. Tiehen noin 260 m:n matkalle jääneiden kantavuuspuutteiden korjaamiseksi olisi voitu hyödyntää niitä kantavia päällysrakenteita, joita on ajettu tieosille, jotka eivät olisi tarvinneet kantavuustason nostamista. Tällä tieosalla päällysrakenteiden kohteen vaatimusten mukaisella kohdentamisella koko tie täyttäisi tavoitetason kantavuudessa. Lisäksi osa kantavista päällysrakenteista olisi voitu korvata kulutuskerrokseen soveltuvalla materiaalilla.



KUVIO 24. Tiehanke numero 1, runkotie. Kantavuus keskimäärin tasolla 131 MN/m<sup>2</sup>. Tien lähtökantavuus on ollut jo ennen perusparannusta tavoitekantavuutta korkeammalla tasolla.

Kuvaajatulosteessa on aluetien mitattu kantavuus punaisella ja asetettu kantavuustaso (ohjearvo E2) vihreällä viivalla kuvattuna (Kuvio 25). Ohjearvo on asetettu tasolle 60 MN/m<sup>2</sup>, mikä on oikea taso kesäkantavuuden osalta päällysrakenneluokassa 3. Kevätkantavuuden osalta vaatimustaso kyseisessä luokassa olisi noin 40 MN/m<sup>2</sup>. Kantavuutta kuvaava viiva on keskimäärin tasolla 61 MN/m<sup>2</sup>. Kuvaajatulosteen mukaan paaluvälillä 300 - 1050 m on tien kantavuus keskimäärin 35 MN/m<sup>2</sup> tasolla, mikä on selkeästi alle tavoitellun tason. Päällysrakenteiden kohdentamisesta runko-

ja aluetien välillä ei ollut tietoa saatavilla. Tulosten perusteella voidaan kuitenkin arvioida, että runkotielle on ajettu tarpeettomasti kantavia päällysrakenteita, joiden määrästä osa olisi voitu ajaa ja kohdentaa aluetielle. Menettelemällä kyseisellä tavalla olisi molempien tieluokkien kantavuus saatu tavoitetasolle tai lähelle sitä.



KUVIO 25. Tiehanke numero 1, aluetie. Päällysrakenteiden oikealla kohdentamisella olisi tien kantavuus saatu lähelle tavoitetasoa myös paaluvälillä 300 m - 1050 m.

Koko tiehankkeen osalta (Rt ja At) voi todeta, että alusrakenteen kantavuusmittaus ja siihen liittyvä massojen mitoitus ennen päällysrakenteiden ajoa olisi mahdollistanut paremman lopputuloksen toteutusvaiheessa.

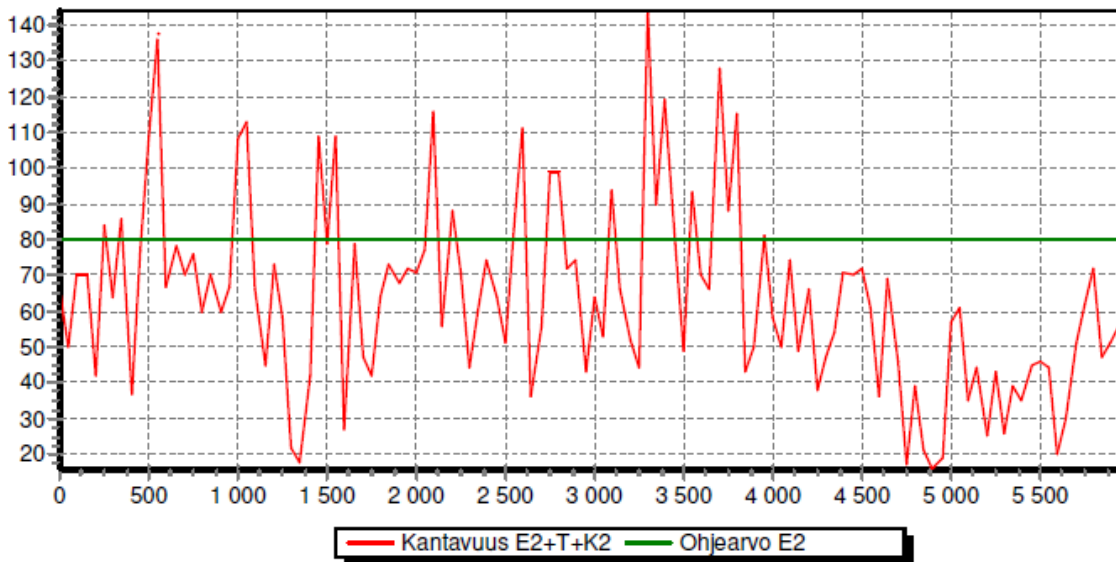
### Tiehanke numero 2, perusparannus

Tiehanke numero 2 on 11 800 m pitkä metsätie (Kuvio 26). Se on suunniteltu perusparannettavaksi aluetieksi, päällysrakenneluokkaan 3 (At3, 60-70 MN/m<sup>2</sup>, kesäkantavuus). Kyseinen tie on tutkimuksen kohteina olevista teistä pisin ja hyötymaailtaan toiseksi suurin (1500 ha).

Alusrakenteen maalajia, pohjamaaluokkaa ja lähtökantavuutta ei ole suunnitelma-asiakirjoissa määritelty. Asiakirjat eivät sisällä maastotutkimuspöytäkirjaa. Karttatarkastelun perusteella tien sijainti on suurelta osin turvemaalla tai soistuneilla kankailla, mutta turpeen paksuudesta ja sen laadusta ei ole mainintaa suunnitelma-asiakirjoissa.

Tien pohjamaaluokka on määritelty kantavuusmittauksen ja karttatarkastelun perusteella luokkaan E (HtMr). Kantavien päällysrakenteiden määrän olisi pitänyt olla Metsätieohjeiston päällysrakenneluokan 3 vaatimusten mukaan 15 prosenttia suuremmat suunnitelman mukaisiin päällysrakennemassoihin verrattuna, mikä on johtanut osalla tietä kantavuuden alimitoitukseen. Suunnitelmassa ei ole mainintaa geovahvisteiden (suodatinkangas) käytöstä, vaikka kyseinen pohjamaaluokka sitä edellyttäisi. Suunnitelma-asiakirjoihin ei sisältynyt päällysrakennesuunnitelmaa (päällysrakenteiden kerrosvahvuudet ja murskelajikkeet), eikä ajetuista päällysrakenteista ollut saatavilla kiviaineksiin liittyviä laatudokumentteja (rakeisuuskäyrät, tieto routivuudesta, E-moduuli jne).

Tämä aluetien kantavuudet ovat lähellä tavoiteltua kantavuutta (Kuvio 26). Kantavuuden tavoitetaso (Ohjearvo E2) kyseisen tietyyppin päällysrakenneluokalle on 60 - 70 MN/m<sup>2</sup> kesällä. Kantavuusmittauksessa tavoitetaso on asetettu 80 MN/m<sup>2</sup>, mikä on 10 - 20 MN/m<sup>2</sup> liian korkealla tasolla kyseiselle luokalle. Tien mitattu kantavuus on keskimäärin 63 MN/m<sup>2</sup>, mikä tarkoittaa sitä, että tie vastaa suurelta osin sille asetettuja kantavuusvaatimuksia. Päällysrakenteiden paremmalla kohdentamisella olisi saatu koko tielle tavoitteen mukainen kantavuus.



KUVIO 26. Perusparannetun aluetien (At3) mitatut kantavuudet paaluvälillä 0 - 6000 m

### **Tiehanke nro 3, uuden tien rakentaminen**

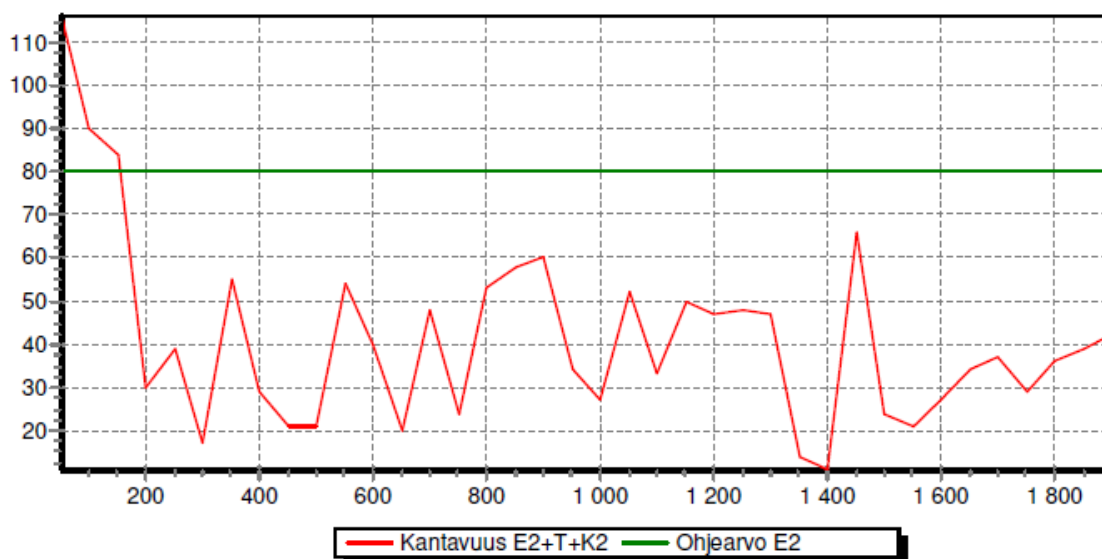
Tiehanke numero 3 on uusi rakennettu metsäautotie, joka on pituudeltaan 1900 m. Tie on suunniteltu rakennettavaksi aluetieksi päällysrakenneluokkaan 3 (At3, 60-70 MN/m<sup>2</sup>, kesäkantavuus). Suunnitelma-asiakirjoissa ei ole määritelty pohjamaaluokkaa eikä alusrakenteen lähtökantavuutta. Karttatarkastelun perusteella tielinja suuntautuu yhden kerran turvemaalle, mutta turpeen paksuudesta, laadusta ja sen alla olevasta kivennäismaalajista ei ole mainintaa suunnitelma-asiakirjoissa. Suunnitelma-asiakirjat eivät sisällä maastotutkimuspöytäkirjaa.

Pohjamaaluokka on arvioitu kantavuusmittaustulosten perusteella luokkaan E (HtMr). Karttatarkastelun perusteella osa kuuluu todennäköisesti luokkaan F. Arvioidulla pohjamaaluokalla (E, HtMr) olisi päällysrakenteiden määrän pitänyt olla Metsä-tieohjeiston päällysrakenneluokan 3 vaatimusten mukaan 53 prosenttia suuremmat toteutuneisiin päällysrakennemassoihin verrattuna, mikä on johtanut selkeään alimitoitukseen tavoitekantavuuden osalta. Suunnitelma-asiakirjoihin ei sisällynyt päällysrakennesuunnitelmaa (päällysrakenteiden kerrosvahvuudet ja murskelaadut). Ajettujen päällysrakenteiden osalta ei ollut myöskään saatavilla kiviaineksiin liittyviä laatudokumentteja (rakeisuuskäyrät, tieto routivuudesta, E-moduuli jne).

Rahoitustarkastuksen esittelyvaiheessa olisi pitänyt havaita pohjamaaluokituksen ja alusrakenteen lähtökantavuuden puuttuminen. Hanke olisi pitänyt palauttaa ennen sen rahoittamista takaisin suunnittelijalle puutteellisten maastotutkimusasiakirjojen ja puuttuneen päällysrakennesuunnitelman vuoksi.

Päällysrakenteiden laatudokumentteja ei ole raportin mukaan tarkastettu, eikä niitä sisällynyt suunnitelma- ja rahoitusasiakirjoihin. Kantavuusmittaus on suoritettu tielle hankkeen valmistumisen (toiteuttajan jättämä toteutusilmoitus hankkeen valmistumisesta) jälkeen, joten sen tuloksia on mahdollista Metsäkeskuksen hyödyntää lopputarkastuksen yhteydessä. Hanke tulisi tämän tutkimuksen valossa hylätä heikon kantavuuden vuoksi ja vaatia kantavuuden tason nostamista tien vaatimusten edellyttämälle tasolle.

Aluetien (At3) kantavuus vaihtelee huomattavasti tien eri osissa, mikä on havaittavissa kuvaajatuosteessa (Kuvio 27). Kantavuuden tavoitetaso (Ohjearvo E2) kyseisen tietyyppin päällysrakenneluokalle on 60 - 70 MN/m<sup>2</sup> kesällä. Kantavuusmittauksessa tavoitetaso on asetettu 80 MN/m<sup>2</sup>, mikä on 10 - 20 MN/m<sup>2</sup> liian korkealla tasolla. Tien mitattu kantavuus on keskimäärin 42 MN/m<sup>2</sup>, mikä on selkeästi alle tavoitetason. Kyseiselle tielle on ajettava yli 2000 tn kantavia päällysrakenteita tavoitekantavuuden saavuttamiseksi, mistä aiheutuu tieosakkaille huomattavia lisäkustannuksia.



KUVIO 27. Tiehanke numero 3, aluetie. Alusrakenteen lähtökantavuuden määrittämisen puuttuminen on johtanut selkeään alirakentamiseen päällysrakennetöiden osalta.

#### Tiehanke numero 4 uuden tien rakentaminen

Tie numero 4 on uusi rakennettu metsäautotie. Tie on pituudeltaan 3041 m. Se on suunniteltu varsitieluokan tasoiseksi metsätieksi päällysrakenneluokkaan 4 (Vt4, 50 - 60 MN/m<sup>2</sup>, kesäkantavuus). Maastotutkimuspöytäkirjan mukaan maalaji on hietamoreenia koko tien osalta ja siten pohjamaaluokka on E, HtMr. Karttatarkastelun perusteella tielinja suuntautuu kuitenkin yhdeksän kertaa turvemaalle, mutta turpeen paksuudesta ja laadusta ei ole mainintaa suunnitelma-asiakirjoissa.

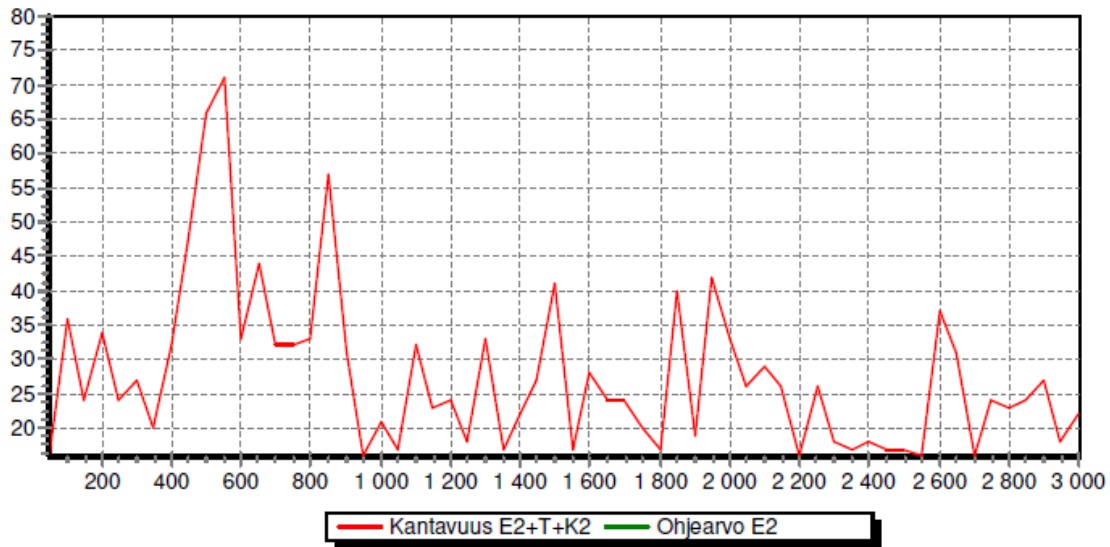
Esitetyllä pohjamaaluokalla (E, HtMr) olisi päällysrakenteiden määrän pitänyt olla Metsätieohjeiston päällysrakenneluokan 4 vaatimusten mukaan 70 prosenttia suuremmat suunnitelman mukaisiin päällysrakennemassoihin verrattuna, mikä on johtanut selkeään alimitoitukseen kantavien päällysrakenteiden osalta. Suunnitelmassa ei ole mainintaa geovahvisteiden (suodatinkangas) käytöstä, vaikka kyseinen pohjamaaluokka sitä edellyttäisi. Suunnitelma-asiakirjoihin ei sisällynyt päällysrakennesuunnitelmaa, eikä asiaa ollut kuvattu myöskään maastotutkimuspöytäkirjassa (päällysrakenteiden kerrosvahvuudet ja murskelajikkeet). Ajettujen päällysrakenteiden osalta ei ollut saatavilla kiviaineksiin liittyviä laatudokumentteja (rakeisuuskäyrät, tieto routivuudesta, E-moduuli jne).

Edellä esitettyjen tietojen perusteella rahoitustarkastuksessa olisi pitänyt tehdä havainto suunnitelmassa esitetystä pohja-maaluokituksen homogeenisuudesta ja sen perusteella kantavien päällysrakenteiden puutteellisesta mitoituksesta.

Tiehankeelle oli suoritettu Metsäkeskuksen metsätieto- ja tarkastuspalvelujen toimesta harkintaan perustava maastotarkastus toteutustöiden jälkeen, ennen hankkeen päättämistä. Hanke oli todettu rahoituskelpoisuuden osalta hyväksytyksi suoritetuksi. Huomautettavaa oli raportoitu runko- ja päällysrakennetöiden osalta. Tarkastustoimenpiteet olivat kohdistuneet lähinnä tierungon ja liitännäisalueiden rakenteiden mittoihin sekä tierumpujen tarkastamiseen.

Maastotarkastusraportista ei käy selville, onko tierakenteen päällysrakennekerroksia todettu mitaamalla tai onko ajetuista määristä ollut käytettävissä selvitystä paaluvälikohtaisista tonnimääristä. Päällysrakenteiden laatudokumentteja ei ole raportin mukaan tarkastettu. Tarkastusraportin mukaan kantavuusmittaus oli suoritettu tielle päällysrakennetöiden valmistumisen jälkeen, mutta mitauksen tuloksia ei ollut analysoitu raportille. Raportissa on maininta, että tie ei täytä päällysrakenteiden osalta metsätienormeja, mutta korvaavia toimenpiteitä ei ollut kuvattu. Tiehanke ei täytä puutteellisen kantavuuden vuoksi Kemera-lain vaatimuksia.

Mitatun varsitien kantavuustaso on kuvattu punaisella viivalla (Kuvio 28). Kantavuuden tavoitetaso on kyseisen tietyypin päällysrakenneluokalle 50 - 60 MN/m<sup>2</sup> kesällä. Mitattu kantavuus on keskimäärin 27 MN/m<sup>2</sup>, mikä on paaluväliä 525 m - 575 m lukuun ottamatta selkeästi alle tavoitetason. Kyseiselle tielle on ajettava lisää kantavia päällysrakenteita tavoitekantavuuden saavuttamiseksi noin 4900 tn, mikä aiheuttaa hankkeelle lisäkustannuksia noin 44 000 € (alv.0%) toteutuneilla yksikköhinnoilla laskettuna.



KUVIO 28. Tiehanke numero 4, varsitie. Mitatun tien kantavuus keskimäärin 27 MN/m<sup>2</sup>.

### Tiehanke numero 5, perusparantaminen

Tiehanke numero 5 on perusparannettu metsätie, joka on pituudeltaan 2430 m (Kuvio 29). Tie on suunniteltu kunnostettavaksi aluetieksi päällysrakenneluokkaan 3 (At3, 60-70 MN/m<sup>2</sup>, kesäkantavuus).

Suunnitelma-asiakirjoissa ei ole määritelty pohjamaaluokkaa ja alusrakenteen lähtökantavuutta eikä asiakirjoihin sisälly maastotutkimuspöytäkirjaa. Karttatarkastelun perusteella tielinja suuntautuu kaksi kertaa turvemaalle, mutta turpeen paksuudesta, sen laadusta, eikä alla olevasta pohjamaasta ei ole mainintaa suunnitelma-asiakirjoissa.

Pohjamaaluokka arvioitiin kantavuusmittaustulosten perusteella luokkaan E. Karttatarkastelun perusteella osa on todennäköisesti myös luokkaa F. Arvioidulla pohjamaaluokalla (E, HtMr) olisi päällysrakenteiden määrän pitänyt olla Metsätieohjeiston päällysrakenneluokan 3 vaatimusten mukaan 56 prosenttia suuremmat toteutuneisiin päällysrakennemassoihin verrattuna, mikä on johtanut selkeään alirakentamiseen tavoitekantavuuden osalta.

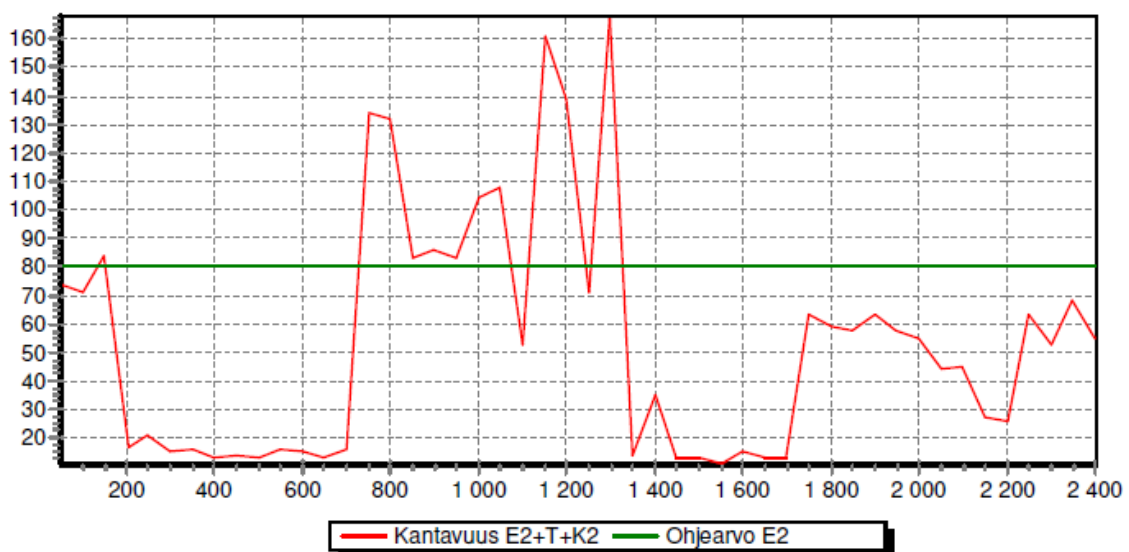
Suunnitelma-asiakirjoihin ei sisällynyt päällysrakennesuunnitelmaa. Päällysrakenteiden kerrosvahvuuksia ei ollut määritetty eikä käytettäviä murskelaatuja kuvattu. Ajettujen päällysrakenteiden



osalta ei ollut saatavilla kiviaineksiin liittyviä laatudokumentteja, kuten rakeisuuskäyriä tai tietoja materiaalien routivuudesta. Rahoitustarkastuksen esittelyvaiheessa olisi pitänyt tehdä havainto pohjamaaluokituksen ja alusrakenteen lähtökantavuuden kuvaamisen puuttumisesta ja hanke olisi pitänyt palauttaa ennen sen rahoittamista takaisin suunnittelijalle puutteellisten maastotutkimusasiakirjojen ja puuttuneen päällysrakennesuunnitelman vuoksi.

Kantavuusmittaus on suoritettu tielle hankkeen valmistumisen jälkeen, joten sen tuloksia Metsäkeskuksen on mahdollista hyödyntää lopputarkastuksen yhteydessä. Hanke tulisi näiden tulosten valossa hylätä heikon kantavuuden vuoksi ja vaatia kantavuuden tason nostamista tien vaatimusten edellyttämälle tasolle.

Kuviossa 29 mitatun aluetien kantavuus on esitetty punaisella viivalla. Kantavuuden tavoitetaso (Ohjearvo E2) kyseisen tietyyppin päällysrakenneluokalle on 60 - 70 MN/m<sup>2</sup> kesällä. Kuvaajassa tavoitetasoksi on asetettu 80 MN/m<sup>2</sup>, mikä on 10 - 20 MN/m<sup>2</sup> liian korkealla tasolla. Mitattu kantavuus on keskimäärin 53 MN/m<sup>2</sup>, mikä on alle tavoitetason. Kuvaajatulosteesta on havaittavissa turvemaan osuudet (paaluvälit 150 m - 700 m ja 1350 m - 1750 m) ja niillä esiintyvä heikko kantavuus. Mikäli kyseiset kohdat on aikanaan rakennettu kelluvana penkereenä, ei kantavuusmittauksen tulos välttämättä kerro tien todellista kantavuuskykyä. Suunnitelma- ja mittausasiakirjojen tarkastelun perusteella tielle on ajettava huomattavia määriä kantavia päällysrakenteita tavoitekantavuuden saavuttamiseksi.



KUVIO 29. Tiehanke numero 5, aluetie. Turvemaasuusien heikko kantavuus paaluväleillä 150 m - 700 m ja 1350 m - 1750 m, on tunnistettavissa hyvin kuvaajatulosteesta.

## **Tiehanke numero 6, uuden tien rakentaminen**

Tie nro 6 on uusi rakennettu metsäautotie, joka on pituudeltaan 1513 m (päätie 1250 m ja haara 263 m). Tie on suunniteltu rakennettavaksi varsitiekseksi päällysrakenneluokkaan 4 (Vt4, 50-60 MN/m<sup>2</sup>, kesäkantavuus). Suunnitelma-asiakirjoista on tutkimuksessa tehty havainto, että tiekohteelle ei ole määritelty pohjamaaluokkaa eikä alusrakenteen lähtökantavuutta.

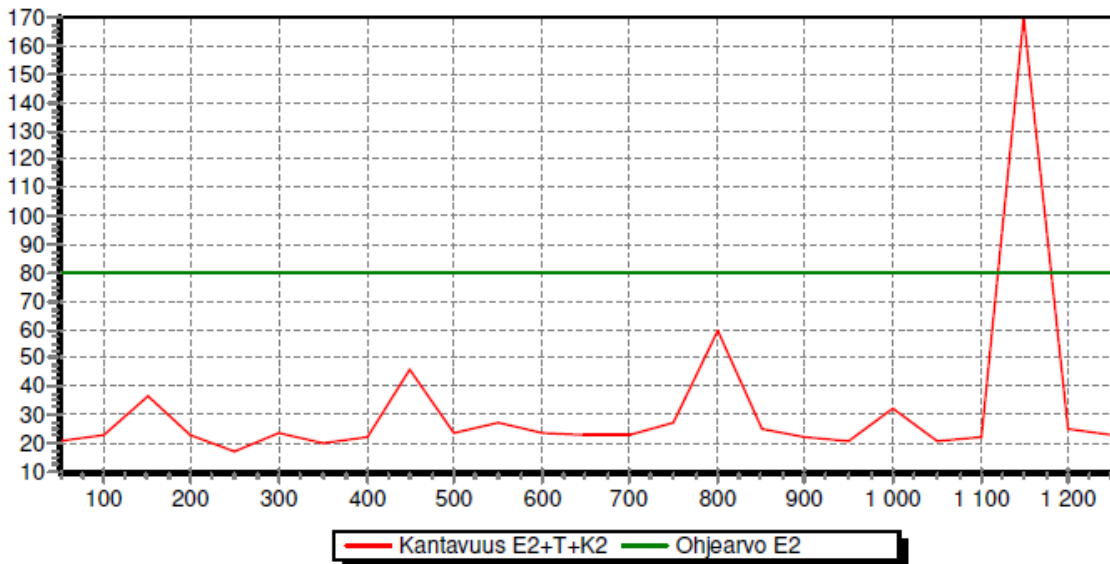
Karttatarkastelun perusteella tielinja suuntautuu yhden kerran turvemaalle, mutta turpeen paksuudesta, sen laadusta, eikä alla olevasta pohjamaasta ei ole mainintaa suunnitelma-asiakirjoissa. Pohjamaa on arvioitu kantavuusmittaustulosten perusteella luokaksi E, HtMr. Arvioidulla pohjamaaluokalla olisi päällysrakenteiden määrän pitänyt olla Metsätieohjeiston päällysrakenneluokan 4 vaatimusten mukaan 52 prosenttia suuremmat toteutuneisiin päällysrakennemassoihin verrattuna. Tämä on johtanut selkeään alimitoitukseen tavoitekantavuuden osalta.

Suunnitelma-asiakirjoihin ei sisältynyt päällysrakennesuunnitelmaa eikä asiaa ollut kuvattu myöskään maastotutkimuspöytäkirjassa (päällysrakenteiden kerrosvahvuudet ja murskelaadut). Rahoitustarkastuksessa olisi pitänyt tehdä havainto pohjamaaluokituksen ja alusrakenteen lähtökantavuuden kuvaamisen puuttumisesta. Ajettujen päällysrakenteiden osalta ei ollut saatavilla kiviaineksiin liittyviä laatudokumentteja (rakeisuuskäyrät, tieto routivuudesta, E-moduuli jne). Hanke olisi pitänyt palauttaa rahoitusvaiheessa puutteellisten maastotutkimusasiakirjojen ja puuttuneen päällysrakennesuunnitelman vuoksi takaisin suunnittelijalle täydennettäväksi.

Tiehankeelle oli suoritettu Metsäkeskuksen metsätieto- ja tarkastuspalvelujen toimesta harkintaan perustava maastotarkastus toteutustöiden jälkeen ennen hankkeen päättämistä. Hanke oli todettu rahoituskelpoisuuden osalta hyväksytysti suoritetuksi. Tarkastustoimenpiteet olivat kohdistuneet lähinnä tierungon ja liitännäisalueiden rakenteiden mittoihin sekä tierumpujen tarkastamiseen. Ajettujen päällysrakenteiden määrä oli todettu olevan 0,8 tn/m (normin mukainen vaatimus 1,65 tn/m). Asiakirjat eivät sisältäneet selvitystä ajetuista paaluvälikohtaisista tonnimääristä. Päällysrakenteiden laatudokumentteja ei ole raportin mukaan tarkastettu, eikä niitä sisältynyt suunnitelma- ja rahoitusasiakirjoihin. Kantavuusmittaus oli suoritettu tielle hanketarkastuksen jälkeen, joten sen tuloksia ei ole ollut tarkastajalla käytettävissä. Hanke olisi pitänyt tarkastuksessa hylätä heikon kantavuuden takia ja vaatia kantavuuden tason nostamista Kemera-lain edellyttämälle tasolle.

Kuviossa 30 mitatun varsitien kantavuus on punaisella viivalla kuvattuna. Kantavuuden tavoitetaso (Ohjearvo E2) kyseisen tietyyppin päällysrakenneluokalle on 50-60 MN/m<sup>2</sup> kesällä. Kuvaajassa ta-

voitetasoksi on asetettu 80 MN/m<sup>2</sup>, mikä on 20-30 MN/m<sup>2</sup> liian korkealla tasolla kyseiselle tieluokalle. Mitattu kantavuus on keskimäärin 32 MN/m<sup>2</sup>, mikä on selkeästi alle tavoitetason. Tälle tiekohteelle on ajettava noin 3000 tn lisää kantavia päällysrakenteita, mikäli halutaan saavuttaa tavoiteltu kantavuuden taso.



KUVIO 30. Tiehanke numero 6, varsitie. Päällysrakenteiden puutteellisen mitoituksen takia ei tietä voida käyttää siihen tarkoitukseen, mihin se on rakennettu.

### Tiehanke numero 7, perusparantaminen

Tiehanke numero 7 on pituudeltaan 4290 m (Kuvio 31). Tie on suunniteltu perusparannettavaksi varsitieksi päällysrakenneluokkaan 4 (Vt4, 50-60 MN/m<sup>2</sup>, kesäkantavuus). Pohjamaaluokka on suunnitelmassa määritely koko tien pituudelta luokkaan E, HtMr. Karttatarkastelun perusteella tielinja suuntautuu yhden kerran turvemaalle. Turpeen paksuutta ja laatua ei ole dokumentoitu.

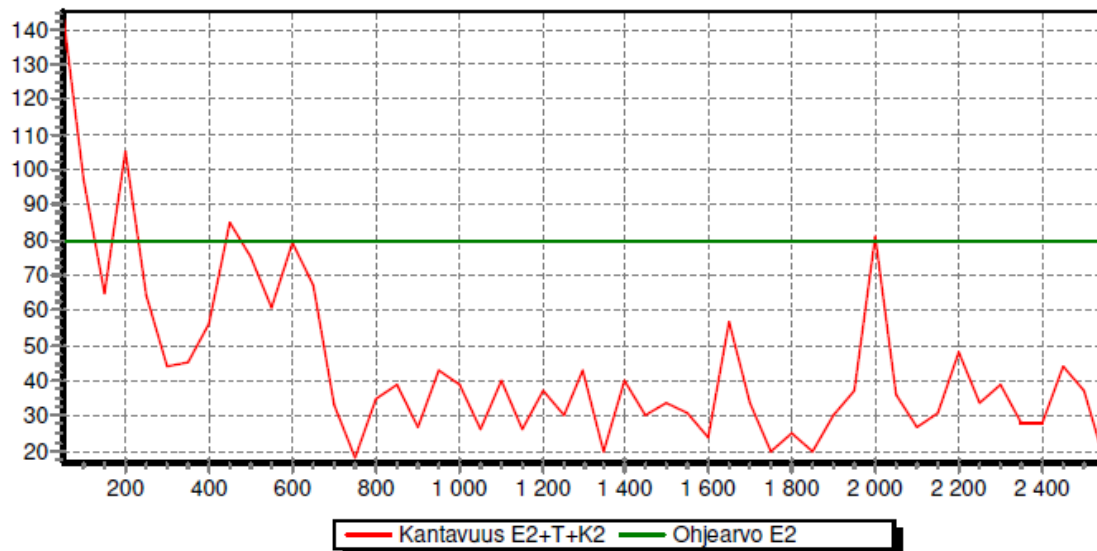
Arvioidulla pohjamaaluokalla (E, HtMr) olisi päällysrakenteiden määrän pitänyt olla Metsätieohjeiston päällysrakenneluokan 4 vaatimusten mukaan 57 prosenttia suuremmat toteutuneisiin päällysrakennemassoihin verrattuna, mikä on johtanut selkeään alirakentamiseen tavoitekantavuuden osalta. Suunnitelma-asiakirjoihin ei sisällynyt päällysrakennesuunnitelmaa eikä asiaa ollut kuvattu myöskään maastotutkimuspöytäkirjassa (päällysrakenteiden kerrosvahvuudet ja murskelaadut).

Metsäkeskuksen rahoitustarkastuksessa olisi pitänyt tehdä havainto pohjamaaluokituksen puutteellisuudesta ja päällysrakenteiden liian alhaisesta mitoituksesta kyseisen pohjamaaluokan vaatimuksiin verrattuna. Hanke olisi pitänyt palauttaa rahoitusvaiheessa puutteellisten maastotutkimusasiakirjojen ja puuttuneen päällysrakennesuunnitelman vuoksi takaisin suunnittelijalle.

Tiehankkeelle oli suoritettu Metsäkeskuksen metsätieto- ja tarkastuspalvelujen toimesta harkintaan perustava maastotarkastus toteutustöiden jälkeen ennen hankkeen päättämistä. Hanke oli todettu tarkastuksessa runkotöiden osalta hyvin suoritetuksi, mutta päällysrakennetöiden osalta suoritettu työ oli arvioitu puutteelliseksi. Raportin mukaan tiehanke ei täytä päällysrakenteiden osalta Metsätieohjeistossa kuvattuja tienormeja. Ajettujen päällysrakenteiden määrän oli todettu olevan 0,75 tn/m (normin mukainen vaatimus 1,65 tn/m). Asiakirjat eivät sisältäneet selvitystä ajetuista paaluvälikohtaisista tonnimääristä. Päällysrakenteiden laatudokumentteja ei ole raportin mukaan tarkastettu, eikä niitä sisältynyt suunnitelma- ja rahoitusasiakirjoihin.

Kantavuusmittaus oli suoritettu tielle hanketarkastuksen jälkeen, joten sen tuloksia ei ole ollut Metsäkeskuksen tarkastajalla käytettävissä. Hanke oli hylätty tarkastuksessa päällysrakennetöiden takia. Tarkastusraportista ei kuitenkaan selviä, mitä korjaavia toimenpiteitä asian kuntoon saattamiseksi oli sovittu tehtäväksi.

Mitatun varsitien kantavuus vaihteli huomattavasti (Kuvio 31). Kantavuuden tavoitetaso (Ohjearvo E2) kyseisen tietyyppin päällysrakenneluokalle on 50-60 MN/m<sup>2</sup> kesällä. Kuvaajassa tavoitetasoksi on asetettu 80 MN/m<sup>2</sup>, mikä on 20-30 MN/m<sup>2</sup> liian korkealla tasolla. Mitatun tieosan kantavuus on keskimäärin 44 MN/m<sup>2</sup>, mikä on alle tavoitetason. Kyseiselle tiehankkeelle on ajettava lisää kantavia päällysrakenteita tavoitekantavuuden saavuttamiseksi noin 4600 tn, mikä aiheuttaa hankkeelle lisää kustannuksia noin 40 000 € (alv.0%) toteutuneilla päällysrakenteiden hinnoilla laskettuna.



KUVIO 31. Tiehanke numero 7, varsitie. Tien kantavuutta on parannettava paaluväleillä 250 m - 450 m ja 650 m - 2550 m.

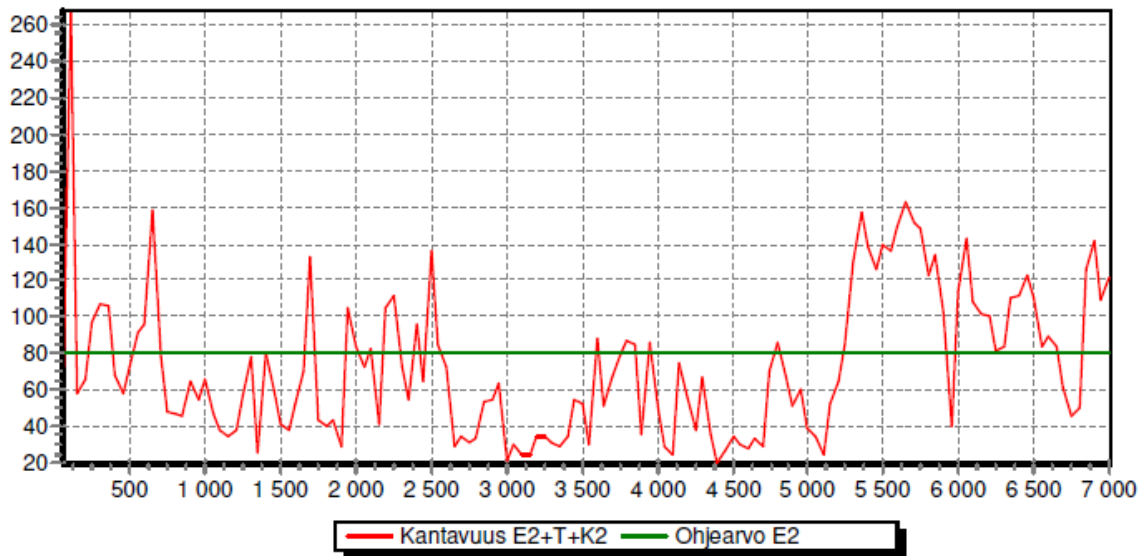
### Tiehanke numero 8, perusparantaminen

Tiehanke numero 8 on perusparannettu metsäautotie. Tie on pituudeltaan 6900 m ja se on suunniteltu parannettavaksi runkotieluokan tasoiseksi metsätieksi päällysrakenneluokkaan 2 (Rt2, 60 - 70 MN/m<sup>2</sup>, kevätkantavuus). Pudotuspainomittauksessa olisi kantavuuden tavoitetaso (E2) voitu asettaa tämän tien kohdalla 10 - 20 MN/m<sup>2</sup> alhaisemmalle tasolle.

Alusrakenteen maalajia, pohjamaaluokkaa ja lähtökantavuutta ei ole suunnitelma-asiakirjoissa määritelty. Asiakirjat eivät sisällä maastotutkimuspöytäkirjaa eikä suunnitelmaa tai esitystä päällysrakenteiden määristä, laadusta sekä kerrosvahvuuksista. Rahoitustarkastuksessa olisi pitänyt tehdä havainto pohjamaaluokituksen ja alusrakenteen lähtökantavuuden kuvaamisen puuttumisesta. Hanke olisi pitänyt palauttaa ennen sen rahoittamista takaisin suunnittelijalle puutteellisten maastotutkimusasiakirjojen ja puuttuneen päällysrakennesuunnitelman vuoksi.

Pohjamaaluokaksi arvioitiin kantavuusmittaustulosten perusteella luokka D. Ajettujen päällysrakenteiden perusteella luokka olisi C, eli suunnitteluvaiheessa se oli määritelty todennäköisesti yhtä luokkaa kantavammaksi kuin se todellisuudessa oli. Tämä alusrakenteen virheellinen määrittäminen aiheutti sen, että ajetuilla kantavilla päällysrakenteilla päästiin ainoastaan 54 prosentin tasoon tavoitekantavuuden edellyttämästä tasosta. Tälle metsätielle pitäisi ajaa kantavia päällysrakenteita lisää

noin 6500 tn tavoitekantavuuden saavuttamiseksi. Siitä aiheutuisi lisäkustannuksia hankkeen osapuolille noin 90 000 € (Kuvio 32).



KUVIO 32. Runkotien heikoimpia kohtia (ohjearvon E2 alitus) joudutaan parantamaan ajamalla niihin huomattavia määriä lisää kantavia murskeita

### Tiehanke numero 9, perusparantaminen

Tiehanke numero 9 on 2180 m pitkä metsätie. Se on suunniteltu perusparannettavaksi aluetieksi, päällysrakenneluokkaan 3 (At3, 60-70 MN/m<sup>2</sup>, kesäkantavuus).

Alusrakenteen maalajia ja pohjamaaluokkaa ei ole suunnitelma-asiakirjoissa määritelty. Karttatarkastelun perusteella tielinja suuntautuu kaksi kertaa turvemaalle, mutta turpeen paksuudesta, sen laadusta, eikä alla olevasta pohjamaasta ei ole mainintaa suunnitelma-asiakirjoissa. Suunnitelma-asiakirjat eivät sisällä maastontutkimuspöytäkirjaa.

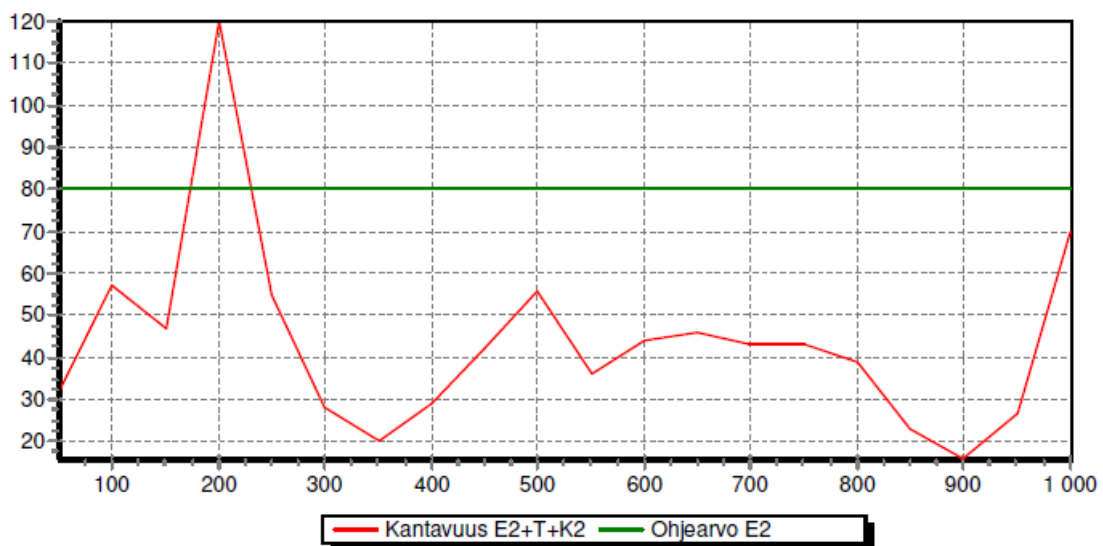
Pohjamaaluokka arvioitiin kantavuusmittaustulosten perusteella luokan D/E, jolloin päällysrakenteiden tarvevaatimus on noin 0,7 m<sup>3</sup>/tiometri. Suunnitelma-asiakirjoihin ei sisällynyt päällysrakennesuunnitelmaa (kerrosvahvuudet ja murskelaadut). Suunnitelmassa päällysrakenteiden määräksi on laskettu 0,45 m<sup>3</sup>/tiometri. Arvioidulla pohjamaaluokalla (D/E) olisi päällysrakenteiden määrän pitänyt olla Metsätieohjeiston päällysrakenneluokan 3 vaatimusten mukaan 43 % suuremmat toteutuneisiin päällysrakennemassoihin verrattuna. Tavoitekantavuuden näkökulmasta tien päällysrakenteet on selvästi alimitoitettu. Ajettujen päällysrakenteiden osalta ei ollut saatavilla kiviaineksiin

liittyviä laatudokumentteja eli esimerkiksi tietoa murskeiden rakeisuuksista, routivuudesta ja kantavuudesta (E-moduuli).

Rahoitustarkastuksessa olisi pitänyt tehdä havainto pohjamaaluokituksen ja alusrakenteen lähtökantavuuden kuvaamisen puuttumisesta. Hanke olisi pitänyt palauttaa ennen sen rahoittamista takaisin suunnittelijalle puutteellisten maastotutkimusasiakirjojen ja puuttuneen päällysrakennesuunnitelman vuoksi.

Tiehanke ei tulosten perusteella täytä sille asetettuja vaatimuksia kantavuuden osalta. Tien kantavuus tulisi nostaa ajamalla tielle kantavia päällysrakenteita lisää noin 43 prosenttia toteutuneisiin määriin verrattuna, mikä aiheuttaa lisää kustannuksia noin 11 000 € (alv.0%).

Kuviossa 33 on mitatun aluetien yhden tieosuuden kantavuus punaisella viivalla kuvattuna. Kantavuuden tavoitetaso (Ohjearvo E2) kyseisen tietyyppin päällysrakenneluokalle on 60 - 70 MN/m<sup>2</sup> keksällä. Kuvaajassa tavoitetaso asetettu 80 MN/m<sup>2</sup>, mikä on 10 - 20 MN/m<sup>2</sup> liian korkealla tasolla. Mitattu kantavuus keskimäärin 43 MN/m<sup>2</sup>, mikä on selkeästi alle tavoitetason.



KUVIO 33. Tiehanke numero 9, At3. Tieosalle on ajettava kantavia päällysrakenteita noin 1500 tn tavoitekantavuuden saavuttamiseksi.

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA KEHITTÄMISESITYKSET

### 5.1 Johtopäätökset kantavuustuloksista

Tutkimustulosten perusteella toiminta metsäteiden suunnittelu-, rahoitus- ja toteutusprosesseissa ei varmista riittävää laatutasoa tavoitekantavuuksien osalta tällä hetkellä. Tämä tarkoittaa sitä, että teitä ei ole suunniteltu, rakennettu tai perusparannettu vastaamaan niiden todellista käyttötarkoitusta ja vaatimuksia.

Metsäteiden alusrakenteen lähtökantavuus ja siihen liittyvä päällysrakenteiden mitoitus tulee varmistaa luotettavalla tasolla ja menetelmillä. Käytännössä tämä tarkoittaa kantavuusmittauksen suorittamista suunnitteluvaiheessa ennen päällysrakenteiden ajamista.

Lisäksi tutkimuksessa havaitut puutteet tieosaamisen suhteen niin suunnittelu- kuin rahoitusprosessinkin osalta edellyttävät toimenpiteitä koulutuksen järjestämiseksi ja opetusmateriaalien tuottamiseksi. Suunnitelmien sisältövaatimuksia ja suunnittelijoiden pätevyysvaatimuksia tulee jatkossa tarkastella enemmän rakentamisteknisistä lähtökohdista verrattuna nykytilanteeseen.

Suunnittelu- ja rahoitusprosesseihin tehtävien korjaus- ja kehittämistoimenpiteiden lisäksi tulee kehittää myös metsäteiden toteutusprosessia. Tällä hetkellä metsätiehankkeilta ei edellytetä toteutusvaiheessa valvojaa tilaajan puolelta. Ammattitaitoisella hankkeen valvonnalla varmistettaisiin töiden toteutuminen suunnitelmien mukaisesti ja turvattaisiin riittävä laatutaso myös tiekunnan ja osakkaiden näkökulmasta.

### 5.2 Suunnitteluprosessiin liittyviä kehittämisesityksiä

Metsätiesuunnitelmien laatutasoa tulee parantaa ja niiden sisällön tulee olla kattavampi, mikäli halutaan vähentää tutkimusaineistossa esiin nousseita kantavuuteen liittyviä laatupoikkeamia. Onnistuminen alusrakenteen lähtökantavuuden määrittämisessä on peruslähtökohta tavoitekantavuuteen saavuttamisessa.



Suunnitteluprosessissa tien lähtökantavuus tulee määrittää ensisijaisesti kantavuusmittauksen (Kuab, Loadman jne.) ja silmämääräisen arvioinnin yhdistelmällä ja toissijaisesti pelkästään silmämääräisiin havaintoihin perustuen, mikä on tällä hetkellä vallitseva menetelmä.

Kantavuusmittauksen suorittamiselle sopivin ajankohta on kuivatuksen kuntoon saattamisen jälkeen. Tällä menettelytavalla saataisiin eliminoidua kuivatuksen vaikutus rakenteen kantavuuteen, joka voi olla hyvinkin merkittävä pohjamaaluokissa D, E ja F. Tämä toimintamalli edellyttäisi muutoksia myös rahoitusprosessiin, koska lopullisten kantavien päällysrakenteiden määrä ja kustannukset selviäisivät vasta runkotöiden ja kantavuusmittauksen jälkeen.

Metsätiehankkeiden suunnitelma-asiakirjoja tulee täydentää ja lisätä niihin sellaisia asiakirjoja ja dokumentteja, joilla varmistetaan tavoitekantavuuksien saavuttaminen toteuttamisvaiheessa. Tällä hetkellä suunnitelmat ovat kyseisten asiakirjojen osalta varsin puutteellisia. Metsäteiden kantavuuden saavuttamisen näkökulmasta oleellisia asiakirjoja ja suunnitelman osia ovat maastotutkimuspöytäkirja tai -seloste, kantavuusmittaustulosteet (mittausraportti, kuvaajatuloste ja päällysrakenteiden mitoitustaulukko) sekä päällysrakennesuunnitelma, mistä käy selville myös käytettävien päällysrakennemateriaalien laadut ja ominaisuudet.

Muita tarpeellisia asiakirjoja ovat poikkileikkauspiirrokset, jotka kuvaavat tierakennetta päällysrakennekerrosten ja alusrakenteen tasausleveysten muutostilanteissa. Uusien metsäteiden ja sellaisen perusparannettavien teiden hankesuunnitelmiin, missä joudutaan korjaamaan huomattavasti tien geometriaa (pituus- ja vaakageometria), tulee sisällyttää myös pituusleikkausasiakirjat.

Suunnitteluprosessissa mukana olevien henkilöiden osaamisetasoa ja valmiuksia tulee nostaa työlajin vaatimusten edellyttämälle tasolle. Yritysten rekrytoidessa uutta henkilöstöä metsä- ym. yksityistiepalveluihin tulee painospiste koulutus- ja osaamisvaatimusten osalta olla enemmän yhdyskuntatekniikan osaajissa.

### **5.3 Rahoitus- ja tarkastusprosessiin liittyviä kehittämissesityksiä**

Koska metsäteiden rakentaminen ja perusparantaminen on teknisessä mielessä puhtaasti infrarakentamista, tulee suunnitelma-asiakirjavaatimukset ja suunnitelman laatijan ammattitaitovaatimukset nostaa työlajin edellyttämälle tasolle. Tämä tarkoittaa muutostarpeita Kemera-lainsäädännön ja valtionapuviranomaisena toimivan Metsäkeskuksen toimintaohjeiden osalta.

Metsäkeskuksen rahoitus- ja tarkastusprosessissa tulee suunnitteluun, rakentamiseen ja rakennuttamiseen liittyvää substanssiosaamista hankkia lisää ja asioiden käsittelyä tulee keskittää laadun varmistamiseksi ja tasapuolisuuden sekä yhdenvertaisuuden toteutumiseksi. Rahoitus- ja tarkastusprosessin kehittämisessä kannattaa hyödyntää myös ELY- rahoituksessa hyväksi havaittuja käytänteitä ja malleja esimerkiksi hankkeiden sisältövaatimusten, osaamisen, hankkeiden käsitteilyn ja maksatusten keskittämisen, maastotarkastuskäytäntöjen sekä valvonnan osalta.

Metsätiehankkeissa ei Metsäkeskus Kemera-tukea myöntävänä viranomaisena edellytä toteutustöiden valvojaa tilaajan puolelta tällä hetkellä. Valvojan roolissa toimii käytännössä hankkeelle tieosakkaiden valitsema asiamies, jolta ei edellytetä substanssiosaamista tien rakentamisteknisiin asioihin liittyen. Asiamiehen rooli ja tehtävät painottuvat käytännössä hallinnollisiin asioihin, kuten rahoituksen tai tietoimituksen hakemiseen osakkaiden puolesta. Osallistuminen hankkeen aikaisiin katselmuksiin, tarkastuksiin sekä työn vastaanottamiseen voi myös sisältyä asiamiehen tehtäviin, mutta rakentamisosaamisen puuttuessa tämä jää käytännössä toteutumatta.

Metsätiehankkeissa on hankkeen valvonta sisällytetty työnjohtotehtäviin, joista aiheutuvat kustannukset ovat Kemera-tuen piiriin kuuluva kustannuserä. Tämä toimintamalli on jäänne ajalta, jolloin Metsäkeskus itse suunnitteli ja toteutti metsätiehankkeita maassamme. Työnjohdolliset tehtävät kuuluvat tällä hetkellä kiinteästi operatiivisen toiminnan ohjaukseen ja ne ovat toteuttajaorganisaation vastuisiin kuuluvia. Tilaajan näkökulmasta ja toteutustöiden valvonnan kannalta kyseisillä työnjohtotehtävillä ei ole suoranaista yhteyttä.

ELY- rahoitteisissa yksityisteiden perusparannushankkeissa korostuu hankkeen valvojan rooli. Tie-kunta tilaajana valitsee hankkeeseen urakoitsijasta riippumattoman työnjohtajan ja/tai urakan valvojan. Valvojan nimi ja tiedot ilmoitetaan ELY-keskukselle, joka hyväksyy tai hylkää henkilön kyseiseen tehtävään. Valvojalla tulee olla riittävä tekninen asiantuntemus, minkä ELY-keskus arvio henkilön koulutuksen ja työkokemuksen perusteella.

Kemera-rahoituksella toteutettavien metsätiehankkeiden rakentamiseen ja rakennuttamiseen liittyvää ohjeistusta sekä vaatimuksia hankkeiden valvonnan osalta tulee muuttaa ELY-keskuksen toimintamallin mukaiseksi. Kyseisellä toimenpiteellä varmistetaan paremmin töiden onnistuminen ja toteutuminen suunnitelmien mukaisesti. Toimintamalli ohjaa myös suunnittelua ja suunnitelmien sisältöä parempaan, ammattimaisempaan suuntaan. Muutoksella luodaan paremmat edellytykset myös toteuttamisen aikaisille suunnitelmamuutoksille, koska tilaajan, palveluntuottajan ja rahoittajan välillä käytävien keskusteluiden osapuolilla on riittävä osaaminen ja asioiden hallinta.

Valvojan tehtävät ja vastuut sekä pätevyysvaatimukset tulee kuvata riittävän tarkasti osapuolten oikeusturvan kannalta. Valvojan tehtäviä voi olla hankkeen edistymisen ja töiden laadun valvonnan lisäksi muun muassa urakka-aikataulujen noudattamisen valvonta, työmenetelmien seuraaminen ja hyvän rakentamistavan sekä maa-ainesmateriaalien laadun ja määrien varmistaminen. Hankkeen valvojan osaamista ja ammattitaitoa voidaan hyödyntää myös urakoinnin kilpailutusvaiheessa ja urakoitsijavalinnassa.

#### **5.4 T&K-toimintaan ja koulutukseen liittyviä kehittämissesityksiä**

Pudotuspainomittausta (Kuab ja Loadman) ja sen soveltuvuutta yksityisteiden kantavuusmittauksiin tulee tutkia ja kehittää jatkossa. Rakennettuun ympäristöön suunniteltuja mittausten menetelmiä ja -välineitä tulee modifioida paremmin paikalta otetuista maalajeista rakennettuun ympäristöön soveltuviksi. Tämä tarkoittaa yksityisteiden kohdalla sitä, että pudotuspainomittauksen yhteydessä kerätään myös muuta silmin havaittavaa tietoa mittauspisteestä, kuten maalaji (pohjamaaluokka), kuivatustila (ojien syvyys, tierumpujen toimivuus), tienpinnan leveys, tien pituus- ja vaakageometriatieto, aiempi rungon rakentamismenetelmä, poistettavan kasvillisuuden määrä, kantavuusmittauspisteen sijoittuminen (keskilinja-, raide- tai reunamittaus) jne.

Kyseisten tietojen avulla saatuja mittaustuloksia voidaan luotettavammin korjata vastaamaan mitattavan rakenteen todellista kantavuutta ja vaatimuksia päällysrakenteiden suhteen. Mittauspisteiden yhteydessä silmävaraisiin havaintoihin kerättävää tietoa voidaan hyödyntää myös suunnittelutyön jatkovaiheissa. Tällä toimintamallilla saadaan suunnitteluprosessiin kustannustehokkuutta ja varmistetaan vaatimusten mukainen laatu.

Yksityistieosaaminen tulee varmistaa jatkossa laajapohjaisella koko maata kattavalla koulutuksella. Opetuksen järjestämisvastuu olisi ammattikorkeakouluilla ja yliopistoilla, mitä toimialan edistämisen- ja asiantuntijaorganisaatiot täydentäisivät omien vahvuuksiensa kautta. Ammattikorkeakoulujen ja yliopistojen sisällä opetusvastuu sopisi parhaiten yhdyskuntatekniikan koulutusohjelmiin, jota luonnonvara-alan koulutusohjelmat voisivat tukea metsäteihin liittyvien erityispiirteiden osalta.

Pitkäjänteisellä koulutuksella turvataan osaajia niin suunnittelu-, rakennuttaja- kuin rahoittajaorganisaatioihin sekä täydennyskoulutusten kautta parannettaisiin nykyisten toimijoiden valmiuksia tuottaa alan palveluita.

Toisen asteen koulutuksella (maanrakennusala, metsäkonekoulutus) tulee varmistaa ammattitaitoiset koneenkuljettajat yksityisteiden rakentamiseen ja perusparantamiseen sekä kunnostus- ja kunnossapitotoimenpiteiden suorittamiseen.

## 5.5 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksen kohteena olleiden metsäteiden määrä (33 tiehanketta, 133,3 km) oli suhteellisen pieni, verrattuna vuosittain valmistuviin hankemääriin. Vuonna 2018 metsäteitä valmistui 1200 km, joten tutkimusaineiston määrä oli noin 10 prosenttia kyseisestä määrästä. Lisäksi tutkimuksessa mukana olleet metsätiehankkeet edustavat suhteellisen lyhyenä ajanjaksona suunniteltuja ja toteutettuja tiehankkeita. Tutkimuksesta olisi saatu kattavampi ja luotettavampi, mikäli valmistuneita metsätiehankkeita olisi valittu mittauspilottiin useammalta eri vuodelta. Tämä olisi tuonut lisätietoa muun muassa siitä, millaisia vaikutuksia Metsäkeskuksessa vuonna 2012 tapahtuneella organisatiomuutoksella on ollut metsäteiden kantavuuksiin liittyviin laatupoikkeamiin.

Tutkimuksessa jää avoimeksi se, millainen suhde osaamispuutteilla ja täsmällisien kriteerien ja vaatimusten puuttumisella on systemaattisiin kantavuuspoikkeamiin. Lisäksi avoimeksi kysymykseksi jäi myös se, miten tilaajien tietämättömyys, maksuhaluttomuus ja markkinakulttuuri voivat vaikuttaa teiden alimitoitukseen kantavuuksien osalta.

Tutkimusaineiston määrä ja siitä saadut tulokset ovat kuitenkin tarpeeksi kattavia ja niistä voidaan vetää riittävän luotettavia johtopäätöksiä metsätiehankkeiden suunnittelu- ja rahoitusprosessien kehitystyöhön kantavuuteen liittyvien laatupoikkeamien pienentämiseksi.

## 6 POHDINTA

Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään laatupoikkeamien syitä lähinnä suunnittelu- ja rahoitusprosessin näkökulmasta ja miten niitä voidaan vähentää jatkossa. Tutkimustyön lopputuloksena laadittiin kehittämissesityksiä korjaavista toimenpiteistä laatupoikkeamien vähentämiseksi suunnittelu- ja rahoitusprosesseihin sekä koulutuksen järjestämiseksi.

Tutkimusongelmien selvittämisen ja ratkaisujen kautta palveluntuottajat ja hankkeita rahoittavat tahot pystyvät jatkossa tunnistamaan omat puutteensa paremmin ja hankkimaan siten esimerkiksi koulutusta valmiuksien parantamiseksi. Tuloksia hyödyntämällä voidaan metsätieprosessissa toimiville osapuolille laatia laatu- ja koulutusoppaita osaamisen parantamiseksi sekä operatiivisen työn tukimateriaaliksi.

Oman ammatillisen kehittymisen näkökulmasta opinnäytetyö vahvisti käsityksiä siitä, että osaamisen tieprosessin eri vaiheissa tulee olla selkeästi korkeammalla tasolla nykytilanteeseen verrattuna. Yksityisteihin liittyvää koulutusta tulee lisätä ja sen tulee olla koordinoitua. Myös nykyisten tiepalveluja tuottavien yritysten ja toimijoiden osaamisen taso tulee turvata täsmä- ja täydennyskoulutusten avulla.

Opinnäytetyöstä ja sen tuloksista hyötyvät kaikki metsätiehankeissa olevat osapuolet, tilaajat (tiekunta), tuottajat (tiepalvelujatuottavat organisaatiot) ja rahoittajat (tieosakkaat, Metsäkeskus). Metsäkeskus työn tilaajana saa omaan rahoitus- ja tarkastusprosessiin lisätietoa ja työkaluja kehittämistyön perustaksi.

Yksityisteiden merkitystä tieinframman hiussuonistona ei ole sisäistetty päätöksenteossa sen vaikuttavuuden edellyttämällä tasolla. Yksityisteiden valtiontuki on tällä hetkellä kolmanneksen naapurimaa Ruotsiin verrattuna. Ammattikorkeakoulujen ja yliopistojen opetuksessa ei ole tunnistettu yksityisteiden tarpeita riittävän hyvin, mikä näkyy osaltaan osaamisen puutteina palveluiden tuottamisessa.

Metsäteiden kohdalla ovat kantavuusominaisuudet yksi tärkeimmistä tekijöistä, mitä tulee ottaa huomioon uuden tien rakentamisessa, perusparantamisessa sekä kunnossapitoon liittyvissä toi-

menpiteissä. Se, mitä kantavuustasoa lähdetään tavoittelemaan kunkin tiettyyn ja päällysrakenneluokan osalta, tulee miettiä teiden todelliseen käyttöön ja rasitukseen perustuen. Metsäteiden rakentaminen ja niihin liittyvät tienpidolliset toimenpiteet tulee olla myös jatkossa kustannustehokkaita niin tienpitäjien kuin rahoittajienkin näkökulmasta.

Yksityistie- ja siltaverkostomme elinvoimaisena pitäminen tulee olemaan lähitulevaisuudessa avainasioita kansallisten ja alueellisten biotalouden kasvutavoitteiden saavuttamisessa sekä maaseudun elinvoimaisuuden varmistajana. Tämä edellyttää osaamista ja asioiden parempaa hallintaa niin palveluntuotannossa kuin hankkeita rahoittavissa organisaatioissa.

## LÄHTEET

Brax, J. 2012. Tierakenteen mitoitusmenettely. Metropolia AMK. Rakennustekniikka. Insinööriyö. Viitattu 14.2.2019, <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/42402/Tieraken.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ELY-keskus 2018. Yksityistieavustukset. Viitattu 25.12.2018, <https://www.ELY-keskus.fi/web/ely/yksityistieavustukset#.WaJ4IbmQzIU>

Greis, I. 2015. Metsäautoteiden huono kunto uhkaa metsien käyttöä. Helsinki: Tapio Oy.

Hämäläinen, E. 2010. Yksityisteiden parantaminen, Suunnittelun ja toteuttamisen perusteet. Helsinki: Suomen Tiehdistys ry.

Kaakkurivaara, T. & Uusitalo, J. 2011. Kelirikkoaikaisen puunkuljetuksen haasteet – Ratkaisuja metsäteiden kuljetuskelpoisuuden ongelmiin sekä metsäteiden kantavuuden mittaukseen ja kunnostamiseen. Metlan työraportteja 200. Vantaa: Metsäntutkimuslaitos, viitattu 10.3.2019 <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2011/mwp200.htm>.

Kestävän metsätalouden määräaikainen rahoituslaki 34/2015.

Kilpeläinen, R. & Lautanen, E. 2016. Metsätalousinsinöörikoulutuksen tuottaman osaamisen ja työelämävastaavuuden laadullinen arviointi. TTS:n julkaisu 424. Viitattu 4.1.2019, [https://www.tts.fi/files/898/Metsatalousinsinöörikoulutuksen\\_tuottaman\\_osaamisen\\_ja\\_tyaelamavastaavuuden\\_arviointi\\_TTS\\_Tyotehoseura.pdf](https://www.tts.fi/files/898/Metsatalousinsinöörikoulutuksen_tuottaman_osaamisen_ja_tyaelamavastaavuuden_arviointi_TTS_Tyotehoseura.pdf).

Koppa, T. 2018. Pudotuspainolaitteen ja levykuormituskokeen vertailu. Tampereen yliopisto. Rakennustekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma. Diplomityö. Viitattu 12.3.2019, <http://URN.fi/URN:NBN:fi:tyy-201802201271>.

Luonnonvarakeskus 2015. Metsäteiden kantavuusmittauksilla voidaan säästää miljoonia euroja. Viitattu 3.3.2018, <https://www.luke.fi/uutiset/metsateiden-kantavuusmittauksilla-voidaan-saastaa-miljoonia-euroja/>.

Matilainen, J., Kuusela, M., Weckroth, T., Silver, T., Suonpää, S. & Erikslund, G. 2000. Metsäteiden tarpeellisuus ja niiden merkitys. Metsätieteen aikakauskirja, artikkeli 3, s.479. Helsinki: Suomen Metsätieteellinen Seura ry. Viitattu 23.1.2019, <https://doi.org/10.14214/ma.6060>

Maanmittauslaitos 2019. Yksityistierekisteri. Viitattu 23.3.2019, <http://www.maanmittauslaitos.fi/kiinteistot/asiantunnevalle-kayttajalle/kiinteistotiedot-ja-niiden-hankinta/yksityistierekisteri>.

Maa- ja metsätalousministeriö 2015. Kansallinen metsäohjelma 2025. Helsinki: Edita Prima.

MMM:n määräykset nro 50/99.

Metsähallitus 2015. Metsätalous. Viitattu 27.1.2019, <http://www.metsa.fi/metsatalouden-julkaisut>.

Metsäteho Oy 2001. Metsätieohjeisto. Viitattu 22.12.2018, <http://www.metsateho.fi/metsatieohjeisto>.

Nousiainen, M. 2018. Metsäteiden kantavuusmittauspilotti 2018. Raportti. Joensuu: Suomen metsäkeskus

Pisto, T. 2017. Yksityistieosaamisen kasvattaminen ammattikorkeakoulujen opetuksessa. Hämeen ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Viitattu 4.1.2019, <https://www.theseus.fi/handle/10024/137328>

Saarelainen, S. & Törngvist, J. 2004. Painorajoituksen ajoituksen ja suuruuden määrittäminen. Alempiasteisten teiden taloudellinen ylläpito. Tiehallinnon selvityksiä 8/2004. Helsinki: Edita Prima Oy.

Spoof, H. & Petäjä, S. 2000. Rakennekerrosmoduulien takaisinlaskenta sekä jännitysten ja muodonmuutosten laskenta, Tien pohja- ja päällysrakenteet tutkimusohjelma 1994-2001. Yhdyskuntatekniikka, Espoo: VTT, s. 17.

Suomen metsäkeskus 2016. Toimintaohje. Lahti: Suomen metsäkeskus.

Suomen metsäkeskus 2017. Maastotarkastusohje. Helsinki: Maa- ja metsätalousministeriö.



Suomen metsäkeskus 2018. Tuki metsäteihin. Viitattu 25.12.2018,  
<https://www.metsakeskus.fi/tuki-metsateihin>.

Suomen metsäkeskus 2019a. Kemera-varaseuranta. Viitattu 23.1.2019,  
<https://www.metsakeskus.fi/kemera-varaseuranta>.

Suomen metsäkeskus 2019b. Alueelliset metsäohjelmat. Viitattu 2.3.2019.  
<https://www.metsakeskus.fi/alueelliset-metsaohjelmat>

Suomen metsäyhdistys 2015. Metsäala vähemmistönä metsäteiden käyttäjissä. Viitattu 16.1.2019,  
<https://smy.fi/artikkeli/metsaala-vahemmistona-metsateiden-kayttajissa/>.

Suomen Tieyhdistys 2018. Tieyhdistyksen yksityistiepalvelut. Viitattu 25.12.2018,  
<http://www.tieyhdistys.fi/yksityistiet/>.

Spoof, H. & Petäjä, S. 2000. Rakennekerrosmoduulien takaisinlaskenta sekä jännitysten ja muodonmuutosten laskenta, Tien pohja- ja päällysrakenteet tutkimusohjelma 1994-2001, Yhdyskuntatekniikka, Espoo: VTT, s. 17.

Tiehallinto 2005. Tietoa tiensuunnitteluun nro 71D. Helsinki: Tiehallinto, tie- ja geotekniikka. Viitattu 9.1.2019, <https://julkaisut.vayla.fi/thohje/tts71d.pdf>

Tiehallinto 1999. Yksityisteiden kunnossapito. Helsinki: Tiehallinto, Tie- ja liikenneolojen suunnittelu. Viitattu 16.1.2019, [https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/2230053\\_ykstienk pohje.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/2230053_ykstienk pohje.pdf)

Valtioneuvoston asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä annetun asetuksen muuttamisesta 47/2017.

Valtioneuvoston asetus kestävän metsätalouden rahoituksesta 594/2015.

Virtala, P. 2014. Taipumamittauksen uusi tuleminen ja sen tuomat mahdollisuudet tierakenteen kestävyyttä kuvaaville tunnusluvuille. Väylät & Liikenne, esitelmäjulkaisu. Helsinki: Suomen Tieyhdistys ry. Viitattu 12.3.2019, [https://issuu.com/tieyhdistys/docs/esitelma\\_julkaisu19092014\\_pieni](https://issuu.com/tieyhdistys/docs/esitelma_julkaisu19092014_pieni)

Yksityistielaki 560/2018.

## Haastattelut:

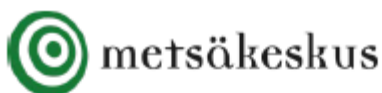
Niskanen, S. 2019. Elinkeinopäällikkö, Suomen metsäkeskus. Haastattelu 8.1.2019. Tekijän hallussa.

Nousiainen, M. 2018. Metsäteiden johtava asiantuntija, Suomen metsäkeskus. Haastattelut 22.11.2018 ja 8.1.2019. Tekijän hallussa.

Pylvänäinen, M. 2019. Tohtorikoulutettava, Oulun yliopisto. Haastattelu 8.3.2019. Tekijän hallussa.

Strandström, M. 2018. Tutkija, Metsäteho Oy. Puhelinhaastattelu 23.11.2018. Tekijän hallussa.

Ämmälä, I. Tuotantopäällikkö, OTSO Metsäpalvelut Oy. Puhelinhaastattelu 15.2.2019. Tekijän hallussa



Suomen metsäkeskus

Tyhjä lomake

Pyyntö saada luonnolliseen henkilöön liittyviä metsätietoja (henkilötietoja) Suomen metsäkeskuksen metsätietojärjestelmästä

Tämän lomakkeen mukainen tietopyyntö tarvitaan kun

- pyydettävän metsätiedon poimintaehtoja käytetään luonnollisen henkilön (esim. maanomistajan, toimenpiteen suunnittelijan tai asiakirjan laatijan) nimeä, henkilötunnusta tai yhteystietoa
- ympäristötiedoksi katsottavan julkisen metsätiedon lisäksi pyydetään tietoa luonnollisen henkilön nimestä tai henkilötunnuksesta taikka hänen yhteystietojaan
- pyyntö koskee muuta kuin ympäristötiedoksi katsottavaa julkista henkilötietoa

Pyyntö päivämäärä

## Metsätiedon tiedonluovutuspyyntö

Tähdellä (\*) merkitty on pakollinen tieto

### 1. \* Tietojen pyytjä

*Nimi		
*Lähiosoite		
*Posti		
*Yhteyshenkilö		
*Sähköposti/ OVT-tunnus		
*Puhelin /Operaattori (verkkolasku)		
Viite		

### 2. Poikkeavat laskutustiedot tai verkkolaskuosoite

### 3. \* Pyydetävän metsätiedon rajaus

Tietopyynnön aluerajaus pyydetään toimittamaan ensi sijassa sähköisessä muodossa (esim. shp) tai toissijaisesti kuntaluettelona

Liitteenä sähköinen aluerajaus

Muu aluerajaus, esim. kuntalista

Liite

Pyydetävät tiedot

### 4. \*Tietojen käsittelyn peruste (EU:n yleinen tietosuoja-asetus, 6 artikla)

Rekisteröidyn suostumus (kohta 1a)

Sopimuksen täytäntöön panemiseksi, jossa rekisteröity on osapuolena tai sopimuksen tekemistä edeltävien toimenpiteiden toteuttamiseksi rekisteröidyn pyynnöstä (kohta 1b)

Käsittely on tarpeen rekisterinpitäjän tai kolmannen osapuolen oikeutettujen etujen toteuttamiseksi (kohta 1f)

Muu peruste, mikä?

### 5. \*Henkilötunnusten käsittely

Henkilötunnuksia ei pyydetä  Henkilötunnusten käsittelyn peruste

### 6. \*Tietojen käyttötarkoitus

### 7. \*Henkilötietojen säilyttäminen

Henkilötietoja ei säilytetä

Henkilötietoja säilytetään (\*vaatii selosteen)

### 8. \* Muualta hankittavat henkilötiedot

### 9. \* Tietojen luovutusmuoto

Excel-työkirja  Muu, mikä?

### 10. Toivottu toimitusaika

Toteutukselle pyydämme varaamaan 2 viikkoa toimitusaikaa

### 11. Liitteet

Seloste käsittelytoimista

Muut liitteet

### 12. Allekirjoitus

Paikka ja aika

Allekirjoitus ja nimenselvennys

Toimitus osoitteeseen [kirjaamo@metsakeskus.fi](mailto:kirjaamo@metsakeskus.fi)

Yhteisö 1.2.4/2019