

Joel Salminen

Metsäautoteiden rakentamisen taloudellinen kannattavuus

Opinnäytetyö
Metsätalousinsinööri (AMK)


Joulukuu 2016



MAMK

University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

	<p>Opinnäytetyön päivämäärä 7.12.2016</p>
<p>Tekijä(t) Joel Salminen</p>	<p>Koulutusohjelma ja suuntautuminen Metsätalouden koulutusohjelma, Metsätalousinsinööri (AMK)</p>
<p>Nimeke Metsäautoteiden rakentamisen taloudellinen kannattavuus</p>	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Suomalaisen metsäteollisuuden kilpailukyky perustuu raaka-aineiden saatavuuteen ja kustannustehokkuuteen. Tässä toiminnassa olennaisena osana on puunkorjuu ja kuljetus. Kustannustehokkuus puunkorjuussa nojaa paljolti työn määrään ja siinä säästämiseen. Tässä työssä tutkittiin lähi- ja kaukokuljetuksen kustannusten vaikutusta puusta maksettavaan kantohintaan sekä miten näitä kuluja voitaisiin leikata etsimällä kustannustehokkain tapa ainespuun kuljetukseen.</p> <p>Työn tavoitteena oli luoda malli, jolla voidaan esittää laskennallinen hyöty metsäkuljetuksen ja tien rakentamisen tai peruskorjaamisen välillä. Tämä perustuu työssä esiteltyihin tilastoihin ja seikkoihin, jotka vaikuttavat puusta maksettavaan kantohintaan.</p> <p>Työssä esitetyt lukemat on saatu UPM Kymmene Oyj:n tietokannoista. Luvut perustuvat yritysten todellisiin sopimuksiin UPM:n kanssa. Nämä yritykset edustavat kattavasti puun hankinta-alueita ympäri Suomea. Puusta maksetut hinnat perustuvat toteutuneisiin kauppoihin UPM:n kanssa. Ne on muutettu indeksiluvuiksi yrityssalaisuuksien varjelemiseksi.</p> <p>Kun tien rakentamisen kokonaiskustannukset ja hyödyt huomioidaan, voidaan todeta tien rakentamisen ja peruskorjaamisen olevan taloudellisesti järkevää. Tutkimus osoitti, että tien rakentaminen on perusteltua, jos metsien tuottokyky vastaa tutkimuksessa esiteltyjä lukuja.</p>	
<p>Asiasanat (avainsanat) metsätiet, kannattavuus</p>	
<p>Sivumäärä 32 s. + liitteitä 4 s.</p>	<p>Kieli Suomi</p>
<p>Huomautus (huomautukset liitteistä) Opinnäytetyö on osittain luottamuksellinen liitteiden osalta.</p>	
<p>Ohjaavan opettajan nimi Samuel Tarkiainen</p>	<p>Opinnäytetyön toimeksiantaja UPM Kymmene Oyj</p>

DESCRIPTION

	Date of the bachelor's thesis 7 December 2016
Author(s) Joel Salminen	Degree programme and option Forestry
Name of the bachelor's thesis Economic sustainability of forest road building	
Abstract <p>The performance of Finnish forest industry bases on the availability of raw materials and cost effectiveness. Mainly this means harvesting, forwarding and long distance transport. In this thesis the influence of costs to stem price was investigated.</p> <p>The aim of this thesis was to create a calculation that could be applied to the solutions between forwarding and building or re-building a forest road. This was based on statistics on wood prices and harvesting costs. The statistics based on contracts made by UPM Kymmene Oyj and contractors or land owners. The numbers from contracts were changed to index numbers. This was made to protect the privacy of agreements.</p> <p>When taking into account the total costs and benefits of building forest road, it can be said that it is economically sustainable and profitable if the forest yield capacity is sufficient.</p>	
Subject headings, (keywords) Forest road, profitability	
Pages 32 p. + app. 4 p.	Language Finnish
Remarks, notes on appendices Thesis appendices are semi-public.	
Tutor Samuel Tarkiainen	Bachelor's thesis assigned by UPM Kymmene Oyj

SISÄLTÖ

KUVAILELLEHDET

1	JOHDANTO	1
2	METSÄTIET.....	2
2.1	Teiden luokittelu	2
2.2	Metsätiet	3
2.3	Metsäautotien rakenne	3
2.4	Metsäautotien mitoitus ja geometria.....	5
3	TIEN KANTAVUUS.....	6
3.1	Tien kantavuus ja sen määrittäminen	6
3.2	Roudan vaikutus kantavuuteen.....	8
4	TUET METSÄTIEN RAKENTAMISEEN.....	9
4.1	Kestävän metsätalouden rahoituslaki	9
4.2	ELY-keskusten tuki	10
4.3	Kunnan myöntämät avustukset yksityisteille	11
5	METSÄTALOUS JA PUUNKORJUUN KUSTANNUKSET	12
5.1	Metsätalouden kustannukset.....	12
5.2	Metsäkuljetus ja hakkuut	12
5.3	Kaukokuljetus	15
5.4	Metsänhoito	16
5.5	Varastotappiot.....	17
6	TIEN TALOUDELLINEN KANNATTAVUUS	17
6.1	Kannattavuuteen vaikuttavat tekijät	18
6.2	Tie investointina	18
6.3	Tien rakentamisen ja peruskorjaamisen kustannukset.....	19
6.4	Tien kunnossapidon kustannukset	23
6.5	Tien vaikutus kantohintaan.....	24
7	TIEN RAKENTAMISEN KANNATTAVUUS	25
8	POHDINTA	30
	LÄHTEET	33

LIITTEET.....	35
1 Kääntöpaikat.....	35
2 Hakkuumäärät integraattialueittain.....	36
3 Korjuukelpoisuuden vaikutus kantohintaan.....	37
4 Integraattialueet sijoitettuna Suomen kartalle.....	38

1 JOHDANTO

Lähtökohtana tälle työlle oli ajatus löytää säästöjä ainespuun metsäkuljetuksen ja kaukokuljetuksen välillä olevasta kustannuserosta. Vaikka metsäkuljetusmatkat Oulu–Kajaani -linjan eteläpuolella ovat nykyäänkin maltilliset kattavan metsäautotieverkoston myötä, on silti syytä tarkastella nykyisen puunkorjuun kustannusrakennetta. Oletuksena tämän työn alussa oli, että metsäkuljetusmatkaa voidaan lyhentää joko rakentamalla uusi tie tai peruskorjaamalla vanhaa. Kunnollinen ja kantava metsäautotie mahdollistaa ainespuun kuljetuksen alkavan aiemmin kustannustasoltaan huomattavasti edullisemmalla ajoneuvoyhdistelmällä. Myös mahdolliset vaikutukset puuhuollon ympärivuotiseen turvaamiseen, kausivaihteluiden tasaamiseen sekä puusta maksettavaan parempaan kantohintaan ovat käsiteltäviä asioita. Työn rajaamiseksi tässä käsitellään metsätaloutta laskennallisen hyödyn kautta.

Tarkastelen myös miten talvi- ja kesäleimikoiden hinnat eroavat toisistaan. Tämä aihe on huomioitava tulevaisuuden kaukokuljetuksen kannalta. Runsassateiset ja lämpimät syksyt tulevat asettamaan kaukokuljetukselle jatkossa yhä suurempia haasteita. Myös puiden ostajien kiinnostus sulanmaan aikaisille korjuukohteille on korkeampi. Tämä vaikuttaa suurelta osin päätöksentekoon, kun pohditaan kannattaako investoida sellaiseen tiehen, joka maksaa enemmän, mutta kestää myös sulanmaan aikaiset kuljetukset.

Tämä työ keskittyy puunkorjuun ja kuljetuksen kustannuksiin sekä puun kantohintaan vaikuttaviin tekijöihin. Tarkoituksena on muodostaa apuväline päätöksenteon tueksi, kun pohditaan eri vaihtoehtoja ainespuun kuljetukselle. Tien rakentamista ja suunnittelua koskevia töitä on jo olemassa, joten tämä työ keskittyy esittämään laskelmia tien rakentamisen kustannuksista, vaikutuksesta korjuukustannuksiin ja puun kantohintaan. Tien rakennetta ja siihen vaikuttavia tekijöitä käsitellään ainespuun autokuljetuksen vuoksi. Työssä ei paneuduta tiesuunnitteluun syvemmin, mutta nykyisten ajoneuvoyhdistelmien mitat ja massat huomioiden on teiden mitoitus ja kantavuutta tarkasteltava. Tämä asia on tutkittava, että voin tarkastella kustannusrakenteen mahdollista muuttamista talvileimikoiden siirtymisestä kesäkorjuukelpoisiksi.

Teollisuuden kannalta tien kannattavuus tulee puuhuollon turvaamisen kautta. Tällä tarkoitetaan kysynnän määrää, joka määrittelee raaka-aineen tarpeen. Tien rakentamisen taloudellinen kannattavuus tästä näkökulmasta on mahdoton laskea, joten tässä työssä

keskitytään esittämään tien teon kustannukset ja siitä syntyvät säästöt korjuussa ja kuljetuksessa.

Kustannukset on laskettu UPM Kymmene Oyj:n ja ainespuunkorjuuta ja kuljetusta suorittavien yritysten sopimuksista. Nämä lukemat esitellään tässä työssä indeksilukuina yrityssalaisuuksien varjelemiseksi. Laskennan apuna käytetään Metsätehon tuottamia keskiarvoja, joita verrataan indekseihin. Työssä esitetyt puunhinnat perustuvat toteutuneisiin kauppoihin vuosina 2011–2016. Tiedot on koostettu UPM Kymmene Oyj:n tietokannoista. Myös puusta maksetut hinnat ja niiden muutokset käsitellään indeksilukuina yrityssalaisuuksien varjelemiseksi.

Tien rakentamisen ja peruskorjaamisen kustannuksia on koottu Metsäkeskuksen ja UPM Metsän tietokannoista. Molemmista koottiin yhteensä 60 tiehankkeen tietoja satunnaisotannalla. Hankkeet on kaikki toteutettu Oulu–Kajaani -linjan eteläpuolella, ja ne ovat valmistuneet vuosina 2013–2016.

2 METSÄTIET

2.1 Teiden luokittelu

Tie ja tiehen kuuluvat osat on määritelty laissa yksityisistä teistä. Suomessa on yleisiä teitä ja yksityisteitä. Yleiset tiet ovat valtion ja kuntien hallinnoimia ja ylläpitämiä. Niistä huolehditaan, kuten laissa yleisistä teistä on säädetty (Laki yleisistä teistä 243/1954). Yksityistiet on yleisesti jaettu toimitusteihin, sopimusteihin sekä kiinteistöjen omiin teihin. Laki yksityisistä teistä koskee kokonaisuudessaan vain toimitusteitä. Sopimusteitä laki koskee vain joiltain osin, ja kiinteistöjen omia teitä ei ollenkaan. (Hämäläinen 2010, 14.)

Toimitustie on maanmittaustoimituksella perustettu tie. Maanmittaustoimituksessa kiinteistöille kirjataan pysyvät tieoikeudet toisten kiinteistöjen tiealueelle. Kiinteistöjen omistajat ovat tien tieosakkaita. Tieosakkaat voivat toimia järjestäytymättömänä tai muodostaa tiekunnan. Tieosakkaat vastaavat yhdessä tien kunnossapidosta. (Hämäläinen 2012, 7.)

Sopimustiet muodostuvat kirjallisella tai suullisella sopimuksella. Sopimuksella kiinteistöllä sijaitsevalle tielle annetaan käyttöoikeus myös muille kuin kiinteistön omistajalle, mutta sillä ei myönnetä pysyvää käyttöoikeutta. Omalla tiellä tarkoitetaan tietä joka sijaitsee kiinteistöllä ja sille ei ole ulkopuolisilla käyttöoikeutta. (Metsäteho Oy 2001b, 3.)

2.2 Metsätiet

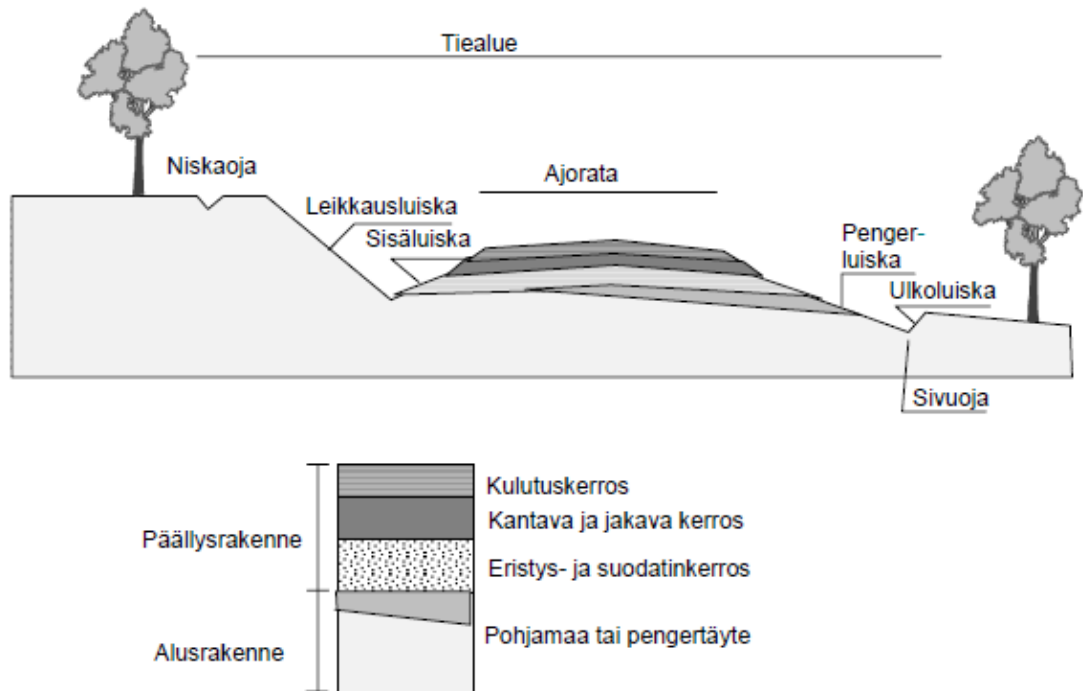
Metsätiellä tarkoitetaan tietä, joka on tarkoitettu pääasiassa metsätalouden kuljetuksia varten. Metsäautoteiden kuljetuskelpoisuus jaetaan kesä ja talviaikaan. Talvitie on suunniteltu kestäämään raskasta liikennettä vain, kun maa on jäässä. Kevyempi liikennöinti esimerkiksi henkilöautolla voi onnistua myös kuivalla kesäsäällä. Kesätiellä voidaan liikennöidä kesällä tai talvella. Rajoitukset tien kantavuudelle aiheutuvat syyssateiden ja roudan sulamisen aiheuttamasta pehmenemisestä. Kevyempää liikennettä kesätiet kumminkin kantavat vuodenajasta riippumatta.

Tieluokituksella metsätiet jaetaan runko-, alue- ja varsiteihin. Kevyimmän rakennettu näistä on varsitie. Se on yleensä viimeinen tieosuus, joka johtaa kiinteistölle tai leimikolle. Nämä tiet ovat usein rajoittava tekijä kaukokuljetuksessa, kun tarkastellaan leimikon korjuukelpoisuutta.

Aluetie on varsitietä hieman suurempi ja kokoaa varsiteiden liikenteen. Aluetiet ovat yleensä hieman tukevampi rakenteisia, joten ne voivat kestää myös syksyisen kelirikon aikaisen raskaan liikennöinnin. Aluetiestä isompi ja metsäteistä kantavin on runkotie. Tämä alempiasteisen tieverkon pääväylä kokoaa alueteiden liikenteen. Usein ne ovat kaksikaistaisia ja kestävät raskaan kaluston liikennöinnin myös kelirikkoaikana. (Metsäteho Oy 2001b, 4.)

2.3 Metsäautotien rakenne

Tässä kappaleessa käsitellään tien rakennetta sen poikkileikkauksen avulla. Kuva 1 havainnollistaa kerrosrakenteen, johon kantavuus metsäteillä perustuu. Kantavuutta käsitellään lisää myöhemmissä kappaleissa.



KUVA 1. Metsäautotienrakenteen poikkileikkaus sekä ojien sijainti (Metsäteho Oy 2001b, 2)

Alimpana kerroksena on pohjamaa, jonka päälle tie rakennetaan. Pohjamaan materiaali ratkaisee suurelta osin tien rakentamisen tai parantamisen kustannukset. Märille maille rakennettaessa joudutaan käyttämään 2–3 m³ enemmän maa-aineksia juoksumetrillä. Pehmeikköjen ylittämiseen tarvitaan sen lisäksi turpeen paksuudesta riippuen 6–14 k-m³ maamassoja käytettäessä kelluvan penkereen menetelmää. Taulukosta 1 saadaan suuntaa antava kantavuus eri pohjamaalajeille rakennettavalle tielle. Tämä tie on kantavuutensa puolesta ns. kesätie. Tieluokituksena tämä on varsitie.

TAULUKKO 1. Pohjamaalle vaadittavat materiaalien kerrospaksuudet halutun kantavuuden saavuttamiseksi (Metsäteho Oy 2001b, 53)

Pohjamaan kantavuusluokka	A–F	A	B	C	D	E	F	
Sorastuskerros (soramurske, 0–32..55 mm)	cm i-m ³ /jm	10 0,6	0 0	0–5 0–0,3	5 0,3	15 1,0	35 2,3	20 1,3
Eristys-/suodatinkerros (routimaton hiekka)	cm i-m ³ /jm	— —	— —	— —	— —	— —	— —	25 1,6
Kuitukangas	tyyppi	—	—	—	—	(KL3)	(KL3)	(KL3)
Yhteensä	cm i-m ³ /jm	10 0,6	0 0	0–5 0–0,3	5 0,3	15 1,0	35 2,3	45 3,0
Kantavuus tien pinnassa, Mpa	Kevät Kesä	265 275	200 240	105 130	55 75	35 55	30 55	30 60

Kuten Taulukosta 1 on havaittavissa, pohjamaan perusteellinen määrittäminen ennen tien rakentamista tai peruskorjaamista on olennainen osa kustannuslaskentaa. Alla olevassa Taulukossa 2 on pohjamaiden kantavuusluokitus.

TAULUKKO 2. Pohjamaiden kantavuusluokitus (Metsäteho Oy 2001b, 35)

Pohjamaan luokka	Maa-aines	
A	Kallio, louhe Murske, murskesora	Routimaton
B	Sora	
C	Routimaton soramoreeni Karkea hiekka	
D	Routimaton keskihiekka Routimaton hieno hiekka (kosteaa)	
E	Routiva soramoreeni Routiva hiekkamoreeni (kosteaa) Routiva hieno hiekka (kosteaa)	Routiva
F	Routiva hiekkamoreeni (märkä) Routiva hieno hiekka (märkä) Siltti ja silttimoreeni (kosteaa)	
G	Siltti ja silttimoreeni (märkä) Pehmeä savi Turve ja lieju	

Pohjamaiden kantavuusluokituksessa on jaettu maa-ainekset routiviin ja routimattomiin. Maan routivuuden selvittäminen on tärkeää tien kantavuuden kannalta. Roudan vaikutuksista ja mekanismeista lisää kantavuutta käsittelevässä kappaleessa.

2.4 Metsäautotien mitoitus ja geometria

Mitoituksella tarkoitetaan tässä minimimittoja, jotka tielle on asetettu, että sitä voidaan käyttää puutavaran kaukokuljetukseen nykyisten kalustovaatimusten mukaisesti. Olennaista mitoituksessa on tien kantavuusluokan ja leveyden lisäksi myös ajoneuvoyhdistelmien kääntyvyyden huomioiminen. Ajoneuvojen kääntyvyydelle on asetettu laissa vähimmäisvaatimukset, mutta olosuhteet maastossa ovat usein sellaiset, että toiminnalle on syytä varata enemmän tilaa.

Asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä, pykälä 26, määrittää ajoneuvoyhdistelmän kääntyvyyden ympyrän säteellä. Yli 18,75 metriä pitkän yhdistelmän viimeisen akselin tulee kulkea vähintään 2 metrin säteistä ympyrää, kun ajoneuvon uloin etukulma kulkee 12,5 metrin säteisellä ympyrän kehällä (Asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä 1992/1257).

Tämä on siis lainsäätäjän minimivaatimus. Huomioitaessa kuitenkin olosuhteet, joissa raskaat puutavara-autot kulkevat, on syytä ylittää nämä vaatimukset kuljetusvarmuuden varmistamiseksi. Metsätieohjeistossa (Metsäteho 2001a.) on piirretty mallit toimivista kääntöpaikkojen mitoituksista. Myös vaatimukset tien kaarreominaisuuksille on selvitetty samassa oppaassa. Piirustukset kääntöpaikoista ja niiden mitoituksista on lisätty tämän työn loppuun liitteeksi 1.

Geometria käsittää tässä mutkien lisäksi maaston korkeuserojen myötä muodostuvat haasteet ajoneuvojen etenemiselle metsäautoteillä. Tietä linjattaessa tai perusparannettaessa on syytä huomioida mäkien vaikutus puunkuljetukseen. Hyväkin metsäautotie menettää merkityksensä, jos siellä ei voida maaston jyrkkyyden vuoksi operoida ajoneuvoyhdistelmällä täydellä kuormalla. Metsätieohjeissa suurimmaksi sallituksi pituuskaltevuudeksi on asetettu 10 %. Jos kustannukset pituuskaltevuuden loiventamiseksi nousevat kohtuuttomiksi, voidaan hyväksyä 12 % nousu, jos se on alle 60 metriä pitkä ja se on suoralla tieosuudella, johon voidaan ottaa vauhtia. (Metsäteho Oy 2001b, 31–32.)

3 TIEN KANTAVUUS

3.1 Tien kantavuus ja sen määrittäminen

Kantavuudella tarkoitetaan tässä työssä geotekniikan termiä, joka käsittää maapohjan kyvyn kestää tietty staattinen kuorma ilman murtumista. Eli tien kantavuus on se suurin pohjapaine, jolla saadaan riittävä varmuus, ettei maapohja murru tai painumat pysyvät hyväksyttävissä rajoissa. Tien rakennuksessa käytettävien materiaalien kantavuus ilmoitetaan E-moduuli arvolla ja sen kantavuuden mittayksikkönä käytetään Pascaleita ($1\text{Pa} = 1\text{ N/m}^2$).

Kantavuuden määrittäminen joko mittaamalla tai koekuoppien kaivamisella ennen toimenpiteitä sekä tien tavoitekantavuuden asettaminen voi alentaa tiehen kohdistettavia kustannuksia huomattavasti. Tien tutkiminen on edellytys kustannusten leikkaamiseen, koska tien pohjarakenteet voivat muuttua hyvinkin lyhyellä matkalla. Näin ollen koko tietä ei välttämättä tarvitse peruskorjata tai käyttää ylimitoitettuja materiaaleja (Tiehallinto 2004a, 38–39).

Vaikka metsäautoteihin kohdistuva kuormitus on pääasiassa dynaamista, käytetään kantavuuden laskennassa staattisen kuormituksen laskukaavaa. Välineenä mittauksiin voidaan käyttää esimerkiksi painopudotuslaitetta. Painopudotuslaitteen mittaustulokset perustuvat dynaamisen kuormituksen tulokseen, mutta mittauksia voidaan soveltaa tien kantavuuden parantamiseksi tehtävissä laskennallisissa ratkaisuisissa.

Kuormituskestävyys mitoitetaan usein Odemarkin kaavalla (kuva 2). Tähän kaavaan asetetaan tiedot vaaditusta tien päällysteestä, tavoiteltavasta kantavuudesta, päällysterrosten paksuudesta ja pohjamaan tai penkereen kantavuudesta. Laskukaavaan tarvittava E-moduuli saadaan esimerkiksi Tiehallinnon taulukosta 71 D (Tiehallinto 2005, 2).

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

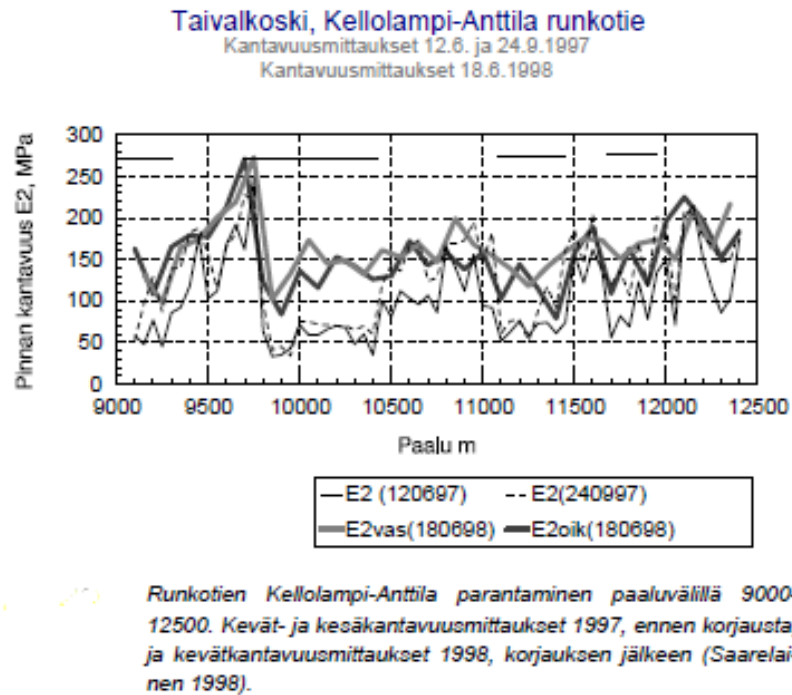
jossa:

E_A	on	mitoitettavan kerroksen alta saavutettava kantavuus (MPa)
E_p		mitoitettavan kerroksen päältä saavutettava kantavuus (MPa)
E		mitoitettavan kerroksen materiaalin E -moduuli (MPa)
h		mitoitettavan kerroksen paksuus (m)

KUVA 2. Odemarkin kaava (Tiehallinto 2004b, 9)

Tiehallinnon tekemissä mittauksissa Taivalkoskella, Kellolampi–Anttila runkotiellä vuosina 1997 ja 1998 saatiin 3 500 metrin matkalla tehdyissä mittauksissa huomattavia muutoksia kantavuudessa (Tiehallinto 2004a, 37–38). Mittauksissa tiehen tehtiin pai-

nopudotusmittaus 50 metrin välein ja siitä saatavalla datalla voitiin ongelmakohdat paikantaa tarkasti (kuvio 1). Korjausten jälkeen tehtiin uudet mittaukset, jotka osoittivat tien kantavuuden nousseen selvästi.



KUVIO 1. Mittaustulokset Tiehallinnon teettämistä painopudotusmittauksista (Tiehallinto 2004a, 38)

Nämä mittaukset mahdollistivat tien korjaamisen keskittämisen niihin paikkoihin, jotka sitä vaativat.

3.2 Roudan vaikutus kantavuuteen

Routa ilmiönä tarkoittaa maa-aineksen huokosissa tapahtuvaa veden jäätymistä. Jäätymisessään vesi muodostaa linssin kaltaisia jääpatjoja maa-aineksen huokosiin osiin. Ilmiö korostuu maa-aineksilla, joilla on edellytys veden kapillaariseen nousuun. Jäätymisessään maa laajenee ylöspäin ja luo uutta tilaa kapillaarisesti nousseelle vedelle, joka taas jäätyy. (Rantamäki ym. 1979, 115–116).

Tämä ilmiö aiheuttaa keväällä runkokelirikkoa routivista maa-aineksista tehdyissä teissä, kun tiehen kapillaarisesti noussut vesi, joka on pakkasesta jäänyt, alkaa sulaa.

Jään muuttuminen vedeksi heikentää olennaisesti tien runkorakenteen koheesiota ja sitä kautta tien mekaanisen kuormituksen kestävyys alenee. Tätä sanotaan runkokelirikoksi. Pintakelirikossa vain tien pinnan kantavuus alenee runsaasta veden määrästä, mutta tien runko säilyy kuivana.

Routimista ei voida kokonaan estää ilmaston lämpötilaerojen vuoksi, joten metsätien rakentamisessa tulee keskittyä sen hallittuun kontrollointiin. Tämä onnistuu tielinjauksen suunnittelulla ja panostamalla tien rakenteeseen. Tukevampi tien runko ja routimat-
tomien materiaalien käyttö ehkäisee kelirikkoa tien rakenteissa (Tiehallinto 2004b, 16–18).

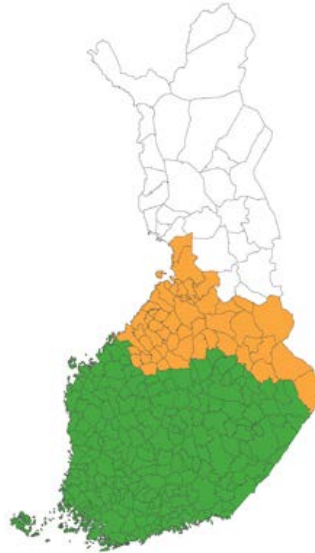
4 TUET METSÄTIEN RAKENTAMISEEN

4.1 Kestävän metsätalouden rahoituslaki

Kestävän metsätalouden rahoituslaki on tarkoitettu edistämään taloudellisesti, ekologi-
sesti ja sosiaalisesti kestävää metsien hoitoa ja käyttöä. Tämä laki luotiin tukemaan hu-
nosti kannattavia metsänhoitotoimenpiteitä kuten taimikon kunnostuksia tai lannoituk-
sia. Usein nämä toimenpiteet ovat metsän kasvun kannalta tarpeellisia, mutta niiden
tuotto voi olla kaukana tulevaisuudessa. Tästä syystä valtio tukee tietyin ehdoin metsien
hoitoa. Tuki haetaan Metsäkeskukselta ja se myös myöntää tuet. Metsien hoitoon las-
ketaan toimenpiteet, jotka lisäävät metsien kasvua ja käyttöä, turvaavat biologista mo-
nimuotoisuutta ja edistävät metsien sopeutumista ilmastonmuutokseen. Metsäteiden
osalta tukea myönnetään, jos:

- tiellä on tiekunta
- kunnostettavan tien leveys on vähintään 3,6 metriä
- uuden tien on oltava vähintään 4 metriä leveä
- uuden tien vähimmäispituus 500 metriä
- metsätalouden käyttö uusilla teillä vähintään 50 %
- perusparannuskohteilla metsätalouden käytön oltava vähintään 30 %

Tämän lisäksi tuen määrää ja toteutusta koskevat omat säännöksensä. Yhtenä merkittävimpinä mainittakoon, että julkisia varoja saanut tie on pidettävä julkisessa käytössä vähintään 10 vuotta tuen saamisesta. (Kestävän metsätalouden määräaikainen rahoituslaki 34/2015.) Alueet, joiden mukaan haettavan tuen määrät on jaettu, esitetään kuvassa 3 (Metsäkeskus 2016).



KUVA 3. Kemera-tukialueet Suomen kartalla (Metsäkeskus 2016).

- Kuvan 4 vihreä alue on Etelä-Suomi, oranssilla on merkitty keskinen ja valkoisella pohjoinen Suomi. Tien rakentamisessa ja perusparannuksessa tuet jakautuvat vuonna 2016 seuraavasti:
- vihreät alueet 20 % rakentamisen ja 35 % perusparannuksen kustannuksista
- oranssit alueet 35 % rakentamisen ja 45 % perusparannuksen kustannuksista
- valkoiset alueet 50 % rakentamisen ja 60 % perusparannuksen kustannuksista (Metsäkeskus 2016.)

4.2 ELY-keskusten tuki

Valtion avustuksen hakeminen ELY-keskuksen kautta edellyttää, että tietä ei ole suunnattu vain metsätalouden käyttöä varten ja tien varrella on pysyvää asutusta. Tien on oltava myös henkilöautolla liikennöitävissä ja tiellä on oltava tiekunta. Avustuksen saamiseksi on Liikennevirasto julkaissut myös oppaan, Yksityisteiden valtionavustukset. Siinä määritellään yksityistielain ja -asetuksen lainsäädäntö. ELY-keskukset noudattavat tätä ohjetta tukihakemuksia käsitellessään (Liikennevirasto 2016). Pääkohdat tuen myöntämisen edellytyksiin:

- tiellä on tiekunta
- tie on kulkukelpoinen henkilöautolla
- tiellä on paikkakunnalle huomattava liikenteellinen merkitys tai
- tien varrella on vähintään 3 pysyvän asutuksen rakennusta ja
- se on pääsy yhdelle pysyvän asutuksen rakennukselle vähintään kilometrin päässä
- tie ei ole yksinomaan metsä- tai maatalouden käytössä
- tie ei saa olla asemakaava-alueella

Tuen määrä on yleensä 50 %. Jos tiehankkeessa on isoja rumpuja, siltoja tai tulvavaurioita, voi tuen määrä nousta jopa 75 % hankkeen kustannuksista. (Elinkeino-, ympäristö- ja liikennekeskus 2016.)

4.3 Kunnan myöntämät avustukset yksityisteille

Edellä mainittujen valtion avustusten lisäksi voi järjestäytynyt tiekunta anoa kunnalta tai kaupungilta, jonka alueella tie sijaitsee, harkinnanvaraista avustusta. Alueittainen vaihtelu voi olla suurta, joten paikallisiin ehtoihin on hyvää tutustua etukäteen. Esimerkiksi Jyväskylän kaupungilta voi anoa yksityistieavustusta jos kaikki seuraavat ehdot täyttyvät:

- Vakituisen asutuksen mukaan mitattuna tie on vähintään 100 metriä pitkä.
- Tien vaikutusalueella on vähintään 1 vakituinen asunto ja 1 ympärivuotisesti asuttu rakennus.
- Asunnoista maksetaan vakituisen asunnon kiinteistövero Jyväskylän kaupungille.
- Hakijat asuvat ko. kiinteistöillä ja heidän vakituinen osoite on niissä.
- Tiekuunnan kokous on pidetty vuonna 2016.

Jyväskylän kaupunki myöntää vähintään 100 €tie ja suurimmillaan 510 €kilometri avustusta (Jyväskylän kaupunki 2016).

5 METSÄTALOUS JA PUUNKORJUUN KUSTANNUKSET

5.1 Metsätalouden kustannukset

Koska tavoitteena on etsiä kustannustehokkuutta ainespuun kuljetukseen metsässä, keskitytään seuraavissa kappaleissa puunkorjuun työpanoksen kustannuksiin ja niiden vaikutukseen kantohinnassa. Suorittavan työn tekijät ja koneurakoitsijat ovat pääsääntöisesti urakoitsijoina puuta ostavilla yhtiöillä. Siitä syystä ei ole tarkoituksenmukaista avata urakointiin liittyviä kustannuksia, vaan tarkastella ajansäästöä mahdollisesti syntyvää työtehon nousua ja sitä kautta kustannustehokkuutta. Tämä tehokkuuden mahdollinen nousu voi auttaa maksamaan puusta parempaa kantohintaa.

Kantohinnan lisäksi tarkasteltavana on myös puun tehdashinta. Tehdashinnalla tarkoitetaan tässä työssä sitä kokonaiskustannusta, joka muodostuu kiintokuutiometrille puuta tehtaalle toimitettuna. Tämä sisältää puun kantohinnan, korjuu- ja kuljetuskustannukset. Muiden kustannusten, kuten organisaation kulujen, erittely ei ole tämän työn kannalta merkityksellistä.

5.2 Metsäkuljetus ja hakkuut

Yksityiset urakoitsijat omistavat koneet ja he ovat pääsääntöisesti sopimussuhteessa puuta ostaviin yrityksiin joko suoraan tai aliurakoitsijana. UPM:n tapauksessa korjuukustannus lasketaan metsäkuljetusmatkan ja puiden runkotilavuuden mukaan. Urakoitsija sitoutuu korjaamaan puut sovitulta alalta ja kuljettamaan ne tien viereen kaukokuljetusta varten.

Puunkorjuun kustannuksista tarkasteluun otettiin tässä metsätien etäisyys korjuukuviosta ja tämän välimatkan aiheuttama ajanmenekki. Hakkuutavan aiheuttamaa lisäkustannusta leimikon sisällä tapahtuvassa kuljetuksessa ei huomioida, koska siihen ei voida tässä vaikuttaa. Huomionarvoista on kuitenkin mahdollisuus nostaa keskijäreydeltään pienempien hakkuiden kannattavuutta lyhentämällä metsäkuljetusmatkaa.

Seuraavat tiedot metsäkuljetuksen kustannuksista ovat UPM:n kanssa tehdyistä sopimuksista. Urakoitsijoiden sopimukset on poimittu kattavasti ympäri Suomea, Lappia

lukuun ottamatta. Pohjoista Suomea ei näissä laskelmissa huomioida sieltä hankitun vähäisen puumäärän vuoksi.

Tiedot kantohinnoista ja korjatun puumäärän kustannuksista ovat ajanjaksolta 1.1.2011 - 30.6.2016. Tänä aikana kaikilla tehdyillä hakkuilla metsäkuljetusmatkojen keskiarvot jakautuivat seuraavasti:

- ensiharvennuksella 343 metriä
- harvennushakkuilla 335 metriä
- uudistusaloilla 299 metriä

Metsiä käsiteltiin yli 862 000 ha pinta-alalla, ja puita korjattiin yli 53,8 milj. m³. Nämä tulokset ovat koko Suomen alalta.

Tietokannoista kerätyn datan perusteella laadittiin taulukot korjatun puuston järeydestä, keskikuljetusmatkoista ja leimikoiden korjuukelpoisuuksista. Näiden toteutuneiden hakkuiden perusteella osoitettiin todelliset kulut, jotka puunkorjuusta syntyy ostajalle. Tarkasteltavana oli myös korjuukelpoisuudet. Tien rakentamisen kannattavuuslaskelmissa on olennaista huomioida mahdollinen korjuukelpoisuuden parantumisen vaikutus kantorahaan.

Luvut muutettiin indekseiksi. Indeksi arvolla 100 on osoitettu keskiarvot vuosille 2011–2016 ja ne toimivat kustannusten tarkastelun pohjana. Tällä tarkastelumallilla voitiin osoittaa muutokset korjuukustannuksissa sekä maksettavassa kantorahassa.

Korjuukustannukset määräytyivät hakkuutavan ja metsäkuljetusmatkan mukaan. Mitä pienempi keskijäreys leimikolla, sitä kalliimpaa sen korjaaminen ja kuljettaminen on. Vuosien 2011–2016 toteutuneiden kauppojen mukaan korjuukustannusten osuus ainespuun tehdashinnasta oli ensiharvennuksilla 47,8 %. Tässä hakkuutavassa oli myös pisin metsäkuljetusmatka. Tarkasteltavalla ajanjaksolla koko maan keskiarvo oli 343 metriä.

Korjuukustannusten muuttuminen suhteessa matkaan on esitetty taulukossa 3. Keskijäreys ja metsäkuljetusmatka hakkuutavoittain on keskiarvo toteutuneista hakkuista vuosilta 2011–2016.

TAULUKKO 3. Matkan vaikutus korjuukustannukseen

Matka (metriä)	0-100	101-200	201-300	301-400	401-500	501-600	601-700	>700
Uudistus	91,64	95,18	100,00	104,45	108,54	112,36	115,89	3,42
Harvennus	93,42	95,24	97,69	100,00	102,14	104,14	105,98	1,83
Ensiharvennus	95,15	96,48	98,31	100,00	101,60	103,08	104,45	1,36

Korjuukustannustaulukko loppuu 700 metriin. Sen jälkeen kulua tulee kiinteästi jokaiselta alkavalta sadalta metriltä hakkuutavan ja keskijäreiden osoittamalla tavalla. Tämä taulukko edustaa laskettuja keskiarvoja toteutuneista kustannuksista.

Taulukossa 3 laskettiin indeksiluvulla 100 toteutuneet keskikustannukset suhteessa metsäkuljetusmatkaan hakkuutavoittain. Taulukosta voidaan johtaa laskennallinen säästö, jos lähtökohdaksi otetaan toteutuneet korjuun yksikkökustannukset vuodelta 2015 (Metsäteho Oy 2016, 3). Esimerkiksi uudistushakkuulla kustannus oli 8,35 €/m³.

Koska metsäkuljetuksen keskimatka on ollut uudistusaloilla 299 metriä, voidaan olettaa hakkuiden olevan 100 ja 500 metrin etäisyydellä tienvarsivarastosta. Tällä tavalla voidaan esittää laskennallinen hyöty tien läheisyydestä muodostuvasta korjuukustannussäästöstä. Jos leimikon metsäkuljetusmatka lyhenee 500 metrillä UPM:n keskiarvoon, 299 metriin, saadaan siitä 8,54 % säästö. Keskimääräisestä korjuukustannuksesta laskettuna säästöä syntyy:

$$8,35 \text{ €/m}^3 * 8,54 \% = 0,71 \text{ €/m}^3$$

Tämän lisäksi tulee huomioida mahdollinen hakkuutähteiden kuljetus. Toteutuneiden korjuukustannusten perusteella, päätehakkuilla korjuukustannukset jakautuivat lähes tasan hakkuukoneen ja metsäkuljetuksen kesken. UPM:n toteutuneiden kustannusten mukaan hakkuutähteen metsäkuljetuskustannus oli keskimäärin samaa hintatasoa kuin ainespuulla. Jos hakkuutähdettä kertyy 13 % suhteessa korjattuun ainespuu määrään nähden, tulee hakkuutähteen metsäkuljetuksesta säästöä 0,09 €/m³ samalla matkalla.

Harvennushakkuilla korjuukustannus vuonna 2015 oli Metsätehon mukaan $14,12 \text{ €/m}^3$ ja ensiharvennuksilla $17,41 \text{ €/m}^3$ (Metsäteho Oy 2016, 3). Hakkuukertymästä tuli lähes 68 % uudistusaloilta, 27 % harvennushakkuilta ja loput ensiharvennuksilta.

5.3 Kaukokuljetus

Kaukokuljetuksen kustannukset määräytyvät tonnakilometreinä. Kustannus siis lasketaan kuljetun matkan (km) ja kuljetetun tavaran (tn) tulona. Lisäkustannuksia syntyy ns. telaamisesta. Telaamisella tarkoitetaan tässä tapauksessa puiden hakua kuorma-autolla paikasta, johon ei ole mahdollista mennä ajoneuvoyhdistelmällä. Rajoittavina tekijöinä on usein joko tien kantavuus tai tilan puute. Tällöin perävaunu jätetään paremmalle paikalle ja puut tuodaan perävaunuun kuorma-autolla.

Kuorman koko ilmaistaan yleensä tonneina tai kiintokuutiometreinä. Alla olevassa laskelmassa asetettiin kuorman tilavuudeksi 65 m^3 . Kustannustaso vuonna 2015 kuorma-autolla suoritettavassa kaukokuljetuksessa oli Metsäteho Oy:n tutkimuksessa $7,4 \text{ snt/km/m}^3$ ja keskikuljetusmatka 93 kilometriä (Metsäteho Oy 2016, 9). Näin saadaan laskettua kustannus yhdelle kuormalle ilman telausta.

$$0,074\text{€} * 65 \text{ m}^3 * 93 \text{ km} = 514,67 \text{ €}$$

Telaamisen lisäkustannus varastolle oli UPM:n tietokantojen mukaan 16,8 %. Tätä taustaa vasten on helppo laskea kaukokuljetuksen lisäkustannus kuormaa kohti, jos taksana käytetään Metsätehon keskiarvoa.

$$0,074\text{€} * 65 \text{ m}^3 * 93 \text{ km} * 1,168 = 601,13 \text{ €}$$

Kokonaiskustannusero per kuutiometri on silloin:

$$(601,13\text{€} - 514,67\text{€})/65\text{m}^3 = 1,33 \text{ €/m}^3$$

Tämän lisäksi tulee huomioida telaamiseen sidotut resurssit. Auto, joka käyttää telaamiseen aikaa, ei ole yhtä tehollisessa työssä, kuin se olisi ajosuoritteella laskettuna maantiellä. Myös aikataulutetussa ajo-ohjelmassa telaaminen pilaa pahimmillaan koko viikon ajot, jos varastolla joudutaan käyttämään 2 tuntia ylimääräistä työtä kuorman

tekoon telaamisen vuoksi. Suuremmassa mittakaavassa tämä on olennainen tekijä kuljetuksista muodostuvissa kustannuksissa ja sitä kautta tien kannattavuudessa.

5.4 Metsänhoito

Metsänhoidon kustannuksia on useita eri metsän kasvuvaiheissa, mutta tässä huomioitiin ne, joiden taksoihin vaikuttaa tien etäisyys hakkuuta lukuun ottamatta. Se käsitellään omassa kappaleessaan korjuukustannuksina.

Etäisyys tiehen vaikuttaa eniten metsänhoidollisesti taimien kuljettamisesta työmaalle. Taulukossa 4 on kuvattu, kuinka Puuliiton jäsenet hinnoittelevat taimien kuljettamisen työehtosopimuksen mukaan (Puuliitto 2016). Taulukko loppuu 250 metriin, koska sen jälkeen oletetaan, että taimet kuljetetaan traktorilla työmaalle.

TAULUKKO 4. Metsäalan työehtosopimuksen mukainen lisäkorvaus taimien kantamisesta (Työtehoseura 2016b)

TAIMIEN NOUTO	Taimia/ nouto- kerta	Noutomatka, m		
		0-- 50	51-150	151-- 250
		senttiä/taimi		
Taimia ei asetella kantoastiaan	100	0,36	1,21	2,51
	150	0,27	0,85	1,70
	200	0,18	0,63	1,12
Taimet asetellaan kanto-astiaan	50	1,39	2,91	5,2
	100	1,03	1,70	2,69
	150	0,76	1,12	1,79
	200	0,54	0,85	1,61

Kuten taulukosta 4 voidaan havaita, taimien kuljettamisen lisäkustannukset voidaan laskea esimerkiksi seuraavalla tavalla.

$$\text{taimimäärä} \times \text{kävelykerrat} \times \text{korvauskerroin} = \text{kokonaiskustannuslisä}$$

Oletetaan että uudistetaan hehtaarin kuusikko. Jos taimet on pakattu UPM taimitarhalla, on ne pakattu 160 kappaleen laatikoihin. Etäisyys tiehen on 250 metriä. Suositus istutustiheys kuuselle uudistamisessa on 1 800–2 300 taimea/ha. (Metsäteho Oy 2001c, 12). Laatikot ovat avonaisia ja niitä ei voi pinota. Tämä on siis 12 laatikkoa hehtaarille eli 30 laatikkoa esimerkki työmaalle. Tällöin lisäkustannus on:

$$12 \text{ laatikkaa} * \frac{160 \text{ kpl}}{\text{ltk}} * \frac{1,7c}{\text{taimi}} = 32,64\text{€}$$

Oletetaan että uudistusalalla on ainespuuta 325 m³/ha (Ärölä 2002). Kun uudistukselle asetetaan edellä laskettu lisäkustannus ja jaetaan se korjattua ainespuun kiintokuutiometriä kohti, tekee se noin 0,10 €/m³. Jos uudistusalalle on 500 metriä, voidaan olettaa, että taimien vienti kohteelle maksaa noin tunnin traktorityötä. Tämä siis sisältää taimien kuljetuksen ja kuorman käsittelyn. Traktori etenee maastossa noin 3 – 4 kilometriä tunnissa (Metsäteho 2001d, 21). Tällöin kustannus taimien siirrolle on noin 50 € (Työtehoseura 2016a). Taimien siirron lisäkustannus traktorilla on siis noin 0,15 €/m³.

5.5 Varastotappiot

Puunkorjuun kustannukset sisältävät myös paljon muuta kuin urakoitsijan kanssa sovitut taksat. Kustannuksissa tulee huomioida puun laadun heikkenemisestä tapahtuva tappio jalosteista saatavassa saannossa sekä mahdolliset korvaukset raaka-aineiden varastoinnista ja raaka-aineisiin sidotuista pääomakuluista.

Puun laadun heikkeneminen johtuu pääasiassa talvella korjatun puutavaran osittaisesta pilaantumisesta, ennen kuin se ilman lämmitessä saadaan käyttöön jalostettavaksi. Tätä heikkenemistä on mm. tukkien ja kuusen kuitupuun värivirheet sekä kaikkia puutavaralajeja koskeva lahoaminen sekä riski hyönteistuhhoista.

Metsäteho on julkaissut tutkimuksia aiheesta oppaassa Puun laadun säilyttäminen (Metsäteho Oy 2008). Tutkimus osoittaa, kuinka varastointiaika, lämpötila ja korjuunajankohta korreloivat keskenään puun laadun kanssa. Pahimmillaan puun seisottaminen tien varressa laskee kuitupuiden laatua havukuiduissa 50 % ja lehtikuitupuulla 75 % (Metsäteho oy 2008.) Tämä on erittäin tärkeää huomioida tilanteissa, joissa jo korjatun ainespuun kaukokuljetus uhkaa lykkääntyä tien heikon kantavuuden vuoksi.

6 TIEN TALOUDELLINEN KANNATTAVUUS

6.1 Kannattavuuteen vaikuttavat tekijät

Pohdittaessa tien taloudellista kannattavuutta, täytyy laskea investoinnin kannattavuus suhteessa tuottoon. Myös se, miten tuotto muuttuu, täytyy huomioida, jos mietitään vaihtoehtoisia keinoja tavoitteen saavuttamiseksi. Tässä tapauksessa taloudellinen kannattavuus kulminoituu siihen, saadaanko työssä säästämällä niin paljon tuottoa, että investointi tiehen kannattaa. Toinen huomioitava seikka on, paljonko metsässä on sellaista työtä, josta säästö mahdollisesti syntyy. Eli kasvavatko metsät tien vaikutusalueella tarpeeksi. Tämä siksi, että tuotto lasketaan euroa kiintokuutiometrille ainespuuta. Tämän lisäksi täytyy huomioida myös tien ylläpitoon ja huoltoon vaadittavat investoinnit.

Tässä työssä oli mahdotonta ottaa kantaa yksittäisen tien kannattavuuteen tai esittää yleistä herkkyyksianalyysiä tien rakentamisen absoluuttiselle kannattavuudelle. Tavoitteena on ollut esittää kustannuksia niin tarkasti kuin on mahdollista, ja tuottaa sitä kautta informaatiota, jota voidaan käyttää apuna päätöksenteossa tien rakentamisen kannattavuudelle.

6.2 Tie investointina

Päätös tien rakentamiseen tai peruskorjaamiseen investointina on lopulta melko yksinkertainen prosessi. Siinä lasketaan kannattavuuteen vaikuttavat tekijät:

- hankintameno
- investoinnista saatava nettotulot
- tavoiteltava sisäinen korko
- jäännösarvo ja pitoaika.

Hankintamenot arvioidaan ennen hankkeen aloittamista. Tässä on hyvä huomioida myös mahdolliset julkiset tuet sekä metsään tehtävän investoinnin huomioiminen verotuksessa. Erilaisia vaihtoehtoja valtion tukimuodoista on esitelty kappaleessa 4, tuet tien rakentamiseen.

Investoinnista saatavat nettotulot muodostuvat pääasiassa korjattavissa olevasta ainespuun määrästä ja laadusta. Nettotuloon vaikuttavat oleellisesti myös korjuukustannukset sekä kohteen korjuukelpoisuus. Korjuukustannuksiin vaikuttavat pääasiassa korjattavan puuston järeys ja metsäkuljetusmatka. Korjuukelpoisuus määräytyy yleensä metsänpohjan kantokyvyn mukaan.

Tavoiteltava sisäinen korko kannattaa asettaa melko maltilliseksi, koska metsäautotien arvokasvu itsessään on käytännössä olematon. Suositteisin käyttämään 2 % korkokantaa, joka normaalissa taloustilanteessa seuraa karkeasti elintasoindeksiä (Tilastokeskus 2016). Tällä saadaan suojattua tiehen investoidut varat inflaation tasolle.

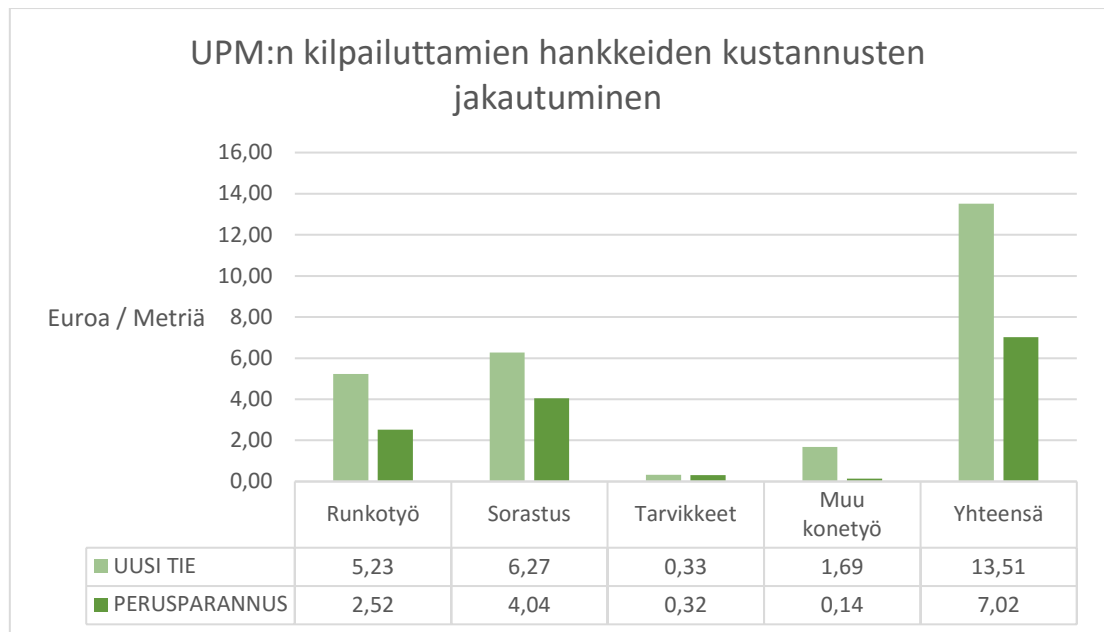
Jäännösarvo tielle voidaan määrittää siitä, minkä arvoinen peruskorjausta vaativa tien runko on, sen vaatima korjauskulu ja näiden erotus kunnossa olevaan tiehen. Toki peruskorjauksen tarpeessa olevaa tietä voidaan mahdollisesti käyttää vielä maan ollessa jäässä, mutta silloin se tulee arvottaa talvi- tai piennartieksi. Laskennalliseksi pitoajaksi metsäautotielle Suomessa on arvioitu yleisesti 30 vuotta. Sen jälkeen tie tulisi peruspantaa.

6.3 Tien rakentamisen ja peruskorjaamisen kustannukset

Tien rakentamisen ja peruskorjaamisen kustannukset ovat aina hankekohtainen asia. Kustannukset riippuvat täysin siitä, mihin tietä käytetään ja mitä sen tarvitsee kestää. Myös tien sijainti ja maasto, johon tie tehdään, ovat olennaisia seikkoja, jotka vaikuttavat syntyviin kustannuksiin. Tästä syystä tien peruskorjaamisesta tai rakentamisesta ei voida antaa yleispätevää hinnastoa. Tarkoituksena tässä kappaleessa on esitellä toteutuneita kustannuksia ja tarjota niistä näkökulmaa tien rakentamisen kustannusten arviointiin.

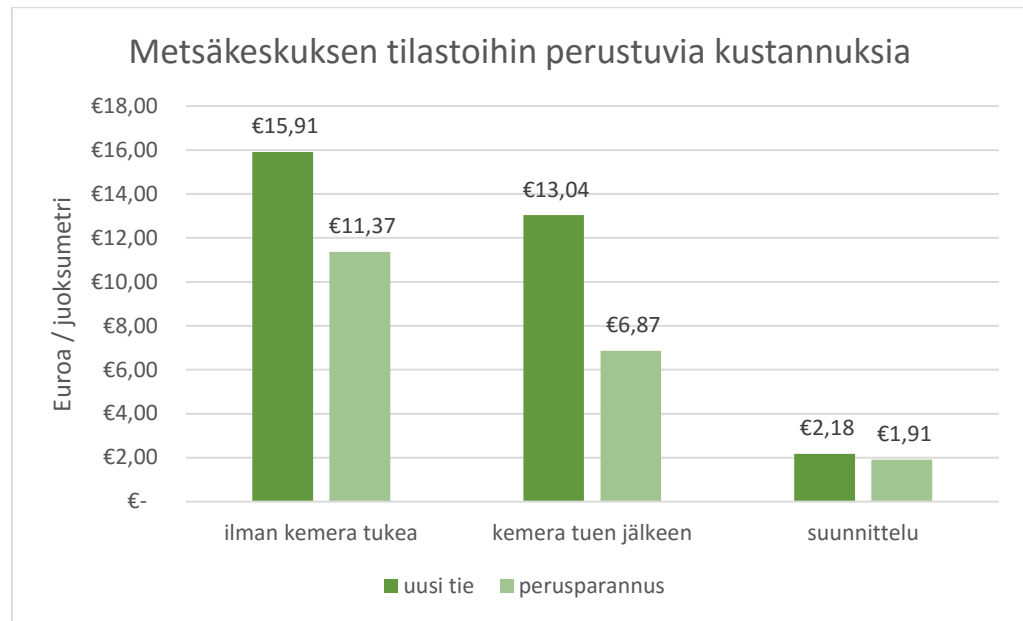
Kustannuksiin täytyy sisällyttää myös uuden tien rakentamisesta johtuva maankäytön muutos. Oletuksena tien rakentamiselle voidaan laskea 12 metriä leveä tielinja. Siitä noin 4,5 metriä on tietä ja 7,5 metriä menee ojien kaivamiseen. Tällöin kilometrin pitkä tie peittää noin 1 - 1,5 hehtaaria metsää, mistä muodostuu osa rakentamisen tappioista. Verottaja on antanut metsien keskimääräisestä tuotosta oman näkemyksensä. Tässä työssä käytettiin sitä mukaillen keskiarvoa 100 €/ha/vuosi (Verohallinto 2016).

Tässä kappaleessa esitetyt kustannukset koottiin hankkeista, jotka kerättiin satunnaisella otannalla UPM:n tietokannoista sekä Metsäkeskukselta. Kuviossa 2 esitetyt kustannukset perustuvat UPM:n kilpailuttamiin ja toteuttamiin hankkeisiin. Teiden fyysinen sijainti on ympäri Suomea, kuitenkin Oulu–Kajaani-linjan eteläpuolella. Tutkimuksen pohjana on satunnaisesti valittuja hankkeita yhteensä 30 kappaletta. Hankkeista 15 edusti tienperusparannusta ja 15 uuden tien rakentamishanketta. Hankkeet ovat valmistuneet vuosina 2013–2016. Näistä toteutuneista kustannuksista koostettiin keskiarvojen avulla suuntaa-antava haarukka työn ja materiaalien kuluista.



KUVIO 2. Tien rakentamisen ja perusparantamisen kustannuksia

Tien rakentamisen ja peruskorjaamisen kustannukset olivat samaa luokkaa, kun verrattiin UPM:n hankkeita Metsäkeskuksen tilastoihin. UPM:n tilastoissa ei ollut suunnitellua hinnoiteltu erikseen. Metsäkeskuksen tietokannoissa oli. Metsäkeskuksen tilastoista laskettuja kustannuksia on esitelty kuviossa 3.



KUVIO 3. Metsäkeskuksen tilastoista laskettuja keskiarvoja

Metsäkeskukselle tehdyn tietopyynnön tarkoituksena oli saada tietoa, että voitaisiin vertailla tien rakentamisen ja peruskorjaamisen kustannuksia myös muiden toimijoiden tekemänä. Tietopyyntö sisälsi seuraavat kriteerit:

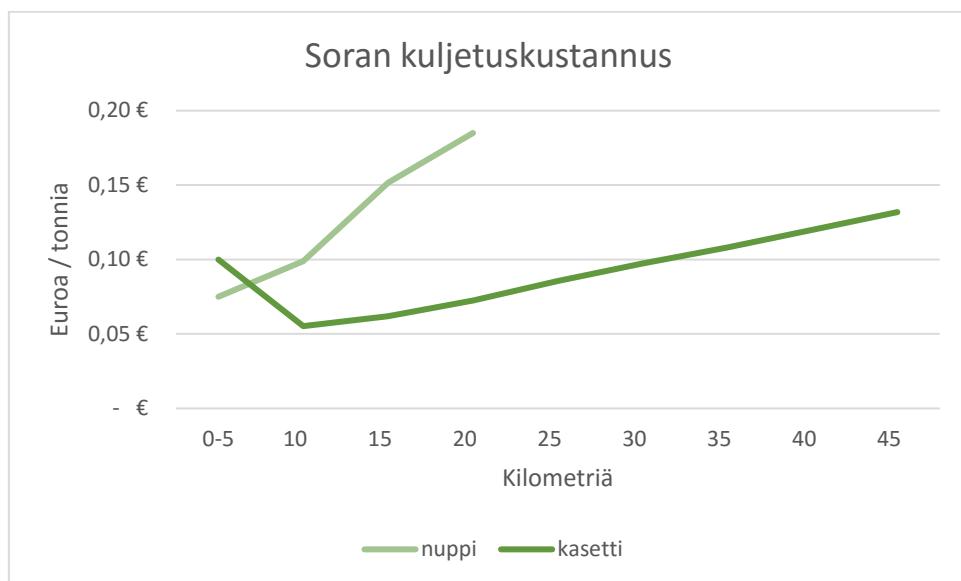
- Alueittain toteutuneita hankkeita Länsi-, Etelä- ja Itä-Suomessa.
- Hanke on toteutunut 2011–2016 välisenä aikana.
- Hankkeet on varsi- ja alueteitä, mahdollisimman tasaisella jaolla.
- Hankkeet ovat perusparannuskohteita ja uusia teitä.
- Kustannukset on voitava eritellä hankkeittain.
- Tien pituus ja sijainti on selvittävä hankekohtaisesti.
- Myönnetyt tuet ja niiden määrä on selvittävä hankkeittain.

Tietolouhinnan perusteella Metsäkeskus tuotti Excel-taulukon, josta saatiin joitain tunnuslukuja tien rakentamisen ja peruskorjaamisen kustannuksista. Ainoa työlajeista eroteltava tunnusluku oli soran määrä hankkeella. Sen lisäksi eroteltavissa oli tuet tien rakentamiseen ja peruskorjaamiseen. UPM:n materiaaleissa näitä ei ole eritelty.

Tietolouhintaan otettiin 30 satunnaisesti valittua hanketta ympäri Suomea, pois lukien Lappi. Näistä 21 oli perusparannushankkeita ja 9 uuden tien rakennushankkeita. Koska Metsäkeskuksen tuottama materiaali perustui kemera-tuettuihin teihin, oli niissä myös tien hyötyalue mukana. Tien hyötyalueella tarkoitetaan sitä pinta-alaa metsästä, josta

oletetaan kuljettavan lähimmälle tielle. Tämä on varsin oleellinen tieto, kun lasketaan tien kannattavuutta metsätalouden kannalta.

Yhteistä kaikessa tutkimusmateriaalissa oli sorastuksen suuri osuus kustannuksissa. UPM:n hankkeilla sorastuksen osuus oli perusparannuskohteilla 57,6 % ja uusien teiden rakentamisessa 46,4 % tien kustannuksista. Metsäkeskuksen materiaaleissa ei soraa ollut hinnoiteltu, mutta sieltä ilmenivät määrät, joita oli käytetty. Soranajon osuus kustannuksista kartoitettiin haastattelujen ja kyselyjen perusteella. Tutkimusta varten lähetettiin eri puolille Suomea kysely soranajon kustannuksista. Kysely lähetettiin 15 yritykselle tai kuljetuskeskukselle. Yksi yrittäjä vastasi puhelinhaastatteluun ja kaksi sähköpostikyselyyn. Näistä luvuista saatiin keskiarvo, jota noudatteleamalla päästiin riittävään tarkkuuteen kustannusten rakenteesta. Kuljetuskustannuksen rakenne oli kaikilla vastaajilla sama. Taksat on laskettu 1 kilometrin välein tietyllä nousulla. Hinnoittelu laskeaan €/tonnia/kilometriä. Hinnoittelussa on huomioitu myös ero kuorma-autolla viedyn kuorman ja ajoneuvoyhdistelmän välillä. Taulukossa 7 ne on esitetty termeillä ”nuppi” ja ”kasetti”.



KUVIO 4. Keskekustannus soran kuljetukselle

Kuviosta 3 näkyy, kuinka maanottoaikan etäisyys vaikuttaa kuljetuskustannuksiin. Huomattavaa kustannuksia laskettaessa on, että maa-ainekset yleensä myydään ja kuljetetaan tonneina, mutta käytettävä määrä lasketaan kuutiometreinä. Metsäkeskuksen tiehankkeista laskettuna menee uuden tien sorastamiseen noin 0,54 m³/juoksumetri. Perusparannuksella sorastuksen keskiarvo on 0,32 m³/juoksumetri.

6.4 Tien kunnossapidon kustannukset

Tienpito terminä tarkoittaa tässä tapauksessa tien rakentamista ja kunnossapitoa. Kunnossapito sisältää kaikki hoito- ja kunnostustoimenpiteet, joita vaaditaan tien pitämiseksi tarkoitustaan vastaavassa kunnossa. Hoitotoimenpiteisiin luetaan kaikki sellaiset toimet, joita tien kunnan ylläpito edellyttää, kuitenkin puuttumatta tien rakenteisiin. Näitä ovat esimerkiksi lanaus, tienvarsien niitto ja auraus. Kunnostuksella terminä tarkoitetaan tien rakenteita parantavaa ylläpitoa. Esimerkiksi ojien perkausta, sorastusta tai painumien korjausta.

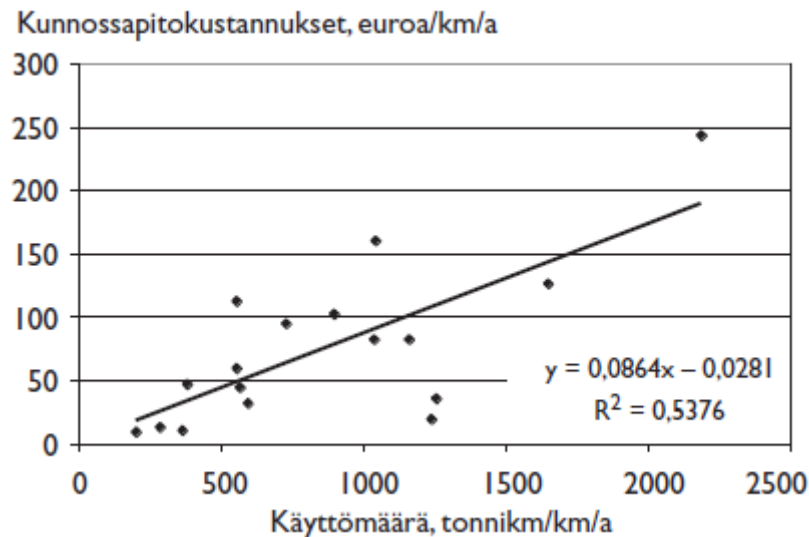
Taulukossa 5 on esitelty toteutuneita kustannuksia ja niiden kehittymistä. Nämä luevat on saatu Työtehoseuran tekemällä kyselyllä urakoitsijoilta ympäri Suomea. Poimin tähän mielestäni oleellimmat työt jotka muodostavat suurimman osan tien pidon kustannuksien hoitotoimenpiteistä.

TAULUKKO 5. Taulukossa on esitetty kustannuksia tien pidosta Työtehoseuran kyselyn mukaan. Hinnat eivät sisällä arvonlisäveroa. (Työtehoseura 2016a, 4-5.)

Työ	Yksikkö	Vaihtelu	2014	2012	2010
Tienvarsien niitto	€/h	48 - 63	55,5	51,6	45,8
Tienvarsien niitto	€/km	13 - 46	27,2		10,3
Vesakoiden murskaus	€/h	55 - 60	58	53,2	50,2
Lumityö (keskiarvo)	€/h	42 - 63	52,4	49,9	46,1
Lumityö, auralla	€/h	45 - 66	55,5	53	49,7
Lumityö, linko	€/h	38 - 58	48,2	45,4	41,6
Lumityö, aura ja linko	€/h	39 - 59	48,9	50,1	46,1
Kaivinkone, alle 10tn	€/h	43 - 58	50,6	49,4	47,1
Kaivinkone, 10 - 19tn	€/h	48 - 62	55,2	52,7	47,8
Kaivinkone, yli 20tn	€/h	44 - 61	52,5	59,3	55,8
Lanaus	€/h	43 - 64	53,4	51,6	44,1
Polanteen poisto	€/h	52 - 76	64,2	53,8	59,3

Piiparinen (2003) on tutkinut metsäteiden kunnossapidon kustannuksia Etelä-Suomen yksityismetsissä. Tutkimuksessa on käyty läpi kemera-tukea saaneet tiet, jotka sijaitsivat Häme-Uudenmaan ja Keski-Suomen Metsäkeskusten alueella. Metsäteitä tutkimuksessa oli 19 kappaletta ja niiden kunnossapitokustannuksia tarkasteltiin vuosilta 1978–2001.

Tutkimuksen mukaan teiden kunnossapitoon käytettiin vuosittain keskimäärin 61 €/km. Tämä kulu sisältää myös tien hallinnollisen puolen kulut, kuten tiekuntien kokoustamisen. Sen lisäksi metsäyhtiöt käyttivät korjauksiin 6 €/km/vuosi. Alla tutkimuksesta poimittu kuvio 5, jossa näkyy miten tien kuormitus tonnakilometreinä vaikuttaa kunnossapitokustannuksiin.



KUVIO 5. Kunnossapidon kustannusten suhteesta tien kuormitukseen (Piiparinen 2003, 286)

Tutkimuksen mukaan 60 % kustannuksista muodostui sorastuksesta. Tien pinnan muotoilu ja tasaus maksoi 15 €/km ja tien varsien raivaus 10 €/km. Näitä lukuja vertaamalla voidaan todeta niiden olevan nykyisen hintakehityksen mukaisia, kun niitä verrataan Työtehoseuran tutkimukseen, johon taulukko 5 perustuu (Työtehoseura 2016a, 4-5).

6.5 Tien vaikutus kantohintaan

Kantohinnalla tässä työssä tarkoitetaan hakkuuoikeuden hintaa, eli sitä hintaa, jolla metsänomistaja antaa ostajalle luvan korjata puuta metsästänsä sovitulla tavalla. Sopimuksessa olennaista on hakkuutavasta sopiminen. Näitä ovat hinnoittelun kannalta ensiharvennus, harvennus ja päätehakkuu. Jotkin erikoishakkuut, kuten siemenpuiden poisto, on hinnoiteltu tässä työssä päätehakkuun hinnoilla.

Pelkästään tien vaikutusta kantohintaan ei tämän tutkimuksen pohjalta voitu esittää. Tämä johtuu lähdemateriaalin rajallisesta erittelystä. Lähdemateriaalissa ei ollut eritelty korjuukelpoisuuden määrittämisen syitä. Korjuukelpoisuuteen vaikuttavat pääsääntöisesti metsän asettamat rajoitteet. Näitä ovat esimerkiksi maapohjan heikko kantavuus sulanmaan aikaan. Joissain tapauksissa kaukokuljetuksen järjestäminen edellyttää maan jäätymistä, vaikka hakkuu voitaisiin tehdä kesällä. Taulukossa 6 on verrattu puunkantohintoja suhteessa talvikorjuukohteisiin.

TAULUKKO 6. Korjuukelpoisuuden vaikutus kantohintaan

Ensiharvennus	Kesä	2,4 %
	Kelirikko	5,1 %
Harvennus	Kesä	2,1 %
	Kelirikko	3,4 %
Uudistus	Kesä	9,2 %
	Kelirikko	12,2 %

Taulukossa 6 on esitetty keskiarvohinnat verrattuna talvihakkuisiin Suomessa, pois luki Pohjois-Suomi. Taulukko pohjautuu liitteeseen 3. Taulukosta laskettiin puun hinta toteutuneiden kauppojen mukaan indeksilukuina.

7 TIEN RAKENTAMISEN KANNATTAVUUS

Tutkimusmateriaalin perusteella tien pituudella ei ole suoraa yhteyttä sen rakentamisen yksikkökustannuksiin. Sen sijaan esimerkiksi kemera-tuen saaminen hankkeelle laskee kustannuksia perusparannushankkeilla 11–49 %. Keskimäärin perusparannuksille myönnetty tuki oli noin 37 % hankkeiden työkustannuksista. Uusien teiden rakentamisessa kemera-tuki oli keskimäärin noin 18 % työkustannuksista. Suunnitteluun oli saatu

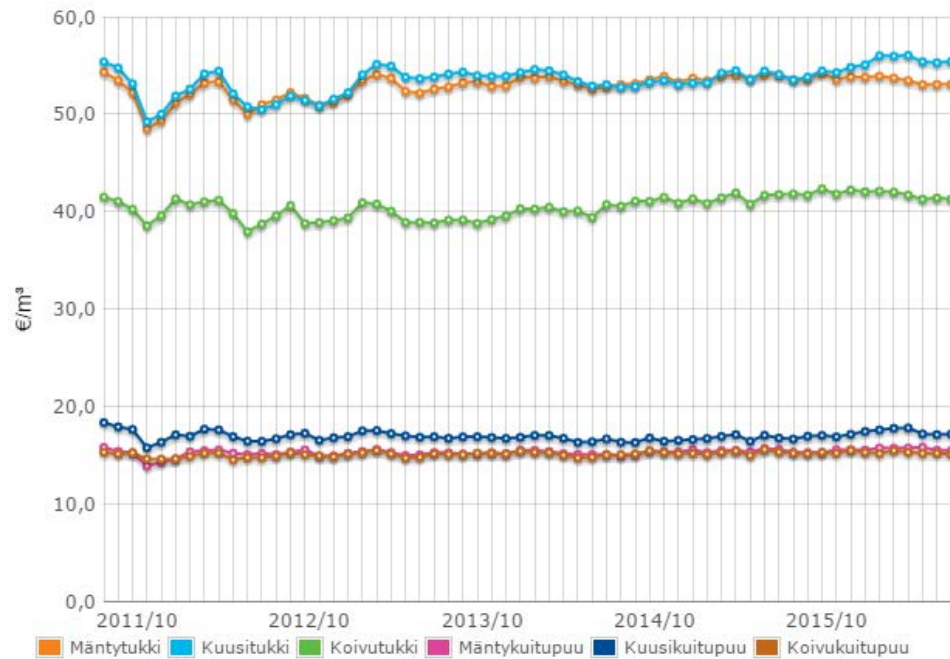
Metsäkeskuksen tilaston mukaan täysi tuki viittä hanketta lukuun ottamatta. Yrityksen ollessa hankkeen osakas, ei sillä ole oikeutta tukeen omalta osaltaan.

Kilometri uutta tietä maksaa tällä hetkellä keskimäärin 15 910 € ilman kemera-tukea. Sen peruskorjaamisen keskiarvo kustannus on 11 370 € ilman kemeraa. Koska tien laskennallinen käyttöikä on noin 30 vuotta, jonka jälkeen se tulee perusparantaa, on metsätaloudesta saatava 27 580 € rakentamiseen ja peruskorjaamiseen. Tämä raha pitäisi saada silloin tien rakentamisesta saatavasta hyödystä.

Hakkuutavasta riippuen metsäkuljetusmatkan keskiarvo oli keskimäärin 299–343 metriä. Tien hyötyvaikutusten arvioimiseksi joudutaan tekemään oletta esimerkkilaskelmien vuoksi. Jos tavoitteeksi metsäkuljetusmatkalle asetetaan 299 metriä, voidaan tien rakentamisesta muodostuvaa kustannussäästöä arvioida. Metsäkuljetusmatkan laskennallinen lyhentäminen 299 metriin mahdollistaa kulujen ja tuottojen vertailun UPM:n urakointisopimuksiin ja metsäkuljetusmatkoihin pohjautuen. 500 metrin etäisyys metsäkuljetuksessa uudistusaloilla maksaa siis 0,8 €/m³ enemmän kuin alle 300 metrin matkalla. Tällöin metsiä tulisi hakata tien vaikutusalueelta 34 475 m³, että tien rakentaminen olisi kannattavaa pelkästään uudistushakkuista muodostuvan metsäkuljetusmatkasta muodostuvan säästön kannalta. Jos keskikuljetusmatka metsätraktorilla on 300 metriä, tarkoittaa se 1 200 metriä leveää hyötyaluetta tielle. Hyötyalue mitataan tien keskeltä molemmille puolille sekä tien päästä puoliympyrän säteellä. Se tarkoittaa taas kilometrin pituisen tien hyötyalueen kokona 176,56 hehtaaria.

Tämä tarkoittaa 60 vuoden aikana 3,25 m³/ha hakkuita joka vuosi. Jos metsien käsittelyä voidaan siirtää kesäkorjuukelpoiseksi tien myötä, kohoaa puiden kantohinta keskimäärin 9,2 % uudistusaloilla. Kuvio 5 esittää viimeaikaiset muutokset puun kantohinnoissa.

Yksityismetsien puukaupan reaaliset kantohinnat kuukausittain (deflatointi: tukkuhintaaindeksi, 1949=100)



KUVIO 6. Puukaupan toteutuneita hintoja (Luonnonvarakeskus 2016)

Jos oletetaan, että uudistusaloilla tukista maksetaan 55 €/m^3 ja kuidusta 17 €/m^3 . Oletetaan myös, että tukin osuus on 80 % (Ärölä 2002, 301), saadaan yhtälö:

$$(55 \text{ €/m}^3 * 0,8 + 17 \text{ €/m}^3 * 0,2) * 0,092 = 4,36 \text{ €/m}^3$$

Näillä kantohinnoilla saadaan kesäkorjuulisää siis $4,36 \text{ €/m}^3$. Kun siihen lisätään aiemmin laskettu korjuukustannussäästö $0,8 \text{ €/m}^3$, on se yhteensä $5,16 \text{ €/m}^3$. Hakkuutarve tien kustannuksiin olisi silloin siis $0,5 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{vuosi}$ päätehakkuilla.

Tien rakentamisen ja peruskorjaamisen lisäksi pitää tien kustannuksiin laskea myös tien pidosta ja hallinnoimisesta aiheutuvat kustannukset. Nämä ovat jälleen tiekohtaisia kustannuksia, jotka riippuvat paljon käytöstä ja sijainnista. Metsäntutkimuslaitoksen (2003) tutkimuksesta saatu keskiarvo $61 \text{ €/vuosi}/\text{km}$ sisältää nämä kulut. Tutkimuksen pohjalta voidaan esittää sen kustannuksen edustavan keskiarvoa tien pidosta vuosittain. Tämän pohjalta, tien pito 60 vuoden ajalle maksaisi siis:

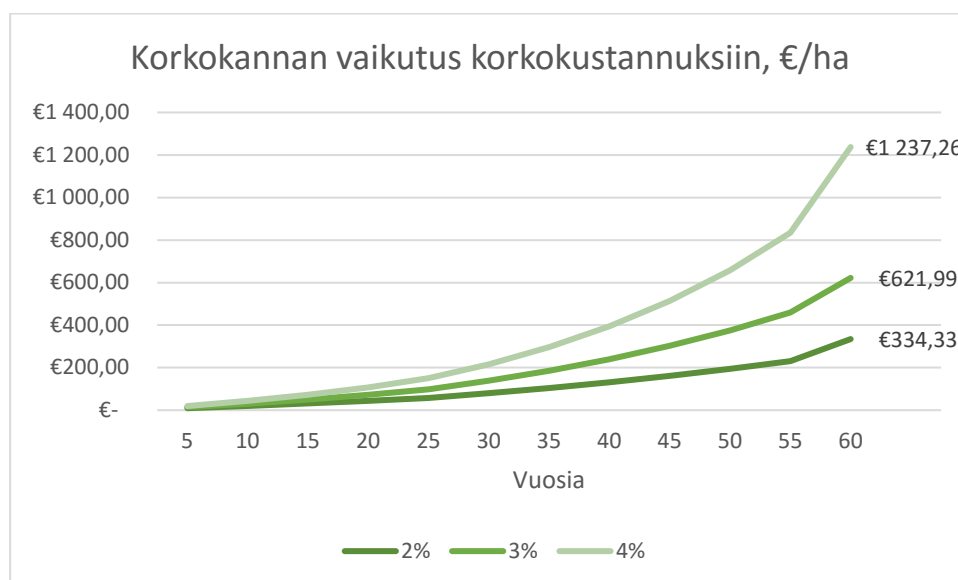
$$61 \text{ €/vuosi} * 60 \text{ vuotta} = 3660 \text{ €}$$

Jos tien pidosta aiheutuvat kustannukset lisätään alkuperäiseen summaan ja lasketaan siitä vuosittainen hakkuuiden tarve kustannusten peittämiseksi, saadaan siitä:

$$(27\,580\text{ €} + 3\,660\text{ €}) / 5,16\text{ €/m}^3 / 60\text{ vuotta} / 176,56\text{ ha} \\ = 0,57\text{ m}^3/\text{vuosi}/\text{ha}$$

Jos kustannuksiin sisällytetään uuden tien rakentamisesta johtuva maankäytön muutos ja tappiot metsän kasvussa, nousee hakkuutarve edellä mainitulla laskutavalla noin 0,35 m³/ha/v/tiekilometri. Näitä kuluja vertaamalla tienhyötyalueen metsien kasvuun on helppo todeta tien rakentamisen kannattavuus paikallisella tasolla.

Edellä mainittujen kulujen lisäksi tien rakentamiseen sidotuille varoille tulee laskea korko. Metsäautotie itsessään ei kasva tuottoa, mutta se voi lisätä metsätilan arvoa. Alla olevassa kuviossa 6 esitellään tien rakentamisen ja peruskorjaamiseen kustannuksien muutoksia eri korkokannoilla. Laskennassa käytettiin 2 %, 3 % ja 4 % korkokantoja. Laskelmat sisältävät tien perustamiskustannuksen ja peruskorjaamisen 30 vuoden jälkeen. Esimerkkinä tässä on kilometrin mittainen metsäautotie ja sen hyötyalue on 176,56 hehtaaria. Tällä hyötyalueella saavutetaan keskimäärin 300 metrin metsäkuljetusmatka.



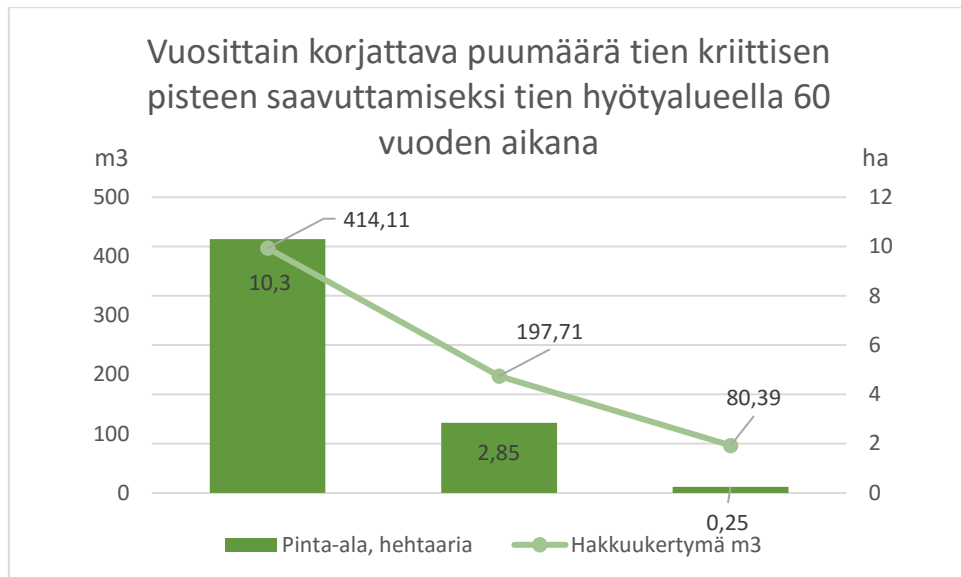
KUVIO 7. Korkokannan vaikutus tiehen sidottuun pääomaan

Tien rakentamisen taloudellista kannattavuutta laskiessa pelkkien harvennushakkuiden vuoksi tien kannattavuus ei ole merkittävä puuston vähäisen poistuman vuoksi. Metsäkuljetusmatkan lyhentäminen ja korjuukelpoisuuden paraneminen nostaa kuitenkin hakkuiden kannattavuutta. Kokonaishyötynä voidaan tilastojen puitteissa pitää ensiharvennusten kannattavuuden paranemista kuljetusmatkan lyhenemisen ja kesäkorjuulisän muodostumisen kautta noin 7,5 %. Myöhäisemmällä harvennushakkuilla hyöty on 9 %. Uudistushakkuilla, joissa huomioidaan korjuukustannussäästö, kesäkorjuulisä, istutuksesta muodostuva säästö sekä energiapuusta ja sen korjuusta saatava tulo, nousee laskennallinen hyöty 11,47 %. Tällä on jo merkittävä vaikutus hehtaarikohtaista tuloa laskiessa. Kuviossa 7 on esitetty graafisesti tien ylläpidon kannalta kriittinen piste eri hakkuutavoilla. Tämän taustaksi taulukossa 7 esitellään viimeisimpiä tilastoituja keskihintoja.

TAULUKKO 7. Tilastoituja toteutuneita hintoja pystykaupassa (Metsäntutkimuslaitos 2014)

	Hinnat			
	Ensiharvennus	Harvennus	Uudistus	
Tukki	-	49,1	57,4	€/m ³
kuitu	14,8	15,6	19,1	€/m ³

Toteutuneiden kauppojen perusteella Suomessa maksetusta puusta voidaan johtaa keskimääräinen arvo metsäntuotolle eli kiintokuutiometrille ainespuuta. Tästä voidaan esittää graafisen esityksen avulla kriittinen piste, jolla voidaan osoittaa, paljonko metsästä tulee puuta korjata, että tien rakentaminen tai peruskorjaaminen on perusteltua taloudellisista lähtökohdista. Lähtökohdana tässä on, että rakennetaan kilometrin pitkä tie, jolla on 176,56 hehtaarin vaikutusalue. Tien laskennallinen kesto aika on 30 vuotta, jonka jälkeen se peruskorjataan. Korkoa tai inflaation vaikutusta ei ole huomioitu niiden vähäisen merkityksen vuoksi laskelmissa. Tien vaikutusalue voi olla toki suurempikin, mutta silloin kustannukset kasvavat ja hyöty tiestä pienenee vastaavasti. Vertailtavana on talvikorjuukohde, jonka metsäkuljetusmatka on 500 metriä. Sitä verrataan kesäkorjuukohteeseen, jossa metsäkuljetusmatka on keskimäärin 300 metriä tai alle.



KUVIO 8. Tie investoinnin kriittinen piste

Kuviossa 7 esitetään kriittinen piste siitä, paljonko metsiä tulee tien vaikutusalueella käsitellä, että se on taloudellisesti kestävällä pohjalla. Eli 60 vuoden kiertokaudella tulee metsiä hakata joka vuosi esimerkiksi vähintään 0,25 ha aukon verran josta oletetaan kertyvän 80,39 m³ puuta. Tällä kertymällä hakkuusta saatava lisätulo kattaa tie investoinnin. Kuviossa 7 esitellyistä tavoitteista riittää, kun joku tavoite pinta-alalta korjattavasta puumäärästä täyttyy yksin hakkuutavoittain tai kaikki sopivassa suhteessa toisiinsa nähden. Tässä tulee huomioida myös se, että kuvio 7 esittää vähimmäismäärän puuta, joka tulisi korjata metsästä. Jos tien hyötyalueen metsät tuottavat enemmän puuta kuin näissä laskelmissa edellytetään, voidaan sille laskea oma tuottoensa metsän pääoman kasvaessa.

8 POHDINTA

Tutkimuksen tarkoituksena oli luoda malli, jota voidaan käyttää apuna, kun mietitään vaihtoehtoja puun korjaamiselle metsästä kustannustehokkaimmalla tavalla. Tutkimukseen saatu materiaali UPM:n tietokannoista mahdollisti riittävän suuren otosjoukon puun hintaan ja korjuuseen vaikuttavista tekijöistä. Myös Metsäntutkimuslaitoksen tuottama materiaali tien rakentamisen kustannuksista, sekä UPM:n data toteutuneista tiehankkeista mahdollisti kattavan otoksen tien rakentamisen ja peruskorjaamisen kustannuksiin.

Korjuukelpoisuuden määrittäminen tietokannan perusteella jäi vaillinaiseksi, koska syytä korjuukelpoisuuden luokitukselle ei ilmennyt kerätystä materiaalista. Korjuukelpoisuus ja syy sen luokitukseen toteutuneissa kaupoissa olisi tärkeä tieto jatkotutkimusta ajatellen. Korjuukelpoisuuteen vaikuttavia tekijöitä on kuitenkin useita. Tekijöiden vaikutusta puusta maksettavaan hintaan tai tien vaikutusta korjuukelpoisuuden parantamiseksi ei voitu varmuudella osoittaa sen vuoksi tässä tutkimuksessa.

Toinen selittämätön seikka taulukoiden perusteella oli, miksi osassa kelirikko- tai kesäkorjuukohteilla oli maksettu toteutuneissa kaupoissa huomattavasti korkeampaa hintaa kuin talvikorjuukohteilla. Näiden kauppojen merkitsevyys tutkimuksessa oli kuitenkin vähäinen niiden korjuumäärien vuoksi.

Epävarmuustekijänä kannattavuudessa oli myös julkiset tuet. Näistä mitään ei voitu sisällyttää kannattavuuslaskelmiin. Tämä johtuu tukien myöntämisen paikallisista ehdoista tai jatkuvasta muuttumisesta. Julkisen tuen saaminen tiehankkeelle nostaa huomattavasti tien rakentamisen kannattavuutta. Toisaalta tien rakentaminen on myös kallimpaa, koska vaatimuksissa edellytetään tien käytettävyyttä myös sulan maan aikaan. Näitä asioita on syytä pohtia ennen tiehankkeen aloittamista. Täysin yksityisin varoin tehdyt tiet ja peruskunnostukset antavat osaltaan vapauden tien käytön rajoittamiseen. Myös se minkälaisen tien maanomistaja haluaa tai tarvitsee, on hänen itsensä päätettävissä. Kemera-ehdot tällä hetkellä edellyttävät tietä, joka olisi liikennöitävissä myös kesällä. Tämä voi nostaa huomattavasti kustannuksia tien vankemman rakenteen vuoksi.

Tutkimus osoitti, että tien rakentaminen ja perusparannus on kannattavaa lyhyelläkin matkalla, jos metsiä hoidetaan asianmukaisesti. Laskelmien mukaan noin 1 m³/ha/vuosi hakkuut riittävät tien rakentamisen ja ylläpidon kustannuksiin. Oletuksena kannattavuudelle on tien rakentamisen vaikutusalueen ja metsäkuljetusmatkan keskimääräisen pituuden jäävän 300 metriin. Tien rakentaminen ja peruskorjaaminen on metsänomistajille kannattavaa silloin, jos hyöty tien rakentamisesta jää täysimääräisenä rakennuttajalle. Maanomistajasta ja metsien kasvusta riippuen jää pohdittavaksi vain sopiva tietiheys alueella. Oletuksena tien kannattavuudelle on, että hyöty investoinnista päättyy maanomistajan hyödyksi täysimääräisenä laskelmien mukaan. Tien rakentaminen voi jopa tukea metsän kasvatusta ja hoitoa sen tuoman liikkumisen helppouden myötä. Perusparannuksen kannattavaksi saaminen on helpompaa kuin uuden tien rakentaminen.

Tämä johtuu pitkälti mahdollisuudesta kemera-tukeen ja sen tämän hetkiseen suuruuteen.

Jatkotutkimusmahdollisuuksia on tien rakentamisen ja peruskorjaamisen kustannusten jaottelusta esimerkiksi metsätyypeittäin. Tutkimuksessa tulisi huomioida metsätyyppien puuntuotto- ja rakentamisen kustannukset keskimäärin. VT-tyypin kankaalle on oletettavasti halvempaa tehdä tie kuin OMT-tyypin metsään, mutta pitäisi selvittää miten rakentamisen kustannukset muuttuvat. Myös tien kustannusten vaikutus verotukseen ja sen hyödyn huomioiminen olisi hyödyllisiä asioita selvittää.

LÄHTEET

Asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä 1992/1257. WWW-dokumentti.

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1992/19921257?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=ajoneuvoyhdistelm%C3%A4%20%C2%A726#L1>. Ei päivitystietoja. Luettu 8.7.2016.

Elinkeino-, ympäristö ja liikennekeskus. 2016. Yksityistien parantamisen avustaminen. WWW-dokumentti. <https://www.ely-keskus.fi/web/ely/yksityisteiden-parantamisen-avustaminen#.V-zvcPmLTIU>. Päivitetty 25.8.2016. Luettu 29. Syyskuu 2016.

Hämäläinen, Esko 2012. Yksityistien kunnossapito, kunnossapitotöiden suunnittelun ja toteuttamisen perusteet. Kerava:Suomen tieyhdistys.

Hämäläinen, Esko 2010. Yksityistien parantaminen, suunnittelun ja toteuttamisen perusteet. Kerava:Suomen tieyhdistys.

Jyväskylän kaupunki. 2016. Yksityistieavustukset. WWW-dokumentti. <http://www.jyvaskyla.fi/kadut/yksityistiet>. Ei päivitystietoja. Luettu 8. Elokuu 2016.

Kestävän metsätalouden määräaikainen rahoituslaki 34/2015. WWW-dokumentti. <http://finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150034>. Ei päivitystietoja. Luettu 25. Heinäkuu 2016.

Laki yleisistä teistä 243/1954. WWW-dokumentti. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1954/19540243>. Ei päivitystietoja. Luettu 7. Heinäkuu 2016.

Liikennevirasto. 2016. Yksityisteiden valtionavustukset, liikenneviraston ohjeita 11/2016. Helsinki : Liikennevirasto.

Luonnonvarakeskus. 2016. Teollisuuspuun kauppa. WWW-dokumentti. <http://stat.luke.fi/teollisuuspuun-kauppa>. Päivitetty 27.10.2016. Luettu 20.11.2016.

Metsäkeskus. 2016. Tuki metsäteihin. WWW-dokumentti. http://www.metsakeskus.fi/tuki-metsateihin#.V5Yb-0_VwdU. Ei päivitystietoa. Luettu 25. Heinäkuu 2016.

Metsäntutkimuslaitos. 2014. Metsätilastollinen vuosikirja 2014. Tampere: Tammerprint Oy,147 - 161.

Metsäteho Oy. 2001a. Metsätieohjeisto, liiteosa. Helsinki:Metsäteho Oy.

Metsäteho Oy. 2001b. Metsätieohjeisto, tekstiosa. Helsinki:Metsäteho Oy.

Metsäteho Oy. 2001c. Metsänviljelyopas. Helsinki:Metsäteho Oy.

Metsäteho Oy. 2001d. Puutavaran metsäkuljetuksen ajanmenekki. Helsinki: Metsäteho Oy.

Metsäteho Oy. 2008. Puun laadun säilyttäminen. WWW-dokumentti. http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/2015/03/Puun_laadun_sailyttaminen_opas_SUOMI.pdf. Ei päivytystietoa. Luettu 20.7.2016.

Metsäteho Oy. 2016. Puunkorjuu ja kaukokuljetus vuonna 2015, Metsätehon tulostulokset 4a/2016. s.l.

Piiparinen, Heikki. 2003. Metsäteiden kunnossapidon kustannukset Etelä-Suomen yksityismetsissä. Julkaisussa: Metsätieteen aikakauskirja 3/2003. Helsinki: Metsäntutkimuslaitos, 275-290.

Puuliitto. 2016. Metsäalan työehtosopimus. WWW-dokumentti. [http://www.puuliitto.fi/files/7102/MetsaalanTesVihko-2013-2017_\(paivitetty_01122015\).pdf](http://www.puuliitto.fi/files/7102/MetsaalanTesVihko-2013-2017_(paivitetty_01122015).pdf). Päivitetty 01.12.2015. Luettu 10.10.2016.

Rantamäki, Martti, Jääskeläinen, Raimo & Tammirinne, Markku 1979. Geotekniikka 464. Helsinki: Otatieto Oy.

Tiehallinto. 2004a. Painorajoituksen ajoituksen ja suuruuden määrittäminen. Alempiasteisten teiden taloudellinen ylläpito, esiselvitys. PDF-dokumentti.. http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf/3200858_painoraj.pdf. Ei päivytystietoa. Luettu 14.7.2016.

Tiehallinto. 2004b. Tietoa tiesuunnitteluun nro73. Ennakkotietoa uudesta tierakenteen mitoitusohjeesta. PDF-dokumentti. <http://alk.tiehallinto.fi/thohje/ttiens/tts73.pdf>. Ei päivytystietoja. Luettu 14.7.2016.

Tiehallinto. 2005. Tietoa tiesuunnitteluun nro 71D. Tien päällysrakenteessa käytettävät moduulit ja kestävyysmallit. PDF-dokumentti. <http://alk.tiehallinto.fi/thohje/tts71d.pdf>. Ei päivytystietoa. Luettu 15.7.2016.

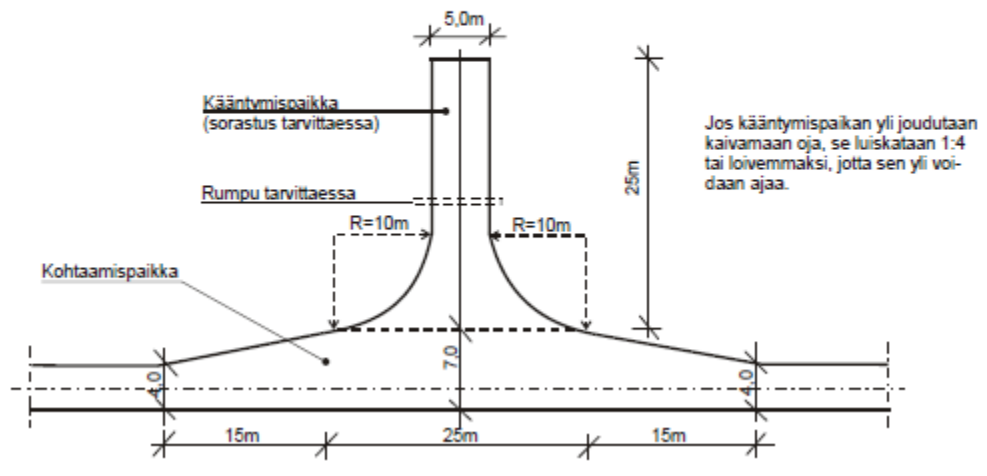
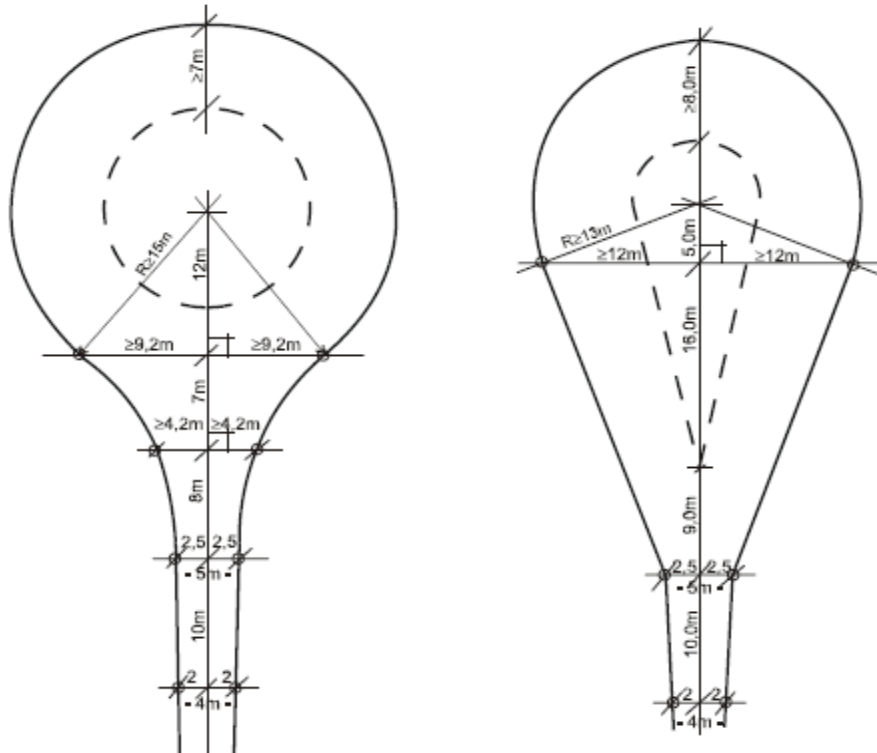
Tilastokeskus. 2016. Kuluttajaindeksin vuosi muutokset. WWW-dokumentti. http://www.stat.fi/til/khi/2016/06/khi_2016_06_2016-07-14_tau_004_fi.html. Päivitetty 14.7.2016. Luettu 11.8.2016.

Työtehoseura. 2016. Konetyön kustannukset ja tilastolliset urakointihinnat. PDF-dokumentti. <http://www.tts-nyt.fi/images/julkaisut/tiedostot/mati661.pdf>. Ei päivytystietoa. Luettu 11. Elokuu 2016.

Työtehoseura. 2016b. Metsätöiden funktiolaskentapohjat. Excel-tiedosto. <http://www.tts.fi/index.php/metsaalan-tyoehtosopimus>. Ei päivytystietoa. Luettu 11. Elokuu 2016.

Verohallinto. 2015. Verohallinnon päätös metsän keskimääräisestä vuotuisesta tuotosta. 1316/2015. WWW-dokumentti. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20151316?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=1316%2F2015>. Ei päivytystietoa. Luettu 18.10.2016.

Ärölä, Esa 2002. Metsävarojen mittaus ja arvionti. Teoksessa: Tapion taskukirja. 24. uud. p. Helsinki: Metsälehti, 300-301.

Kääntöpaikat mitoituksineen (Metsäteho Oy 2001a, 12-13)


Kuva 4. Integraattialueet sijoitettuna Suomen kartalle

