

Yksityisteiden kuljetuskelpoisuusluokitus Tarveselvitys

Metsätehon tulokalvosarja 12/2026

Pirjo Venäläinen, Jukka Malinen & Tapio Räsänen

Metsäteho Oy

Tiivistelmä

- Selvityksen tavoitteena oli kartoittaa 1) yksityisteiden kuljetuskelpoisuusluokituksen T&K-työn tilannetta, 2) metsäsektorin tarpeita kuljetuskelpoisuustyökalulle ja 3) jatkotoimenpiteiden tarpeita.
- Kuljetuskelpoisuus tarkoittaa mahdollisuutta ajaa täydellä ajoneuvoyhdistelmällä tietyllä soratien osuudella tietä rikkomatta. Kuljetuskelpoisuus vaihtelee vuodenaikojen mukaan.
- Yritysten operatiivisissa toiminnoissa hyödynnettävä kuljetuskelpoisuusluokitus koostuisi varsinaisesta kaupallisesta luokitustyökalusta, teiden kuljetuskelpoisuutta eri tilanteissa analysoivista malleista sekä mallien tarvitsemista julkisista ja yksityisistä paikkatiedoista.
- Kaupallista kuljetuskelpoisuusluokituksen työkalua ei ole vielä tarjolla. Kuljetuskelpoisuuteen vaikuttavia tekijöitä ja niiden vaikutuksia mallinnetaan parhaillaan useissa tutkimuksissa Suomessa ja muissa maissa. Mallien testauksia käynnistyy vuoden 2027 aikana. Luokituksen tarvitsemasta datasta vain osa on kattavasti, avoimesti ja ajantasaisesti saatavissa. Tutkimuksissa kartoitetaan erilaisia tietolähteitä ja tiedonkeruumenetelmiä datan saatavuuden parantamiseksi.
- Metsäyhtiöt ovat tunnistaneet useita haasteita puun korjuun ja kuljetuksen suunnittelussa sekä hyötyjä, joita luokitustyökalu toisi ko. suunnitteluun. Varsinkin ilmastonmuutos lisää olosuhteiden vaihtelua ja heikentää niiden ennakoitavuutta.
- Keskeisiä jatkotoimia ovat metsäyhtiöiden ja muiden yritysten yhteistyö käynnissä olevien T&K-hankkeiden kanssa, työkalulle kriittisten lähtötietojen ja niiden saatavuuden tunnistaminen sekä kuljetuskelpoisuusluokituksen ja sen tarvitseman datan kustannusten tarkempi arviointi.



Sisältö

1. Selvityksen tausta ja tavoitteet
2. Kuljetuskelpoisuusluokitus
 - a) Työkalu
 - b) Mallit
 - c) Datat
 - d) palvelun käyttö
 - e) Synergiat muiden työkalujen kanssa
3. T&K-hankkeiden tilanne
4. Alustava hyöty-kustannusanalyysi
5. Johtopäätökset ja jatkotoimenpiteet

Lähteet

1. Selvityksen tausta ja tavoitteet

- Kausivaihtelu aiheuttaa vuosittain 70 milj. €:n lisäkustannukset puuhuollolle. Tästä tiestön kelirikolla on merkittävä osuus sekä puun korjuulle että kuljetuksille. (Venäläinen ym. 2017).
- Tiestön olosuhteet paremmin tuntemalla ja ennakoimalla korjuita ja kuljetuksia voidaan täsmäkohdentaa eri alueille teiden kuljetuskelpoisuuden mukaan.
 - Tämä vähentää korjuu- ja kuljetushenkilöstön ja kaluston käytön kausivaihtelua, tiestöön kohdistuvia vaurioita ja puun kausivarastointia, parantaa kuljetusten liikenneturvallisuutta sekä tehostaa puunhankintahenkilöstön työtä.
- Päämääränä on yksityisteiden kuljetuskelpoisuusluokituksen esittävä kaupallinen sovellus (selainpalvelu tai mobiiliapplikaatio).
- Käsillä olevan Metsätehon selvityksen tavoitteena oli kartoittaa
 - kuljetuskelpoisuusluokituksen T&K-työn tilannetta
 - metsäsektorin tarpeita työkalulle
 - jatkotoimenpiteiden tarpeita.

Selvityksen toteutus

- Selvitys toteutettiin
 - kartoittamalla pääosin Suomessa toteutettujen ja käynnissä olevien yksityisteiden kuljetuskelpoisuusluokituksen tutkimushankkeiden tuloksia
 - haastatteleamalla aihepiirin tutkimushankkeiden, yksityistiedatoja tuottavien julkisen sektorin toimijoiden ja valtion sorateiden kehittämisen edustajia
 - haastatteleamalla selvityksen ohjausryhmään osallistuneiden metsäyhtiöiden edustajia.
- Haastatellut toimijat olivat
 - Metsä Group, Metsähallitus Metsätalous, Stora Enso, UPM-Kymmene
 - Geologian tutkimuskeskus (GTK), Ilmatieteen laitos (IL), Itä-Suomen yliopisto (UEF), Luonnonvarakeskus (Luke), Maanmittauslaitoksen Paikkatietokeskus (FGI), Maanmittauslaitos (MML), Oulun yliopisto (OY) Suomen metsäkeskus (raportissa lyhenne SMK), Suomen ympäristökeskus (SYKE)
 - Väylävirasto (valtion soratiet).
- Metsäteho kiittää haastatteluihin osallistuneita henkilöitä.
- Selvityksen tulosten pohjalta on laadittu kuvaus kuljetuskelpoisuusluokituksen työkalun
 - sisällöstä ja käyttäjäryhmistä
 - hyödyistä nykytilaan nähden
 - toteutuksen ja ylläpidon kustannustyypeistä
 - jatkotoimenpidetarpeista.

Kuljetuskelpoisuusluokituksen kuvaus

- YTPA-raportin (Venäläinen ym. 2026 (toim.)) mukaan
 - Kuljetuskelpoisuus tarkoittaa mahdollisuutta ajaa täydellä ajoneuvoyhdistelmällä (76 tonnia) tietyllä soratien osuudella tietä rikkomatta. Kuljetuskelpoisuus voidaan tarvittaessa täsmentää koskemaan mahdollisuutta ajaa esim. metsäkonetta kuljettavalla lavettiautolla tai tyhjällä tai vajaalla ajoneuvoyhdistelmällä.
 - **Staattinen kuljetuskelpoisuusluokka** kuvaa sitä, mihin luokkaan kukin tie kuuluu (luokka muuttuu vain, jos tien kantavuus muuttuu pysyvästi huonommaksi tai kunnossapitotoimenpiteen myötä paremmaksi).
 - **Dynaaminen kuljetuskelpoisuus** kuvaa sitä, mikä olosuhdetilanne tiestöllä on valittuna ajankohtana (eli onko esim. kelirikkokausi, jolloin vain kelirikkotiet ovat ajettavissa).
- Kuljetuskelpoisuus vaihtelee vuodenajan mukaan (ks. seuraava kalvo). Yksityistien liikennöitävyyteen vaikuttavat myös muut, vuodenaikavaihtelusta riippumattomat tekijät (esim. siltojen painorajoitukset, jyrkät mäet).

Kuljetuskelpoisuus- luokituksia

- Taulukossa on esitetty YTPA-raportissa esitetyt luokitukset.
- Metsäyhtiöissä on käytössä metsätietostandardin mukaisia luokituksia (sellaisenaan tai osin).
 - Osin vain lyhyillä tiejaksoilla ja osin laajemmin yleistettynä.
- Lisäksi tutkimushankkeissa on käytetty muita luokituksia.



Kuva: Solonen
ym. 2024



Metsätietostandardi: Varastopaikan kuljetus- kelpoisuus	papiNet-standardi: RoadAvailability	Metsäteho Oy:n lisäykset****
1 = Aina	AllYear – Road is available all year for all kind of traffic	Tie ajettavissa ympärivuotisesti (ml. kelirikkoaikana) (kantavuus kevät aikaan mitattuna vähintään 60 MN/m ²)
2 = Hyvä kesätie	NotInWinter – Road is not available in winter season. Only available in spring, summer and autumn season.*	Tie ajettavissa muuten ympärivuotisesti, mutta ei kelirikkoaikana (kantavuus kesä aikaan 50–60 MN/m ²)
3 = Kesä	NotInHeavyRain – Road is not available for trucks in heavy rain periods.	Tie ajettavissa vain kuivan kesän aikana ja talvella (ks. seuraava luokka) (kantavuus 30–50 MN/m ²) (30:n raja-arvo vaatii vielä tarkistamista)
4 = Talvi	NotInSevereThawing – Road is not available for trucks in severe soil frost thawing.	Tie ajettavissa vain, kun tien runko on jäässä (kantavuus alle 30 MN/m ² , raja-arvo vaatii vielä tarkistamista)
5 = Talvitie**	InWinter – Road is available for trucks only in winter season. In the Nordic region it is common with ice-roads over lakes etc in the winter season.	
	NotAvailable – Road is temporarily not available for transporting***.	

*Esimerkiksi kohteet, joissa talvihoidon toimenpiteet eivät ole mahdollisia

**Talvitiet käsitellään tässä raportissa omana tietolajinaan

***Esimerkiksi tiet, joita ei talvihoideta

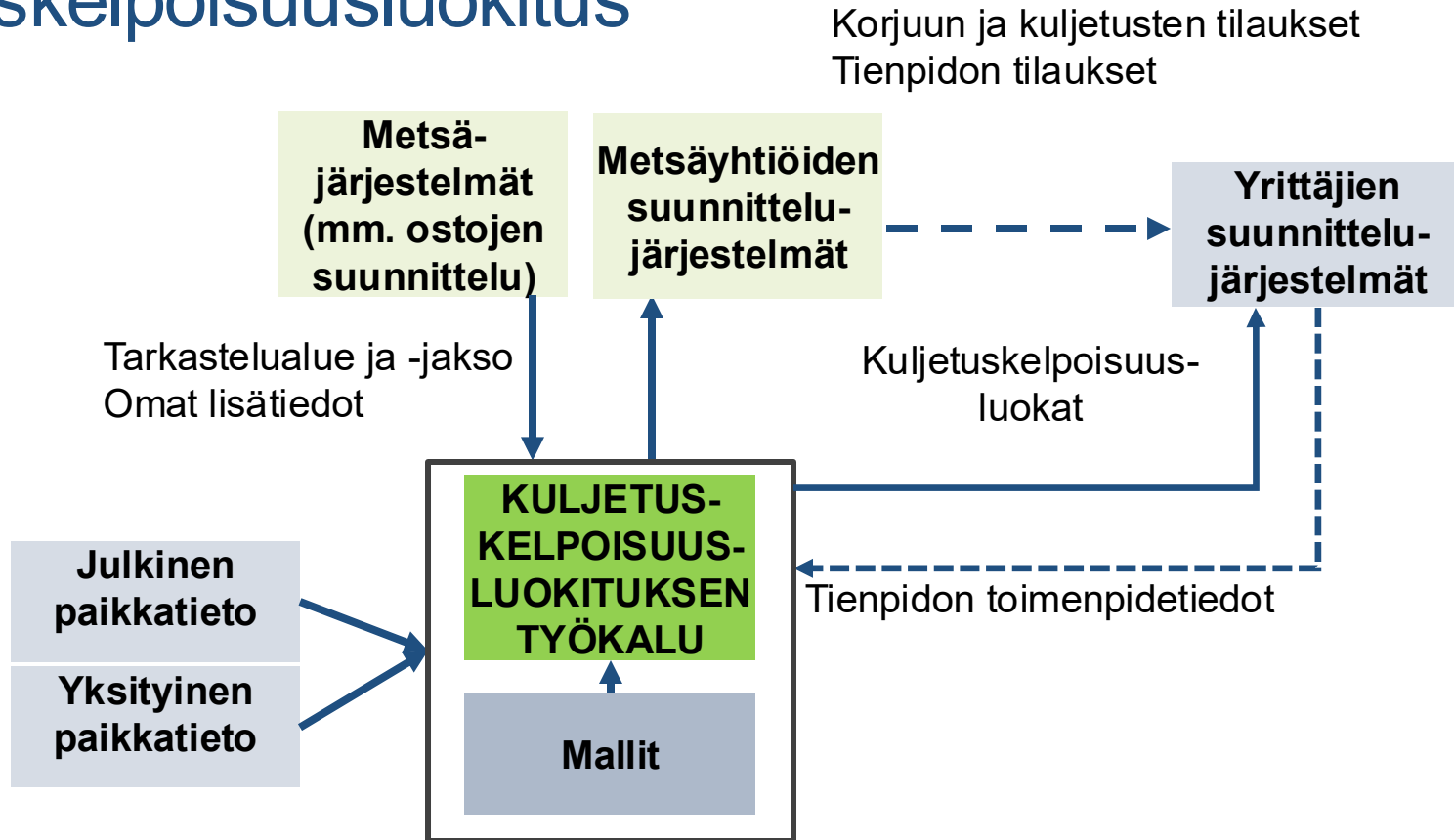
****Pohjautuen dokumenttiin Strandström 2017c

Venäläinen ym. 2026

2. Kuljetuskelpoisuusluokitus

- Yritysten operatiivisissa toiminnoissa hyödynnettävä kuljetuskelpoisuusluokitus muodostuu kolmesta kokonaisuudesta (ks. myös kaavio seuraavassa kalvossa).
 1. Kuljetuskelpoisuusluokituksen kaupallinen **työkalu**, jossa analyysi ajantasaisesta kuljetuskelpoisuudesta tehdään eri lähtötietoja ja analyysimalleja hyödyntäen. Työkalusta välitetään kuljetuskelpoisuusanalyysit sitä hyödyntäviin muihin järjestelmiin.
 2. Teiden kuljetuskelpoisuutta eri tilanteissa analysoivat **mallit**, joita kehitetään parhaillaan eri T&K-hankkeissa. Kaupallisessa työkalussa voidaan hyödyntää yhtä tai useampaa T&K-hankkeissa kehitettävää mallia, tai työkalun tarjoaja voi kehittää omia mallejaan.
 3. Julkinen ja yksityinen **paikkatieto**, jota mallit tarvitsevat luotettavan kuljetuskelpoisuusanalyysin laatimiseksi.
- Em. kokonaisuuksia, palvelun käyttöä ja synergioita muiden työkalujen kanssa on kuvattu alaluvuissa a-e.
 - Tässä raportissa esitetyt kuvaukset perustuvat metsäyhtiöiden haastatteluihin sekä kuljetuskelpoisuutta koskeneiden tutkimusten aineistoihin.
 - Yksityiskohtaisempi työkalun toimintamallikuvaus tulee laatia käynnissä olevan kehitystyön edettyä.

Kuljetuskelpoisuusluokitus



a) Työkalu

- Kuljetuskelpoisuusluokituksen työkalu koostuisi kahdesta erikseen julkaistavasta osasta.
 - **Staattinen osa** sisältää vain muuttumattomia tai hitaasti muuttuvia tekijöitä (esim. maaperätyyppi).
 - Staattista osaa voivat hyödyntää varsinkin metsäyhtiöt ostojen pitkäaikaisessa suunnittelussa ja mahdollisten riskikohteiden tunnistamisessa (korjuun ja kuljetusten ajoittaminen kvartaali- tai vuositason suunnittelussa)
 - **Dynaaminen osa** sisältää hyvin nopeastikin muuttuvia tekijöitä (esim. tietyn päivän sademäärä)
 - Dynaamista osaa voivat hyödyntää metsäyhtiöt sekä korjuu- ja kuljetusyritykset lähiajankohdan kuljetusten suunnittelussa (parin viikon aikajänteestä jopa tuntitasolle)
- Mahdollisuus lisätä **käyttäjän omia täydentäviä tietoja** tieominaisuuksista ja tienhoidon toimenpiteistä (esim. sorastuksista) auttaisi korjaamaan varsinaisen mallin antamaa tulosta.
- Kuljetuskelpoisuus voidaan esittää
 - **Tiesegmenteittäin** – Segmenttikohtaista määrittelyä hyödynnetään tiestön tarkkojen ongelmia- tai riskikohteiden tunnistamisessa (kohteet, jotka mahdollisesti tarvitsevat joko pieniä toimenpiteitä kuten sorastus tai merkittäviä toimenpiteitä kuten perusparannus)
 - **Risteysväleittäin** – Risteysvälikohtaista määrittelyä hyödynnetään kuljetusten ja kuljetusreittien suunnittelussa.

Liittymät taustajärjestelmiin ja järjestelmien roolit

- **Lähtöaineistojen järjestelmät**

- Pysyvän tiedatan järjestelmät (Kansallinen maastotietokanta KMTK, Digitraffic Road Network, GTK:n maaperätiedot)
- Metsäkeskuksen järjestelmät: Metka, kuntotiedot
- Ilmatieteen laitoksen säädatat ja -ennusteet
- SYKEN aineistot
- Täydentävät analyysit (esim. ojen syvyys) (palvelun toimittajan ja/tai muun tahon toteuttamana)

- **Metsäsektorin muut tietojärjestelmät**

- Yrityskohtaiset korjuu- ja kuljetussuunnittelun tietojärjestelmät ja metsäjärjestelmät
- Yhteiskäyttöiset tietojärjestelmät (esim. LogForce, WoodForce, Pinja Forestry Operations, LeafPoint) (analyysin näyttäminen jopa suoraan näissä)
- Tienpidon suunnittelun tietojärjestelmät
- Korjuukelpoisuusluokituksen työkalu

- **Palvelun tiedonhallinta määritellään myöhemmin**

- Esim. tiedonsiirtotavat, tietorajapinnat, muiden järjestelmien kuvaukset
- Tietoturva-asiat (tietojen jakamisen avoimuus nykyisessä turvallisuustilanteessa)

b) Mallit

- Kuljetuskelpoisuuteen vaikuttavia tekijöitä ja niiden vaikutuksia mallinnetaan käynnissä olevissa tutkimuksissa.
- Suomalaisvetoisissa tutkimushankkeissa kehitettäviä kuljetuskelpoisuuteen liittyviä malleja on kuvattu seuraavassa kalvossa.
 - Ko. malleja on usein kehitetty jo aiemmissakin hankkeissa, ja hankkeiden välillä tehdään mallikehityksen yhteistyötä.
 - Mallien ylläpitoon ja kehittämiseen jatkossa vaikuttaa niihin saatava tutkimusrahoitus (ja mahdolliset kaupalliset sopimukset). Malleja on rahoitettu julkisella rahoituksella, joten ne ovat pääosin myös kaupallisten toimijoiden hyödynnettävissä.
 - Lisäksi ko. hankkeiden toimijoilla ja muilla organisaatioilla on kuljetuskelpoisuus-malleja tukevia erillisiä malleja (esim. routa- ja maankosteusmalleja).
 - Suomen metsäkeskuksen [Yksityistiet-karttapalvelussa](#) esitetään yksityisteiden perusparannustarve, jonka taustamuuttujissa on useita samoja tekijöitä kuin kuljetuskelpoisuudessa.

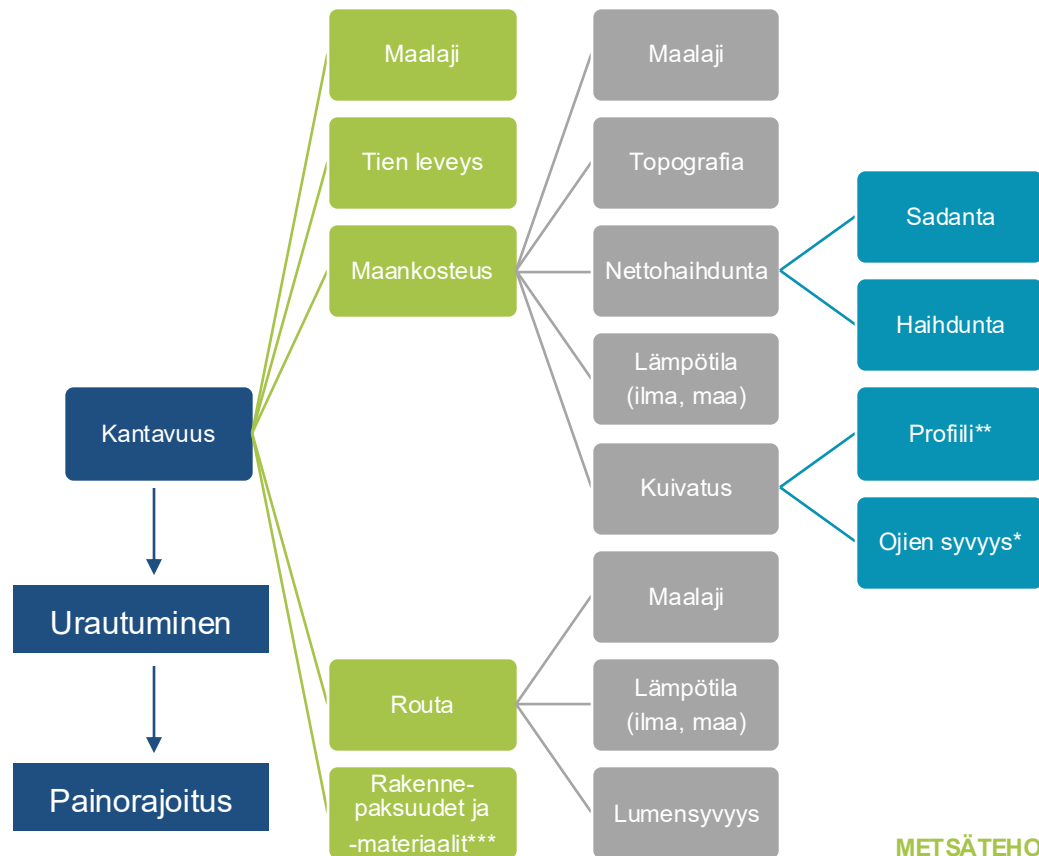
Keskeiset mallit

Mallityyppi	Malli	Aikataulu	Linkki
Kuljetuskelpoisuus-malli 1	Northern Traffic Lights -hankkeen mallit (Luke ym.)	Hanke päättyy 2028	Linkki
Kuljetuskelpoisuus-malli 2	OptiforValue-hankkeen mallit (Luke ym.)	Hanke päättyy 2028	Linkki
Kuljetuskelpoisuus-malli 3	ModyFroad-hankkeen mallit (Aalto, FGI, UEF)	Hanke päättyy 2028	Linkki
Kuljetuskelpoisuus-malli 4	SoilSeason-hankkeen mallit (UEF, Luke)	Hanke päättyy 2029	Linkki
Sorateiden tiesäämalli	Ilmatieteen laitoksen malli Työn alla mm. NTL-hankkeessa Suppeampi RoadSurf -mallikirjasto		Linkki
Maaperän vesi- ja jääpitoitusmalli	GTK, OY ym. eri hankkeissa HydroBlocks-malliin perustuva Sorateihin soveltaminen tulossa		

c) Datat

- Yksityistien kuljetuskelpoisuusluokituksen määrittämisessä tarvitaan taustadataa, josta osa on jo kattavasti, avoimesti ja ajantasaisesti saatavissa (keskeiset datat seuraavassa kalvossa ja kattavammin raportin liitetaulukossa).
 - Osa avoimesta taustadatasta on saatavissa vain rajallisesti tai sitä ei päivitetä säännöllisesti.
 - Osa datasta ei ole saatavissa avoimesti ollenkaan, jolloin sen saatavuus tulisi varmistaa kaupallisin sopimuksin.
- Tutkimushankkeissa tutkitaan ja mallinnetaan eri lähdedatojen merkitystä luotettavan kuljetuskelpoisuusluokituksen määrittämisessä.
 - Lähdedatoja, niiden mahdollisia julkisia lähteitä ja niiden keräämiseen hyödynnettyjä tiedonkeruumenetelmiä on kuvattu tämän raportin erillisessä KUKL tietolajit - liitedokumentissa.
 - Eri tekijöiden kriittisyys kuljetuskelpoisuuden määrittämisessä tarkentuu vuonna 2027 tutkimushankkeiden mallitestausten yhteydessä.
 - Merkittävimpien tekijöiden tunnistaminen on tärkeää, jotta tiedonkeruutarpeita voidaan rajoittaa mm. tiedonkeruun ja käsittelyn kustannusten pitämiseksi kohtuullisina.

Kuljetuskelpoisuuden määrittäviä tekijöitä



- Eri tekijöiden vaikutuksen suuruus riippuu osin ajankohdasta.
- Tekijöiden vaikutus on osin kaksisuuntainen (esim. urautumisen perusteella voidaan tunnistaa heikkolaatuisia teitä).

*maalajista riippuen
**sivukaltevuus, reunapalteet
***erikseen syötettävä tieto



Pitkäkestoisen tiedonkeruun menetelmiä

- Seuraavaan kalvoon on koottu esimerkkejä tietiedon keruumenetelmistä, jotka soveltuisivat kuljetuskelpoisuusluokituksen ja sen mallien kalibrointiin, ylläpitoon ja kehittämiseen.
- Menetelmien tulee olla
 - melko helppoja ja edullisia hankkia ja käyttää, jotta niillä saavutetaan alueellisesti kattava tiedonkeruu
 - kustannuksiin nähden riittävän luotettavia, jotta syntyvää dataa voidaan aidosti hyödyntää
 - automaattiseen tiedonsiirtoon sekä standardoituihin rajapintoihin ja tietformaattien pohjautuvia, jotta tiedon hyödyntäminen on ohjelmallisesti tehokasta.
- Menetelmiä ei voi olla kerralla kovin monia mm. erilaisten rajapinta- ja jatkokäsittelyvaatimusten takia.
- Soveltuvien menetelmien tunnistaminen ja testaaminen sekä tiedonkeruun käytännön organisoinnin ja kustannusjaon toimintamalli vaativat erillisselvityksen.

Tiedonkeruumenetelmiä ja mitattavia tekijöitä

Kaukokartoitus

Satelliitit, tutkat, ilmakuvauus, laserkeilaus, droonikuvaus ja -mittaus

Tien yläpuolella tehtävät mittaukset

Mobiilitutkat ja -laserkeilaimet, pudotuspainomittaukset, ajoneuvoanturit, tiestökuvaus

Tienpinnassa tehtävät mittaukset

Lämpötila-anturit, manuaaliset mittaukset, koekuormitukset

Tienpinnan alapuolella tehtävät mittaukset

Lämpötila-, kosteus-, routa- ja maanpaineanturit
Maanäytteet

Ilman lämpötila, nettohaihdunta

Liikennöinti, tienpidon toimenpiteet

Lumi

Urautuminen, reunapalteen, routanousut, ojien kunto

Tien leveys sekä pituus- ja sivukaltevuus Ojitus

Tierakenteen lämpötila, kosteus, routa

Tien pintamateriaali Tierakenteen paksuudet ja materiaalit Maalaji



Menetelmät ja mitattavat tekijät on kuvattu tarkemmin erillisessä KUKL Tietolajit -liitetaulukossa

Täydentävät yksityiset tietolähteet

- Kuljetuskelpoisuusluokituksen ja muissa sorateiden kuntoon liittyvissä T&K-hankkeissa on hyödynnetty monenlaisia mittausmenetelmiä, joilla on tarkennettu yksityisteiden pysyviä ominaisuuksia sekä seurattu tiestön olosuhteita ja kantavuuden vaihtelua (ks. tarkemmin KUKL Tietolajit -liitetiedosto ja Rantala ym. 2026).
 - Ko. menetelmien käyttö on usein kohdistunut rajatulle alueelle, ja menetelmiltä on vaadittu korkeaa luotettavuus- ja tarkkuustasoa. Kalleimmillaan mittauslaitteistot ovat maksaneet useita kymmeniä tuhansia euroja.
- Kaupallisen kuljetuskelpoisuusluokitustyökalun ja siinä hyödynnettävien mallien kehittäminen ja ylläpito vaativat julkisia tietolähteitä täydentävää tiedonkeruuta.
 - a) Osin tiedonkeruuta voidaan yhdistää erillisiin T&K-hankkeisiin (maksulliset paikkatietoaineistot ja tiedonkeruulaitteistot).
 - b) Osin tarvittaneen työkalun tarjoajan, sen käyttäjien ja näiden yhteistyökumppaneiden yhdessä toteuttamaa, pitkäkestoista tiedonkeruuta (tarkemmin seuraavassa kalvossa).
 - c) Yhtenä vaihtoehtona on myös se, että käyttäjä syöttää työkaluun omista teistään täydentävää tietoa (esim. tierakennetiedot, tienpidon toimet, liikennemäärät), joka otetaan huomioon työkaluanalyysin tuloksessa.

Yksityisiä tiedonkeruumenetelmiä

	Vahvuuksia	Heikkouksia
Tieanturit (lämpötila, kosteus, routa, maanpaine)	Halvimmat edullisia Anturityypistä riippuen datat eivät vaadi paljoa jatkotulkintaa	Paikallinen Vaatii tienomistajan luvan
Tiesääasemat	Eri datoja samasta kohteesta Datat eivät vaadi paljoa jatkotulkintaa	Paikallinen Vaatii tienomistajan luvan Asentamisessa oltava tarkka
Ajoneuvon FMS-data	Laaja alueellinen kattavuus Data syntyy muun työn ohessa Anturien yleistyminen (automaatio) Käyttöä myös päästölaskennassa	Data vaatii jatkoanalysointia
Erilliset ajoneuvoanturit	Laaja alueellinen kattavuus Anturityypistä riippuen datat eivät vaadi paljoa jatkotulkintaa	Antureiden toimivuutta seurattava Rikkoutumisriski
Tiestökuvaus+ kone näköanalyysi	Laaja alueellinen kattavuus Aineiston monipuolisuus	Data vaatii jatkoanalysointia Kameran asentamisessa oltava tarkka

Lisäksi voidaan erikseen sopia kalliimpien menetelmien tai niiden mittaustulosten hyödyntämisestä (esim. pudotuspainomittaukset).



d) Palvelun käyttö 1

- Kuljetuskelpoisuusluokituksen mahdollisia käyttökohteita ovat:
 - A. Metsäyhtiöiden pitkän aikajänteen kuljetussuunnittelu* (vuosi/kvartaali)
 - B. Metsäyhtiöiden & korjuu- ja kuljetusyritysten keskipitkän ajan kuljetussuunnittelu* (kuukausi/viikko)
 - C. Korjuu- ja kuljetusyritysten lähiajan kuljetussuunnittelu* (viikko/päivä/tunti)
 - D. Tienpidon toimenpidetarpeiden tunnistaminen
 - E. Tiekunnat ja tiehoitokunnat (varsinkin painorajoitusten asettaminen)
 - F. Muiden toimialojen ja julkisen sektorin käyttötarpeet (räätälöinneistä sovitaan valitun toimittajan kanssa)

**Varsinaisten puukuljetusten ja metsäkoneiden lavettikuljetusten suunnittelun lisäksi otettaisiin eri aikajänteillä huomioon mm. ostojen ja tienvarsivarastojen sijoittelun suunnittelu, jolloin päätökset linkittyvät myös korjuun suunnitteluun.*

Palvelun käyttö 2

- Kuljetuskelpoisuusluokitukseen **ei** itsessään sisälly, mutta tarvittaessa samaan työkaluun voi harkita näitä tietoja:
 - **siltojen painorajoitukset ja muut ajon täysin estävät rajoitukset**
 - Digitraffic Road Networkin (eli entisen Digiroadin) datat
 - Lisäksi Metsäkeskus on kartoittanut siltojen kuntoja, mutta ei ota kantaa painorajoitustarpeisiin ([Yksityisteiden ja siltojen kuntotietokartta](#)).
 - tienkäyttäjien havainnot esim. tulvista tai sortumista
 - yhteystiedot metsäyhtiöiden ja yrittäjien käyttöön (GDPR-haaste)
 - tiehoitokunnat/tieisännöitsijä (olivat aiemmin Metsäkeskuksen karttapalvelussa); yksityistierekisteri
 - Elinvoimakeskukset (kelirikkoajan ajot)
 - yksityisteiden omistajuustieto ja kiinteistörajat
 - teiden käyttöluvat, varastojen sijoittelu, arvio tien kunnosta
 - esim. tiedon jakaminen ainakin palvelun käyttäjien kesken
 - tiehoitokuntien toiminta-alueiden rajat
 - Metsäkeskuksen karttapalvelussa käyttöoikeusyksiköt [Suomen metsäkeskuksen tiekuntakartta](#)
 - puun kielletyt varastointipaikat yleisten teiden varressa (ks. myös Metsätehon raportti varastopaikkavalinnan suunnittelusta (Rieki ja Malinen 2026))
 - siltojen kunto
 - tien pistemäiset kunnostustarpeet.

Käyttäjärühmät ja käyttöoikeudet

- Kuljetuskelpoisuusluokitustyökalun potentiaalisia käyttäjäryhmiä ovat
 1. **Palvelun kehittäjät (=palvelun ensivaiheen tilaajat)**
 2. **Palvelun tilaajat** (maksavat työkalun käytöstä)
 - metsäsektorin kuljetuksenantajat
 - korjuu- ja kuljetusyrietykset
 - kokeneille yrittäjille riittävä lisäarvo varmistettava
 - muut metsäsektorin prosessit (metsänhoitokoneiden siirrot, taimikuljetukset)
 - tienpidon yrittäjät
 - yksityisteiden muut omistajat
 - tiekunnat ja tiehoitokunnat
 - muiden toimialojen ja julkisen sektorin toimijat - esim. energia-, viestintäverkko-, kaivos- ja puolustus- ja pelastussektorit (sopivat räätälöinnistä palvelun toimittajan kanssa)
 - vapaa-ajan liikkujat.
- Luotettava kuljetuskelpoisuusluokitus tarvitsee monenlaisia taustadatoja ja mallikehitystä, joten laaja käyttäjäryhmä on tarpeen kohtuullisen kustannustason ja riittävän kehitystyön varmistamiseksi.



e) Synergiat muiden työkalujen kanssa

- **Metsämaan korjuukelpoisuusluokitus**

- Kehitetty eri hankkeissa yhdessä mm. Ilmatieteen laitoksen kanssa (Harvester Seasons)
- Metsäyhtiöiden haastatteluissa oli eriäviä näkemyksiä siitä, tulisiko korjuu- ja kuljetuskelpoisuusluokitusten olla samassa työkalussa.
 - Korjuuta ja kuljetuksia suunnitellaan kuitenkin käytännössä rinnakkain. Sekä korjuu- että kuljetuskelpoisuuden on oltava alueella riittävä, jotta toimintoja voidaan sinne suunnitella. Yhteys prosessien välillä on siis tarpeen ottaa joka tapauksessa huomioon (varsinkin tukkipuulla).
 - Kuljetuskelpoisuusluokituksen määrittelyssä tunnistettu taustadata voi olla osin käyttökelpoista myös korjuukelpoisuuden määrittämiseen.
 - Jatkotoimenpide-ehdotus: edistetään toistaiseksi vain kuljetuskelpoisuusluokitustyökalua, mutta otetaan yhteys korjuukelpoisuuteen huomioon ja seurataan sen työkalujen kehitystä.

- **Kuljetusten päästöraportointi**

- Päästöraportointia koskeva CountEmissionsEU-asetus on astunut voimaan.
- Kuljetuskelpoisuusluokituksen tuottamat tiestö- ja olosuhdetiedot voivat auttaa selittämään kuljetusreiteiltä raportoitujen päästöjen eroja.
- => Jatkotoimenpide-ehdotus: Synergian kehittäminen ei ole keskeistä tässä vaiheessa.

3. T&K-hankkeiden tilanne

- Kuljetuskelpoisuusluokitukseen liittyvät käynnissä olevat tutkimushankkeet, joissa on suomalaisia partnereita, on esitetty malleja esittävässä kalvossa 13.
 - Hankkeissa kehitettävien mallien tilanne tarkentuu vuonna 2027 käynnistyvien testausten yhteydessä.
- Hankkeissa tunnistettuja kuljetuskelpoisuudelle keskeisiä taustatekijöitä on esitetty tämän raportin dataosuudessa (luku 2c) ja tarkemmin erillisessä KUKL tietolajit -liitetaulukossa.
- Seuraavaan kalvoon on koottu tutkimusraporttien ja haastatteluiden pohjalta T&K-työn jatkotarpeita.
 - Kuljetuskelpoisuusluokituksen tiekarttatyö on myös osa Northern Traffic Lights – tutkimushanketta.

Kehitys- ja jatkotutkimustarpeita

	Lyhyt aikajänne	Pitkä aikajänne
Mallit	Mallien jatkokehittämiseen tarvittava T&K-rahoitus Uudet pilottialueet nykyisten hankealueiden ulkopuolella	Mallien ylläpitoon tarvittava T&K-rahoitus
Avoin julkinen tieto		Maalajitiedon kattavuus ja resoluutio (Maaperäpilotin suosituksia) 20 pisteen laserkeilausaineiston tiiviimpi frekvenssi
Julkisesta tiedosta analysoitava tieto	Pituuskaltevuustieto	
Yksityisen sektorin data	Halvempien antureiden ja -sääasemien vertailu kalliimpiin Ajoneuvojen omien ja erillisantureiden testaus ja kust. tehokkuus, rajapinnat (ajoneuvovalmistajien haastattelut) Tietomallien määrittäminen (mm. YTPA-työryhmä)	Mallien kalibrointiin ja kehittämiseen tarvittava yksityinen mittausverkosto (varsinkin heikon kantavuuden ajaksi)
Tienomistajan oma data	Tietomallien määrittäminen (mm. YTPA-työryhmä); kantavuus, tierakenteet, sorastus ja auraus	
Yleistä	Tiedonkeruumenetelmien rajapintojen, tietomallien ja termien yhtenäistäminen Tekoälytyökalujen hyödyntäminen havaintojen yhdistämisessä, analysoinnissa ja mallien kehittämisessä	

4. Alustava hyöty-kustannusanalyysi

- Tässä selvityksessä on tarkasteltu kuljetuskelpoisuusluokitustyökalun hyötyjä ensisijaisesti metsäyhtiöiden näkökulmasta. Jossain määrin on esitetty hyötyjä myös muille puuhuollon toimijoille.
 - Nykytilan haasteita, ilmastonmuutoksen tuomia lisähaasteita ja työkalulla saavutettavia hyötyjä on kartoitettu aiempien tutkimusten ja metsäyhtiöhaastatteluiden pohjalta.
 - Hyötyjen kustannusvaikutuksia ei ole arvioitu.
- Kustannuskelpoisuusluokitustyökalun kustannuksia on tarkasteltu tässä vaiheessa vain karkeasti kustannusluokittain.
- Analyysia on tarpeen täydentää myöhemmissä vaiheissa.

Nykytilan haasteita

- Niinistön (2019) kuljetuskelpoisuusluokitusta koskeneiden metsäyhtiöhaastatteluiden mukaan **haasteita** korjuun ja kuljetusten suunnitteluun ja toteutukseen aiheuttavat varsinkin seuraavat tilanteet. Vastauksia on täydennetty vuoden 2026 metsäyhtiöhaastatteluiden pohjalta. Samat tilanteet nousivat esille myös näissä haastatteluissa.
 - nykyiset, usein **subjektiiviseen arvioon** perustuvat metsäyhtiökohtaiset kuljetuskelpoisuusluokitukset
 - **kelirikkorajoitusten asettaminen**
 - kelirikon vaikutusten arvioinnin haastavuus, tarpeettomat kelirikkorajoitukset, vuosittaiset erot suuria
 - **kevätkelirikot**
 - Vuosittaisena ilmiönä osin ennakoitavissa, mutta tarkka ajankohta vaihtelee paljonkin
 - kuljetuskelpoisuuden **nopea heikentyminen** jopa leimikon korjuun aikana
 - Voi vaatia useita keskusteluita tiekuntien kanssa, jotta varsinkaan tukkipuu ei jää ns. kevätkelirikon taakse pilaantumaan
 - Subjektiiiset arviot kuljetuskelpoisuudesta muuttuvat nopeasti vääriksi.
 - tavanomaisesta **poikkeavat sade- ja kuivuuskaudet** (ennustettavuus vaikeaa)
 - **syyskelirikkojen** yleistyminen varsinkin Etelä-Suomessa (kevätkelirikkoja heikommin ennustettavissa, vuorottelua pakkauskausien kanssa, jopa talvikelirikkoja)
 - puunhankinnan **henkilöresurssien rajallisuus** ja korjuun suunnittelun siirtyminen yhä enemmän korjuuyrityksille => arvio kuljetuskelpoisuudesta perustuttava uusiin tietolähteisiin
 - **turvemaiden hakkuupotentiaalin hyödynnettävyys** heikosti kantavalla tiestöllä.

Muita haasteita (Väätäinen ym. 2025)

- Yksityisteiden **korjausvelan** kasvaminen (Solonen ym. 2023)
 - Korostuu tällä hetkellä Suomen huonon taloustilanteen takia
- Kuljetusten tarpeisiin **liian kevyesti rakennetut tiet** (Kaakkurivaara ym. 2015) varsinkin Pohjois-Suomessa
- **Tien kuivatuksen puutteet** yleisiä (Greis ym. 2019)
- Huonokuntoiset tiet
 - madaltavat kuljetusnopeuksia tai lisäävät tarvetta kiertoreittien käyttöön, jolloin **kuljetuskustannukset nousevat**
 - lisäävät **kuljetuskaluston rikkoutumisriskiä**
- **Nopeat ja suuret pudotukset** kantavuudessa (Väätäinen ym. 2025)
 - Tien kantavuus voi pudota jopa 10–15 %:iin maksimikantavuudesta.
 - Eräässä tutkimuskohteessa tien kantavuus putosi lauhana päivänä 45 % pakkasyön aikaisesta kantavuudesta.

Metsäyhtiöhaastatteluissa mainittuja haasteita

- **Tiekuntien/tiehoitokuntien** (subjektiiviset) **näkemykset** tien ajettavuudesta (datapohjaiselle keskustelulle tarvetta)
 - Ajoista sopiminen kiireellistä mm. hyönteistuhokausien lähestyessä
- Etukäteen tarvittavien tienpidon **toimenpidetarpeiden** tunnistaminen (proaktiivisuutta lisäävä)
- Kuljetuskelpoisuuden arvioinnissa tarpeen katsoa erikseen **kääntöpaikat, liittymät** yleiseen tieverkkoon ja **tienvarsivarastojen** paikat
- Eri kuljetuskelpoisuusluokkiin kuuluvien teiden käytännön **tunnistaminen**
- **Hyvin paikalliset sadekuurot** (tieto näistä vaikeasti saatavilla)
- **Suuret erot teiden** kunnossa pienelläkin alueella mm. niiden omistajatyypin mukaan
 - Heikoin lenkki voi määrittää laajankin alueen liikennöitävyyttä.
 - Muuta tieyhteyden tasoa heikommat kohdat tarpeen tunnistaa.



Ilmastonmuutoksen tuomia haasteita (Väätäinen ym. 2025 ja metsäyhtiöhaastattelut)

- **Lämpötilojen yleinen nousu**
 - Ennuste: Lämpötilan 3–4 asteen nousu talvisin ja 2 asteen nousu kesäisin vuosina 2040–2069 vuosiin 1981–2010 verrattuna (Ruosteenoja ja Jylhä 2021)
- **Ääri-ilmiöiden** yleistyminen (rankat sateet, kuivuus ja lämpötilat), usein hyvin paikallisia ilmiöitä
 - => Keskiarvo-oletukset eivät ole riittävät.
- **Nopeat muutokset yleistyvät** ja ennustettavuus heikkenee
- **Talviajan kantavat pakkasajat lyhenevät** varsinkin Etelä-Suomessa ja niiden ennustettavuus heikkenee
 - Samalla paine lisätä talvihakkuita kasvaa
- **Sademäärien** aiempaa suuremmat vaihtelut
- Kovien kuurosateiden myötä hyvin nopeasti ilmestyvät **tulvat**
- **Talviajan sateiden** yleistyminen
 - => Tarve puun **varastoinnille** ja terminaalien käytölle kasvaa. => lisäkulut ja laatuvaikutukset
 - => Riski kuljetusten **keskeyttämistarpeelle** kasvaa.
 - => Päätöksentekoon tarvitaan yhä ajantasaisempaa olosuhdetietoa.



Kuljetuskelpoisuusluokituksen hyötyjä 1

- Niinistön (2019) haastatteluissa metsäyhtiöt tunnistivat kuljetuskelpoisuusluokituksen mahdollisia hyötyjä. Ne on esitetty alla tämän selvityksen haastattelutulosten mukaisessa tärkeysjärjestyksessä:
 - Riski tievaurioiden **korvaus- ja korjaustarpeisiin pienenee**.
 - Tieverkon kehittäminen ja **ongelmien ennaltaehkäisy** helpottuu (ongelmakohtien helpompi löytäminen).
 - Puuhuollon **varmuus** ja toiminnan **suunnitelmallisuus** parantuvat.
 - Kuljetusaikataulultaan joustavamman **kuitu- ja energiapuun kuljetuksia voidaan ajoittaa** nykyistä helpommin kuljetuskelpoisuuden mukaan.
 - Kuljetusten **vaaratilanteiden ehkäiseminen** (varsinkin kuljettajilla, joille alue ei ole tuttu)
 - **Uusien teiden rakentamistarve vähenee**, kun nykyistä tieverkkoa voidaan hyödyntää tehokkaammin.
 - Puu saadaan nopeammin metsästä teollisuuden käyttöön.
 - Sahapuun laadukkuus, parempi kuitu- ja mäntyöljysaanto, kuitupuun keittokemikaalien tarve pienenee
 - Katkotun puun **varastoja voidaan pienentää**, kun hakkuita voidaan suunnitella paremmin.
 - => Varastoinnin **laatuvaikutukset pienenevät**.

Kuljetuskelpoisuusluokituksen hyötyjä 2

- Tämän selvityksen metsäyhtiöhaastatteluissa nousivat esille myös nämä hyödyt (esitetty tässä prosessien etenemisjärjestyksen mukaan):
 - **Maastokäyntien määrää** voitaisiin vähentää entisestään.
 - Toisaalta maastokäyntien määrä ja siten oman henkilöstön kokemus/osaaminen tieolosuhteista vähenee metsävaratiedon digitalisoituessa.
 - Reaaliaikaista dataa myös **korjuuoperaatioiden suunnitteluun**
 - **Varastojen sijainnin** tarkempi suunnittelu tiestön kantavuuden mukaan.
 - Tarvittaessa jatkettu lähikuljetus tai vaihtoehtoinen reitti leimikolta.
 - **Pistemäisten korjaustarpeiden** tunnistamisella ajoissa voidaan mahdollistaa kuljetukset jopa hyvin laajalla alueella (pullonkaulakohtat).
 - Tiestön korjauksiin käyttävien **rahojen kohdentaminen** tehokkaasti.
 - Kantavuuden ennustaminen varsinkin **ennen kelirikko- ja hyönteistuhokausia**, jotta puiden pilaantumisriskiä voidaan vähentää.
 - Tukea **väliaikaisten painorajoitusten** ajankohtien määrittämiseen (metsäyhtiöt omilla teillään ja tiekunnat/tiehoitokunnat omillaan)
 - Varmistettava, että luokitustyökalu tuo riittävästi lisäarvoa varsinkin alueensa hyvin tunteville **yrittäjille** (=>maksuvalmius)
 - Kuljetuskelpoisuusluokitus tuottaisi dataa ja dokumentaatiota **jälkikäteiskeskusteluihin** tiekuntien ja kuntien kanssa (esim. turhien keliirikkorajoitusten poistaminen, korjausvaatimukset).
 - Data apuna kuljetusten puun **vastaanottoon saapumisajankohtien** arviointiin (varsinkin jos käytössä vastaanoton aikaikkunoita)
 - Esim. yöpakkasten hyödyntäminen

Kuljetuskelpoisuusluokituksen hyötyjä 3

- Tämän selvityksen metsäyhtiöhaastatteluissa nousivat esille myös nämä yleiset hyödyt, jotka eivät liity tiettyihin prosessivaiheisiin:
 - **faktapohjainen** päätöksenteko subjektiivisten arvioiden sijasta
 - faktapohjaisuus tukee myös suunnittelun ja prosessien **automatisointia**
 - valtakunnallisesti ja henkilöstön osaamistasosta riippumatta **yhtenäisempi** toimintamalli
 - mahdollisuus **ennakoida ja reagoida** olosuhteiden ja kantavuuden nopeisiin ja paikallisiin muutoksiin, joihin pelkällä käytännön kokemuksella ei pysty varautumaan
 - Työkalun tuoma tuki henkilöstön päätöksentekoon vähentää **töihin liittyviä paineita**.
 - **virheellisten tilannearvioiden** vähentyminen.

Kuljetuskelpoisuusluokituksen hyötyjä 4

- Muissa lähteissä on esitetty myös seuraavia näkökohtia, joihin kuljetuskelpoisuusluokituksella voitaisiin vaikuttaa.
 - Tiestön huono kunto heikentää **kuljettajien työssäviihtyvyyttä** ja siten lisää kuljettajapulaa.
 - Luokituksella voitaisiin vähentää ajoja huonokuntoisilla teillä.
 - Uusi **kaukokartoitusdata ja sen kehittyvä analysointi** mm. tekoälyllä edistävät luokitustyökalun hyödyllisyyttä
 - Luokitus helpottaisi **yöpakkasten hyödyntämistä** muuten heikon kantavuuden aikana
 - Hyödyntämismahdollisuus on kuitenkin rajallinen, jos tielle on jo asetettu painorajoitus.
 - Kuljetuskelpoisuusluokituksella **varmennetaan liikennöitävyyttä**, vaikka yksityistielle ei olisi asetettu väliaikaista painorajoituskylttiä. Toisaalta luokitustulos antaa perusteita turhien painorajoitusten poistamiseen.

Nykytilanteessa syntyviä kustannuksia

- Metsäyhtiöhaastatteluissa nousivat esille seuraavat kuljetuskelpoisuuteen liittyvät kustannukset:
 - Yksityisteiden **korjaukset**, sorastukset ja lanaukset (ennen kuljetuksia tai niiden jälkeen)
 - Yrittäjien ja oman henkilöstön **maastokäynnit** ennen korjuuta ja kuljetuksia
 - Käynneillä tosin myös muita tarpeita (esim. kääntöpaikkojen soveltuvuuden arviointi)
 - Puun **varastointi** kelirikon varalta
 - **Lukuisat ajolupaneuvottelut**, jos teiden kantavuus heikkenee nopeasti, yllättävän aikaisin tai juuri ennen hyönteistuhokautta.

Kuljetuskelpoisuustyökalun kustannukset

- Kuljetuskelpoisuusluokituksen kustannuksia on tunnistettu tässä vaiheessa vasta kustannustyyppitasolla.

1. Valmistelevien toimien kustannukset

- Yritysten yhteistyö malleja kehittävien T&K-toimijoiden kanssa
- Datan saatavuuden varmistamiseen liittyvä yhteistyö

2. Määrittelyn kustannukset

- Työkalun sisällöllisen ja teknisen määrittelyn toteutus sille tasolle, että sen pohjalta voidaan pyytää tarjous työkalun toteutuksesta

3. Toteutuksen kustannukset

- Ml. palvelun testaus, hyväksyntä, käyttöönotto ja integrointi käyttäjien muihin järjestelmiin
- Palvelun tarjoajalta ostettava palvelu, kustannus määräytyy tarjousten mukaan
- Tarvittavien rajapintojen määrä (ml. datan tuottajat)

4. Ylläpidon kustannukset

- Palvelun tarjoajalta ostettava palvelu, kustannus määräytyy tarjousten mukaan
- Tarvittavan datan kustannukset suhteessa palvelun tilaajien lukumäärään

5. Kehittämisen kustannukset

- Erikseen sovittava kehittämistyö, josta voi vastata palvelun tarjoaja, palvelun tilaajat tai muut yhteistyötahot
- Tarvittaessa täydentävä tutkimusyhteistyö yliopistojen kanssa erillisellä hankerahoituksella

5. Johtopäätökset ja jatkotoimenpiteet

- Suomessa metsäyhtiöillä on käytössään yksityisteiden kuljetuskelpoisuusluokituksia, jotka perustuvat tällä hetkellä oman henkilökunnan subjektiivisiin arvioihin.
 - Arviot ovat myös melko staattisia eikä niissä juurikaan hyödynnetä paikkatietoja.
- Metsäyhtiöillä on tarve nykyistä dynaamisemmalle ja luotettavammalle yksityisteiden kuljetuskelpoisuusluokittelulle.
 - Tarvetta lisäävät ilmastonmuutoksen myötä yleistyvät sään ääri-ilmiöt, nopeat vaihtelut ja merkittävät alueelliset erot.
 - Luokittelutyökalun käyttäjiä olisivat metsäyhtiöt itse sekä näiden käyttämät korjuu-, kuljetus- ja tienpidon yrittäjät. Työkalua voisivat hyödyntää myös muiden sektoreiden kuljetuksenantajat, tieisännöitsijät ja muut tiekuntia palvelevat yrittäjät.
- Kuljetuskelpoisuuden vaihtelua ja vaihtelua selittäviä tekijöitä on tutkittu ja tutkitaan parhaillaan mm. Suomessa, muissa Pohjoismaissa ja Kanadassa.
 - Valmiita kuljetuskelpoisuusmalleja ei vielä ole, joten T&K-hankkeiden ja yritysten välinen yhteistyö on tarpeen kehitteillä olevien mallien vertailussa ja testaamisessa sekä luotettavien mallien kehittämisessä.

Johtopäätökset ja jatkotoimenpiteet 2

- Tavoitteena on, että kuljetuskelpoisuutta luokiteltaisiin kaupallisella työkalulla, joka olisi integroitavissa yritysten eri järjestelmiin (varsinkin kuljetusten ja tienpidon suunnittelussa, mutta myös yhteys korjuun suunnitteluun ja korjuukelpoisuustyökaluihin on olennainen).
- Luotettava ja hyödyllinen kuljetuskelpoisuustyökalu edellyttää
 - toimivat mallit kuljetuskelpoisuuden eri tekijöiden vaikutusten kuvaamiseen
 - mallien tarvitsemaa staattista ja dynaamista dataa, jonka tulee olla tarpeeksi kattavaa, ajantasaista ja luotettavaa
 - tekniset rajapinnat ja visualisoinnit työkalun tulosten hyödyntämiseksi.
- Työkalun tulisi kokonaisuutena vastata eri käyttäjäryhmien tarpeisiin riittävää lisäarvoa luoden ja kustannustehokkaasti.

Johtopäätökset ja jatkotoimenpiteet 3

- Tässä selvityksessä on tunnistettu useita kuljetuskelpoisuusluokituksen työkalulla potentiaalisesti saavutettavia hyötyjä.
 - Työkalun kehittämisen ja ylläpidon kustannuksia on kuvattu vasta hyvin karkealla tasolla. Kustannusten tarkempi arviointi onkin yksi keskeinen jatkotoimenpidetarve.
 - Kustannusarvioita voidaan tarkentaa T&K-hankkeiden kehittämien mallien tulevien testausten pohjalta. Tällöin tarkentuu mm. työkalulle kriittiset lähtötiedot ja niiden nykyinen saatavuus.
 - Samalla tarkentuu kuljetuskelpoisuusluokituksen työkalun toteutettavuuden aikataulu. Työkalun käyttöönotto voidaan tehdä myös vaiheittain (aluksi vain staattinen luokitus, vaikka varsinaiset hyödyt saavutetaan vasta dynaamisen työkalun myötä).

Lähteet

Greis I, Perälä M, Perälä T, Teppo M (2019) Metsänhoidon suositukset metsäteiden kunnossapitoon, työopas.

<https://tapio.fi/wp-content/uploads/2020/09/Metsanhoidon-suositukset-metsateiden-kunnossapitoon-TAPIO-2019.pdf>

Kaakkurivaara T, Vuorimies N, Kolisoja P, Uusitalo J (2015) Applicability of portable tools in assessing the bearing capacity of forest roads. Silva Fennica vol. 49 no. 2 article id 1239. <https://doi.org/10.14214/sf.1239>

Niinistö T (2019) Arbonaut Oy:n kuljetuskelpoisuusmallin tarpeet ja mahdollisuudet. Kandidaatintutkielma, Helsingin yliopisto.

Rantala T, Kurkela M, Lukkari T, El Issaoui A, Hyyppä H, Hyyppä J, Kärhä K (2026) Methods and Approaches for Assessing and Predicting Forest Road Condition and Trafficability - a Review. Current Forestry Reports 12 (1).

<https://doi.org/10.1007/s40725-026-00284-w>

Riekkä K, Malinen J (2026) Puutavaran tienvarsivarastojen automaattinen suunnittelu. Metsätehon tulosalvosarja 11/2026.

<https://www.metsateho.fi/puutavaran-tienvarsivarastojen-automaattinen-suunnittelu/>

Ruosteenoja K, Jylhä K (2021) Projected climate change in Finland during the 21st century calculated from CMIP6 model simulations. Geophysica. 56(1):39–69. https://www.geophysica.fi/pdf/geophysica_2021_56_1_039_ruosteenoja.pdf

Solonen H, Väätäinen K, Tokola T, Kärhä K (2023) Metsäautotienkäyttäjien hiljainen tieto : Haastattelututkimus puutavara-autokuljetusyrittäjille ja kuljettajille. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 116/2023.

<https://jukuri.luke.fi/server/api/core/bitstreams/b821cfd5-0bf8-4bf1-bd83-12cb189c7fc6/content>



Solonen H, Väätäinen K, Tokola T, Venäläinen P, Anttila P, Kärhä K (2024) Metsäteiden kuljetuskelpoisuustiedon visio ja tiekartta: Alemman tieverkon liikennöitävyys ja ympärivuotisen puuhuollon turvaaminen. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 43/2024. <https://jukuri.luke.fi/server/api/core/bitstreams/b29cc996-1bdd-455d-b573-bee12547dedb/content>

Venäläinen P, Alanne H, Ovaskainen H, Poikela A, Strandström M (2017) Kausivaihtelun kustannukset ja vähentämiskeinot puun toimitusketjussa. Metsätehon tulosalvosarja 8/2017. https://metsateho.fi/wp-content/uploads/Tuloskalvosarja_2017_08_Kausivaihtelun-kustannukset.pdf

Venäläinen P, Nousiainen M, Andersin J (toim.) (2026) Yksityistietiedon tietolajit ja -mallit. Metsätehon raportti 278. <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Raportti-278-Yksityistietiedon-tietolajit-ja-mallit.pdf>

Väätäinen K, Kostensalo J, Anttila P, Savinainen M, Kaakkurivaara T, Pohjankukka J, Lumberg V, Ala-Ilomäki J, Laitila J, Lindeman H, Lopatin E, Sikanen L (2025) Toward a digital twin of forest roads – road weather stations for monitoring road condition and trafficability in Eastern Finland. International Journal of Forest Engineering 37(2) 211–224. <https://doi.org/10.1080/14942119.2025.2533086>

