



# **Puutavara-autojen tienkäyttötiedot – Loppuraportti**

LIIKENNEVIRASTO

V. 1.3

Timo Mulju, Trimble Forestry Finland

[www.trimble.com](http://www.trimble.com)

Versio	Muokkaaja	Selite
1.0	TMU	Ensimmäinen versio kommentoitavaksi
1.1	TMU ja KPE	Lisätty loppupäätelmiä, kattavuutta sekä alustava kustannusarvio
1.2	TMU ja KPE	V 1.1. kommenttien mukaiset muutokset. Johtopäätökset omaan kappaleeseen ennen Jatkomahdollisuudet -kappaletta. Liikenneviraston tarkempi palaute hyödynnettävyydestä.
1.3	TMU	V 1.2 kommenttien mukaiset lisäykset kappaleeseen 6.

## Sisältö

<b>1 Hankkeen kuvaus</b>	<b>2</b>
1.1 Trimble ja Trimble Forestry	2
1.2 Hankkeen rajaus	2
1.3 Hankkeen sovitut tulosaineistot	3
<b>2 Hankkeen toteutus</b>	<b>4</b>
2.1 Tiedon keruun edellytykset	4
2.2 Kerätyn tiedon jalostaminen	4
<b>3 Hankkeet tulokset</b>	<b>7</b>
<b>4 Aineiston kattavuus</b>	<b>10</b>
4.1 Puutavara-autot yhteensä Suomessa	10
4.2 Kokeilussa mukana olleiden autojen määrä	11
4.3 LogForce-palvelun automäärät jatkossa	13
<b>5 Johtopäätökset</b>	<b>16</b>
<b>6 Hankkeen jatkumahdollisuudet</b>	<b>17</b>
6.1 Mallin todentamisen mittaukset	17
6.2 Mallin parannukset ja muutokset	17
6.3 Tiedon toimittaminen halutuun aikavälein	19

# 1 Hankkeen kuvaus

Trimblen LogForce™-sovellus tarjoaa kuljetusten ohjaus-, seuranta- ja suorituspalvelut noin 900:lle puutavara-autolle Suomessa. Puutavara-autot liikkuvat ns. alemman tieverkon alueella ja erityisesti metsäautoteillä. Näin ollen puutavara-autot ovat erinomainen tiedonkeruulähde tarkasteltaessa alemman tieverkon teiden rasitusta ja kunnossapitotarpeita.

Trimble ehdotti Liikennevirastolle kokeilua, jossa autoista kerätty pistemäinen sijaintitieto muutettaisiin tieverkkoon liitetyksi tiedoksi siten, että tiestön rasitusta voidaan tarkastella. Autoissa on mobiililaitteet ja sovellukset, joilla autot kommunikoivat LogForce™-palveluun. Kokeilun tavoitteena oli tunnistaa puutavaraliikenteestä kerättävän tienkäyttötiedon käyttömahdollisuudet sekä se, miten tieto palvelee näitä mahdollisuuksia.

## 1.1 Trimble ja Trimble Forestry

Trimble on johtava, usealla alalla toimiva yhdysvaltalainen teknologiayhtiö, joka tarjoaa asiakkailleen paikkatietoon pohjautuvia tuottavuutta, tehokkuutta ja kannattavuutta lisääviä ratkaisuja. Trimblen ratkaisuisissa paikannusteknologiat yhdistyvät langattomiin laitteisiin, sovelluksiin ja palveluihin mahdollistaen tiedon keräämisen, hallinnan ja analysoinnin nopeammin ja tehokkaammin. Trimblen osake on listattu teknologiapörssi NASDAQissa Yhdysvalloissa.

Trimble Forestry'n Connected Forest -tuoteperhe kattaa maa- ja metsäomaisuuden hallinnan ja puunhankinnan ratkaisut. Asiakkainamme on maailman suurimpia metsäalan yrityksiä, metsänomistajia ja puuta jalostavaa teollisuutta. Palveluitamme käyttävät myös pienet ja keskisuuret yritykset sekä julkishallinnon organisaatiot, joiden toimintaan kuuluvat maaperän, vesistöjen ja luonnon monimuotoisuuden suojeleminen.

Trimble Forestry'n ratkaisut mahdollistavat paremman päätöksenteon kaikissa toimitusketjun vaiheissa metsästä tuotantolaitokselle ja maanhankinnasta puun ja metsäenergian toimituksiin. Ratkaisuisamme yhdistämme toimialakohtaiset ohjelmistot viimeisintä teknologiaa edustaviin laitteisiin. Trimble Forestry'n ratkaisujen avulla organisaatio voi analysoida toimintavaihtoehtoja ja allokoida resursseja optimaalisesti, seurata toimintaa ja tarjota johdolle ajantasaista tietoa päätöksenteon tueksi.

Trimble Forestryllä on toimipisteitä mm. Suomessa, Kanadassa ja Uudessa-Seelannissa.

## 1.2 Hankkeen rajaus

Hankkeen rajaus tehtiin tutkimussuunnitelmassa (Sopimuksen Liite 2 Tutkimussuunnitelma - Puutavara-autojen tienkäyttötiedot v 1.0). Hanke rajattiin seuraavasti:

- Kokeilussa kerätään ajoneuvojen sijainteja ja jalostetaan niistä puutavaraliikenteen reittitietoa ja ajopainotietoa.
- Alunperin rajattiin, että alue, jolla seuranta tehdään olisi 100 - 200 km:n kokoinen (halkaisija).
- Reittitieto I. kuormitustieto toimitetaan taulukkona (tiedosto) ja tiedot voidaan liittää Digiroad-aineistoon tiesegmentti-linkki-id:llä.
- Reittitieto on anonyymiä eli siitä ei voi saada selville autoa, kuljettajaa tai kuljetuksen tilaajaa.

- Jalostettu taulukko toimitetaan kolme kertaa kuukauden jaksoina.
- Kuormituksen ennustaminen rajattiin pois.
- Kuormitustiedon visualisointi rajattiin pois, todettiin, että Liikenneviraston paikkatietoasiantuntijat voivat visualisoida datan, kunhan sen rakenne on kuvattu ja esitelty.

Hankkeen alussa sovittiin lisäksi, että sen aikana pidetään tarvittava määrä välikatselmoitteja yhdessä Viominer-pilotin kanssa. Katselmoitkokoukset sopii Metsäteho Oy.

### **1.3 Hankkeen sovitut tulosaineistot**

Tutkimussuunnitelmassa todettiin, että hankkeen tuloksena

- saadaan selville voidaanko puutavaraliikenteen data käyttää teiden rasituksen arviointiin ja kunnossapidon kohdentamiseen
- toimitetaan kolme tiedostoa (tiedosto per kuukausi), joissa rasitusdata on esitetty matriisimuodossa
- tehdään hankkeesta tulosraportti

## 2 Hankkeen toteutus

### 2.1 Tiedon keruun edellytykset

Jotta kerätty sijaintitieto (ns. raakadata) olisi jalostettavissa painojen suhteessa toimivaksi rasi-tustiedoksi, LogForcen datankeräysominaisuuksiin jouduttiin suunnitellusti toteuttamaan muutoksia. Muutoksia olivat esimerkiksi:

- Tracking-palveluun reitin tulkinta ja muodostus pistejoukosta (Digiroad-projisointia varten)
- Autentikaatiomuutos, jotta voidaan rajata kokeiluun osallistuvat ajoneuvot
- Kuormapainot mukaan sijainnin lähetykseen
- Muutosten dokumentointi ja testaus
- LogForce Drive -sovelluksen päivitykset autoihin
- Päätettiin kerätä tietoja koko valtakunnan alueelta rajatun alueen sijaan

Metsäyhtiöt tiedottivat LogForce-käyttäjiä kokeilusta.

### 2.2 Kerätyn tiedon jalostaminen

Raakadatan jalostusprosessin vaiheet:

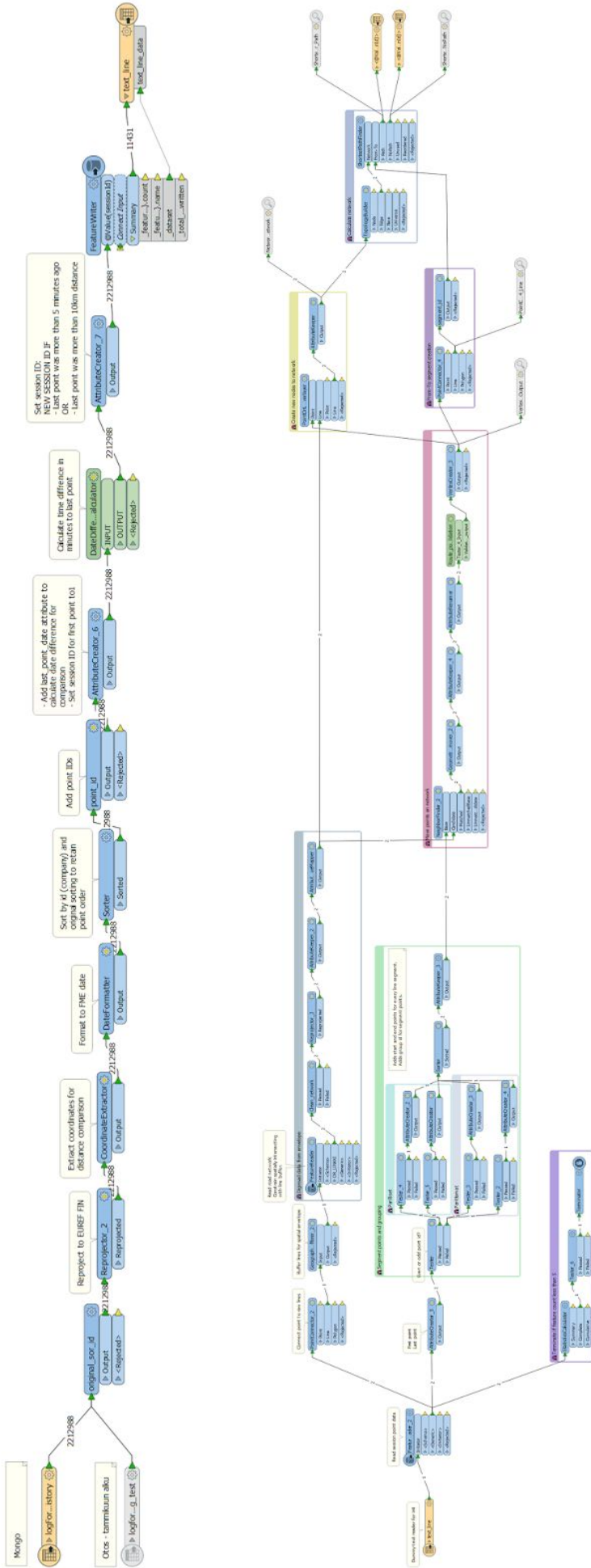
1. Raakadata haetaan LogForce-palvelusta tarkastelujakson ajalta (kokeilussa yksi kuukausi kerrallaan)
2. Data jaetaan kuljetusyksikkökohtaisesti pisteiksi
3. Yksikkökohtaisesta datasta muodostetaan reittejä eli 'sessioita'
4. Sessiot validoidaan, poistetaan virheellisiksi luokitellut pisteet
5. Sessiot kiinnitetään eli projisoidaan tieverkolle ja reititetään Digiroad-geometrioilla
6. Segmentit ja muu aineisto yhdistellään jolloin saadaan per segmentti -matriisi

Kerätty tietomassa jalostettiin FME-työkalun avulla. Tulkitut reitit muokattiin anonyymeiksi sekä projisoitiin Digiroad-verkkoon muodostamalla verkkoon puskurialue. Puskurialueen sisällä reittien ja tieverkon geometriaa vertailtiin ja kiinnitettiin tiesegmentteihin. Kiinnitys-algoritmin periaate on se, että jos 50 % ajetusta reittiviivasta peittää puskuroidun tiesegmentin, sen katsotaan linkittyvän.

Projisoinnin yhteydessä pudotettiin tietyn tyyppiset tieluokat pois aineistosta, kuten levähdysalueet, pyörätiet, lautat, lossit ja kiertoliittymät, joita ei saada luotettavasti kytkettyä.

Aineisto tuotettiin ESRI Shape -muotoon joka osoittautui käteväksi formaatiksi. Sillat ja alikulut ilmaistiin segmenttikohtaisessa aineistossa omassa sarakkeessaan siten, että arvo 0 on maanpintatie, 1 - 4 on silta ja arvo -1 alikulku. Aineistoon asetettiin suunnitellusti LINK\_ID -sarake, joka liittyy rivitiedon Digiroadin segmenttiin. Count-sarakkeeseen yhdistettiin lukumäärä painotiedolla varustetuista ajokerroista tarkastelujaksolla. Lukumäärätieto kertoo kaikki ajokerrat. Lisäksi aineistoon eriytettiin puupaino-, tyhjät paino- ja summapaino-tiedot.

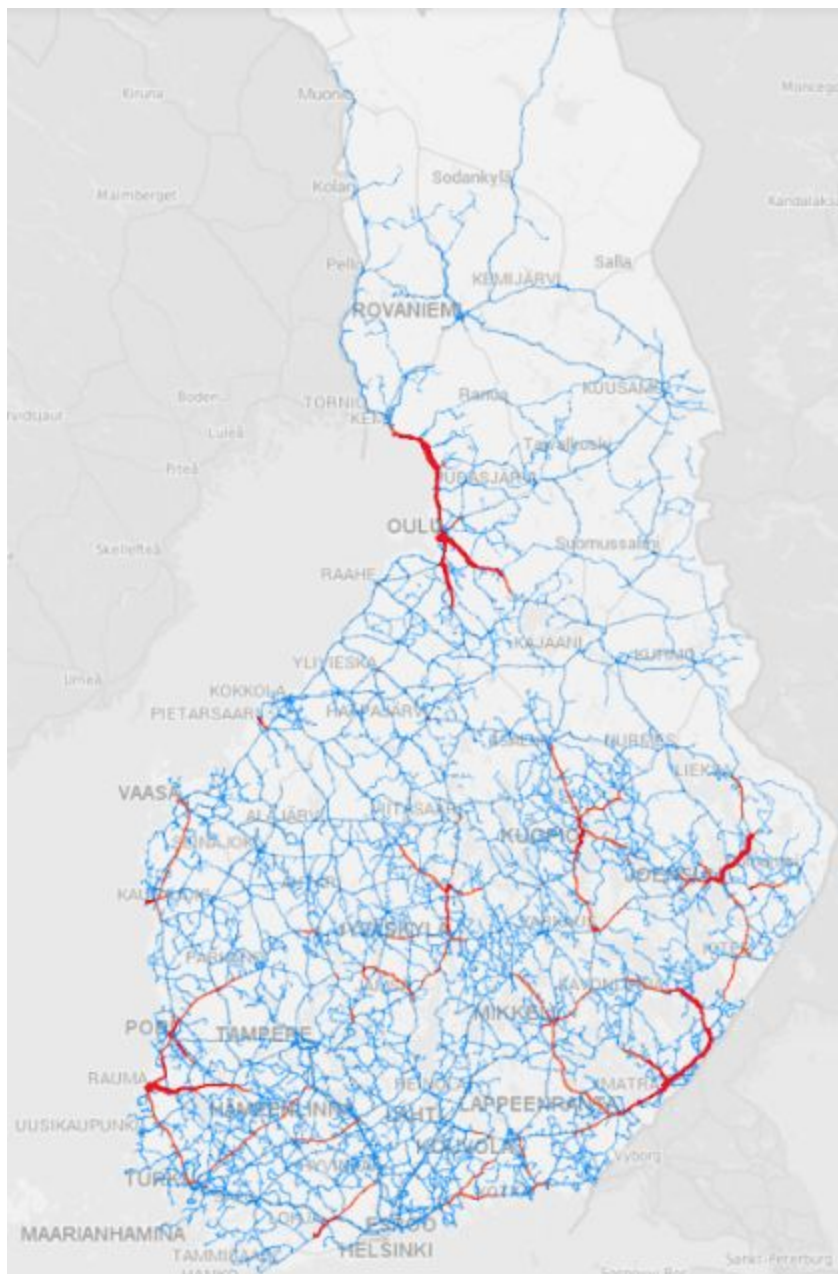
Ensimmäisessä aineistoajossa käytettiin n. 6,5 miljoonaa pistettä, josta muodostettiin noin 21000 reittiä. LogForce Tracking -ominaisuuksiin on kokeilun aikana toteutettu parannuksia, kuten GPS-laatuindeksi sekä automaattinen session muodostus, joten jatkossa reittien muodostus ja validointi olisi entistä helpompaa. Aineisto tuotettiin sovitusti kolmeen kertaan tarkastelujakson ollessa aina yksi kuukausi.



Kuva 1. Esimerkit FME prosessikuvausrakenteesta ja niiden monimutkaisuudesta

### 3 Hankkeet tulokset

Aineisto toimitettiin Liikenneviraston paikkatietoasiantuntijoille, joiden näkemyksen mukaan aineistoa voidaan käyttää viraston paikkatietovälineillä. Aineistoa voidaan käyttää esimerkiksi teemoittamalla tiestöä käyttömäärän ja painojen (eli rasituksen) mukaan, jolloin nähdään puutavaraliikenteen kuormittavuus tieosuuksille. Kuormittavuustietoa voidaan edelleen käyttää päätöksenteon ja suunnittelun tukena kun käsitellään kunnossapidon resurssien kohdentamista.



Kuva 2. Kokeilussa ajettu tiestö teemoitettuna kuormitustiedon mukaan QGIS-sovelluksessa. Yksikkönä on aineistosta laskettu summapaino, joka kasvaa tiesegmenteillä ajokertojen suhteen.





Kuva 3. Tiestö teemoitettuna eteläisestä Suomesta. Aineistosta voidaan selkeästi havaita teiden rasitus tuotantolaitosten syöttöväylillä. Yksikkönä on aineistosta laskettu summapaino, joka kasvaa tiesegmenteillä ajokertojen suhteen.

Tuotettu aineisto on siis taulukkomuotoista, jolloin sitä on helppo yhdistää Digiroad-geometriatietoon millä tahansa GIS-ohjelmistolla. Taulukossa 1 on esitetty muutama rivi suuresta matriisimassasta.

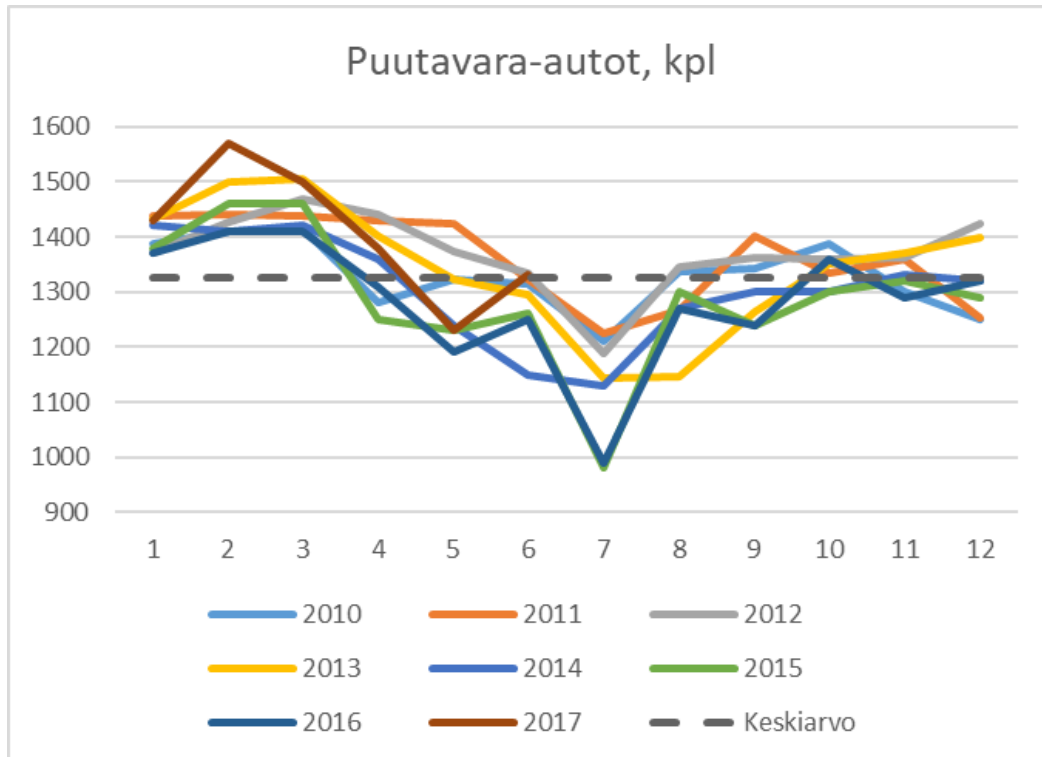
Taulukko 1. Esimerkki tuotetusta datasta. Painot (PUUPAINO, TYHJAPAINO, SUMPAINO) ovat datassa kiloina.

LINK_ID	LINKKITYYP	SILTA_ALIK	LKM	LKM_PU	LKM_TY	PUUPAINO	TYHJAPAINO	SUMPAINO
1000074	6	-1	9	2	1	104890	11000	115890
1000075	1	-1	92	3	19	151720	238400	390120
1000078	1	-1	108	74	23	3822889	290000	4112889
1000400	6	-1	2	2	0	104198	0	104198
1000404	1	-1	113	73	26	3772251	324000	4096251
1000405	1	-1	102	5	21	257007	260400	517407
1000904	3	-1	4	3	1	146400	12000	158400
1001469	1	-1	103	68	23	3519096	289000	3808096
1001471	6	-1	10	4	3	200990	35000	235990
1001472	1	-1	98	5	19	265867	237400	503267
1003375	1	-1	70	27	30	1193592	336500	1530092
1003376	1	-1	81	30	37	1527956	409500	1937456
1003685	4	-1	52	12	16	554920	196000	750920
1003688	1	-1	60	27	16	1387928	199500	1587428
1004096	3	-1	103	43	34	2152434	407400	2559834

## 4 Aineiston kattavuus

Suomessa on Luonnonvarakeskuksen tilastojen mukaan vuonna 2017 noin 1400 puutavara-autoa. Näistä LogForce-palvelussa on vuonna 2017 hieman yli puolet eli noin 720-750 autoa. Alla olevassa kuvassa 4 on esitetty kuinka puutavara-autojen määrä on vaihdellut vuosien 2010 ja 2017 välillä kuukausittain. Taulukko 2 edustaa samaa tilastotietoa taulukkomuodossa.

### 4.1 Puutavara-autot yhteensä Suomessa



Kuva 4. Luonnonvarakeskuksen tilasto kuvaajana

Taulukko 2. Luonnovarakeskuksen tilasto taulukkomuodossa.

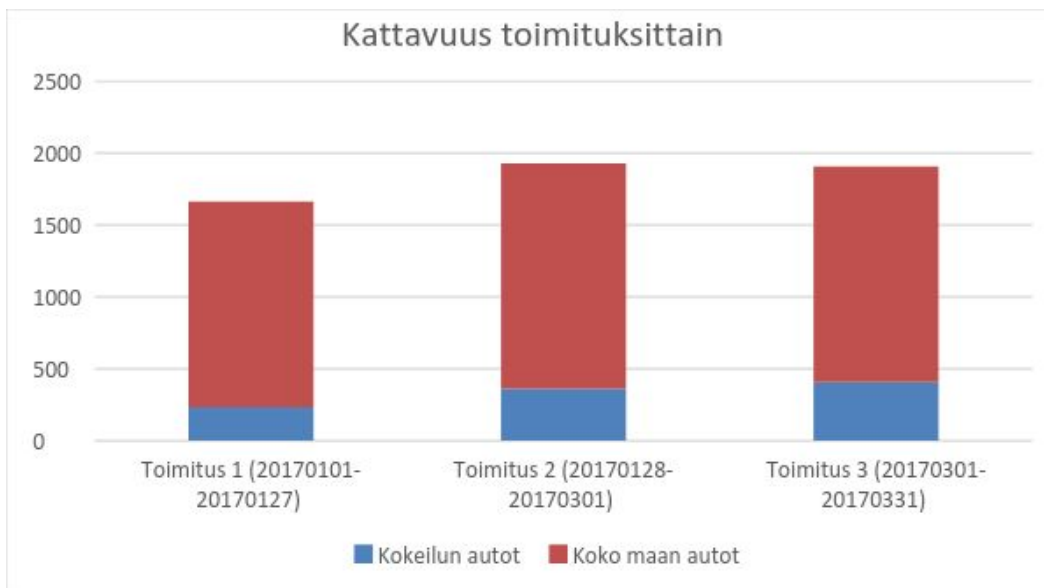
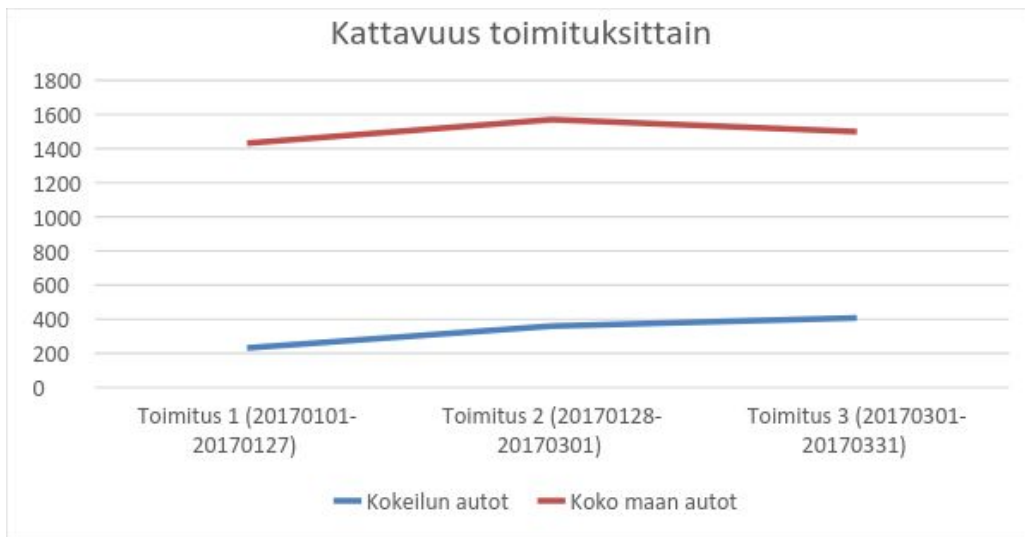
Puutavara-autot	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	1388	1438	1371	1431	1420	1380	1370	1430
2	1410	1440	1426	1499	1410	1460	1410	1570
3	1414	1439	1470	1504	1420	1460	1410	1500
4	1280	1429	1441	1400	1360	1250	1310	1380
5	1324	1424	1374	1324	1240	1230	1190	1230
6	1314	1322	1335	1295	1150	1260	1250	1330
7	1212	1225	1188	1143	1130	980	990	
8	1336	1266	1344	1145	1270	1300	1270	
9	1343	1401	1363	1263	1300	1240	1240	
10	1386	1334	1359	1350	1300	1300	1360	
11	1300	1360	1363	1371	1330	1320	1290	
12	1249	1254	1423	1399	1320	1290	1320	

#### 4.2 Kokeilussa mukana olleiden autojen määrä

Liikennevirastolle toteutetussa kokeilussa toimitettiin kolme aineistoa kuukauden välein. Toimituksissa operoineiden autojen määrät laskettiin yhteen, jolloin voidaan verrata lukumäärää koko Suomen puutavara-autojen lukumäärään.

Taulukko 3. Kokeilussa toimineiden autojen määrät verrattuna koko Suomen puuautomäärään.

Toimitus	Autoja (kpl)	Koko Suomi (kpl)	Osuus %
Toimitus 1 (20170101-20170127)	232	1430	16 %
Toimitus 2 (20170128-20170301)	360	1570	23%
Toimitus 3 (20170301-20170331)	407	1500	27%



Kuva 5. Automäärät kokeilussa toimituksittain

Jokaisessa toimituksessa autojen määrää siis lisääntyi. Viimeisessä toimituksessa kokeilu kattoi yhteensä 27 % Suomen puutaveraliikenteestä (puutavara-autojen määrällä mitattuna).

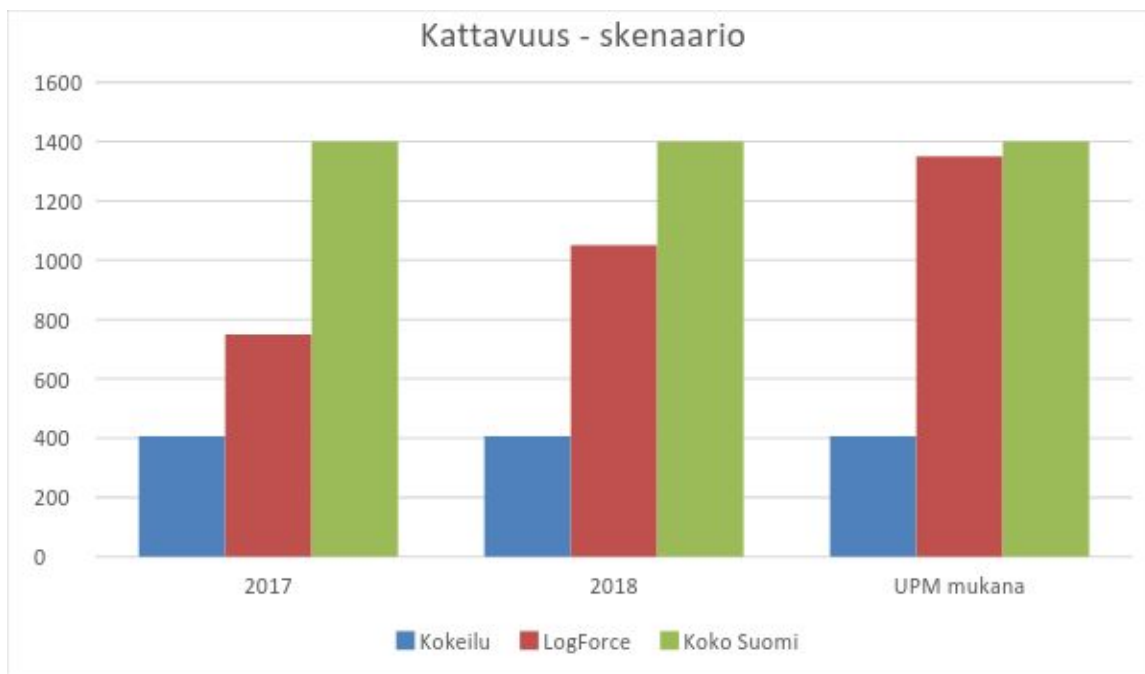
Kokeilussa mukana olleiden autojen maantieteellinen sijainti ja kuljetussuunnat ovat vertailukelpoiset koko LogForce-palvelussa mukana olevaan ajoneuvokantaan. Eli maantieteellinen kattavuus ei juurikaan olisi lisääntynyt, vaikka kaikkia LogForcea käyttävien autojen ajoreittejä olisi seurattu.

LogForcen kattavuudessa olevat puutteet (kuten myös nyt kerätyn aineiston) ovat lähinnä Lapin, Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan alueella (kuva 7). Kun Metsähallitus liittyy mukaan LogForce-palveluun vuonna 2018, nämä nyt puuttuvat alueet tulevat paremmin katetuiksi.

### 4.3 LogForce-palvelun automäärät jatkossa

Vuoden 2018 aikana LogForce-palveluun tulee liittymään uusia autoja arviolta 200 - 300 kpl. Uusien autojen toimialue tulee olemaan pääosin Pohjois-Pohjanmaa, Kainuu ja Lappi. Tuolloin palvelussa olevat autot liikkuvat kattavasti koko valtakunnan alueella.

Mikäli metsäyhtiö UPM alkaa hyödyntämään LogForcea valtakunnalliseen logistiikkaansa, käyttö laajenee noin 300:lla autolla. Tällöin oltaisiin tilanteessa, jossa kattavuus olisi noin 95 % koko Suomen puukuljetuksista.

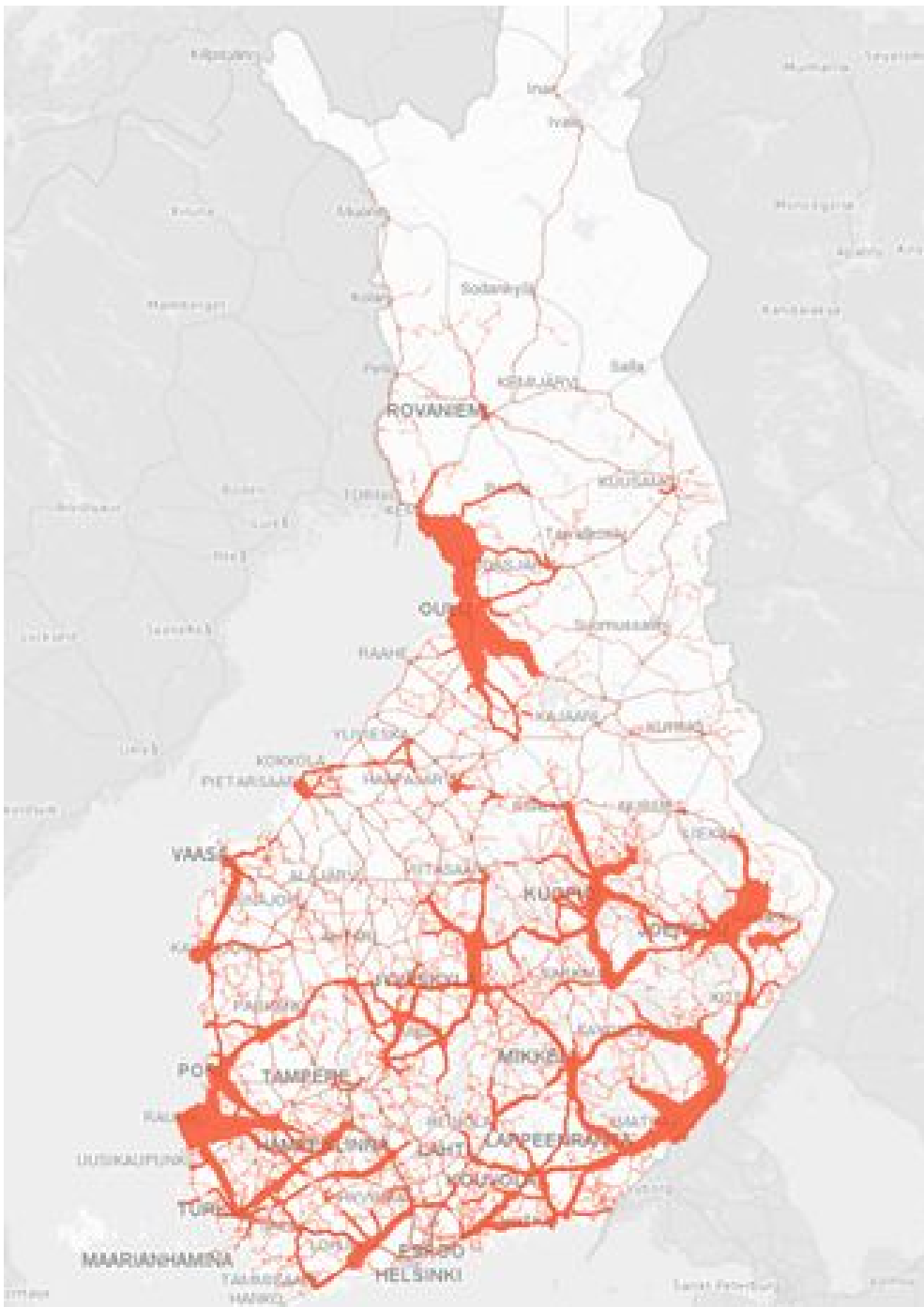


Kuva 6. Skenaariossa on kuvattu kokeilun aikainen tilanne, ensi vuoden kehitys LogForce automäärän kasvun suhteen sekä mahdollinen tilanne jossa UPM käyttäisi LogForcea tai toimittaisi kokeiluun oman kalustonsa sijaintitietoa.



Kuva 7. LogForce tehdastoimitukset talvi 2016-2017

Kuva 7 esittää linnuntie-teemalla LogForce-kuljetusten tehdastoimitusten suuntautuneisuutta. Teemasta saa yhdenlaisen käsityksen LogForcen kattavuudesta ja painopistealueista talvelta 2016-2017. Suuntajakaumia voidaan tuottaa aineistosta paikkatietoanalyysin paikkatietovälineillä.



Kuva 8. Kokeilun aikana ajettut reitit, jotka kuvaavat kokeilun kattavuutta. Reittiviivoja on puskuroitu teemoituksellisista syistä.

Kuvassa 8 on teemoitettu kokeilun aikana käytettyjä reittejä siten että tiesegmenttien puskurointi riippuu tien käytöstä. Teemassa on lisäksi lisäpuskuria, jotta kattavuus ja painopistealueet nousisivat esiin teemasta.



## 5 Johtopäätökset

Kokeilussa tarkasteltiin aineistoa, joka pohjautuu puutavara-autojen todellisiin sijainteihin tieverkolla. Lähtöaineisto antaa siis näkyvyyden historiaan, miten puutavara-autot ovat käyttäneet tieverkkoa. Kuten kohdassa 'Mallin parannukset ja muutokset' on mainittu, lähtötietoina voitaisiin käyttää myös tilauksiin perustuvaa ennustetta, jolloin saataisiin näkyvyyttä tulevaisuuteen.

Ennustemalli ei kuitenkaan ole suoraviivaisesti toteutettavissa, sillä puutavara-autojen tarkkoja reittejä ei tyypillisesti suunnitella etukäteen. Reittipäätöksen tekee viimekädessä paikallistuntemusta omaava kuljettaja, joka vallitsevan kuljetustilanteen ja esimerkiksi säätilan perusteella päättää päivätason ajojärjestyksen osalta yksityiskohdista. LogForce-tuotteen perusidea on tarjota kuljetusten tilaajille ja kuljetusyrityksille ympäristö, jossa tilausmääräperusteisesti annetaan yrittäjälle vapaus suunnitella yksittäisiä kuljetuksia tilanteen mukaan parhaalla tavalla. Näin ollen ei ole reittikohtaisesti täyttä varmuutta, mitä reittiä käyttäen yksittäinen tilaus ajetaan.

Historiatiedon perusteella voitaisiin kuitenkin luoda malli, joka pääättelee todennäköisimmät reitit. Tämä olisi mahdollista esimerkiksi Machine Learning -tyyppisillä työkaluilla, kunhan tilaukset, ajohistoria, reitistö ja reittien paikkatieto on tuotu työkalun käyttötiedoiksi.

Kokeilussa ollut ajettujen reittien tieto on hyödynnettävissä paremmin korjaustarpeiden suunnittelussa kuin päivittäisen kunnossapidon kohdentamisessa. Jotta päivittäisessä kunnossapidossa pystyttäisiin hyödyntämään paremmin tietoa, saattaisi esim. viikkoennusteesta ja kuljetusten ajallisen jakautumisen selville saamisesta olla hyötyä.

Nyt kokeiltu tieto ei myöskään välttämättä palvele hoitoluokituksia päätettäessä. Käytännössä tällainen tieto voi vaikuttaa luokituksiin vain rajatapauksissa, joita urakkaa kohti voi olla yleensä esimerkiksi 2 - 3 kappaletta. Tällöinkin hoitoluokkia on tarkoituksenmukaista muuttaa tarvittaessa kilpailutuksen yhteydessä viiden vuoden välein. Ehkä jatkossa Liikenneviraston urakkamallit muuttuvat joustavampaan suuntaan, jolloin tämänkaltaisen tieto voi toimia paremmin päätöksenteon tukena.

Yleisenä huomiona Liikennevirastolla oli, että aineisto soveltuu parhaiten ehkä erilaisiin verkkotason tarkasteluihin pidemmällä aikavälillä eli kun halutaan selvittää keskeisiä puutavaravirtoja ja niiden aiheuttamaa rasiusta tieverkolle. Koska aineistoa toimitettiin pilotin aikana sovitusti vain kolmen kuukauden ajalta, todettiin vaikeaksi vielä tässä vaiheessa sanoa, olisiko aineistosta löydettävissä esim. vuodenaikoihin liittyen selkeitä alueellisia vaihteluja kuljetusreittien ja tonniin jakautumisessa. Yksi potentiaalinen kehitysaihe olisikin kerätä ja tutkia aineistoa pidemmällä aikavälillä ja katsoa, löytyisikö sieltä jotain kiinnostavia havaintoja.

Liikenneviraston paikkatietoasiantuntijan näkemys oli että päivittäisen kunnossapidon tarpeisiin tällä tavoin jälkikäteen muodostettu aineisto ei välttämättä tuo mitään uutta. Kun aineiston kattavuus laajenee (autojen määrä suhteessa kaikkiin puukuljetuksiin kasvaa), saadaan parempi kuva siitä, kuinka puukuljetukset jakautuvat koko Suomen tasolla ja millaisia määriä puuta missäkin kuljetetaan. Kun tämä tieto yhdistetään muuta kautta kerättyyn tietoon (muu raskas elinkeinotoimijoiden kuljetus), voidaan paremmin tunnistaa tieverkon tulevia kehitystarpeita ja -kohteita.

## 6 Hankkeen jatkumahdollisuudet

### 6.1 Mallin todentamisen mittaukset

Jotta voitaisiin päätellä, että puutavaraliikenteen tienkäytöllä on suora vaikutus tiestön kuntoon ja edelleen siihen, miten määrärahoja tulisi kohdentaa, tiestön todenmukaista kulumista tulisi voida verrata aineistoon. Tämän kokeiluhankkeen aikana ei ole keskusteltu mittaus- tai todentamismenetelmistä. Tulkinnan pohjana on teoreettinen oletus, että tieverkko rasittuu yleisellä tasolla käyttömäärien ja -painojen suhteessa. Toki tieverkon kulumiseen vaikuttaa muitakin tekijöitä, kuten lämpötilojen ja sään vaihtelut. Keskeinen merkitys tien kulumiselle on sillä, miten tien kuivatus on suunniteltu ja millaisilla materiaalikerroksilla tie on alunperin rakennettu.

Pääteillä ura- ja tasaisuusmittaukset palvelevat kulumisen seurantaan. Alemmalla tieverkolla todentaminen olisi mahdollista laatimalla koepisteverkko, jolta mitataan tai arvioidaan tienkohdan kunto, jonka jälkeen päätetyllä syklillä mitataan tai arvioidaan kunto tai kuluma uudelleen. Tässä kokeilussa ei ole tarkemmin määritelty millaisin toimenpitein tai suurein tämäntyyppiset mittaukset toteutettaisiin.

### 6.2 Mallin parannukset ja muutokset

Malliin voidaan tehdä esimerkiksi seuraavanlaista jatkokehitystä:

- Ennustemalli toimitustilausten perusteella (esim. seuraavan kuun ennuste)
- Kuljetusten ajallisten jakaumien mukainen aineisto
- Vertailu säädataan (miten tiesää vaikuttaa liikenteen suuntautumiseen)
- Vertailu kuntotietoon (viimeksi parannettu vrt. jatkuva rasitus)
- Korkeusmallin ja maastotiedon käyttö (esim. alava kosteikkokohta metsäautotiellä)

Ennustemallia on käsitelty aiemmin kohdassa 'Johtopäätökset'. Ennustemalli on toteutettavissa kohtuullisilla kuluilla, koska tilausdataa on jo olemassa, jolloin sen keräämiseen ei kohdennu kuluja. Projekti kannattaisi toteuttaa tämän kokeilun jatkohankkeena, jossa ensin laadittaisiin ennustemalli, tuotettaisiin ennuste, verrattaisiin ennustetta otantapisteverkon toteutuneisiin ajomääriin ja muutettaisiin mallia iteratiivisesti oikeaan suuntaan. Tässä vaiheessa on haastavaa arvioida kuinka tarkan ennusteen prosessi tuottaa. Paikalliset olosuhteet voivat muuttaa reittejä aiemmin käytettyihin reitteihin verrattuna. Varmaa kuitenkin on että tehtaiden ja sahojen syöttöliikenne käyttää melko vakioituneita tienosia. Näillä teillä historiadatasta luotu malli voi olla yllättävänkin tarkka.

Aineistosta olisi hyötyä myös siten että aineistosta saataisiin esiin kuljetusten ajalliset jakaumat ja viikonpäiväjakaumat erityisesti kelirikko- ja talviaikana. Tällöin voitaisiin urakkatasolla miettiä esimerkiksi auraustoimenpiteiden ajoitusta kuljetusten kannalta. Tästä voisi käytännössä olla hyötyä joissain tilanteissa ja osa kierroista voisi jäädä pois. Myös kuljetusten jakautuminen eri vuorokaudenajoille voisi tuoda lisää tietoa suunnittelun tueksi.

Vertailu säädädataan sisältää useita mahdollisuuksia vaikkakin tulkinna voi olla vain vähäinen merkitys suunniteltaessa kunnossapidon toimenpiteitä. Tässäkin tapauksessa lähtödata on jo kerätty jolloin kokeilun jatkaminen tällaisella ulottuvuudella on toteutettavissa kohtuullisin kustannuksin. Sekä historia- että ennustedatata saa Ilmatieteenlaitoksen palveluista <http://ilmatieteenlaitos.fi/avoin-data-avattavat-aineistot>.

Lähtödatan keräämisen jälkeen tässäkin jatkokehitysmahdollisuudessa luotaisiin malli, jolla verrataan toteutunutta säätilaa ja toteutuneita ajoreittejä. Mallin avulla etsittäisiin korrelaatiota siihen käyttävtkö puutavara-autot tiettyjä reittejä tietyn säätilan mukaan. Tässä Machine Learning -työkalut olisivat hyödyksi kun lopputuloksena haluttaisiin ennustemalli, joka arvioi liikenteen suuntautumista sääennusteen pohjalta.

Tieverkon kuntotietoon vertaaminen on suoraviivaisempi analyysi. Tässä jatkokehitysmahdollisuudessa saataisiin päätettävällä syklillä kuntotietoa, joka projisoitaisiin Digiroad-segmentteihin. Pidemmällä aikajaksolla tarkasteltuna voitaisiin tutkia kunnan huonontumisen ja puutavaraliikenteen korrelaatiota. Samalla voitaisiin laatia malli, joka suosittelee kunnan tai viimeisimpien korjaustoimenpiteiden sekä käyttörasituksen perusteella niitä tiesegmenttejä, jotka kannattaisi priorisoida korjauksissa. Tässäkin tapauksessa lähtödata on jo saatavissa mikäli Liikennevirastolla tai ELY-keskuksilla on olemassa yleistä kuntotietoa tieverkosta.

Korkeusmallin ja maastotiedon käytössä niin edelleen data on jo olemassa, mikä pitää kustannukset kohtuullisina. Koko maasta on saatavilla kyseinen aineisto Maanmittauslaitoksen tuottamana avoimena datana. Datasta voitaisiin jalostaa aineisto, jossa Digiroadiin projisoituna on tulkittu kohtia, jotka ovat todennäköisiä kohtia tien huonontumiselle sitä käytettäessä. Tällaisia kohtia ovat esimerkiksi kelirikon aikana huonontuvat kostean maankohdan paikat, kumpareiden valuma-alueiden väliin jäävät tienkohdat ja vanhat siltarummut. Tässäkin hankkeessa luotaisiin ensin malli, jolla tulkinta tehdään, ajettaisiin aineisto ja otantapisteverkon avulla todennettaisiin maastokäynnein onko malli tuottanut oikeaa tulkintaa. Kun aineistoa verrataan tien käyttötietoihin ja ennusteeseen, voitaisiin ennakoida tieverkon potentiaaliset ongelmakohdat. Ongelmakohdista voitaisiin tuottaa tietoa suoraan kuljettajille ja kuljetusyriyksille.

LogForce-datata voidaan käyttää myös kartoittamaan alemman tieverkon teitä, jotka mahdollisesti puuttuvat Digiroadista. Vertailtaessa Digiroadia ja puutavara-autojen reittejä voitaisiin tuottaa aineisto Digiroadista puuttuvista teistä. Koska datan keräilymekanismi on jo olemassa, tulisi rakennettavaksi FME-prosessi, joka tuottaa kerätystä datata tieverkkoa ja vertaa sitä Digiroadiin. Kun vertailussa löytyy käytettyjä tietä, joita ei ole Digiroadissa, aineisto voitaisiin kohtuukustannuksin toimittaa Liikennevirastolle liitettäväksi edelleen Digiroadiin.

LogForcella voidaan myös hyvin helposti kerätä kuljettajien huomioita tiestön kunnosta. On kuljettajan ja kuljetusyriyksen etu että esimerkiksi rikkoutuneet siltarummut korjataan mahdollisimman pian. Dataan voitaisiin siis yhdistää kuljettajien kontribuoima olosuhdetieto. Tällaista ilmotustoiminnallisuutta on jo testattu aiemmassa kokeiluhankkeessa, joten ominaisuudet on jo toteutettu. Rakennettavaksi tulisi Liikenneviraston palautekanava, joka kertoisi kuljettajalle mitä ilmoitetulla tiedolla aiotaan tehdä. Saadessaan vastauksen ilmoitukseensa, kuljettaja motivoituu ilmoittamaan havainnoistaan myös jatkossa.

Rekat voitaisiin myös varustaa toisissa kokeiluissa käytetyillä antureilla, joilla esimerkiksi tärinästä tulkitaan tien kuntoa. Tässä vaihtoehdossa kustannuksia tuottaa kuitenkin laitteiden hankinta ja asennus.

Rekat on mahdollista varustaa kevyillä, mobiileilla keliantureilla, jolloin staattisten sääasemien lisäksi jatkuvasti liikkuvat rekat voisivat välittää tiesäätietoa. Myös tässä vaihtoehdossa kustannuksia tuottaa laitteiden hankinta ja asennus.

Aineiston liittäminen muuhun tietoon on Digiroad -linkityksen ansiosta helppoa. Liikennevirasto voi liittää tietoa esimerkiksi tieosoiteisiin eli ns. 'paalulukuihin'. Muuntimella, joka palauttaa Digiroad tiesegmentit tietyltä tieosoiteväliltä, voitaisiin hakea tietyllä aikavälillä läpikulkeneiden kuljetusten määrä ja summapaino.

### **6.3 Tiedon toimittaminen halutuin aikavälein**

Kokeilun päätyttyä aineisto voidaan toimittaa samalla menetelmällä halutuin aikavälein kuten kerran kuukaudessa. Vastaavasti aineisto voidaan toimittaa jossakin muussa muodossa, valmiina karttapalveluna tai aineiston tulkintaa voidaan kehittää.

Trimblen alustavan arvion mukaan aineistotuotannon automatisointi pilvipalveluna koko Suomen alueelta ja koko LogForcen autokannalla tulisi kustantamaan noin 2000 eur/kk. Tällä mallilla aineisto tuotettaisiin kokeilun mukaisesti Liikenneviraston käyttöön tiedostona kuukauden välein. Myös tiheämpi aineistotoimitus on mahdollista kustannusten nousematta merkittävästi.