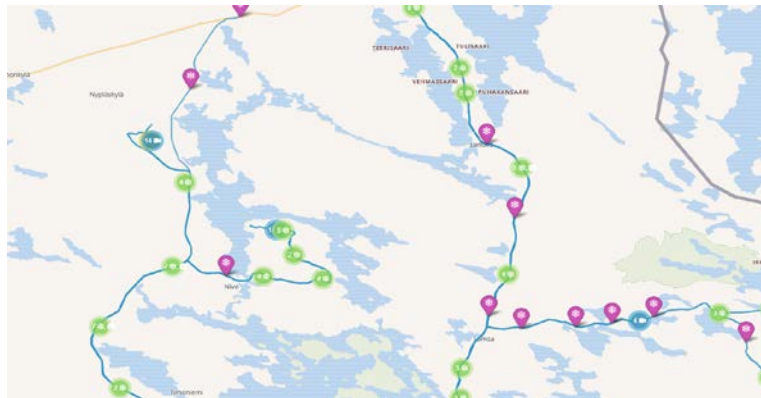


Tilannekuva ja automatisoitu tiedonkeruu metsäsektorin kuljetuksista

Tiivistelmä



Metsätehon tulokalvosarja 7/2017

Pirjo Venäläinen, Antti Raatevaara,
Jarmo Hämäläinen, Markus Strandström
Metsäteho Oy

Ilari Pihlajisto, Markus Melander,
Petri Hienonen
Vionice Oy

Kuvat tulokalvosarjassa: Vionice Oy, Metsäteho Oy

Tiivistelmä

- Pilotissa testattiin automaattista tiestötiedon keruuta sekä tiestön olosuhteiden ja kunnan ajantasaisen tilannekuvan esittämistä. Pilotin tavoitteena oli kehittää uudenlaisia tiedonkeruumenetelmiä tiestön täsmäkunnossapidon ja samalla metsäsektorin kuljetusten suunnittelun tueksi.
- Tiedon keruu toteutettiin 20 matkapuhelimella, jotka oli kiinnitetty puutavarayhdistelmien ja metsäsektorin toimihenkilöiden ajoneuvojen tuulilaseihin. Puhelimet keräsivät tiestöstä video- ja anturidataa ja välittivät sen käsiteltäväksi konenäkö- ja sensorianalyysillä. Analyysitulokset esitettiin karttakäyttöliittymässä.
- Pilotissa kerättiin tietoa tiestön keliolosuhteista (lumisuus, jäisyys, märkyys, lumi- ja vesisade), kelirikotilanteesta, tiestön yleiskunnosta ja heitoista sekä liikennemerkeistä.
- Joukkoistettu tiestötiedon keruu osoittautui pilotin aikana toimivaksi ja jo lyhyelläkin aikajänteellä käyttöönotettavaksi ratkaisuksi. Pilotin jatkotoimenpidetarpeiksi tunnistettiin mm.
 - 1) kerätyn tiestötiedon integrointi tienpidon ja kuljetussuunnittelun järjestelmiin
 - 2) eri lähteistä joukkoistettua tiestötietoa yhdistävän palvelualueen pilotointi
 - 3) joukkoistamalla kerätyn tiedon pelisääntöjen ja liiketoimintamallien kehittäminen.

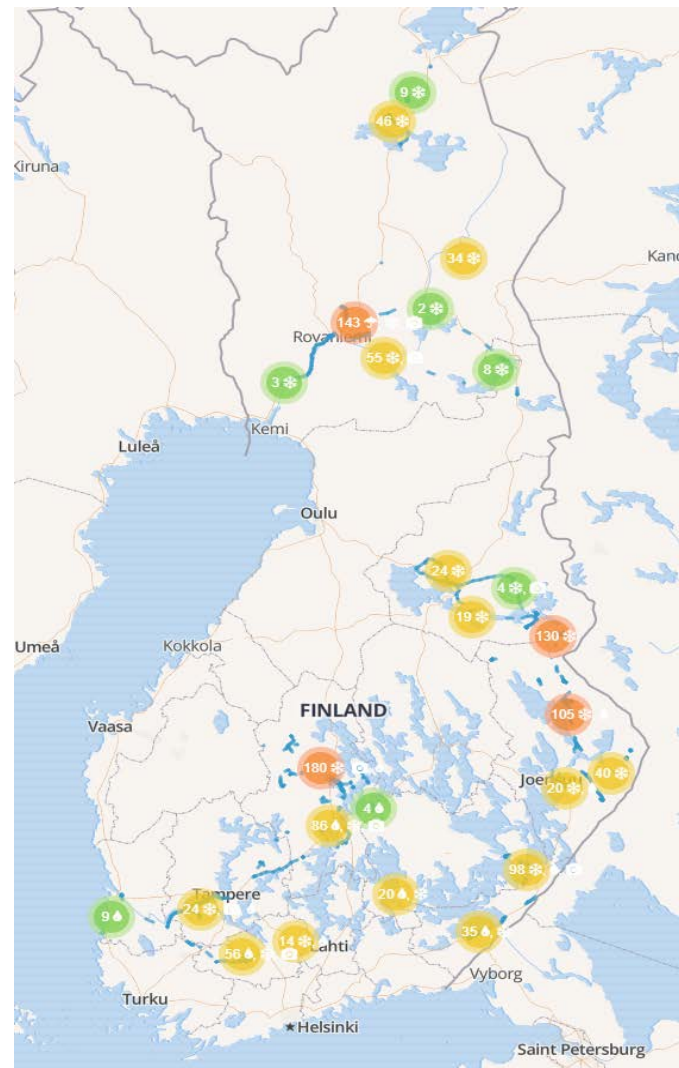
1. Johdanto

1.1 Pilotin tausta ja tavoitteet

- Pilotin tavoitteena oli
 - testata ja arvioida automaattista, joukkoistettuun tiedonkeruuseen perustuvaa tiedontuotantoa tiestön kunnan ja olosuhteiden arvioinnissa sekä tilannekuvan luomisessa
 - tunnistaa mitä hyötyjä tilannekuvalla voidaan saavuttaa teiden kunnossapidon ja tienhoidon prosesseissa ja metsäsektorin kuljetuksissa.
- Pilotin taustalla olivat
 - lisääntyvät haasteet tiestön kunnossapidon ja kuntoinventoinnin resursoinnissa
 - uusien tiedonkeruumenetelmien tuomat mahdollisuudet resurssien täsmäkohdentamiseen olosuhteiden ja kuljetusten suuntautumisen mukaisesti.
- Pilotti toteutettiin osana Liikenneviraston hanketta ”Automaattisen tiedon tuotannon kokeilut tieverkon ennakoivassa kunnonhallinnassa”.
- Tämä kalvosarja on tiivistelmä samannimisestä Metsätehon raportista 244.

1.2 Pilotin toteutus

- 20 matkapuhelimella tehtiin jatkuvaa video- ja anturidatan keruuta
 - Puhelimia oli pilotin aikana puutavarayhdistelmissä, metsäsektorin toimihenkilöiden autoissa, korjuukoneiden lavettiautossa, aura-autossa ja tiestön kuntoinventoiijien autossa
- Tiedonkeruualueet olivat
 - Lounais-Suomi
 - Kaakkois-Suomi
 - Itä-Suomi
 - Keski-Suomi
 - Pohjois-Suomi.
- Tiedonkeruu painottui puukuljetusten käyttämille reiteille metsästä tuotantolaitoksiin.
- Hanke toteutettiin joulukuun 2016 ja joulukuun 2017 välisenä aikana.



Pilotin vaiheet

- Tiestö- ja olosuhdetiedon keruu auton tuulilasiin kiinnitetyllä matkapuhelimella ja langattomalla painonapilla
- Tietojen kerääminen palvelimelle
- Kuvien annotointi ja jatkojalostaminen (koneäöllä ja anturidatakäsittelyllä)
- Tiedon esittäminen ja hakutoiminnot karttakäyttöliittymässä
- Tiedon hyödynnettävyyden arviointi eri toimijoiden näkökulmasta
 - Tiestön kuntoinventointi ja tienpidon laadunseuranta
 - Tiestön täsmähoito ja -ylläpito
 - Kuljetusten täsmäsuunnittelu olosuhteiden mukaan



2. Tiedonkeruun ja -jakamisen vaiheet ja menetelmät

2.1 Tietotyypit

Kelitieto	Kelirikko (S)
Luminen/sohjoinen tie / Ajourat peitossa / Lunta paljon	Pintakelirikko
Jäinen/märkä tie	Runkokelirikko
Lumisade/Vesisade	Maa- ja pintakivet (S)
Höylän jäljet lumessa	Pölyävyys (S)*
Liikennemerkki	Heitot
Kelirikko	Tien kunto (S)
Painorajoitus	Muut tiestötiedot*

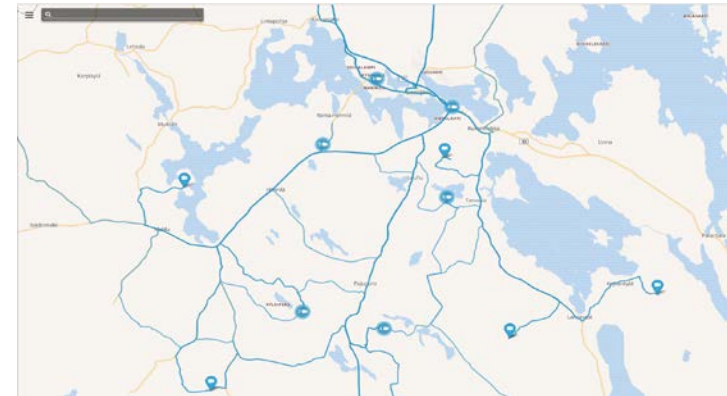
**Ei käsitelty konenäkö- tai sensorianalyysillä*

2.2 Tiedonkeruu, -siirto ja säilyttäminen

- Kuljettajat käynnistivät **tiedonkeruun** aina ajon ajaksi.
 - Tiedonkeruu onnistui pilotin ajan pääosin hyvin. Joissakin tapauksissa tiedonsiirto-ongelmat estivät uuden tiedon tallentamisen. Ongelmia voidaan jatkossa välttää tiedon pakkaustapaa muuttamalla.
- Viominer-sovellus **siirsi** automaattisesti palvelimelle matkapuhelimen keräämän video- ja anturidatan sekä kuljettajan mahdollisesti erikseen tekemät painonappihavainnot ja ääniviestit.
- Kuva-aineisto sekä konenäkö- ja anturidata-analyysin tulokset olivat parhaillaan minuuteissa haettavissa **karttakäyttöliittymän** kautta.
 - Kuvien katsomista hidasti palvelinkapasiteetin rajoitteet, jotka ovat poistettavissa tavoitellun palvelutason mukaisella kapasiteetin lisäyksellä.

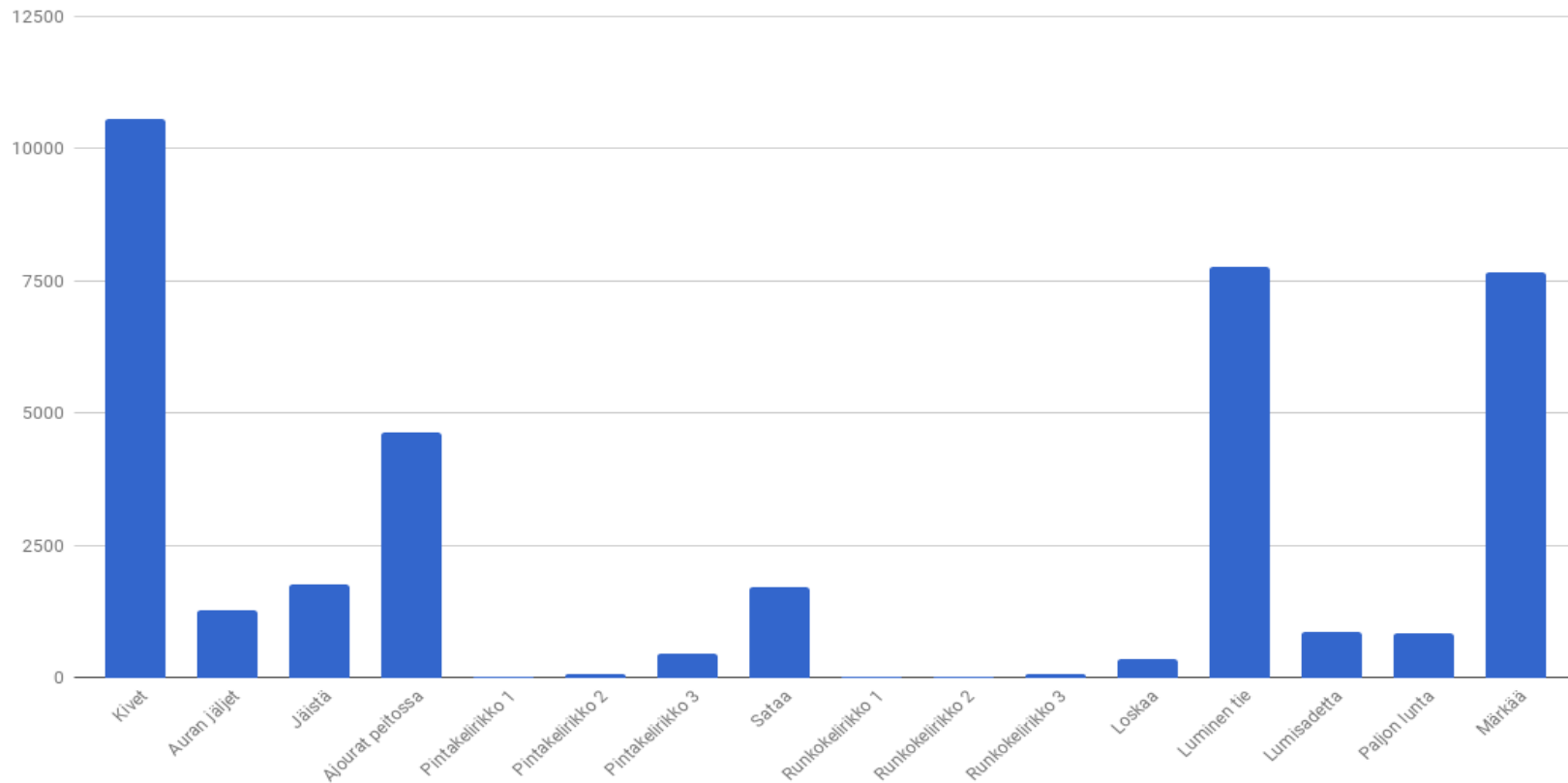
2.3 Tiedon validointi ja analysointi

- **Konenäön opetusaineisto** koottiin itse pilotin aikana sekä Metsähallituksen aikaisemmin keräämästä kuva-aineistosta.
 - Konenäkökoulutuksessa keskeisessä roolissa olivat eri tilanneluokkia koskevat Liikenneviraston ohjeet ja kuvaesimerkit sekä ohjausryhmän palaute.
- Pilotissa syntyvän kuva- ja anturidatan **kattavuutta** seurattiin tietotyypeittäin (ks. seuraava kalvo).
 - Kuva- ja anturiaineiston laajuus oli riittävä mm. kelitietojen osalta, mutta paikallisista tilanteista (esim. paha kelirikko) aineistoa ei saatu riittävästi.
 - Kokonaisuudessaan aineistoa saatiin 289 000 km:ltä.
 - Paikallisesti aineisto saattoi olla hyvinkin kattavaa (kuva).



Tiedon kattavuus

Annotointien määrä

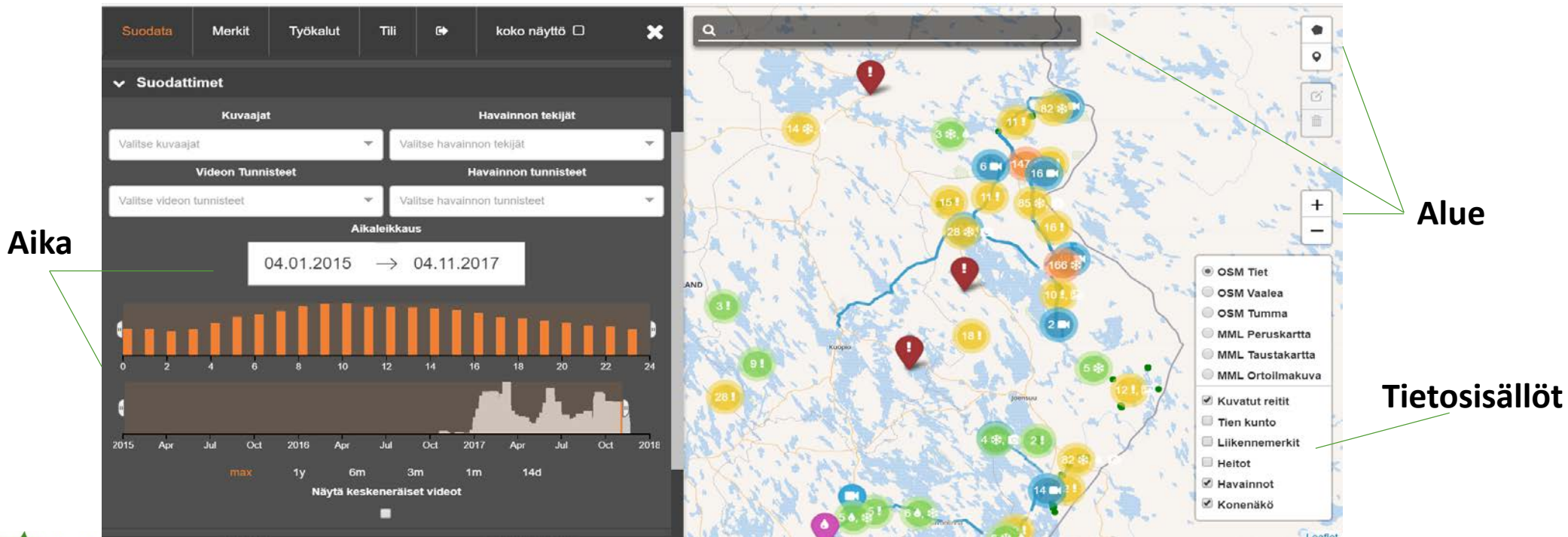


Pilottiaineiston laatu

- **Videodatan tekninen laatu** oli pääosin hyvä, mutta konenäölle haasteita muodostivat mm. voimakas auringon vastavalo tai puiden varjot tiellä. Yökuvissa kuorma-autojen voimakkaat valot loivat selviä varjoja, jolloin esim. lumen määrä erottui hyvin.
- **Anturidatan laatua** arvioitiin vertaamalla dataa samalla hetkellä kuvattuun videodataan.
- **GPS-signaalin tarkkuus** oli noin 10 metrin sisällä.
- Kuljettajat tekivät yhteensä noin 1 600 havaintoa **langattomilla napeilla**.
 - Napeissa ei havaittu teknisiä ongelmia, mutta nappihavaintojen tulkinta (miksi nappia oli painettu) oli osin vaikea tehdä. Kehityskohteena onkin itse napin vaihtaminen monipuolisempaan vaihtoehtoon ja/tai nappipainalluksia täydentävien ääniviestien jatkokehittäminen.
- Kuljettajat antoivat nappihavaintoja täydentäviä **ääniviestejä** vain harvakseltaan, joten niiden käyttöä tulee helpottaa esim. malliviesteillä.

2.4 Tiedon karttakäyttöliittymä

- Kuva-aineisto ja analyysitulokset esitettiin karttakäyttöliittymässä. Sen jatkokehityskohteita ovat hakutoimintojen kehittäminen ja/tai tulosten integrointi suoraan käyttäjien omiin järjestelmiin.



3. Pilotin aikana kerätty ja analysoitu tieto

3.1 Tiestön kelitieto

- Kelitietoa kertyy alueellisesti ja ajallisesti kattavasti, mikä nopeuttaa konenäkökoulutusta.
 - Esimerkiksi jäisyyden luotettavaa havaitsemista voidaan parantaa keräämällä myös lämpötilatietoa tai ajoneuvojen CAN-väylätietoja.
 - Pilottikuljettajat raportoivat aktiivisesti painonapeilla haastavista keliolo-suhteista. Ääniviestien automaattista litterointia testattiin pilotissa (alempi kuva), mutta niiden hyödyntäminen vaatii jatkokehittämistä.
- Jatkokehitystarpeita on teiden eri hoitoluokkien ja niiden eri toimenpidekynnysten mukaisten kelitilanteiden havaitsemisessa.



ID	metsateho-2017-03-24_07-27-00-890+0200-1490333515519
Aika	24.3.2017 klo 7.31.55
Lisätty	24.3.2017 klo 7.42.14
Osoite	16775.0, 3.0, 1605
Sijainti	62.54002, 25.16735 (WGS-84)
Kuvaaja	metsateho006
Käyttäjä	metsateho006
Tunnisteet	lisää tunnisteita
Teksti	Tässä on kohti on pahasti jäinen

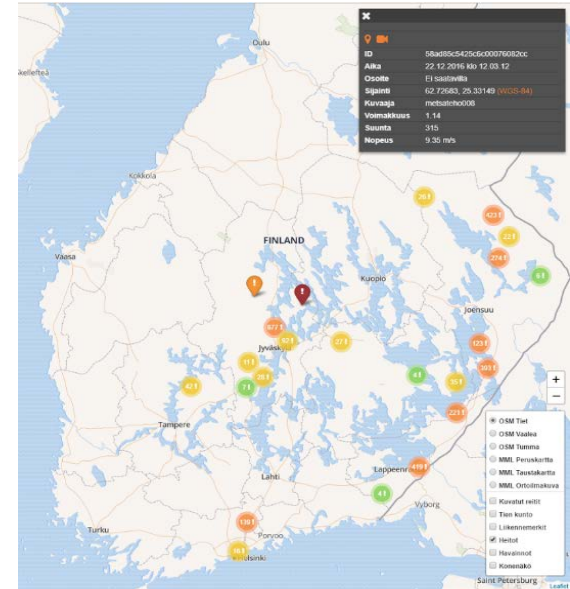
3.2 Kelirikko

- Kelirikkoa havainnoitiin video- ja anturidatan sekä kuljettajien painonappihavaintojen avulla.
 - Kevään 2017 lievän kelirikkotilanteen takia havaintoja saatiin kerättyä liian vähän.
- Eri kelirikkloluokkien annotointi oli pelkkien kuvien pohjalta haastavaa. Tiet ovat usein muistakin syistä kuin vain kelirikosta johtuen pehmenneitä tai uraisia.
- Varsinkin pahimmissa kelirikkotilanteissa voidaan hyödyntää sekä anturi- että konenäköanalyysia (kuva), jolloin havainnot ovat luotettavampia.
- Kelirikon paikallisuuden takia kelirikkojen inventointi on työlästä. Toisaalta kelirikko aiheuttaa mm. metsäsektorin kuljetuksille merkittävät lisäkustannukset. Näistä syistä uudet menetelmät kelirikon etenemisen havainnointiin nähtiin tärkeänä jatkokehityskohteena.



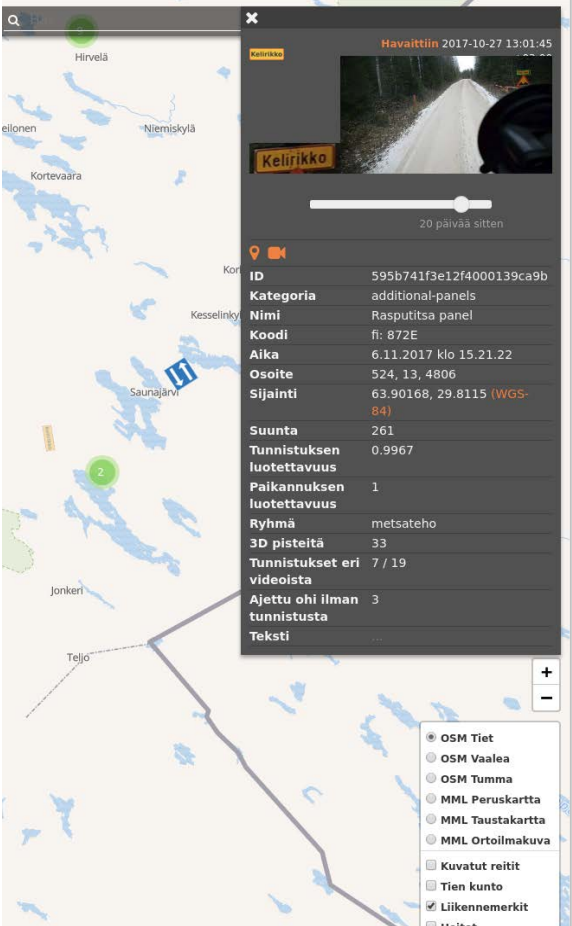
3.3 Tien kunto ja heitot

- Tien kunto -arvo (ylempi kuva) muodostettiin anturidatan pohjalta.
 - Kuntoarviointiluokitus perustuu Vionicen aikaisemmassa projektissaan laatimaan vertailuaineistoon.
 - Kuntoarvon jatkokehitystarpeena on sen skaalaus eri tieluokille.
- Heitot ovat hetkellisiä poikkeamia anturidatassa (alempi kuva)
 - Pituusheitto indikoi esim. painumaa tiessä rummun tai muun rakennemuutoksen takia. Sivuttaisheitto indikoi esim. tien oikean puolen painumaa.
 - Heitot toimivat hyvinä herätteinä ko. kohdan tarkistamiseen myös konenäöllä tai suoraan videolta.
 - Heittotiedon hyödyntämisen kehittämistarpeena on mm. tiukkojen mutkien aiheuttamien virrehavaintojen poistaminen.



3.4 Liikennemerkit

- Liikennemerkejä tunnistettiin pilotissa automaattisesti konenäöllä. Menetelmä on käytössä Liikennevirastossa jo nyt liikennemerkkien kuntoinventoinnissa.
- Pilotin tavoitteena oli varsinkin kelirikosta ja painorajoituksista ilmoittavien merkkien tunnistaminen
 - Kelirikkotilanteet ovat väliaikaisia ja koottu tieto varsinkin yksityisteiden ajantasaisista kelirikkorajoituksista puuttuu.
 - Konenäköhavainnoinnin lisäksi on tarpeen ylläpitää rajoitustietoja myös muilla keinoin (esim. kuntien ja tiekuntien suorat ilmoitukset), jotta tieto on tarpeeksi ajantasainen.
 - Jatkokehitystarpeena on eri painorajoitustyyppien erottaminen tekstintunnistamisen avulla.



Havaittiin 2017-10-27 13:01:45

Kelirikko

20 päivää sitten

ID	595b741f3e12f4000139ca9b
Kategoria	additional-panels
Nimi	Rasputitsa panel
Koodi	fi: 872E
Aika	6.11.2017 klo 15.21.22
Osoite	524, 13, 4806
Sijainti	63.90168, 29.81115 (WGS-84)
Suunta	261
Tunnistuksen luotettavuus	0.9967
Paikannuksen luotettavuus	1
Ryhmä	metsäteho
3D pisteitä	33
Tunnistukset eri videoista	7 / 19
Ajettu ohi ilman tunnistusta	3
Teksti	...

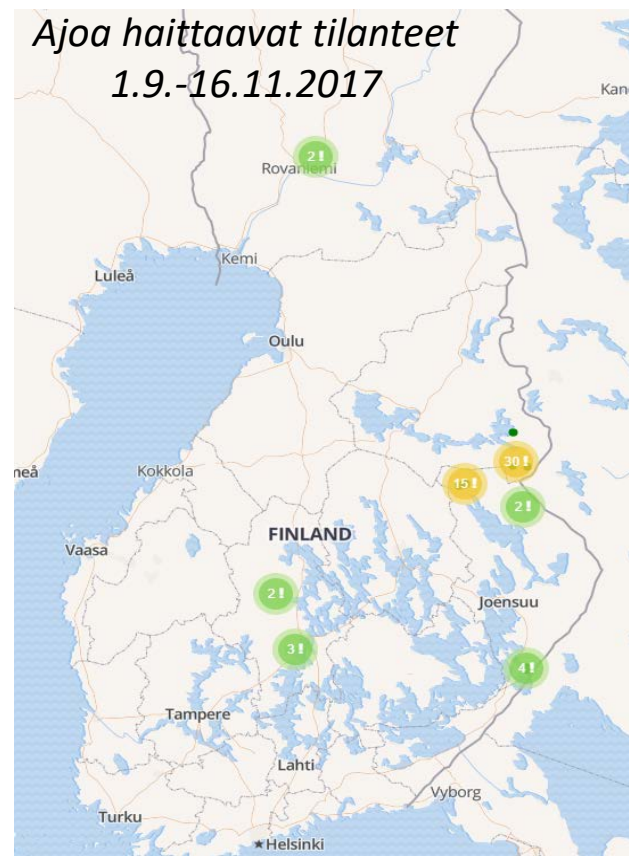
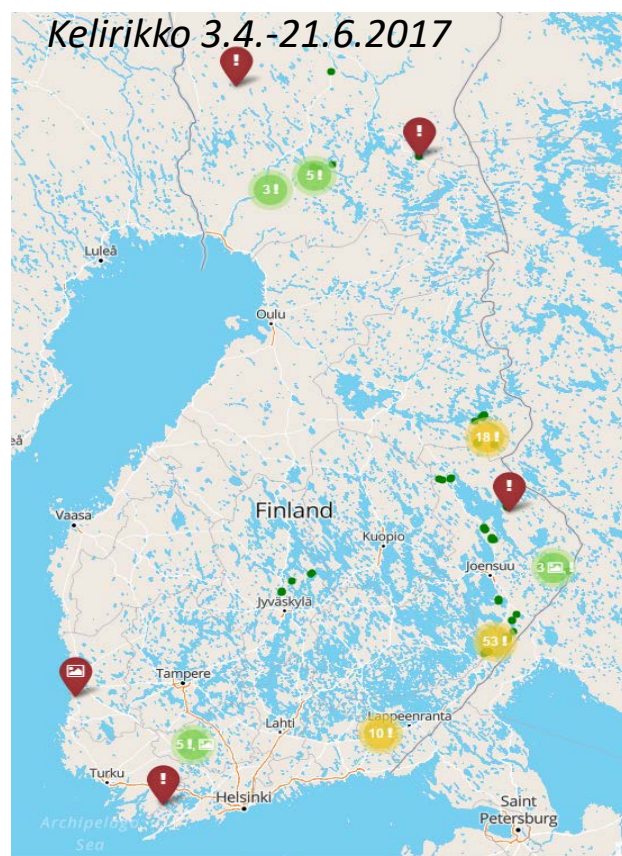
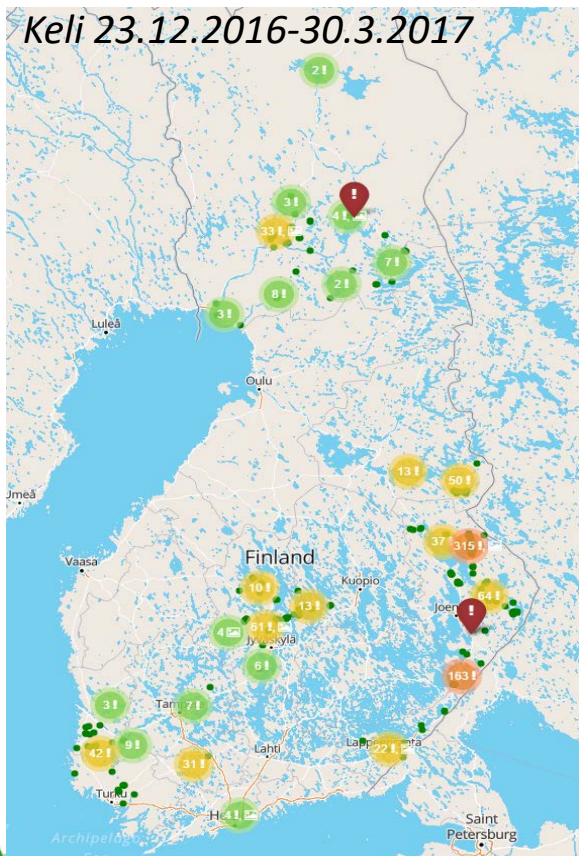
- OSM Tiet
- OSM Vaalea
- OSM Tumma
- MML Peruskartta
- MML Taustakartta
- MML Ortoilmakuva
- Kuvatut reitit
- Tien kunto
- Liikennemerkit

3.5 Kivet ja pölyävyys

- Yli 3 cm korkeista **kivistä** saatiin havaintoja varsinkin pilotin yksityistieverkon aineistosta. Tämä auttoi konenäkömallin koulutusta, vaikka valtion tieverkolla havaintojen määrä oli pieni.
 - Juuri tietyinkokoisten (yli 3 cm) kivien konenäkö-tunnistaminen on haasteellista. Kivien tunnistamisessa voisikin harkita ortokuvien hyödyntämistä.
- **Pölyävyys**kuvia kerättiin pilotissa henkilöautojen takalasin kautta kuvattuna.
 - Kuvia ei konenäkökäsitelty, joten jatkossa on tarpeen kiinnittää huomiota esim. auton pölyisestä lasista syntyviin virrehavaintoihin.
 - Lisäksi on tarpeen yhdistää pölyävyyskuvat ajoneuvon nopeuteen ja kuvausalueen paikkatietoon (asutuksen ja viljelysten läheisyys).



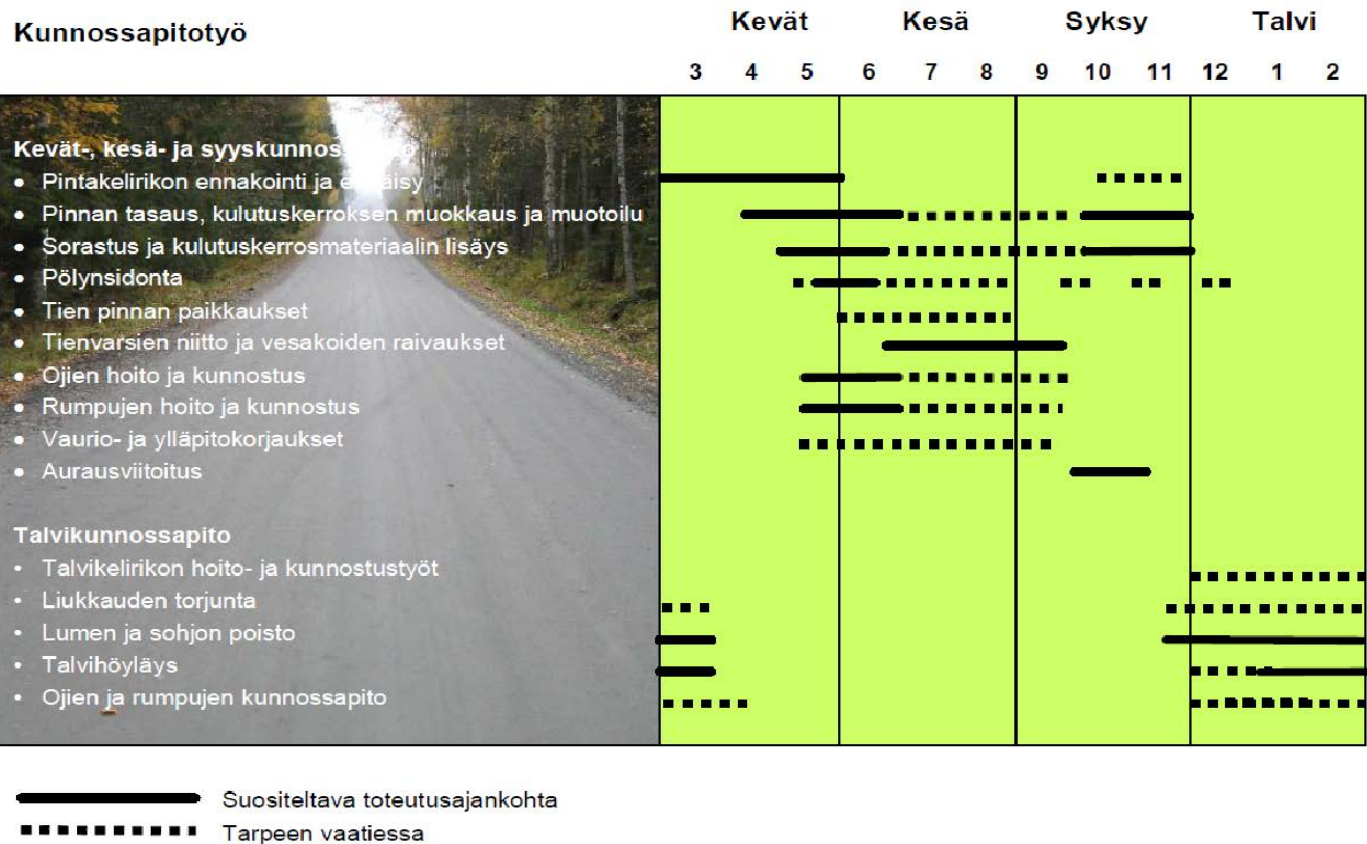
Langattomalla napilla annetut havainnot



4. Tietojen hyödynnettävyys

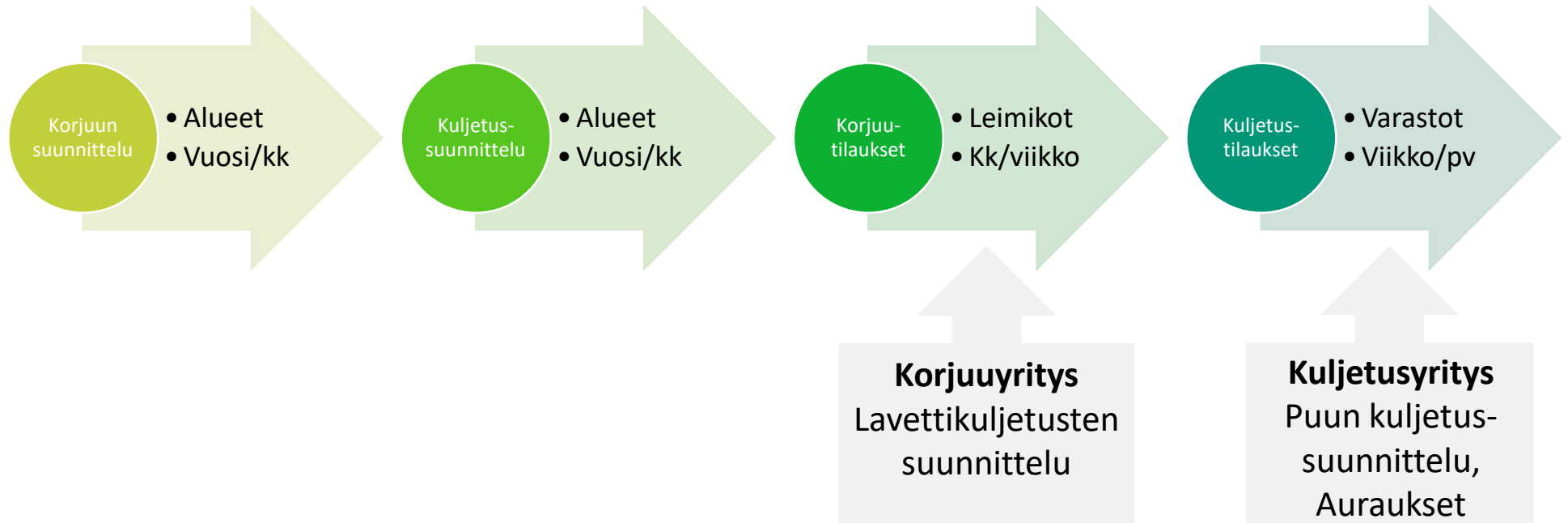
- Liikennevirasto ja ELY-keskukset voisivat hyödyntää pilotissa muodostetun kaltaisia konenäkö- ja sensorianalyysituloksia varsinkin
 - talvihoidon täsmäkohteiden priorisoinnissa ja laadunseurannassa
 - kelirikkoinventointien ja -korjausten suunnittelussa
 - ammattikuljettajien tienkäyttäjäpalautteen automatisoinnissa ja subjektiivisuuden vähentämisessä.
- Metsäsektorin ja sen kuljetusyrietykset voisivat hyödyntää tuloksia varsinkin (ml. yksityistiet)
 - sorateiden kunnan ja kuljetuskelpoisuuden seurannassa
 - talvikunnossapidon tilanteen seurannassa
 - kelirikkotilanteen seurannassa
 - tienkäyttäjäpalautteen lähettämässä
 - erityisten vaarallisten ajo-olosuhteiden seurannassa.
- Seuraavissa kalvoissa on esitetty tienpidon ja puukuljetusten prosesseja ja niiden ajoituksia. Tiedonkeruuta tulisi ajoittaa sekä ko. prosessien suunnitteluvaiheeseen eri aikajännteillä sekä välittömästi prosessien jälkeenkin (laadunseuranta).

Liikenneviraston ja ELY-keskusten sorateiden kunnossapidon prosessit



Metsäsektorin tiedonpidon ja kuljetusten prosessit

Puun hankintaorganisaatiot ja tuotantolaitokset
Kohteiden saavutettavuus



Yhteenveto tietotarpeista

- Seuraavassa kalvossa (22) on yhteenveto esille nousseista tarpeista muuttuville tiestötiedoille painottaen sorateiden tienpitoa ja puukuljetuksia.
 - Taulukkoon on tunnistettu kullekin tietotyypille soveltuvia joukkoistetun tiedonkeruun menetelmiä ja täydentäviä datatarpeita.
 - Tietotarpeet on esitetty aikakriittisyysjärjestyksessä. Esim. tieto onnettomuustilanteen kelistä tulisi olla juuri kyseiseltä ajankohdalta.
 - Aikakriittisyys luo vaatimuksia myös tiedonkeruun tiheydelle ja kattavuudelle.
 - Jos joukkoistettu tiedonkeruu luo lähinnä muuta tietoa täydentävää vihjetietoa, tiedonkeruun ei tarvitse olla kattavaa.
 - Joukkoistettuun tiedonkeruuseen perustuvissa palveluissa (esim. paikalliset kelivaroitukset) tiedonkeruu tulee olla puolestaan laajasti käytössä.
- Varsinkin yksityisteiden osalta joukkoistettu tiedonkeruu voisi hyödyntää myös pysyvälunontaisen tiestötiedon keruuta (esim. tien leveys, metsäteiden kääntopaikat, pysyvät painorajoitukset).

Tienpidon ja kuljetusten* tietotarpeita

Onnettomuuspaikan keli 📷	Pölyisyys 📷
Este tiellä* 📷 🚛 (nopeus)	Kuopat 📱 📷
Renkaan alla pettänyt tien kohta 🚛 + 📷	Siltojen kunto-ongelmat (näkyvät) 📷
Merkittävä liukkaus* 🚛 🎤	Tierumpujen huono kunto 🚛 (nopeus)
Liika jää, lumi, loska 📷 🚛 🎤	Reunapalle 📷
Märkä ja sumuinen tie 📷 🚛 + 📈 (lämpötila)	Vesakot 📷
Kelirikko* 📷 📱 🚛	Riittämättömät/suuret tien pinnan kaltevuudet 📱
Höylän jäljet 📷	Kulutuskerroksen riittämätön määrä ja kunto 📷 📱
Liikennemerkkit (muuttuvat painorajoitukset)* 📷	Sivu- tai laskuojien huono kunto 📷
Pinta- ja maakivet 📷 📱	📷 kuva- tai videodata
Kuljetuksista syntyneet tievauriot* 📷	📱 matkapuhelimen anturidata tai asentoestimaatti
Urat, painumat, savisilmäkkeet 📱 + 📷	🎤 ääniviesti, muu kuljettajahavainto
	🚛 ajoneuvon tuottama data
	📈 tilasto- tai ennustedata

5. Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksukset

- Pilotissa haluttiin testata ajoneuvoissa mahdollisimman automaattista tiedonkeruuta liikenneturvallisuuden, kuljettajien positiivisen suhtautumisen ja tiedonkeruun objektiivisuuden varmistamiseksi.
 - Tiedonkeruun jatkokehitystarpeena on automaattisuuden lisääminen mm. turhan kuva-aineiston välttämiseksi. Tiedonsiirtoa on tarpeen kehittää mm. tietoa pakkaamalla.
- Tavoitteena oli luoda mahdollisimman ajantasainen tilannekuva sorateiden kunnosta ja keliolosuhteista.
 - Nopeimmillaan tilannekuva oli käytettävissä minuutteja tiedonkeruun jälkeen. Ajantasaisuus vaatii kuitenkin jatkossa hyvin kattavaa tiedonkeruuta. Datan aikakriittisyys vaihtelee paljon tietotyypistä riippuen.
- Metsäsektorin kuljettajat sopivat hyvin joukkoistettuun tiedonkeruuseen, koska niiden ajoreitit kattavat laajasti alemmankin tieverkon ja tietoa syntyy usein ympäri vuorokauden.
 - Aineiston kattavuuden ja ajantasaisuuden varmistamiseksi tiedonkeruuta on tarpeen tehdä muidenkin sektoreiden ajoneuvoilla. Käynnissä olevat pilotit osoittavat, että kiinnostusta on muillakin sektoreilla.
- Seuraavaan kalvoon (24) on tunnistettu toimenpiteitä, jotka ovat tarpeen, jotta joukkoistetulla tiedonkeruulla koottu aineisto on eri käyttäjien hyödynnettävissä.

Toimenpidetarpeita

KATTAVA TIEDONKERUU

Automatisoinnin
jatkokehitys

Muiden
toimialojen
pilotit

Täydentävät
tiedonkeruu-
menetelmät

TIETOALUSTAT

Digitraffic

Digiroad

Uudet alustat

Datafuusio

Laadunvalvonta

Oikeuksien
valvonta

RAJAPINNAT

Automaattinen
raportointi

Datan pilotointi
loppukäyttäjä-
sovelluksissa

PELISÄÄNNÖT TIEDONKERUULLE, JAKAMISELLE JA HYÖDYNTÄMISELLE

RAHOITUS JA LIIKETOIMINTAMALLIT