

Indikaatori maastiku struktuuri muutused punkt-, joon- ja pindelementides uuring „LIDAR andmete kasutusvõimaluste analüüs põllumajandusmaastikuseires“

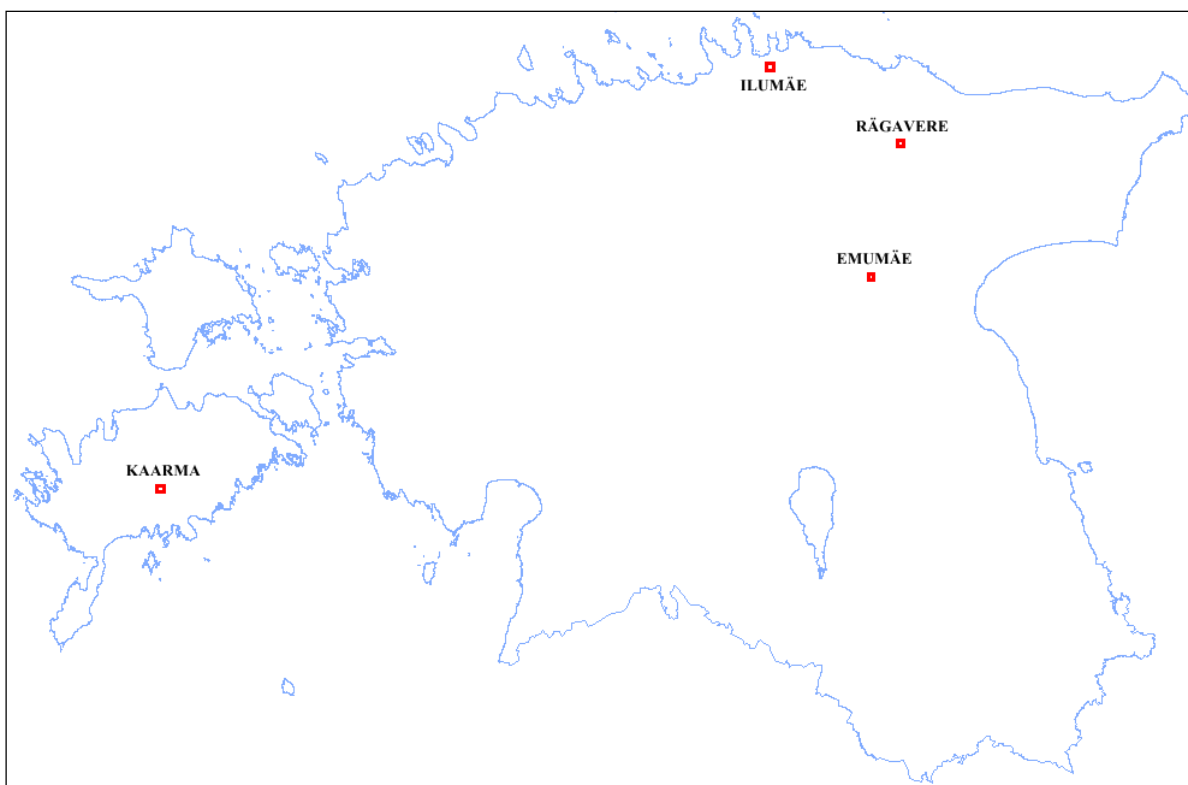
Töö teostaja: Eesti Maaülikool Põllumajandus- ja keskkonnainstituut, PMK

Uuringu eesmärk ja seirealad

Põllumajandusmaastikku võib vaadata kui koondit maastikuelementidest ja -komponentidest, nii looduslikest kui ka inimtekkelistest, nendevahelistest muutuvatest suhetest ning seostest. Põllumajandusmaastiku seire üheks oluliseks eesmärgiks on toota kvaliteetseid andmeid maastike hindamiseks ja hinnata maastikus ajaliselt toimuvaid muutuseid ehk fikseerida maastiku struktuur nn „0-aastal“ ja „0+x“ aastal ning analüüsida maastiku muutust perioodil x.

Käesoleva töö eesmärgiks on testida LIDAR andmete kasutamise võimalusi põllumajandusmaastiku seires. Eesmärk on anda hinnang, kui võrd LIDAR andmeid on võimalik kasutada maastikuseires ja millist täiendavat informatsiooni on võimalik saada nimetatud andmete analüüsil arvestades põllumajandusmaastiku seire eesmärki – punktobjektide, ribastruktuuride ja üldise maastiku mitmekesisuse muutuste kaardistamine ja analüüs.

Käesoleva töö teostamiseks valiti neli testala suurusega 2x2 km (Joonis 1), milles analüüsiti maakatte muutusi LIDAR andmete põhjal. Välitöid käesolevas uuringus ei teostatud.



Joonis 1. 2013. aasta põllumajandusmaastike seire testalade paiknemise skeem (PMK, 2013maastik)

Põhiliseks valikukriteeriumiks oli kahe LIDAR ülennu andmete olemasolu. Osadel testaladel (Kaarma Saaremaal, Ilumäe ja Rägavere Lääne-Virumaal), on maastikuelementide muutuseid võimalik hinnata 4-aastase intervalliga. Emumäe testalal on esimesest ülennust (2010) möödunud 3 aastat ja siin kasutati 2013. aasta metsandusliku aerolaserskaneerimise ülennu andmeid. Metsanduslik skaneerimine erineb meetoodiliselt tavapärasest, kuna lennukõrgus on 1 km



EESTI MAAELU ARENGUKAVA 2007 – 2013 2. TELJE PÜSIHINDAMINE

võrra kõrgem (ca 3 600 m) ja lennuaeg ei ole mitte vegetatsiooniperioodi alguses mais, vaid vegetatsiooniperioodi keskel, kui lehtpuude võrad on lehtedega kaetud.

LIDAR andmete töötlus

Kokku töödeldi ja analüüsiti käesoleva töö raames 58 LIDAR LAS-formaadis andmefaili. Kolmel testalal on LIDAR andmed kogutud Maa-ameti skanneriga ALS50-II, lennates maapinnast keskmiselt 2 400 m kõrgusel. Impulsid on kiiratud lähiinfrapunases spektripiirkonnas lainepikkusel 1 064 nm. Impulsiühedus maapinnal andmefailide esimeste peegelduste statistika järgi oli keskmiselt 0,7–0,9 impulssi ruutmeetrile. Lennuribade servades põhjustab skänneri peegli suuna muutusega seotud liikumise aeglustumine oluliselt suurema impulsiüheduse pinnaühiku kohta sama impulsiüheduse juures. Lennuribade keskel on impulsiühedus ca 0,45–0,50 imp m². Iga impulsi kohta registreeriti kuni neli peegeldust. Keskmise peegelduste (P) tihedus lennuribal oli 1–1,2 P m². Ülekattega aladel oli peegeldusi pinnaühiku kohta rohkem. Andmed olid salvestatud standardsesse LAS-vormingutesse lennuribade kaupa.

Skaneerimise nadiirnurk oli kuni 20 kraadi. LIDAR andmete töötluks kasutati tarkavara *MapInfo Professional* ja *Encom Discover*.

Esimese sammuna imporditi LAS-formaadis andmestik *MapInfo* TAB-andmeformaati ja genereeriti lähteandmetest punktiparved. Ruumpäringuga eraldati liidetud punktiparvest ainult 2x2 km seireruutude sisse jäävate punktide andmestik. Iga seireruudu jooksva ülelennu aasta sisaldab ca 1,7 miljonit andmepunkti, ehk ca 1 andmepunkt 2 m² kohta. Kokku analüüsiti ca 13,6 miljonit andmepunkti.

Peegelduse intensiivsuse mudel

Liidetud andmepunktidest koostati igale seireruudule peegeldustugevust kirjeldava andmestiku põhjal vastavad andmemudelid. Erinevalt ortofotost on mudeliandmestik masinloetav ja vastavalt kindlatele andmete vahemiknäitajatele saab andmeid ka mudelist ruumpäringutega eristada (Joonis 2).



Joonis 2. Põllumajandusmaastike uuringu Kaarma seireruudu ortofotod ja maakatte peegeldusintensiivsuse mudelid 2008. ja 2012. aastal : (PMK, 2013maastik)

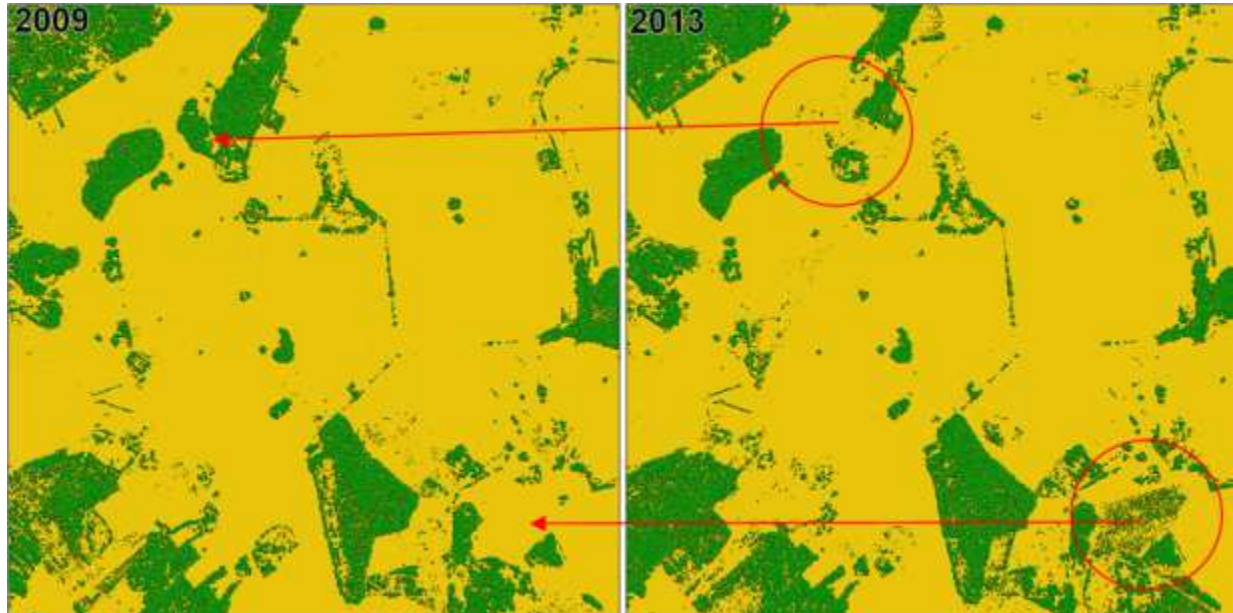
Üldised muutused põllumajandusmaa maakasutuses on intensiivsusemudelilt tuvastatavad ja eraldatavad. Probleem on eelkõige sellest, et sõltuvalt niiskusoludest ja vegetatsiooniperioodi ajalisest jaotusest (jooksva aasta ilmastikust) ei ole peegelduste arvnäitajad üheselt klassifitseeritavad. Põllumassiivide sees olev külvikorraväljade jagunemine on aga üldjoontes eristatav ja seireks (võrrelduna PRIA tootjate poolsete andmetega) kasutatav.

Ruumiliste muutuste analüüs

Antud töö raames koostati esimese sammuna LIDAR andmepilvest kõrgusmudel, kasutades kõikide andmepunktide kõrgusandmestikku, tulemuseks saadi 3D maastikumudel. Selleks, et eraldada maastikumudelist maapinnast kõrgemale jääv andmestik, ehk maastikuelemendid, tuleb LIDAR algandmetest eraldada ainult maapinna kõrgust kirjeldavad andmepunktid ja genereerida ainult maapinda kajastav 3D kõrgusmudel. Puhta maakatet kujutava kõrgusmudeli saamiseks lahutati 3D maastikumudelist 3D maapinnamudel. Saadud kõrgusmudel sisaldab lähteandmete

EESTI MAAELU ARENGUKAVA 2007 – 2013 2. TELJE PÜSIHINDAMINE

täpsusest ja katvusest tulenevat „arvutusmüra“, mis lõpptulemusest on otstarbekas eraldada. Lähtudes lähteandmete vertikaalsest täpsusest (mõõtmistulemuse maksimaalne viga kuni 30 cm) eraldati binaarse maakattemudeli (lage ala/kaetud ala) saamiseks ainult maakatet kujutavast kõrgusmudelist andmestik, mille arvatud kõrgus on $> 0,3$ m (Joonis 3).

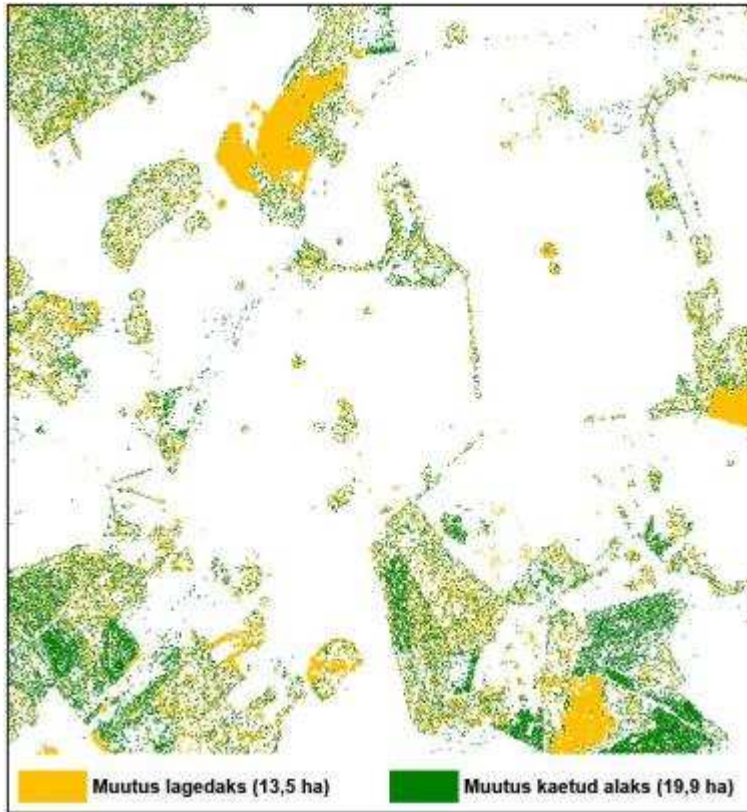


Joonis 3. Põllumajandusmaastike uuringu Rägavere seireruudu binaarsed maakatte mudelid 2009. ja 2013. aastal. Punased ringid tähistavad suuremate muutustega piirkondi (PMK, 2013maastik)

Maakatte mudelilt on suuremad muutused (raied, uued ehitised, teetrasside muutused jne) ka visuaalset silmaga eristatavad. Vastav mudel annab võimaluse muutuseid hinnata ka statistiliselt, kasutades näiteks *FragStat* ruumistatistika muutuste hindamise arvutiprogrammi.

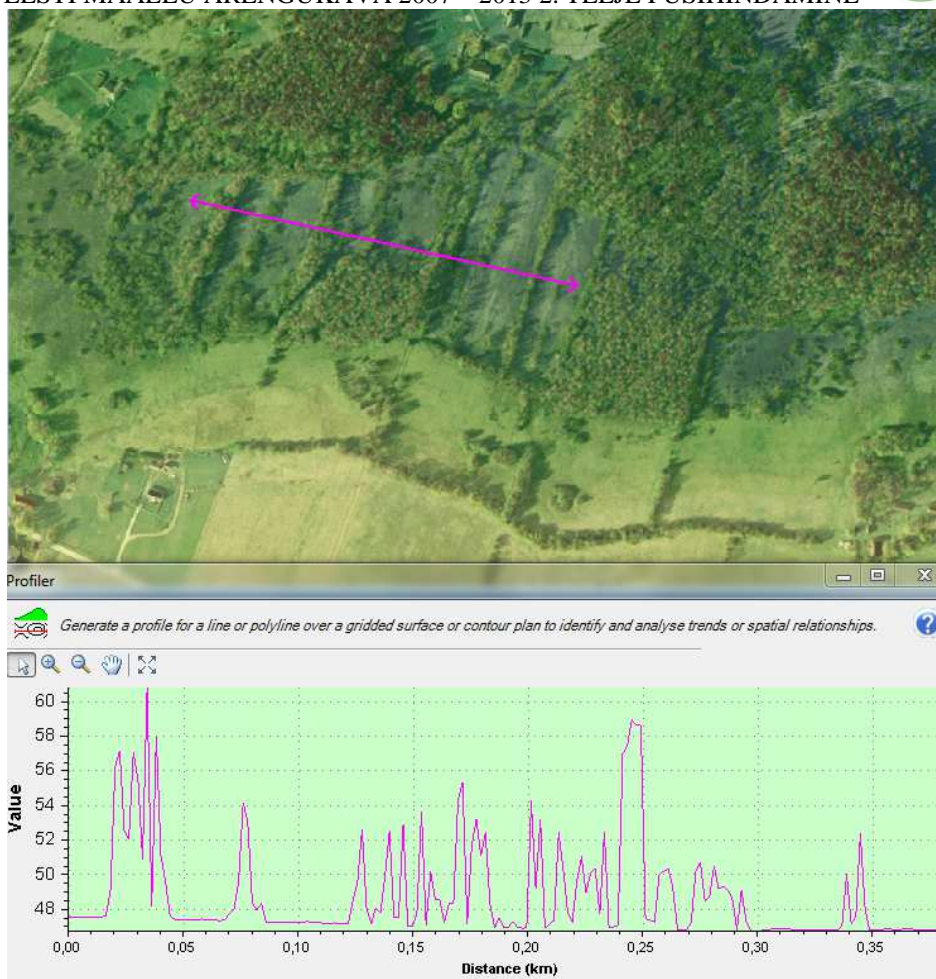
Lisaks on võimalik vastavat mudelilt leida ruumilised muutused seireaastate võrdlusandmetena. Selleks rastermudelid vektoriseeriti ja võrreldi vektorandmete alusel maastikus toimunud muutuseid. Muutuste näitajad salvestuvad nii kaardilisel kujul kui ka statistiliselt tabelitesse. Siinjuures tuleb ruumistatistikas kajastuvatesse arvnäitajatesse suhtuda ettevaatlikult, kuna statistilised muutusnäitajad arvutatakse koordina terve seireruudu põhiseiselt ja tõlgendamisel võib seetõttu jääda mulje, et muutuseid justkui ei toimunud või olid need marginaalsed. Näiteks, kui seireruudu pindala on 400 ha ja koondmuutus 2 ha (ehk 0,5%) ei tundu see kindlasti suure muutusena terve ruudu ulatuses. Lokaalselt, konkreetses kohas on aga kaetud ala/lage ala võrdluses arvestatav juba 0,1 ha suurune muudatus. Rägavere seirealal toimunud muutused olid neljast seirealast kõige ulatuslikumad. Lagedat ala tekkis kaetud ala arvelt perioodi jooksul juurde 13,5 ha ja kaetud ala pind suurenes vastavalt lageda ala arvelt 19,9 ha, kokkuvõttes lageda ala pindala vähenes 6,4 ha. Maastikumuutused võivad 4 aasta jooksul olla ka Eesti tingimustes väga suured, LIDAR andmed sobivad selliste muutuste automaatseks maastikutasandil kaardistamiseks ja muutuste arvutamiseks väga hästi (Joonis 4).

EESTI MAAELU ARENGUKAVA 2007 – 2013 2. TELJE PÜSIHINDAMINE



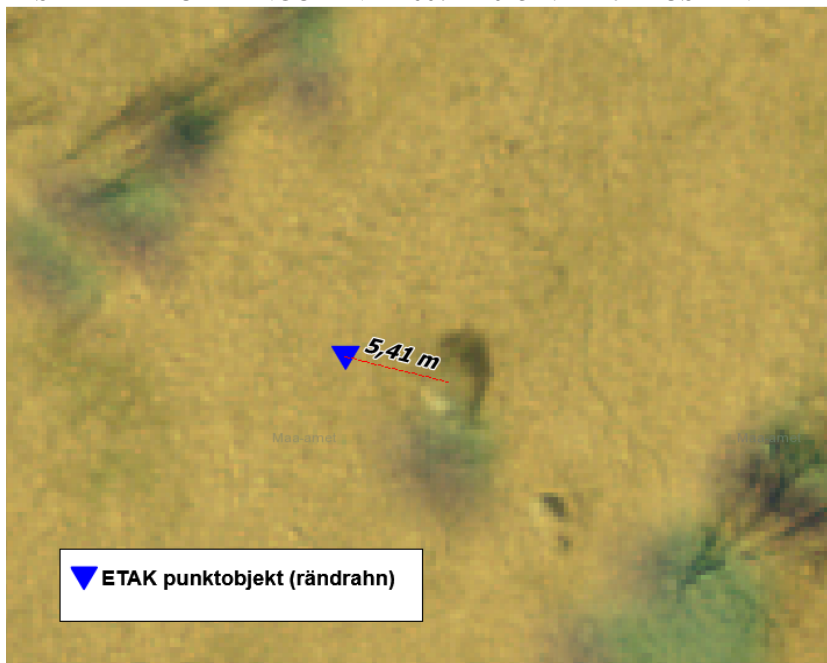
Joonis 4. Põllumajandusmaastike uuringu Rägavere seireruudu maakatte kogumuutus 2009-2013. aastal binaarse mudeli alusel (PMK, 2013maastik)

Lisaks eelpooltoodule on võimalik leida maastikuelementide (kiviaiad, põõsasribad, kraavid, teetammid jne) kõrgusprofiilid, mis annavad täiendavat lisateavet bioloogilise mitmekesisuse seire andmete analüüsiks. Näiteks on võimalik hinnata maastiku ribastruktuuride laiuse ja kõrguse suhte mõjusid liikide elupaikadele ja territooriumi kasutamisele. Andmestik on võimalik eksportida tabelkujule *.xls(x) formaati (Joonis 5).



Joonis 5. Näide põllumajandusmaastike uuringu Ilumäe seireruudu ribastruktuuride ristiprofiilist (PMK, 2013maastik)

Maastikuseire seisukohast on oluline fikseerida tegelikud muutused maastikus pind-, joon- ja punktobjektide alusel. ETAK andmebaasi punktobjektide alusel on keerukas, sageli võimatu, hinnata tegelikke muutusi maastikus, kuna üksikobjektide arv on ebatäielik ja üksikobjektide paiknemine on kaardil ebatäpne – paljudel objektidel on asukohavead. Tihtipeale on objektid kas nihkes (Joonis 6) või nende esinemist on üldistatud – paljude üksikpuude asemel on kaardile kantud vaid osa puid. LIDAR andmete analüüs koos ETAK andmete ja ortofotodega annab olulist lisateavet maastikuseireks ja võimaldab täpsemini hinnata tegelikke muutusi maastikes.



Joonis 6. Näide põllumajandusmaastike uuringu Ilumäe seireruudu ETAK punktobjekti asukohaveast võrreldes ortofotoga (PMK, 2013maastik)

Kokkuvõte ja soovitused

- LIDAR andmed on põllumajandusmaastikus toimunud muutuste kohta kiire, üldistatud ja automaatselt ülevaate saamiseks piisava täpsusega ja nende andmete alusel saab täiendada põllumajandusmaastiku seire meetodikat.
- LIDAR andmetest on võimalik arvutada muutused maakattes, võttes aluseks binaarse mudeli – kaetud ala (taimestik kõrgem kui 1m) ja nn lage ala.
- Andmete võrreldavuse huvides on vajalik, et mõõdistuste lendamise aeg oleks samal vegetatsiooni perioodil ja lennukõrgus oleks ligilähedasel sama (2 400 m).
- LIDAR andmetest on võimalik genereerida maastiku joon- ja pindobjektide kõrgusprofiilid (näiteks, põõsaribade kõrgus, metsasaarte kõrgus jne.). Nimetatud andmestik avardab seirataivate liikide andmeanalüüsi võimalusi.
- Mikroreljeefide (rändrahnud, kiviaunad, jt vertikaalsed objektid) eraldamine on lihtne ja täpne. Võrreldes ETAK objektidega on LIDAR andmete alusel määratletud objektid ruumiliselt õiges asukohas.
- LIDAR andmestik on võrreldes ETAK andmetega seire läbiviimiseks sobivam, ETAK andmed uuenevad ebakorrapärase sammuga ja on sageli tugevasti üldistatud.
- LIDAR-põhine automaatselt arvutatav maakatte muutus on objektiivne, puudub inimfaktorist tulenev digitaliseerimistäpsuse mõju muutustele. Binaarse maastikumudeli alusel on võimalik arvutada maastikumetriku näitajad ja hinnata muutusi maastikes.
- Puuduseks on LIDAR andmestiku nn intensiivsusklasside keerukas klassifitseerimine. Intensiivsuseväärtus sõltub lennuajal valitsevatest tingimustest ja ei ole konstantne. Maakatteklasside leidmine intensiivsuseväärtusest ei ole võimalik.
- Käesoleva uurimistöe alusel võib anda soovitusi täiendada põllumajandusmaastiku seire meetodikat arvestades LIDAR andmete analüüsivõimalustega.