

Talviaikaisen kasvipeitteisyyden kaukokartoitus

Markus Katainen

Turun yliopisto, Maantieteen laitos

Yhteenveto talviaikaisen kasvipeitteisyyden kaukokartoituksesta

29.04.2017

Johdanto

Peltojen talviaikainen kasvipeitteisyys on yksi tuetuista ympäristötoimenpiteistä, jolla pyritään vähentämään eroosiota sekä sitä kautta vesistöihin päätyvän ravinnehuuhtoumaa. Talviaikaisen kasvipeitteisyyden vaikutus kohdistuu talven ajalle, jolloin erityisesti kasvipeitteettömistä pelloista sekä sateet että lumikerroksen sulamissyklit aiheuttavat eroosion kautta ravinnehuuhtoumaa. Kasvukauden ulkopuolinen kasvipeite auttaa pitämään ravinteet pellossa ja vähentää eroosion riskiä etenkin jyrkillä ja tulvaherkillä peltolohkoilla, minkä lisäksi kasvillisuus toimii myös hiilinieluna. Kaikkein eniten kasvihuonekaasupäästöjä tulee turvepelloilta orgaanisen aineen mikrobiologisten hajoamisprosessien seurauksena, minkä vuoksi etenkin turvepelloille olisi tärkeää jättää talven ajaksi kasvipeitteisyyttä (Maa- ja metsätalousministeriö 2007).

Talviaikaiseen kasvipeitteisyyteen hyväksyttävät lohkot voivat sisältää monivuotisia nurmia, talven yli säilytettäviä yksivuotisia nurmia, monivuotisia puutarhakasveja, kerääjäkasveja, sänkeä, ruokohelpiä, kuminaa, pellavaa, hampua tai syyskylvöisiä kasveja. Kasvipeitteisyyttä voi toteuttaa myös kevennetyllä muokkauksella, ja siihen kelpaa kultivaattorilla tai kultivaattoria kevyemmällä menetelmällä yhteen kertaan muokattu vilja-, öljykasvi-, tattari-, siemenmauste-, kuitupellava- tai härkäpapuala (Mavi 2016). Kohdentamisalueella kasvipeitteisyyteen hyväksytään enimmillään 20 % kevytmuokattua sitoumusalaa, ja muilla alueilla kevennetyn muokkauksen enimmäisrajoitusta ei ole.

Suomen Ympäristökeskus on mukana SEN3APP-projektissa, jossa kehitetään Sentinel-satelliitin (ESA) kuviin perustuvaa työkalua talviaikaisen kasvipeitteisyyden määrän arvioimiseksi. Työkalu vaatii vielä sen tuottamien tulosten tarkkuuden arvioimista. SYKE on käyttänyt kasvipeitteisyyden arvioinnissa Sentinel 2 -satelliittikuvia, joiden spatiaalinen resoluutio on 10 m ja Landsat 8 -satelliittikuvia, joiden spatiaalinen resoluutio on 30 m (ESA 2016; NASA 2016). Landsat 8 -kuvilla ei siis päästä aivan yhtä suureen tarkkuuteen kuin Sentinel 2 -kuvilla.

SYKEN kehittämä kasvipeitteisyyden arviointimenetelmä perustuu NDVI-kasvillisuusindeksiin (Normalized Difference Vegetation Index), jonka avulla on määritetty peltolohkokohtainen kasvipeitteisyysprosentti. NDVI-indeksi lasketaan näkyvän valon ja lähi-infrapun normalisoidusta suhteesta. Vihreä kasvillisuus absorboi voimakkaasti näkyvää valoa ja heijastaa puolestaan lähi-infrapunasäteilyä. SYKE on myös määritellyt peltolohkoille kyntöarviot valon vertikaalinen polarisaation avulla (VV-polarisaatio) Sentinel 1 -satelliittisensorin kuvista. Sentinel 1 -satelliittisensori perustuu aktiiviseen kaukokartoitukseen eli sensori mittaa lähettämänsä säteilyn heijastumaa.

Tutkimuksessa tarkastelen Mättäänöjan valuma-alueen talviaikaista kasvipeitteisyyttä niin SYKEN laskemien kasvipeitteisyysprosenttien kuin myös haastattelujen ja maastokäyntien pohjalta. Arvioin SYKEN kehittämän talviaikaisen kasvipeitteisyyden arviointimenetelmän luotettavuutta maastokäyntien ja haastattelujen perusteella. Vertailen, miten hyvin SYKEN laskemat kasvipeitteisyysestimaatit ja arviot kynnöstä vastaavat todellista tilannetta peltolohkoilla. Aineistoina ovat haastattelut, joita on käyty neljän viljelijän kanssa, SYKEN laskemat estimaatit sekä alueella tehdyistä maastokäynneistä saatu tieto kasvipeitteisyydestä. Tutkin tarkemmin neljän viljelijän peltolohkoja Mättäänöjan valuma-alueella, joka on kolmannen jakovaiheen valuma-alue Paimionjoen valuma-alueella Someron kunnassa.

Aineistot ja menetelmät

Suomen ympäristökeskuksen kehittämän työkalun tuottamat kasvipeitteisyysprosentit sekä arviot kynnöstä

SYKElla on laskettu Sentinel 2- ja Landsat 8 -kuvista NDVI-kasvillisuusindeksejä, joiden perusteella on tehty prosentuaalinen arvio kasvipeitteisyyden määrästä kullakin peltolohkolla perustuen määriteltyihin NDVI-indeksin raja-arvoihin. Kasvipeitteisyysestimaatit perustuvat huhtikuun 2016 suurimpiin NDVI-indekseihin ja lokakuun alun 2016 suurimpiin NDVI-indekseihin.

NDVI-indeksin laskukaava:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{VIS}) / (\text{NIR} + \text{VIS})$$

Missä NIR = lähi-infrapunasäteilyä ja VIS = näkyvää valoa.

SYKEN käyttämät kynnysarvot:

Alempi kynnysarvo: huhtikuulle 120, lokakuulle 130

Ylempi kynnysarvo: huhtikuulle 130, lokakuulle 150

Sääntö:

JOS NDVI < alempi kynnysarvo, kasvipeitteisyys = 0

JOS NDVI > ylempi kynnysarvo, kasvipeitteisyys = 100

MUUTEN, kasvipeitteisyys = $100 * (\text{NDVI} - \text{alempi kynnysarvo}) / (\text{ylempi kynnysarvo} - \text{alempi kynnysarvo})$

Peltolohkokohtaiset kasvipeitteisyysprosentit on laskettu Varsinais-Suomen ja Satakunnan alueelle ajanjaksoille huhtikuu-marraskuu 2015 sekä vuoden 2016 huhtikuulle ja lokakuun alulle. Tutkimuksessa tarkastelen vuoden 2016 kasvipeitteisyydestietoja ja -estimaatteja. Huhtikuulta lasketut kasvillisuusprosentit ovat huhtikuun maksimeja ja lokakuun osalta lokakuun alun maksimeja. Syksyn osalta kasvipeitteisyysprosentteja on voitu laskea ainoastaan lokakuun alun satelliittikuvista, koska lokakuun loppupuolen runsaan pilvisyyden vuoksi ei satelliittikuvia ole voitu käyttää kasvipeitteisyyden arviointiin.

SYKE on arvioinut myös sitä, onko pelto kynnetyt vai ei. Kyntöä on arvioitu VV-polarisaation avulla Sentinel 1 -satelliittisensorin kuvista. Raja-arvojen perusteella peltolohkot on jaoteltu kolmeen luokkaa: todennäköisesti kynnetyt, mahdollisesti kynnetyt ja todennäköisesti ei kynnetyt. Takaisinsironnasta on poistettu korkeusvaihteluiden vaikutus niin hyvin kuin mahdollista.

Haastattelut ja maastokäynnit

Olen haastatellut neljää Mättäänojan alueella toimivaa viljelijää, joilla on mättäänojalla yhteensä 44 kasvulohkoa. Haastatteluissa viljelijöiden kanssa käytiin läpi kasvulohkokohtainen tilanne: mitä kasveja on viljelty, mitä muokkausmenetelmiä käytetty sekä viljelijän oma prosentuaalinen arvio peltolohkojen kasvipeitteisyydestä huhtikuussa ja lokakuun alussa 2016. Tämän jälkeen vertailin viljelijöiltä saatuja tietoja SYKEN määrittelemiin kasvipeitteisyysprosentteihin sekä arvioihin kynnöstä.

Tein Mättäänojan tutkimusalueelle maastokäyntejä, joiden aikana vertailin kasvipeitteisyys- ja kyntöestimaatteja peltolohkojen todelliseen tilanteeseen. Peltolohkoilla tarkastelin tarkemmin alueita, joilla esiintyi ristiriitoja viljelijöiden antamien tietojen ja SYKEN laskemien kasvipeitteisyysprosenttien sekä kyntöarvioiden välillä. Tein ensimmäisen maastokäynnin Mättäänojalle 5.12.2016 ja toisen 23.4.2017. Ensimmäisen maastokäynnin aikana tarkastelin 26 peltolohkon tilannetta kasvipeitteisyyden ja muokkausmenetelmien osalta ja toisen maastokäynnin aikana 24 peltolohkon tilannetta. Peltolohkoilla arvioin todellisen kasvipeitteisyyden määrä (%) ja vertailin sitä SYKEN laskemiin kasvipeitteisyysprosentteihin sekä viljelijöiden antamiin arvioihin (%). Huhtikuun maastokäynnin aikana havainnoin mahdollisia kasvipeitteisyyden arviointiin liittyviä virhelähteitä.

Tulokset

Kevään kasvipeitteisyysestimaatit

44:stä tutkimuksessa tarkastellusta lohkoista 27:llä oli viljelijöiden arvioiden mukaan 100 % kasvipeitteisyys (sänkilohkot eivät ole mukana) huhtikuussa 2016. Näillä lohkoilla SYKEN laskemat kasvipeitteisyysestimaatit vaihtelivat 15 % ja 100 % välillä.

Kasvipeitteisyysestimaattien keskiarvo näille 27:lle lohkolle on 54 %. Tutkimuksessa mukana olleista lohkoista ainoastaan viisi oli talven ajan sängellä. Huhtikuun kasvipeitteisyysestimaatit olivat kolmella sänkilohkolla 0 % ja kahdella muulla lohkolla 29 % ja 20 %. Kasvipeitteettömiä lohkoja oli huhtikuussa 14, joiden kasvipeitteisyysestimaatit vaihtelivat 0 % ja 15 % välillä. Kasvipeitteettömien lohkojen kasvipeitteisyysestimaattien keskiarvo on 1,9 %.

Tarkastelun perusteella voi todeta, että Mättäänojan tutkimusalueella oli todellisuudessa kasvipeitteisyyttä, kun huhtikuun kasvipeitteisyysestimaatti oli yli 15 % ja ei ollut kasvipeitteisyyttä, kun kasvipeitteisyysestimaatti oli alle 15 %.

Lohko	Kasvi 2015	VC04	Viljelijän arvio	Plough04	Muokkaus
1	Suojavyöhyke (sitoumus alkaen 2015)	67	100	0	Ei muokkausta
2	Suojavyöhyke (sitoumus alkaen 2015)	46	100	0	Ei muokkausta
3	Suojavyöhyke (sitoumus alkaen 2015)	53	100	0	Ei muokkausta
4	Suojavyöhyke (sitoumus alkaen 2015)	59	100	1	Ei muokkausta
5	Kuituhamppu	0	Keltainen ruoko	0	Äestys
6	Moniv. kuivaheinä-, säilörehu- ja tuorerehunurm.	41	100	1	Ei muokkausta
7	Kevätvehnä	4	Kasvijätettä	1	Lautasmuokkaus
8	Viherkesanto	38	100	2	Ei muokkausta
9	Kevätvehnä	0	0	1	Lautasmuokkaus
10	Kevätvehnä	0	0	2	Lautasmuokkaus
11	Kevätvehnä	15	Kasvijätettä	1	Kultivaattori
12	Viherlannoitusnurmi	15	100	1	Ei muokkausta
13	Rehuohra	29	Sänki (Pitäisi olla enemmän)	1	
14	Syysruis	0	0	1	Kultivaattori
15	Viherkesanto	31	100	2	Ei muokkausta
16	Suojavyöhyke (sitoumus alkaen 2015)	70	100	0	Ei muokkausta

Taulukko 1. Kasvipeitteisyysestimaatit ja viljelijöiden arviot kasvipeitteisyysprosentteista keväällä 2016. VC04 on huhtikuun maksimi kasvipeitteisyys ja plough04 huhtikuun kyntöarvio. (0 = todennäköisesti ei kynnetty, 1 = mahdollisesti kynnetty ja 2 = todennäköisesti kynnetty).

Syksyn kasvipeitteisyysestimaatit

Kaikkiaan Mättäänojan 44:stä tarkastellusta lohkosta 31:llä oli viljelijöiden arvioiden ja maastotöiden perusteella 100 % kasvipeitteisyys (viisi sänkieltoa eivät ole mukana), ja kasvipeitteisyysestimaattien perusteella näistä 26:lla oli 100 % kasvipeitteisyys. Viidellä muulla loholla, joilla todellinen kasvipeitteisyys oli syksyllä 100 %, vaihtelivat kasvipeitteisyysestimaatit 63 % ja 96 % välillä. Kaikkien kasvipeitteisten lohkojen kasvipeitteisyysestimaattien keskiarvo on 97 %.

Täysin kasvipeitteettömiä lohkoja oli tutkimusalueella yhteensä ainoastaan kahdeksan. Näistä kaksi oli kynnetty ja loput kuusi kevytluokattu (lautasmuokkaus tai kultivointi). Näistä lohkoista kolmella lokakuun kasvipeitteisyysestimaatti oli 0 % ja muilla se vaihteli 29 % ja 74 % välillä. Kasvipeitteettömillä lohkoilla kasvipeitteisyysestimaattien keskiarvo on 29 %. Pelloille kevytluokkauksen jälkeen jäävä kasvijäte voi olla selittävä tekijä sille, miksi kasvipeitteisyysestimaatit ovat nollassa poikkeavia lukuja. Maastotöiden perusteella kasvijätettä oli kuitenkin todellisuudessa pelloilla enintään 25 %.

Tutkimuksessa mukana olleista lohkoista ainoastaan viisi oli talven ajan sängellä. Lasketut kasvipeitteisyysestimaatit olivat neljällä sänkilohkolla 0 % ja yhdellä loholla 63 %. Otanta on hyvin pieni, mutta tämän perusteella sänkieltojen kasvipeitteisyyttä on vaikea arvioida NDVI-indeksistä laskettujen kasvipeitteisyysestimaattien avulla.

Näiden tarkastelujen perusteella voidaan todeta, että kun lokakuun arvioitu kasvipeitteisyys oli yli 74 %, oli peltolohkolla myös talviaikaista kasvipeitteisyyttä. Kun peltolohkoille määritellyt kasvipeitteisyysprosentit olivat 63 % ja 74 % välillä, olivat lohkot

joko kevytmuokattuja tai kasvipeitteisiä. Kaikilla kasvipeitteisillä lohkoilla lokakuun kasvipeitteisyysestimaatti oli yli 63 %, lukuun ottamatta sänkipeltoja, joiden kasvipeitteisyysestimaatit olivat kauttaaltaan alakanttiin. Kun jätetään sänkipellot pois, todellisuudessa kasvipeitteisistä peltolohkoista 30/31 oli kasvipeitteisyysestimaatti \geq 83 %.

Lohko	Kasvi 2016	VC10E	Oma arvio kasvipeitteisyydestä (%)	Plough10L	Muokkaus
1	Suojavyöhyke (sitoumus alkaen 2015)	91	100	0	Ei muokkausta
2	Suojavyöhyke (sitoumus alkaen 2015)	83	100	0	Ei muokkausta
3	Suojavyöhyke (sitoumus alkaen 2015)	85	100	0	Ei muokkausta
4	Suojavyöhyke (sitoumus alkaen 2015)	63	100	0	Ei muokkausta
5	Kuituhamppu	100	100	0	Äestys keväällä
6	Moniv. kuivaheinä-, säilörehu- ja tuorerehunurmet	100	100	2	Ei muokkausta
7	Kaura	49	Kasvijätettä, mutta kasvipeitteisyysprosentti yläkanttiin	2	Kultivaattori
8	Viherkesanto (nurmi ja niitty)	100	100	2	Ei muokkausta
9	Rehuohra	74	Kasvijätettä, mutta kasvipeitteisyysprosentti selvästi yläkanttiin	2	Lautasmuokkaus
10	Kaura	33	Kasvijätettä, mutta kasvipeitteisyysprosentti yläkanttiin	2	Kultivaattori
11	Kaura	40	Kasvijätettä, mutta kasvipeitteisyysprosentti yläkanttiin	2	Kultivaattori
12	Kaura	100	Kasvijätettä, mutta kasvipeitteisyysprosentti selvästi yläkanttiin	2	Kultivaattori
13	Kaura	0	Hieman kasvijätettä	2	Kultivaattori
14	Rehuohra	0	Hieman kasvijätettä	2	Kultivaattori
15	Luonnonhoitopelto (nurmikasvit, väh. 2 v.)	100	100	2	Ei muokkausta
16	Suojavyöhyke (sitoumus alkaen 2015)	100	100	2	Ei muokkausta

Taulukko 2. Kasvipeitteisyysestimaatit ja oma arvio kasvipeitteisyysprosentteista syksyllä 2016. VC10E on lokakuun alun kasvipeitteisyysprosentti, minkä jälkeen on oma arvioni kasvipeitteisyydestä maastokäyntien perusteella. PLOUGH10L on lokakuun lopun arvio peltolohkojen kynnöstä perustuen VV-polarisaatioon (0 = todennäköisesti ei kynnety, 1 = mahdollisesti kynnety ja 2 = todennäköisesti kynnety).

Kyntöarviot

Lokakuun lopussa 15:sta todennäköisesti kynnetyiksi määritetyistä peltolohkoista kaksi oli todellisuudessa kynnetyjä, viidellä oli käytetty muokkausmenetelmänä kultivointia, yhdellä lautasmuokkainta ja seitsemää peltolohkoa ei ollut muokattu lainkaan. Mättäaiojan tutkimusalueella ainoastaan 13 % kyntöarvioista meni oikein (2/15). Kynnön arviointiin

liittyvät ongelmat eivät koske tutkimusalueella pelkästään tiettyä muokkausmenetelmää, minkä lisäksi mukana on myös viisi peltolohkoa, joita ei ole muokattu lainkaan, ja joilla on ollut lokakuun alussa 100 % kasvipeitteisyys.

Pohdintaa tuloksista

Mättäänojan tutkimusalueella SYKEN laskemat kasvipeitteisyysprosentit olivat kevään osalta kauttaaltaan alakanttiin. Talven jäljiltä pelloilla on ainoastaan kuollutta kasvillisuutta, mikä johtaa siihen, ettei NDVI-indeksien perusteella on vaikea arvioida luotettavasti kasvipeitteisyyden määrää. Yhdelläkään tarkastellulla peltolohkolla, jolla oli ollut talviaikaista kasvipeitteisyyttä, ei ollut vielä huhtikuun loppupuolella vihreää kasvillisuutta, jonka määrän arviointiin NDVI-indeksi perustuu. Tämän vuoksi NDVI-indeksin raja-arvojen muuttaminen huhtikuussa ei välttämättä tarkoita yhtään tarkempia kasvipeitteisyysestimaatteja. Toisaalta huhtikuussa myös kasvipeitteettömien lohkojen kasvipeitteisyysestimaatit olivat pienempiä (0-15%) kuin syksyllä, minkä vuoksi kasvipeitteiset lohkot erottuivat kuitenkin selvästi kasvipeitteettömistä lohkoista.

Kevään eteneminen vaikuttaa myös huomattavasti kasvipeitteisyysestimaattien tarkkuuteen. Jos kevät tulee aikaisin voi huhtikuun lopun kasvipeitteisyysestimaatteihin tulla mukaan kasvipeitteisenä alana myös lohkoja, joille uutta kasvipeitteisyyttä on jo ehtinyt kasvaa lämpimän kevään myötä, mutta joilla kasvipeitteisyyttä ei kuitenkaan ollut talvella. Toisaalta, jos kevät on kylmä, on pelloilla talven yli säilynyt kasvipeitteisyys vielä kauttaaltaan kuollutta eikä NDVI-indeksistä laskettuja kasvipeitteisyysestimaatteja voida pitää luotettavina. Keväällä tehtyihin kasvipeitteisyysestimaatteihin liittyvien ongelmien vuoksi olisi järkevämpää arvioida talviaikaisen kasvipeitteisyyden alaa perustuen syksyn kasvipeitteisyysestimaatteihin.

Lokakuun kasvipeitteisyysestimaatit vastasivat melko hyvin todellisuutta.

Kasvipeitteisyysestimaatit on laskettu lokakuun alun satelliittikuvista, jolloin pelloilla on vielä paljon vihreää kasvillisuutta, ja näin NDVI-indeksi toimii hyvin kasvipeitteisyyden määrän arviointiin. Ainoa poikkeus ovat sänkipellot, joilla ei ole juurikaan vihreää kasvipeitteisyyttä, minkä vuoksi kasvipeitteisyysestimaatit eivät ole sänkipeltojen osalta luotettavia. Havaintojen perusteella NDVI-indeksin raja-arvot ovat hyvät lokakuun osalta.

VV-polarisaation perusteella tehtyjen kyntöarvioiden tekeminen näyttää olevan tutkimuksen perusteella haastavaa. Haastattelujen ja maastokäyntien perusteella kaikkein haastavinta on erottaa kynnetty ja kultivoitu pelto toisistaan, mikä nousi selvästi esille vertailtaessa SYKEN kyntöarvioita todelliseen tilanteeseen. Myös aikaisemmissa tutkimuksissa on noussut esille haasteita muokatun ja kevytmuokatun pinnan erottamisesta (Koskinen 2013). Koskinen pääsi kuitenkin kynnön osalta parhaimmillaan jopa yli 70 % luokittelutarkkuuteen. Kynnön määrittämiseen liittyvien ongelmien syitä on näin pienellä otannalla vaikea arvioida. Suurin ongelma liittyy kuitenkin kevytmuokatun ja kynnetyn pinnan melko samanlaisiin heijastusominaisuuksiin. Ongelmat eivät kuitenkaan rajoitu pelkästään kevytmuokatun ja kynnetyn pinnan erottamiseen, koska kynnetyksi arvioiduissa peltolohkoissa oli mukana myös kasvipeitteisiä lohkoja. Lopullisia johtopäätöksiä menetelmän toimivuudesta ei voida kuitenkaan tehdä näin pienen otannan perusteella, vaan lisää tutkimustietoa aiheesta tarvitaan.

Sentinel- ja Landsat-satelliittikuvien sopivuus talviaikaisen kasvipeitteisyyden tarkasteluun

Aikaisemmissa tutkimuksissa on saatu tuloksia, joiden mukaan Landsat 8 -kuvista tehdyt kasvipeitteisyysestimaatit eivät ole riittävän tarkkoja valvonnan tarpeisiin (Koskinen 2013). Kasvipeitteisyysestimaattien tarkkuutta huonontaa Landsat-kuvien karkeahko resoluutio (30x30m). Sentinel 2 -kuvien resoluutio on kuitenkin huomattavasti parempi (10x10m), ja näiden satelliittikuvien käytöstä valvonnan tarpeisiin on selvästi potentiaalia. Sentinel 2 -kuvien resoluutio ei ole Mättäänöjalla suoritetun tutkimuksen perusteella niinkään ongelma, vaan enemmän ongelma näyttäisi liittyvän NDVI-indeksin rajoittuneisuuteen tarkasteltaessa kuollutta kasvipeitteisyyttä.

Muiden indeksien sopivuus talviaikaisen kasvipeitteisyyden arviointiin

Aikaisemmin tehtyjen tutkimusten mukaan CAI-indeksi (the Cellulose Absorption Index) sopii parhaiten kuolleen kasvipeitteisyyden määrän arviointiin, minkä vuoksi sillä voisi olla suuri käyttöpotentiaali myös talviaikaisen kasvipeitteisyyden arvioinnissa (Serbin et al. 2009). CAI-indeksi perustuu selluloosan, veden ja savimineraalien erilaisiin absorptio ja heijastusominaisuuksiin. Käytännössä siis CAI-indeksin avulla voidaan erottaa kuollut kasvipeitteisyys paljaasta maaperästä selluloosan absorption avulla. Alla indeksin laskukaava:

$$CAI = 100 \left(\frac{R_{2031} + R_{2211}}{2} - R_{2101} \right)$$

Band† Index	Wavelengths (nm)	Common absorbing compounds
R_{2031}	2026-2036	Liquid water
R_{2101}	2096-2106	Cellulose, NH ₄ -bearing minerals, topaz
R_{2211}	2206-2216	Clay minerals, muscovite

Taulukossa näkyy CAI-indeksin laskemiseen käytetyt kanavat ja niiden aallonpituusalueet sekä kyseisiä valon aallonpituusalueita kaikkein tehokkaimmin absorboivat pinnat. CAI-indeksin avulla tarkastellaan selluloosaan absorboituneen säteilyn suhdetta savimineraaleihin ja veteen absorboituvaan säteilyyn. CAI-indeksi antaa kaikkein tarkimmat tulokset savipelloilla, minkä vuoksi se sopii erittäin hyvin kasvipeitteisyyden arviointiin Varsinais-Suomen ja Satakunnan savimailla. Sopivia satelliittisensoreita, joiden ottamista kuvista indeksi voitaisi laskea, ei kuitenkaan ole tällä hetkellä käytettävissä. Sentinel- ja Landsat-satelliiteissa ei ole sopivia kanavayhdistelmiä, joista CAI-indeksiä voitaisiin laskea. CAI-indeksillä on kuitenkin suuri käyttöpotentiaali talviaikaisen kasvipeitteisyyden arvioinnissa ja mahdollisesti myös muokkausmenetelmien arvioinnissa. Tulevaisuudessa satelliittisensoreihin olisi tärkeä saada mukaan kanavat, joiden

perusteella voitaisiin arvioida kuolleen kasvillisuuden määrää niin maatalouden kuin myös mm. maastopalojen ehkäisyn näkökulmasta (Serbin et al. 2009).

Johtopäätökset

- NDVI-indeksiin perustuvat kasvipeitteisysestimaatit vastaavat paremmin todellisuutta syksyllä kuin keväällä. Syksyn kasvipeitteisysestimaatit näyttivät olevan Mättäänojalla pääpiirteissään riittävän tarkkoja valvonnan tarpeisiin lukuun ottamatta sänkipeltoja, joiden kasvipeitteisyyttä ei voida luotettavasti arvioida NDVI-indeksiin perustuvalla menetelmällä.
- Kevään kasvipeitteisysestimaatteja ei voi pitää luotettavina, sillä ne olivat kauttaaltaan selvästi alakanttiin, mikä johtuu NDVI-indeksin rajallisuudesta arvioitaessa kuolleen kasvipeitteisyyden määrää. Kuitenkin myös keväällä kasvipeitteiset lohkot erottuivat selvästi kasvipeitteettömistä lohkoista, koska myös kasvipeitteettömien lohkojen kasvipeitteisysestimaatit olivat pienempiä kuin syksyllä.
- Kasvipeitteisysestimaattien keskiarvo kasvipeitteisillä lohkoilla on lokakuun 2016 alussa 97 % (31 lohkoa) ja huhtikuussa 54 % (27 lohkoa). Kasvipeitteettömillä lohkoilla estimaattien keskiarvo on lokakuun alussa 29 % (8 lohkoa) ja huhtikuussa 1,9 % (14 lohkoa).
- NDVI-indekseistä johdetut kasvipeitteisysestimaatit menevät sitä enemmän pieleen, mitä suurempi osa peltolohkon kasvipeitteisyydestä on kuollutta kasvillisuutta. Myös muut häiriötekijät ovat mahdollisia, kuten metsän läheisyys ja korkeusvaihtelut.
- Todennäköisesti kynnetyiksi määritellyistä peltolohkoista ainoastaan 2/15 (13 %) oli todellisuudessa kynnetty.
- Mättäänojan tutkimusalueen kyntöarviot eivät vastanneet lainkaan todellisuutta. Arvioiden mukaan todennäköisesti kynnetyksi määritelyihin peltolohkoihin kuului niin kevytmuokattuja peltoja kuin myös täysin muokkaamattomia peltoja. Etenkin kultivoitua peltoa on vaikea erottaa kynnetystä pellostä. Otanta on kuitenkin kynnon osalta niin pieni, ettei laajempia johtopäätöksiä menetelmän toimivuudesta voida tehdä pelkästään Mättäänojalla suoritettujen tarkastelujen perusteella.

Lähdeluettelo

European space agency (ESA). (9.12.2016). <https://earth.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/resolutions/spatial>

Koskinen, Joni. 2013. TEHO Plus -hanke 4/2013. Talviaikaisen kasvipeitteisyyden kaukokartoitus Landsat-satelliittisensorin kuvista.

Maaseutuvirasto. (Mavi). (19.12.2016). http://www.mavi.fi/fi/oppaat-ja-lomakkeet/viljelijä/Documents/Kasvipeitteisyysvalvonta_2015.pdf.

Maa- ja metsätalousministeriö. 11/2007. Turpeen ja turvemaiden käytön kasvihuonevaikutukset Suomessa. Tutkimusohjelman loppuraportti. ISBN 978-952-453-349-2. ISSN 1238-2531.

National Aeronautics and Space Administration (NASA). (9.12.2016). <http://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-data-continuity-mission/>

Serbin, G., Daughtry, C.S.T., Hunt Jr., E.R., Brown, D.J., McCarty, G.W. Effect of soil spectral properties on remote sensing of crop residue. (2009). Soil Science Society of America Journal. 73 (5), pp. 1545-1558.