



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Anna Ahola

Nautojen ulkoilun etävalvonta

Opinnäytetyö
Kevät 2023
Agrologi (AMK)



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Agrologi (AMK)

Suuntautumisvaihtoehto: Maatalouden tuotantoprosessit

Tekijä: Anna Ahola

Työn nimi: Nautojen ulkoilun etävalvonta

Ohjaaja: Teija Rönkä & Jori Lahti

Vuosi: 2023

Sivumäärä: 20

Liitteiden lukumäärä: 0

Työn tavoitteena oli saada selville mahdollisuus käyttää satelliittikuvia nautojen ulkoilun valvonnassa. Nautojen on ulkoiltava tai laidunnettava tietty määrä joka vuosi, ja uuden hyvinvointilain synnyttyä päivät tulevat vielä lisääntymään, jotta naudoilla olisi mahdollisuus ulkoilla paljon. Nautatilallisille, jotka ovat tavanomaisessa tuotannossa, maksetaan hyvinvointikorvausta nautojen ulkoilusta ja laidunnuksesta, ja korvauksen perusteena on laiduntamisen ja ulkoilun aiheuttama lisätyö. Tässä tapauksessa tilallisten on sitouduttava ehtoihin, joita laiduntamisesta ja ulkoilusta on määrätty, ja ehtojen noudattamisesta pitää olla tarkka kirjanpito. Ulkoilua valvotaan joka vuosi, ja valvonnan suorittaa kunnaneläinlääkäri. Satelliittikuvien avulla voitaisiin tarkkailla ulkoilua vielä tehokkaammin.

Satelliittien avulla pystytään tarkkailemaan jokaista paikkaa jopa monia kertoja päivässä, ja satelliittien avulla saadaan kuva myös laajemmalla alueella kuin monella muulla kuvaustavalla. Satelliiteissa on tietysti se huono puoli, että joillakin satelliiteilla pilvisuus ja muut huonot sääolosuhteet, kuten sade, vaikuttavat kuvan laatuun heikentävästi.

Satelliittipalveluiden tutkimisen kautta pyrittiin tutkimaan palveluiden toimivuutta ja sitä, kuinka esimerkiksi erilaiset sääolosuhteet vaikuttavat kuviin. Osa palveluiden satelliiteista on sellaisia, että pilvisuus ja esim. pimeys eivät olisi ongelmia. Hintaluokka oli myös vertailussa. Hinnasta oli osalla palveluista jonkinmoista tietoa, osassa ei ollut mitään hintaluokkaa kuville.

Työssä ei saatu satelliittipalveluista kuvia käyttöön. Osalla palveluista oli demoversio, mutta niiden käyttö oli hieman hankalaa ja osassa oli todella sumeat kuvat, koska resoluutio oli huono. Osa palveluista olisi toki maksullisena jopa käyttökelpoisia tähän tarkoitukseen, ja niistä paras olisi tähän käyttöön luultavasti suomalainen Iceye.

¹ Asiasanat: satelliitti, nauta, laiduntaminen

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Degree programme: Bachelor of Natural Resources, Agriculture and Rural Enterprises

Specialisation: Production processes

Author/s: Anna Ahola

Title of thesis: Remote monitoring of grazing cows

Supervisor(s): Teija Rönkä & Jori Lahti

Year: 2023

Number of pages: 20

Number of appendices: 0

The aim of the thesis was to find out the possibility to use satellite images to monitor grazing cows. Cattle must be able to graze a certain amount each year and according to the new welfare law, the number of grazing days will increase. Conventional cattle farmers will get compensation for grazing cattle based on additional work resulting from grazing. Farmers shall commit themselves to the conditions prescribed for grazing, and precise records must be kept of the compliance with the terms and conditions. Grazing is monitored every year and the supervision is carried out by the municipal veterinarian. Satellite images could be used to monitor grazing even more effectively.

Satellites can be used to monitor every location several times a day and satellites also provide an image of a wider area than many other methods. For some satellites cloudiness and other bad weather conditions such as rain can cause a detrimental effect on the quality of images.

By studying satellite services, it was possible to see the functionality of the services and how different weather conditions affect the images. For some satellites cloudiness and darkness would not be a problem. Price categories of the services were also clarified. Some services had price information but some of them had no price range for the images.

No satellite images were available in the study. Some services had demo versions, but it was difficult to use them, and the images were blurry with poor resolution. Some paid services would be useful for the monitoring purpose. The best of them would probably be the Finnish Iceye.

¹ Keywords: satellite, cow, grazing

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	1
Thesis abstract	2
SISÄLTÖ	3
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo	5
1 JOHDANTO	6
2 NAUTOJEN ULKOILU JA LAIDUNNUS	7
2.1 Nykyinen eläinsuojelulainsäädäntö ja sen valvonta	7
2.2 Eläinten hyvinvointikorvaus	8
2.3 Eläinten hyvinvointilaki	8
2.4 Luonnonmukainen tuotanto	9
3 KAUKOKARTOITUS JA SATELLIITIT	10
3.1 Kaukokartoitus	10
3.2 Resoluutio	10
3.3 Satelliittien toiminta	11
3.4 Toiminnassa olevat satelliitit	11
3.4.1 Landsat	11
3.4.2 Modis MCD43A4	12
3.4.3 Sentinel	12
3.4.4 Pléiades 1	13
3.4.5 SPOT 6 & 7	13
3.4.6 Kompsat 2	13
3.4.7 Kompsat 3/3A	13
3.4.8 SuperView 1	14
4 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	15
4.1 Tutkimuksen tavoite	15
4.2 Aineisto ja menetelmä	15
4.3 palvelujen vertailu	17
5 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	19

LÄHTEET 21

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Esimerkkikuva Planet-palvelusta Kiinasta helmikuulta 2023 16

Taulukko 1. Palveluntarjoajien vertailua taulukkomuodossa. 18

1 JOHDANTO

Nautojen on Suomessa ulkoiltava tietty määrä päiviä vuodessa ja sitä valvotaan. Ulkoilovelvoite koskee tosin vain osaa tiloista, ja siitä on myöhemmin työssä kerrottu tarkemmin. Eläinsuojelulainsäädäntö muuttuu vuodesta 2024 alkaen uudeksi hyvinvointilaiksi ja tämä aiheuttaa muutoksia mm. parsinavettoihin ja uusiin navettarakennuksiin. Tämä vaikuttaa myös laiduntamiseen ja ulkoiluun jonkun verran. Laiduntamisen vähimmäispäivät vuodessa ovat nousseet ja enää ulkoilovelvoite ei koske pelkästään kesäaikaa, vaan kesäajan ulkopuolellakin olisi vaatimuksena ulkoileminen. Ulkoilun tai laiduntamisen järjestyessä maksetaan tietyillä ehdoilla tilallisille hyvinvointikorvausta tietty määrä eläinyksikköä kohti.

Jos nautojen laiduntaminen ja ulkoilu olisi nähtävissä satelliittikuvilla helposti ja nautojen määrä ja eläintyyppi olisi erotettavissa, vähentäisi se tarvetta kulkea eri puolilla Suomea valvomassa eläinten ulkoilua. Tällöin ei olisi sen lisäksi kovinkaan paljon väärinkäyttöä korvauksien toivossa.

Tässä työssä tarkoituksena on selvittää, onko satelliittikuvien avulla mahdollista saada kuvia ulkoilevista naudoista. Kuvia pitäisi olla tarpeeksi usein otettu ja sääolosuhteiden vaikutus pitää ottaa huomioon. Satelliittipalveluita on useita erilaisia, ja tässä työssä on tarkoituksena ottaa kaikki potentiaaliset palvelut huomioon. Satelliittikuvilla on tutkittu paljon maapalloa ja erilaisia asioita, ja avaruudessa on tälläkin hetkellä todella monia eri satelliitteja ja eri toimijoilta. Joillakin palveluilla on jopa omat satelliittinsa, jotka kuvaavat maapalloa eri tavoin. Näin voidaan tuottaa erilaisille asiakkaille erilaisia kuvia. Satelliittipalvelut eivät kaikki tuota kuvia esimerkiksi Suomen alueelle, joten ne on tässä työssä jätetty kokonaan pois esittelyistä.

2 NAUTOJEN ULKOILU JA LAIDUNNUS

2.1 Nykyinen eläinsuojelulainsäädäntö ja sen valvonta

Kytettyinä olevat lypsylehmät ja yli 8 kuukauden ikäiset hiehot tulee päästää kesällä vähintään 60 päivän ajaksi laitumelle tai muuhun samankaltaiseen tilaan aikavälillä 1. toukokuuta – 30. syyskuuta (Valtioneuvoston asetus nautojen suojelusta 592/2010). Tarvittaessa tilalle myönnetään aluehallintovirastosta lupa pitää naudat sisällä, mikäli sopivaa laidunta tai tarhaa ei ole eikä sitä ole mahdollisuutta järjestää. Tämän lisäksi myös esimerkiksi laitumen ja navetan välimatkan vuoksi voidaan lupa myöntää. Lupa on voimassa aina 3 vuotta, jollei tilalla tule tänä aikana mahdollisuutta ulkoilua järjestää.

Nautojen laidunnuksesta puhutaan silloin, kun naudat ovat ulkoilemassa isolla aidatulla alueella. Yleinen tapa on tehdä laidun pellolle, mutta laidun voidaan tehdä myös metsään. Laitumella naudat saavat liikkua vapaasti rajojen sisäpuolella ja syövät vapaasti nurmea ja välillä muita luonnonkasveja. Laidunnus tapahtuu pääosin kesäisin, kun nurmi on kasvanut. Nautojen ulkoilu voi käsittää laidunnuksen lisäksi myös tarhassa ulkoilun. Tarha voi olla navetan yhteydessä, johon naudoilla on vapaa pääsy sisältä, tai sitten tarha voi olla hieman kauempana, mutta lähistöllä kuitenkin. Tarha on pienempi kuin laidun, ja tarhassa ei välttämättä kasva kasveja vaan sen pohja voi olla esim. asfalttia tai hiekkaa.

Laitumelle ja tarhaan vievien reittien on oltava turvallisia eläimille, ja nautojen on päästävä tarhassa tai laitumella säältä suojaan, mikäli eläimiä ei oteta sisälle huonolla kelillä (Valtioneuvoston asetus nautojen suojelusta 592/2010).

Nautojen ulkoilun valvonnan hoitaa kesäaikana kunnaneläinlääkäri, joka käy tarkistamassa, että naudat pääsevät ulkoilemaan tarpeeksi. Nautojen on oltava tarpeeksi monta päivää ulkoilemassa ja tilallisella pitää olla kirjanpito kunnossa, josta selviää, mitkä eläimet ovat olleet milloinkin ulkoilemassa. Tarkastus voidaan tehdä kuukausitarkastuksien yhteydessä, ja lisäksi kunnaneläinlääkäri voi tehdä tilalle lisäkäyntejä pitkin kesää. Jos määräyksiä ei noudata, voi kunnaneläinlääkäri määrätä kieltoja tai määräyksiä sekä tarvittaessa voidaan määrätä uhkasakko (Aluehallintovirasto, i.a.).

2.2 Eläinten hyvinvointikorvaus

Eläinten hyvinvointikorvausta maksetaan laidunnuksen osalta vain niille tiloille, jotka ovat tavanomaisessa viljelyssä (Ruokavirasto, 2022c). Tuen saamisen edellytyksenä on, että nuorkarjan ja lypsylehmien/emolehmien on päästävä laitumelle vähintään 90 päivänä vuodessa. Tuet maksetaan korvauksena laiduntamisen aiheuttamasta lisätyöstä. Ympäri vuoden ulkona kasvatettavista nautoista ei makseta korvausta. Laiduntamisen sijaan voi viljelijä valita myös nautojen ulkoilutoimenpiteen tai sitten molemmat (ulkoilu ja laiduntaminen). Nautojen ulkoilutoimenpiteen vaatimuksena on, että kaikki yli 6 kuukauden ikäiset naudat on päästettävä ulos vähintään 120 päivänä vuodesta. Tällöin, jos yhdistää sekä nautojen ulkoilun että nuorkarjan tai lypsylehmien/emolehmien laidunnuksen, tulee kirjanpidosta löytyä yhteensä 210 päivää vuodesta, jolloin eläimet ovat olleet ulkona. Toimenpiteisiin kuuluu myös tarkka kirjanpito siitä, kuinka monta eläintä ja kuinka monena päivänä eläimet ovat olleet ulkona.

2.3 Eläinten hyvinvointilaki

Eläinsuojelulainsäädäntöä ollaan muuttamassa uudeksi hyvinvointilaksi (Laki eläinten hyvinvoinnista 693/2023). Laki tulee voimaan 1.1.2024.

Uudessa hyvinvointilaissa on uudistuksena esimerkiksi se, että uusia parsinavettoja ei saa enää rakentaa eikä ottaa käyttöön. Maidontuotantoa varten käytettävät parsinavetat saavat jatkaa toimintaansa, ja lehmiä ja hiehoja saa näissä navetoissa pitää kytkettynä. Remontoidessa tai laajentaessa parsipaikkoja ei kuitenkaan saa lisätä (Laki eläinten hyvinvoinnista 693/2023). Vasikoita ei saa kytkeä ollenkaan. Jos parsinavetassa on muuhun käyttöön kuin maidontuotantoon tulevia nautoja, näitä eläimiä ei saa enää pitää kytkettynä 1.1.2028 jälkeen.

Tarkemmat säännökset nautojen kytkemisestä annetaan valtioneuvoston asetuksella (Laki eläinten hyvinvoinnista 693/2023). Laidunnuksen osalta valtioneuvoston asetusta nautojen suojelusta on esitetty muutettavaksi niin, että kytkettyinä pidettävien lypsylehmien ja pääasiassa maidontuotantoa varten kasvatettavien hiehojen 60 päivän ulkoiluvélvoite aikavälillä 1. toukokuuta – 30. syyskuuta säilyy, ja sen lisäksi tulee ulkoiluvélvoite 30 päiväksi

aikavälillä 1. lokakuuta – 30. huhtikuuta (Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi eläinten hyvinvoinnista ja siihen liittyviksi laeiksi 186/2022).

Maidontuotantoa varten pidettävien lehmien ja hiehojen ulkoilua halutaan edistää myös muuttamalla rakentamisinvestointeihin myönnettävän investointituen ehtoja (Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi eläinten hyvinvoinnista ja siihen liittyviksi laeiksi 186/2022). Maa- ja metsätalousministeriön asetus tuettavaa rakentamista koskevista lypsykarjarakennusten rakennusteknisistä ja toiminnallisista vaatimuksista 610/2023 määrää, että lypsykarjarakennuksen rakennuspaikka on valittava siten, että eläimillä on pääsy laitumelle tai jaloittelualueelle. Tämä tarkoittaa käytännössä, että uusille pihattonavetoillekaan ei tulevaisuudessa anneta investointitukea, ellei navetan yhteyteen ole tulossa jaloittelutarhaa tai laidunta.

2.4 Luonnonmukainen tuotanto

Luonnonmukaisessa tuotannossa nautoilla tulisi olla jatkuva pääsy ulkojaloittelualueille sään ja vuodenaikojen salliessa (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus 848/2018). Poikkeus tähän on, jos eläimillä on kesällä pidennetty laidunkausi (n. 2–4 viikkoa pidempi), ne pääsevät laidunkaudella joka päivä ulos eivätkä ne ole talviaikaan pääosin kytkettyinä (Ruokavirasto, 2022b). Eläinten kiinnipitäminen on kiellettyä luonnonmukaisessa tuotannossa, ellei siihen ole pätevää syytä, kuten esimerkiksi eläimen hoidon ajaksi voidaan nauta laittaa kiinni. Viranomaiset voivat kuitenkin antaa luvan pitää nautoja kytkettynä, jos tilalla on alle 50 eläintä. Tähän ei lasketa mukaan nuorkarjaa. Tässä tapauksessa eläimien on kuitenkin päästävä laitumelle laidunkaudella ja päästävä jaloittelemaan ulkoilutarhaan vähintään kahdesti viikossa.

Jos nautatilalliset ovat sitoutuneet luonnonmukaiseen kotieläintuotantoon, he eivät voi saada hyvinvointikorvausta nautojen laiduntamisesta laidunkaudella eikä sen ulkopuolella tapahtuvasta jaloittelusta (Ruokavirasto, 2022a).

3 KAUKOKARTOITUS JA SATELLIITIT

3.1 Kaukokartoitus

Kaukokartoituksella pystytään kartoittamaan asioita ilman asioiden fyysistä koskettamista (Ympäristö.fi, 2004). Kaukokartoituksella mitataan sähkömagneettisia aaltoja, jotka kertovat kohteen ominaisuuksia. Erilaisilla maastokohteilla on erilaiset ominaisuudet, minkä takia ne heijastavat säteilyä eri tavoin. Satelliitit havaitsevat kohteen pinnasta heijastuvaa sähkömagneettista säteilyä. Esimerkiksi lämpösäteilyä, auringon säteilyä tai kohteen lähettämää säteilyä pystytään mittaamaan. Kaukokartoitus onnistuu satelliittien mittalaitteiden avulla. Kaukokartoitusta pystytään tekemään myös muilla laitteilla, esimerkiksi dronella, lentokoneilla tai helikoptereilla, joissa on kamera.

Satelliitit, niin kuin muutkin menetelmät, havaitsevat aallonpituuksia eli kanavia, jotka vaihtelevat eri instrumenteilla, ja tätä pystytään käyttämään erilaisten kohteiden ominaisuuksia ilmentämään (Ympäristö.fi, 2004). Satelliitit toimivat hyvin alueiden tutkimiseen, koska niillä pystytään kattamaan suuriakin alueita nopeasti. Kaukokartoituksen avulla saadaan helposti visuaalinen ja selkeä digitaalinen kuva, joka helpottaa asioiden tutkimista. Satelliitteilla pystytään seuraamaan ympäristöä päivittäin. Satelliittikuvien huono puoli on se, että kuvien tarkkuuteen vaikuttavat sääolosuhteet. Pilvisen sään aikaan kuvat voivat olla huonompia, eikä maastosta näin ollen saada tarkkoja kuvia.

3.2 Resoluutio

Resoluutio kertoo pikselien määrän per pituusyksikkö (Peda.net, i.a.). Mitä enemmän resoluution määrä on, sitä tarkempi kuva on. Pikselit voidaan ilmoittaa tuumina tai senttimetreinä. Resoluutio ilmoitetaan yleensä pikseli x pikseli, ja mitä suurempia luvut ovat, sitä parempi kuva on. Satelliittien resoluutio on useimmiten spatiaalinen resoluutio (maastoerotuskyky) eli pienimmän erottuvan kohteen koko (Kahden vierekkäin olevan kohteen välinen etäisyys). Muita resoluutioita ovat spektraalinen, radiometrinen ja temporaalinen.

Ilmakuvien maastoresoluutio on pienimmillään 5 cm ja suurimmillaan 1 metri (Holopainen ym., 2015). Tässä työssä tarvittaisiin mahdollisimman pientä maastoresoluutiota, jotta saataisiin naudat näkyviin.

3.3 Satelliittien toiminta

Satelliittien tehtävänä on kiertää maapalloa ja tuottaa meille kaikenlaista erilaista tietoa käytettäväksi maapallosta. Satelliittikuvien avulla pystytään tarvittaessa havaitsemaan rakennuksien vikoja sekä ilmastoa ja kasvillisuutta (Vehmas, 2021). Satelliittien toiminnassa Landsat-ohjelma on ollut yksi toimija satelliittien toimivuuden kannalta. Satelliitteja kehittäviä organisaatioita ovat NASA, NOAA, ESA ja CNES. Näiden lisäksi rinnalle on tullut kaupallisia toimijoita, joiden kuvat ovat korkearesoluutioisia. Koronapandemia on vaikuttanut myös satelliittien käyttöön, sillä satelliittien kaukokartoituksen avulla on pyritty saamaan tietoa ympäristön ja ihmisten tilasta.

Satelliitit kulkevat avaruudessa maapallon ympäri ja lähettävät koko ajan tietoa maapalolle. Satelliittien kulkunopeus on 7 km/s eli 27 000 km/h (Tähtitieteellinen yhdistys Ursa, i.a.). Ne lentävät noin 200 kilometrin korkeudessa maanpinnalta katsottuna. Maata kiertää noin 36 500 satelliittia, joista vain 4900 on käytössä olevia. Loput satelliiteista ovat avaruusromua, vanhoja käytöstä poistettuja satelliitteja sekä kantoraketteja ja niiden palasia.

3.4 Toiminnassa olevat satelliitit

3.4.1 Landsat

Landsat-satelliitteja on tällä hetkellä kaksi toiminnassa olevaa, Landsat 7 ja Landsat 8 (Holopainen ym., 2015). Landsat 7 on ollut käytössä vuodesta 1999 asti ja Landsat 8 on ollut käytössä vuodesta 2013 asti. Landsat oli ensimmäinen satelliitti, joka oli tarkoitettu nimenomaan luonnonvarojen seurantaan. Se tuottaa materiaalia ympäri maapalloa, ja Landsat-satelliitteja käyttävät monet palveluntarjoajat.

Landsat 7 on NASAn, NOAA:n ja USGS:n kehittämä satelliitti (EOS Data Analytics, i.a.). Tämä satelliitti lentää 705 km:n korkeudella, ja koko maapallon se kuvaa noin 16 päivässä. Tämä satelliitti lupaa vähintään 15 metrin resoluution.

Landsat 8 on NASAn ja USGS:n kehittämä satelliitti (EOS Data Analytics, i.a.). Tämä satelliitti ei eroa juurikaan Landsat 7 -satelliitista. Sillä on sama lentokorkeus ja lupaus samasta resoluutiosta.

3.4.2 Modis MCD43A4

Modis-satelliitti on otettu käyttöön vuonna 2013 (EOS Data Analytics, i.a.). Se kiertää koko maapallon 1–2 päivässä. Sen resoluutio on parhaimmillaan 250 metriä, ja tästä syystä kovin tarkkoja kuvia ei sillä saada maanpinnalta. Tämä satelliitti on tarkoitettu ilmaston tarkkailuun, etenkin otsonikerroksen tutkimiseen.

3.4.3 Sentinel

Sentinel-satelliitteja on kaksi, Sentinel 1 ja Sentinel 2. Sentinel 1 -satelliitti ovat ESA:n kehittämiä (EOS Data Analytics, i.a.). Sentinel 1 -satelliitti on ollut käytössä vuodesta 2014, ja Sentinel 2 -satelliitti on ollut käytössä vuodesta 2015. Niitä käytetään usein turvallisuuden ja ympäristön tarkkailuun. Ne tuottavat tarkkoja kuvia ympäristöstä.

Sentinel 1 -satelliitti kulkee 693 km:n korkeudessa ja kiertää koko maapallon noin 12 päivässä. Tämä satelliitti on kehitetty joka sään olosuhteisiin, jolloin kuvia saadaan sekä yöllä että päivällä, sekä pilvisellä että pilvettömällä säällä. Tämä satelliitti tarjoaa kuvia parhaimmillaan jopa 5 metrin resoluutiolla.

Sentinel 2 -satelliitti lupaa kuvia 10–60 metrin resoluutiolla (EOS Data Analytics, i.a.). Tämä satelliitti ottaa kuvia samasta kohdasta noin 1–2 päivän välein. Tätä satelliittia käytetään moniin tarkoituksiin, joista yksi on maatalouden seurantaan.

3.4.4 Pléiades 1

Pléiades-satelliitti kehitettiin aikoinaan sekä siviili- että sotilaskäyttöön (EOS Data Analytics, i.a.). Se kehitettiin vuosina 2001–2003, ja sen on kehittänyt ranskalaisitalialainen ORFEO (Optical & Radar Federated Earth Observation). Vanha satelliitti laukaistiin vuonna 2003. Uusin satelliitti laukaistiin vuonna 2011. Tällä satelliitilla on mahdollista saada kuvia jopa pilvisellä säällä. Koko maapallon kuvaamiseen menee noin 26 päivää. Tämä satelliitti lupaa jopa 70 cm:n resoluution. Palveluntarjoajat käyttävät paljon tätä satelliittia. Satelliitti ottaa kuvia päivittäin samasta kohtaa.

3.4.5 SPOT 6 & 7

Spot-satelliitit ovat ranskalaisten suunnittelemaa satelliitteja, jotka tarjoavat korkearesoluutiosta kuvaa (EOS Data Analytics, i.a.). Satelliitit tuottavat kaupallista dataa vuoteen 2024 asti. Satelliitit on laukaistu vuonna 2012 ja 2014, SPOT 6 vuonna 2012 ja SPOT 7 vuonna 2014. Satelliittien resoluutioksi luvataan parhaimmillaan 1,5 metriä. Niitä käytetään paljon karttojen suunnitteluun ja ne käyvät samassa kohteessa kerran päivässä.

3.4.6 Kompsat 2

Kompsat 2 on korealaisten suunnittelema ja laukaisema satelliitti, joka on laukaistu vuonna 2006 (EOS Data Analytics, i.a.). Se lentää noin 685 kilometrin korkeudessa maanpinnalta ja kiertää koko maapallon 5,5 päivässä. Tämä satelliitti lupaa kuvia 1–4 metrin resoluutiolla. Tämän satelliitin tarkoituksena on enimmäkseen kuvata luonnonkatastrofit, jotta vastatoimet osataan aloittaa. Tätä satelliittia käyttää myös osa palveluntarjoajista.

3.4.7 Kompsat 3/3A

Kompsat 3/3A on myös korealaisten suunnittelema ja laukaisema (EOS Data Analytics, i.a.). Kompsat 3 -satelliitti laukaistiin vuonna 2012 Japanissa ja myöhemmin vuonna 2015 laukaistiin Kompsat 3A Venäjällä. Nämä satelliitit kuvaavat jopa 50–70 cm:n resoluutiolla. Kompsat 3 lentää 625 kilometrin korkeudella maanpinnalta ja Kompsat 3A lentää hieman

alempana, 528 kilometrin korkeudessa. Satelliitti tarjoaa korkealaatuisia kuvia ympäristöstä. Käytetään mm. maataloudessa, luonnonkatastrofeissa ja meritieteessä.

3.4.8 SuperView 1

SuperView -satelliitit ovat kiinalaisten suunnitteleamia ja laukaisemia satelliitteja (EOS Data Analytics, i.a.). Satelliiteista kaksi ensimmäistä on laukaistu Kiinassa vuonna 2016 ja kaksi viimeisintä vuonna 2018 samasta paikasta. Neljäs satelliitti lentää n. 500 kilometrin korkeudella maanpinnalta. Satelliitti kuvaa saman paikan maapallolta kahden päivän välein. Palveluntarjoaja lupaa noin 0,5–2 metrin resoluution. Tätä satelliittia käytetään mm. maan- ja metsänhoidossa ja korkean tarkkuuden kartoitus-, turvallisuus- ja merenkulkuohjelmissa.

4 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

4.1 Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, voisiko satelliittipalveluita käyttää nautojen ulkoilun etävalvontaan. Satelliittipalvelusta pitäisi olla nähtävillä naudat, mieluiten yksittäin. Tähän voi vaikuttaa sääolosuhteet, sillä esim. pilvisellä säällä ei näkyvyyttä välttämättä ole.

4.2 Aineisto ja menetelmä

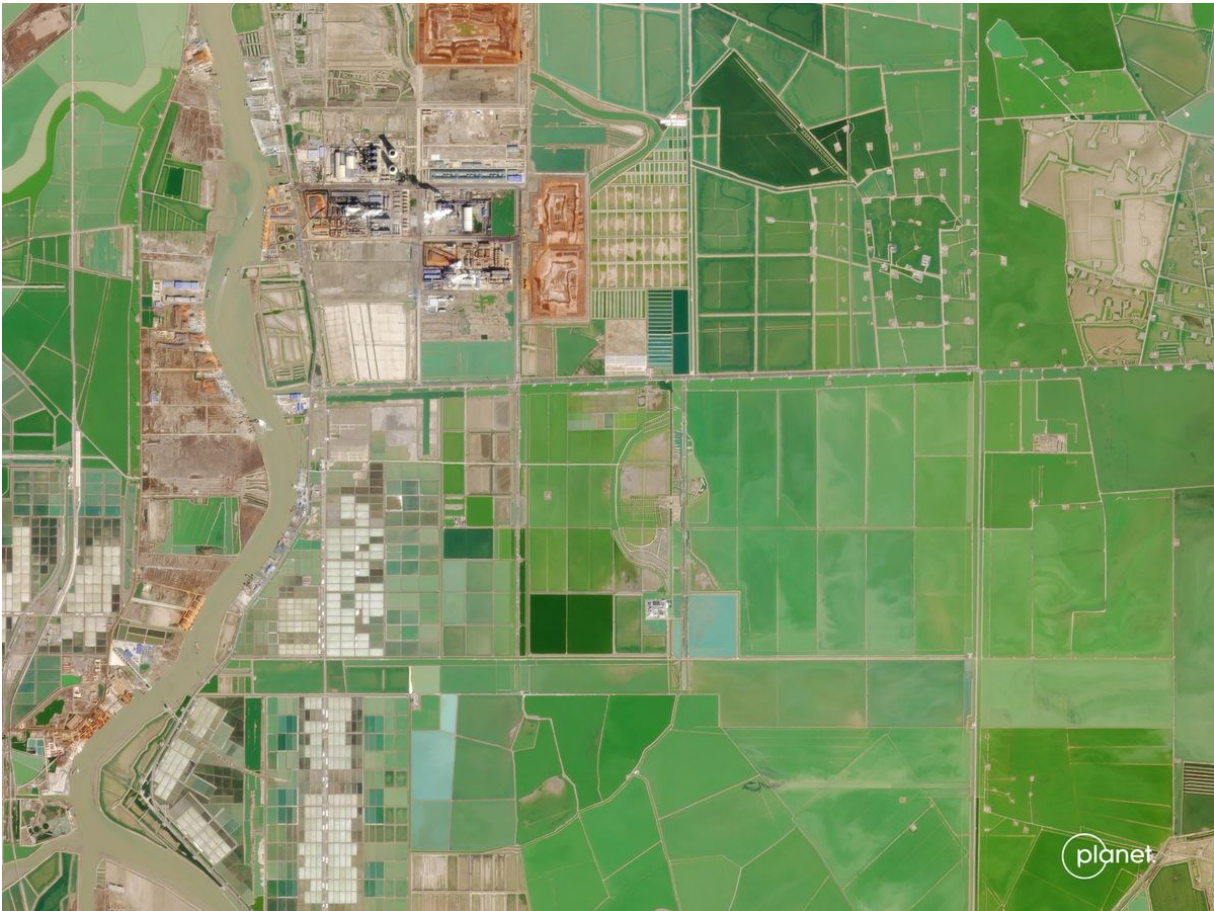
Aineistona käytössä on erilaisia satelliittikuvia tuottavia palveluita. Materiaalista olisi hyvä vertailla resoluutiota, tarkkuutta ja palvelun sujuvuutta. Pilvisyys vaikuttaa kuviin, joten se olisi hyvä ottaa huomioon. Joillakin palveluilla saa pilvisyyttä säädeltyä jonkin verran, mutta tuloksen luotettavuus olisi hyvä ottaa huomioon. Huomioon otettava asia on myös hinta.

Palvelut, joita on vertailussa:

- Maxar Technologies
 - Maxar on perustettu vuonna 2017 (Vehmas, 2021). Lupaavat korkearesoluutioisia kuvia, jopa 0,3–0,6 metrin resoluutiolla (Maxar, i.a.). Kuvien luvataan olevan reaaliaikaisia. Maxar myy satelliittikuvia, jotka sen omat satelliitit ovat ottaneet. Heidän satelliittejaan ovat mm. WorldView 3. Palvelu on maksullinen.

- Planet
 - Planetilla on kuvia arkistoituna monen vuoden takaa (Vehmas, 2021). Kuvissa on mahdollisesti jopa 0,5 metrin resoluutio. Satelliitti ottaa kuvia samasta kohtaa jopa kaksi kertaa päivässä. Planetilla on jopa 150 satelliittia omanaan ja niillä he tuottavat päivittäistä dataa ympäri maapalloa. Planet on suosittu palvelu myös maatalouden parissa, ja he tarjoavat myös muita

palveluita esim. kuvien jälkikäsittelyyn. Tähän kuuluu esim. kuvien analysointi. Palvelu on maksullinen. Esimerkkinä kuvassa 1 on Kiinasta otettu kuva helmikuulta 2023. Kuvassa on näkyvissä peltolohkoja ja rakennuksia. Kuvan laatu on hyvä, toki tuosta ei vielä nautoja tai muita eläimiä ole näkyvissä. Suurentamalla ei toki kuva ole kovinkaan tarkka, joten tuossa ei näkyvissä olisi nautoja.



Kuva 1. Esimerkkikuva Planet-palvelusta Kiinasta helmikuulta 2023 (Planet, 2023).

- NASA Worldview
 - Kuvia saadaan kerran päivässä ja kuvat ulottuvat vuoteen 2000 saakka (NASA WorldView, i.a.). Kuvat eivät ole kovinkaan hyviä, resoluutio on suuri ja pilvisuus on ainakin Suomen kohdalla haitaksi todella paljon. Tähän työhön resoluutio ei ole ollenkaan sopiva. Tämä palvelu on osittain maksullinen, jos haluaa tarkempia kuvia saada.

- UP42
 - Käytössä on krediitit, joita ostetaan, ja niillä maksetaan kuvien saanti tietyistä paikasta (UP42, i.a.). Hinta oli aika suuri siihen nähden, että krediittejä pitää olla paljon, että kuvia saa ostettua. Kuvat voivat olla hyviä, ainakin nettisivut lupaavat hyvää. Tämä palvelu on suunniteltu auttamaan myös maanviljelijöitä. Kuvat tilataan, jolloin saa itse valita päivän ja ajan, jolloin kuva on otettu. Pilvisuus ei ilmeisesti ole ongelma tälle palvelulle.

- Iceye
 - Iceye on suomalainen satelliittipalvelu (Iceye, i.a.). Pilvisuus ja pimeys eivät ole haitaksi ja kuvia samasta kohdasta otetaan tunnin välein. Resoluutio on n. 0,5–15 metriä. Iceyella on käytössään omia satelliitteja, joista osa on painoltaan alle 100 kiloa. Palvelu on maksullinen, mutta varteenotettava vaihtoehto tämän työn kannalta.

4.3 Palvelujen vertailu

Palveluntarjoajia on monia erilaisia. Taulukossa (taulukko 1.) on mainittuna erilaisten palveluntarjoajien luvattu resoluutio, pilvisyyden vaikutus, kuvanottoväli samasta kohdasta ja maksullisuus. Palveluntarjoajia taulukossa ovat Maxar, Planet, NASA WorldView, UP42 sekä Iceye. Kaikki taulukossa olevat palveluntarjoajat ovat maksullisia, ainakin jos haluaa todella tarkkaa kuvaa. Näistä paras vaihtoehto olisi suomalainen Iceye, koska heidän lupamansa resoluutio on parhaimmillaan 0,5 metriä, joka on riittävä nautojen näkymiselle kuvasta. Palvelun suomalaistaustasta olisi varmasti hyötyä tässä työssä, koska kohteena on suomalaiset maatilat.

Palveluista osalla ei ole ongelmaa pilvisyyden tai sateen kanssa, ja tämä on hyvä asia. Tällöin pystytään saamaan kuvia ihan joka kerralta, kun satelliitti kuvan ottaa, ja siitä on apua nautojen näkymisessä. Pilvisuus ei ole haitaksi Maxarilla, UP42:lla eikä Iceyella. Pimeys ei saisi olla haitaksi, koska joillakin tiloilla naudat ulkoilevat silloin tällöin yöaikaan, varsinkin kovien helteiden aikaan. Kuvanottoväli saisi pienimmillään olla kahden päivän

välein, mutta paras tulos tulisi, jos kuvat olisi otettu useaan kertaan päivän aikana tai edes kerran päivässä. Iceyella kuvienottoväli olisi tunnin välein, joka olisi todella hyvä. UP42:lla ja Maxarilla kuvienottoväli olisi päivän välein, joka on huonoin näistä vaihtoehdoista. Näiden lisäksi Planet ja NASA WorldView ottavat kuvia suunnilleen 12 tunnin välein.

Taulukko 1. Palveluntarjoajien vertailua taulukkomuodossa.

Satelliitti-palvelu	Luvattu resoluutio (m)	Pilvisyys haitaksi	Kuvanottoväli (h)	Maksullisuus
Maxar	0,3–0,6	Ei	24	Kyllä
Planet	0,5	Kyllä	12	Kyllä
NASA WorldView	Ei tiedossa	Kyllä	12	Kyllä
UP42	Ei tiedossa	Ei	24	Kyllä
Iceye	0,5–15	Ei	1	Kyllä

5 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tavoitteina oli saada satelliittikuvilla näkyviin naudat ulkoilemassa. Tavoite ei onnistunut. Palveluissa ei ollut kunnollisia demoja käytettävissä ja demoversioissa oli suurimmaksi osaksi huonolaatuista kuvaa. Pilvisyys oli suuressa osassa palveluita haitaksi ja näkyvyyttä ei ollut yhtään. Maksullista versiota ei tullut kokeiltua, sillä osa oli melko hintavia. Osa palveluista oli myös todella hankalia käyttää, ohjeita ei oikeastaan niihin ollut saatavilla.

Nautojen näkymiseen ja erottumiseen kuvista vaaditaan vähintään 1 metrin spatiaalinen resoluutio, ellei jopa pienempää. Resoluutiona ilmakuvissa käytetään useimmiten maastoresoluutiota (spatiaalinen), jolloin parhaimmillaan kuvan maastoresoluutio on 5 cm. Tuon pitäisi hyvin riittää erottamaan naudat. Resoluution pitäisi olla myös niin tarkka, että erottaa naudat toisistaan eivätkä naudat sekoitu esim. yhdeksi isoksi massaksi kuvassa. Spatiaalinen resoluutio kertoo pienimmän kohteen, joka kuvasta on erotettavissa. Jos esimerkiksi resoluutio olisi kuvassa 1mx1m, niin silloin kuvassa näkyisi alue, joka on kooltaan 1 metri x 1 metri.

Tuloksiin olisi varmasti vaikuttanut se, jos olisi ollut mahdollista tämän työn aikana saada parempia kokeiluversioita käyttöön. Palveluiden omien esittelyiden perusteella suosittelisin tämän tapaiseen käyttöön eniten suomalaista Iceye-palvelua. He lupaavat hyvää resoluutiota, heillä satelliitit kuvaavat todella usein ja pilvisyys ja pimeys eivät vaikuta kuvan laatuun juuri ollenkaan. Toinen hyvä vaihtoehto voisi olla Maxar. Heillä esimerkkikuvat olivat todella hyvälaatuisia (heidän nettisivuiltaan löytyy esimerkkikuvia) ja he myös lupaavat hyvää resoluutiota. Nämä molemmat palvelut kuvaavat myös Suomen aluetta, kun taas jotkut palvelut eivät kata Suomea kuviensa kanssa.

Suomessa naudoilla on oltava korvamerkit, jotta naudat pystytään yksilöllisesti tunnistamaan. Maatiloilla on käytössä e-merkki, eli toisessa korvassa on tavallinen korvamerkki ja toisessa korvassa on elektroninen korvamerkki, jolla esimerkiksi lypsyrobotti tunnistaa lehmän, joka on menossa lypsylle. Tähän työhön liittyen voisi olla jopa tutkimisen arvoinen asia, pystyttäisiinkö näiden tunnistajien avulla kertomaan, ketkä naudoista ovat käyneet pihalla ja ketkä eivät.

Yksi potentiaalisista vaihtoehtoista olisi dronen avulla alueen kuvaaminen ilmasta. Tähän toki kuluu enemmän aikaa kuin satelliittikuvien tutkimiseen, mutta dronella kuvattaessa resoluutio olisi hyvä, jolloin naudat näkyisivät melko varmasti kuvissa. Dronella kuvaamisen hinta-arviota ei nyt ole tiedossa, mutta se olisi varmasti tutkimisen arvoinen asia. Dronella kuvaamisen hintaa pystyisi vertailemaan satelliittipalveluiden hintaluokkaan ja arvioimaan, olisiko dronen käyttö järkevämpää.

LÄHTEET

Aluehallintovirasto (AVI). (i.a.). *Nautojen laidunnus ja jaloittelu kesäaikaan*.

<https://avi.fi/asioi/henkiloasiakas/luvat-ilmoitukset-ja-hakemukset/elaimet/nautojen-laidunnus-ja-jaloittelu-kesaikaan>

EOS Data Analytics. (i.a.). *KOMPSAT 2*. <https://eos.com/find-satellite/kompsat-2/>

EOS Data Analytics. (i.a.). *KOMPSAT 3/3A*. <https://eos.com/find-satellite/kompsat-3-3a/>

EOS Data Analytics. (i.a.). *Landsat 7*. <https://eos.com/find-satellite/landsat-7/>

EOS Data Analytics. (i.a.). *Landsat 8*. <https://eos.com/find-satellite/landsat-8/>

EOS Data Analytics. (i.a.). *MODIS MCD43A4*. <https://eos.com/find-satellite/modis-mcd43a4/>

EOS Data Analytics. (i.a.). *Pléiades 1*. <https://eos.com/find-satellite/pleiades-1/>

EOS Data Analytics. (i.a.). *Sentinel 1*. <https://eos.com/find-satellite/sentinel-1/>

EOS Data Analytics. (i.a.). *Sentinel 2*. <https://eos.com/find-satellite/sentinel-2/>

EOS Data Analytics. (i.a.). *SPOT 6&7*. <https://eos.com/find-satellite/spot-6-and-7/>

EOS Data Analytics. (i.a.). *SuperView 1*. <https://eos.com/find-satellite/superview-1/>

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus 848/2018. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0848&from=FI>

Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi eläinten hyvinvoinnista ja siihen liittyviksi laeiksi 186/2022. https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/HallituksenEsitys/Documents/HE_186+2022.pdf

Holopainen, M., Tokola, T., Vastaranta, M., Heikkilä, J., Huitu, H., Laamanen, R., & Alho, P. (2015). *Geoinformatiikka luonnonvarojen hallinnassa* (Helsingin yliopiston metsätieteiden laitoksen julkaisu 7). Helsingin yliopiston metsätieteiden laitos. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/166765/GIS_kirja_kansineen_netti.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Iceye. (i.a.). *Iceye story*. <https://www.iceye.com/company>

- Laki eläinten hyvinvoinnista 693/2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/20230693#Pidm45053757518080>
- Maxar. (i.a.). *Maxar is a leading space technology and intelligence company.* <https://www.maxar.com/about>
- NASA Worldview. (i.a.). *Worldview.* <https://worldview.earthdata.nasa.gov/?v=15.556374166990688.59.101200594702476.30.211962589040176.66.0740547736307&t=2023-05-07-T13%3A59%3A30Z>
- Peda.net. (i.a.). *Kuvan koko ja resoluutio.* <https://peda.net/jyu/it/perusopinnot/dop/tervetulosivu/kuva/kkjr>
- Planet. (15.2.2023). *Icy Ponds* [Valokuva]. Planet.com. <https://www.planet.com/gallery#!/post/icy-ponds> CC-BY
- Ruokavirasto. (28.2.2022a). *Luonnonmukaisen tuotannon korvauksen sitomusehdot 2022: Luonnonmukaisen kotieläintuotannon sitoumus ja eläinten hyvinvointikorvaus.* <https://www.ruokavirasto.fi/tuet/maatalous/peltotuet/luonnonmukainen-tuotanto/luonnonmukaisen-tuotannon-korvauksen-sitomusehdot/luonnonmukaisen-tuotannon-korvauksen-sitomusehdot-2022/>
- Ruokavirasto. (9.3.2022b). *Eläintuotannon ehdot: Yleiset poikkeukset ulkoiluvaatimuksiin.* <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/oppaat/luomuelain/elaintuotannon-ehdot/#id-103-ulkoilu-naudat>
- Ruokavirasto. (21.12.2022c). *Eläinten hyvinvointikorvauksen sitomusehdot 2023: Nautojen ehdot.* <https://www.ruokavirasto.fi/tuet/maatalous/elaintuet/elainten-hyvinvointikorvaus/elainten-hyvinvointikorvauksen-sitomusehdot/ehk-ehdot-sisallys-2023/>
- SentinelHub. (i.a.). *What do we do?* <https://www.sentinel-hub.com/>
- Tähtitieteellinen yhdistys Ursa. (i.a.). *Avaruustekniikka: Usein kysytyjä kysymyksiä.* <https://www.ursa.fi/avaruustekniikka/satelliitit/usein-esitettyja-kysymyksiä.html>
- UP42. (i.a.). *Pay as you grow.* <https://up42.com/pricing>
- Valtioneuvoston asetus nautojen suojelusta 592/2010. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20100592#Pidm45949344972288>
- Vehmas, M. (2021). *Globaalien kaukokartoitusmarkkinoiden kartoitus.* [AMK-opinnäytetyö, Metropolia Ammattikorkeakoulu]. Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202104265762>

Ympäristö.fi. (2004.). *Tietopaketti kaukokartoituksesta*. [http://www4.ymparisto.fi/i4/fin/tuotteet/Kaukokartoituksen_tietopaketti_\(2004\).pdf](http://www4.ymparisto.fi/i4/fin/tuotteet/Kaukokartoituksen_tietopaketti_(2004).pdf)