

Bruk av fjernmåling for økt presisjon i engdyrking

Resultatrapport



Droneinspeksjon. Masterstudent Jakob Reistad (t.v.) fra Universitetet i Tromsø (UiT) sammen med bonde Stig Olsen i Malangen.

Foto: Marit Jørgensen

1. Bakgrunn

For å kunne øke avlingene og oppnå en mer lønnsom husdyrproduksjon, må potensialet til grovfôrressursene utnyttes mer optimalt. Ny fjernmålingsteknologi (med bærbare eller sensorer montert på traktor, droner og satellitt) er verktøy som kan bidra med rask kartlegging av avlingsmengde og kvalitet, og kan brukes på nivå fra engskifte til region/nasjonalt. Bruk av fjernmålingsteknologi kan i norsk landbruk bidra til å oppnå en mer effektiv grovfôrproduksjon og sikre en bedre ressursforvaltning.

For den enkelte gårdbruker vil tilgang på slik teknologi bidra til at både avlingsmengde og kvalitet kan optimeres ved å justere tidspunkt for høsting. Dette gir også mulighet for å sortere avlingen etter kvalitet, gjøre innkjøp av kraftfôr eller anna tilleggsfôr i forhold til mengde og kvalitet på eget grovfôr, og ellers tilpasse dyreantall bedre i forhold til fôrgrunnlag. For veiledning og forvaltning og ikke minst beredskap er det også viktig å få bedre oversikt over grovfôrproduksjonen; både fôr kvalitet og avlingsmengder og tilstanden til arealene. Regionale anslag over produktivitet og kvalitet på grasarealene er nyttig informasjon som kan brukes i veiledning (NLR) og som støtte til statistikk over grovfôravlinger for forvaltning. Dette er også informasjon som kan brukes til overvåking av trender i grovfôrproduksjonen med estimater over produksjonen i både tid og rom fordi målingene pågår kontinuerlig og over store områder. Vinterskader eller langvarig tørke kan gi store konsekvenser for bønder. Regionale estimater over omfang av slike skader vil være svært nyttig for forvaltningen, når det planlegges tiltak i landbrukssektoren.

I dette prosjektet har vi undersøkt hvordan sensorteknologi på ulike plattformer kan brukes i grovfôrproduksjon for å lage systemer tilpasset både regionale interesser og den enkelte gårdbruker.

2. Mål og resultat

Hovedmål for prosjektet

Forbedret grovfôrproduksjon regionalt og på den enkelte gård gjennom tidsriktige estimat av avling og fôr kvalitet ved hjelp av fjernmålingsteknologi

Delmål

WP1 og WP2 - Tidlig prediksjon av avling og fôr kvalitet for bedre beslutninger ved hjelp av fjernmåling

Spektral signatur fra ulike arter

Vi har målt de spektrale signaturene til ulike arter; timotei (*Phleum pratense*), engsvingel (*Festuca pratensis*) og rødkløver (*Trifolium pratense*) med et håndholdt spektroradiometer, ASD-FieldSpec3 (ASD) i feltforsøk på NIBIO-lokalitetene Holt (Tromsø) og Apelsvoll (Kapp) rett før høsting der tørrstoffavlinger av artene ble bestemt. Vi målte de samme artene, samt flerårig raigras (*Lolium perenne*) og kvitkløver (*T. repens*) med et Rikola hyperspektralt kamera montert på UAV (drone) på Apelsvoll. Prinsippkomponentanalyser (PCA) av reflektans fra de ulike artene viste at kløver hadde en annen signatur enn grasartene. Det var mindre forskjeller i spektral signatur mellom grasartene, men det var likevel mulig å skille signaturen av timotei fra engsvingel og raigras.



Jakob Geipel måler reflektans med håndholdt ASD-FieldSpec3 i felt på Kvithamar.
Foto: Anne Kjersti Bakken

Avlings- og fôrkvalitetsestimater

Det ble etablert feltforsøk på Holt, Kvithamar (Stjørødal) og Apelsvoll i 2015 med blanding av timotei, engsvingel og litt rødkløver og med tre gjødslingsnivå for å indusere variasjon. I 2016 og 2017 ble det målt reflektans med det håndholdte ASD-FieldSpec3 før avling ble målt fra to slåtter på hvert sted. Et hyperspektralt kamera (Rikola) montert på drone (UAV) for målinger på de samme feltene på Apelsvoll og Kvithamar. Fôr kvalitet ble analysert med NIRS på prøver fra Apelsvoll i 2016 og på prøver fra Apelsvoll og Kvithamar i 2017. Råprotein ble beregnet fra nitrogeninnholdet i fôret, som ble analysert kjemisk (Kjeldahl-N) i prøver fra Apelsvoll i 2016.

Målt reflektans (både ASD og Rikola) ble brukt til å utvikle regresjonsmodeller for å estimere avling og fôr kvalitet i feltene på Apelsvoll og Kvithamar. Med det hyperspektrale Rikola-kameraet kunne vi estimere avling, innhold av råprotein, fordøyelighet, NDF og ufordøyelig NDF med tilfredsstillende nøyaktighet (Middelavviket var på henholdsvis 15, 12, 2, 5 og 13% for disse parameterne). Den håndholdte sensoren (ASD) viste seg å gi lavere nøyaktighet, og det var kun NDF som kunne estimeres like godt med ASD som med Rikola montert på drone.

Spektroskopi er velegnet til å estimere avling og fôr kvalitet i grovfôr dyrking, men dronebaserte målinger er bedre enn håndholdte. De ulike signaturlene til gras og kløver viser videre at det er nødvendig å ta hensyn til kløver eller urteandel i enga, og at det er behov for videre undersøkelser av effekter av botanisk sammensetning på spektral signatur og modellering. Denne teknologien har dermed potensial til kunne bli et effektivt verktøy i grovfôrproduksjonen framover.



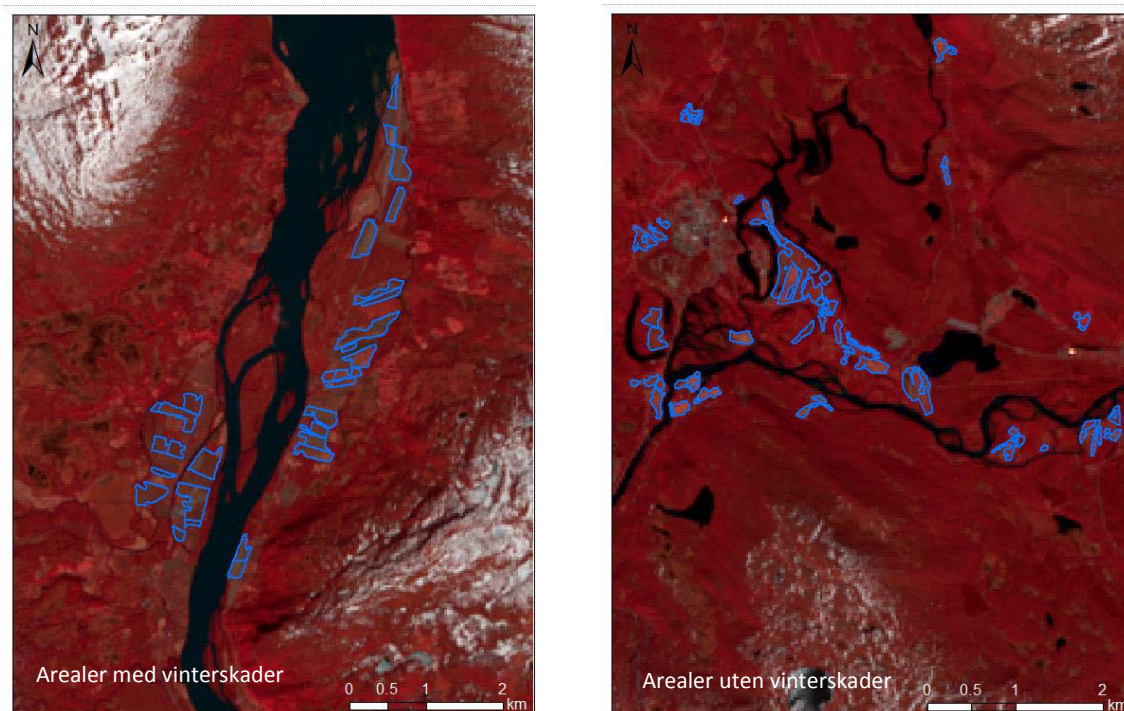
Maximilian Pircher styrer drone med Rikola hyperspektralt kamera i felt på Apelsvoll.
Foto: Jakob Geipel

WP3 - Estimere variasjon på regionalt nivå i fôrproduksjon ved hjelp av analyse av satellittbilder

Estimere vinterskader ved satellittdata

I 2013 var det store vinterskader, spesielt i Rogaland. Vi lastet ned alle tilgjengelige satellittbilder og NDVI-produkter (Landsat 5,7, MODIS) for Rogaland for 2009 til 2013, og tok ut spektrale signaler tidlig i vekstsesongen for arealer (april-juni) hvert år og analyserte for variasjon innen og mellom år. Luftfoto og GIS-posisjoner fra bøndenes søknader om avlingskade ble brukt som referansedata for arealer med vinterskader. En rekke algoritmer ble prøvd ut for å finne spektrale signaler forbundet med vinterskade. Våre resultater viste signifikante korrelasjoner mellom områder med vinterskader og det bøndene selv har rapportert som areal med vinterskader. Vi fikk i 2017 oversikt over arealer fra Målselv (Troms) der det var store vinterskader. Tilgjengelige satellittbilder fra Landsat og Sentinel-2 fra våren 2017 ble lastet ned fra rundt vekststart, og areal rapportert til å ha enten ingen vinterskade eller mer enn 90 % vinterskade ble kartfestet og brukt som grunnlag for modellering av spektrale signaler forbundet med vinterskade. Deretter ble de spektrale signalene fra satellittbildene brukt til å lage nye kart med oversikt over vinterskadete areal. Vi testet kvaliteten på disse kartene ved å sammenligne dem med vinterskadene som ble rapportert av gårdbrukerne som hadde mellom 40-90 % vinterskader på arealene sine.

Resultatene viste signifikant korrelasjon mellom vinterskadet areal estimert med satellittdata og areal som var oppgitt vinterskadet. Selv om nøyaktige målinger av vinterskader på hvert felt antakelig ikke er mulig med denne metoden, viser disse resultatene at satellittdata kan brukes til å estimere regionalt omfang av vinterskade. Men en er avhengig av å ha skyfrie satellittbilder rett etter vekststart. En er også avhengig av å ha lokal rapportering av dato for vekststart og av noen areal med og uten vinterskade slik at dette kan brukes som lokale referansedata. Metoden kan ikke brukes på historiske data uten gode referansedata.



Landsat 8 satellittbilder tatt 14. juni 2017 over Målselv, Troms. Arealer markert med blått med vinterskader (t.v.) og uten vinterskader (t.h.).

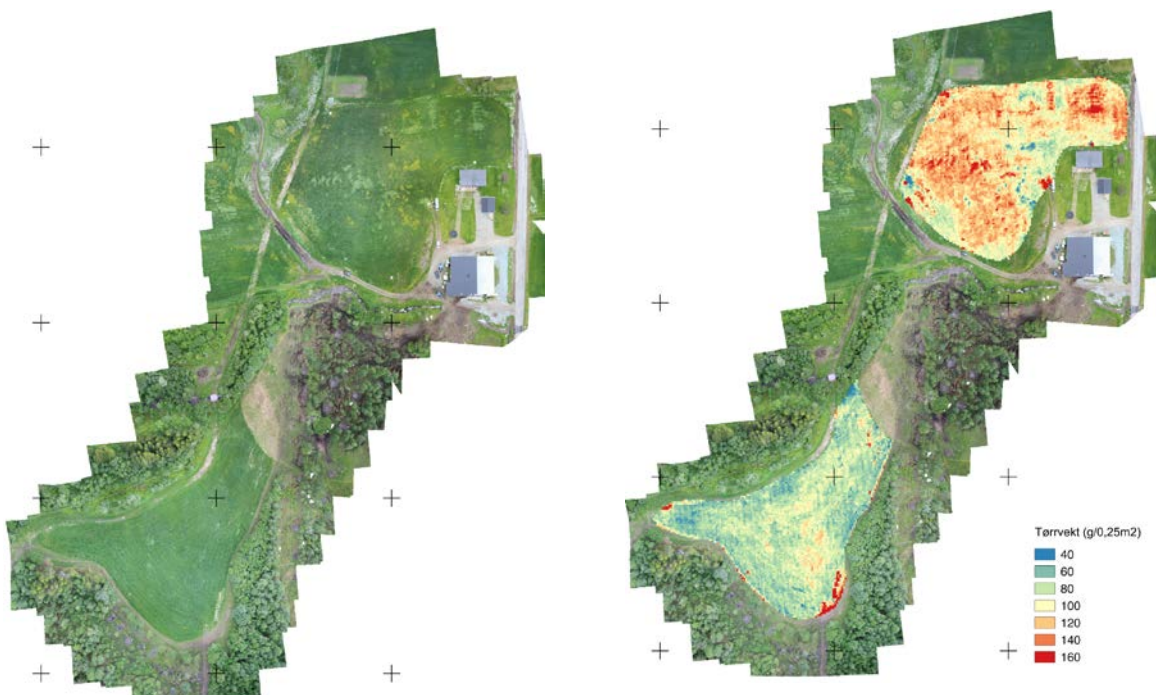
Estimering av produktivitet og avling ved hjelp av UAV, håndholdte sensorer og satellittdata hos gårdbrukere

Rikola hyperspektralt kamera og et MAPIR NIR-kamera montert på drone ble brukt til målinger rett før første slått på tre utvalgte engskifter i Harstad (Troms) i 2016 og på 4 utvalgte engskifter i Malangen (Troms) i 2017. Samtidig gjorde vi målinger med ASD-FieldSpec3 på de samme arealene. Tørrstoffavling ble målt rett etter disse målingene. Dronedata fra 2017 prosesseres nå sammen med data fra 2016, for å utvikle algoritmer som kan estimere avling og for å kartlegge variasjon mellom og i skifter.

Foreløpige resultater viser at multispektrale data fra drone viser tydelig variasjonen innad i skifter, men at korrelasjonen med avling i engskiftene er dårligere enn for de eksperimentelle feltene brukt i WP1 og WP2, antakelig pga. større variasjon i botanisk sammensetning, jordforhold og andre miljøeffekter. ASD data blir nå prosessert sammen med data samlet inn i et tidligere prosjekt (EØS-Finegrass – Pol-Nor/203426/82/2013).

Foreløpige resultater viser at avlingene kunne estimeres tilfredsstillende ved å bruke deler av spekteret (350-900nm). Nordnorsk klima med mye fuktig vær under målingene – spesielt i 2017, påvirker spektrene og skaper antakelig mye støy som påvirker resultatene. Lysforholdene i Nord-Norge er også spesielle, med svært lav solvinkel i forhold til sørligere breddegrader. Dette viser at det er nødvendig å gjøre ytterligere undersøkelser for å sikre bedre modellering

Sentinel-2 data fra de samme arealene og resultat fra avlingsregistreringer gjort i Møre og Romsdal, Finnmark og Vesterålen (se under) er lastet ned og vil bli analysert sammen med data for 2017 for å utvikle algoritmer til å estimere produktivitet.



Dronebilder av eng i Malangen, Troms. Til venstre foto tatt med vanlig kamera, til høyre bilde som viser avlingsvariasjon i enga etter at data fra Rikola hyperspektralt kamera er prosessert og korrelert med registrert avling. Foto: Corine Davids

WP4 – Resultatformidling og kompetansebygging

Avlings- og botaniske registreringer i eng av ulik alder

Avling ble estimert på skiftetnivå ved hjelp av arealmåling, telling av rundballer og veiing av tre rundballer per skifte og slått der det også ble tatt ut prøver for fastsetting av tørrstoffprosent og fôr kvalitet (NIRS). Avlinga ble estimert i eng av ulik alder (ny eng: 1-3 år gammel, mellom: 4-6 år gammel, og gammel: > 7 år gammel eng). Resultatene fra undersøkelsene viser stor variasjon i avlingsnivå. I fjellbygdene var det klar avlingsnedgang fra den yngste enga til gruppa 4.-6. års eng, og videre litt nedgang til eldre eng. I Møre og Romsdal var det små forskjeller mellom aldersgruppene. I Nord-Norge var det ingen avlingsnedgang de seks første åra, men nedgang for eldre eng. Med økende alder reduseres andel sådde arter og spesielt andel kveke øker i fjellbygdene. Engsvingel viste ikke bedre varighet enn timotei. I Nord-Norge øker andel engrapp med økende alder. Fôr kvalitet var også varierende, men lå lavest i Finnmark. Rundballene viser seg å inneholde mer fôr enn det normene sier. I flere distrikt er tørrstoffinnholdet over 30 % i middel, og gjennomsnittlig tørrstoffinnhold per ball var 240 kg i fjellbygdene (rundt 200 FEm/ball) og 259 kg (rundt 210 FEm/ball) i Nord-Norge. Disse tallene er en god del høyere enn det som blir brukt i avlingsstatistikken hos Statistisk Sentralbyrå og i driftsgranskingene hos NIBIO.

Data fra skiftene vil bli brukt mot Sentinel-2 satellittdata for å modellere produktiviteten av disse skiftene (se WP3 over).

Resultatformidling/kompetansebygging

Innsamling av avlingsdata hos gårdbrukerne har også bidratt til mer fokus og bevissthet om avlingsnivå og kvalitet. Vi har formidlet resultat fra prosjektet ved flere nasjonale møter og ved markdager/møter med rådgivere og gårdbrukere. Interessen er stor for potensialet ved denne

teknologien, og mange gårdbrukerne virker å være klar til å ta den i bruk så snart tekniske løsninger foreligger som er gode og rimelige nok.



Engareal registrert på Kveøy, Troms.

Foto: Corine Davids

3. Utføringen av FOU oppgavene

Prosjektet har vært et samarbeid mellom NIBIO, Norut, Norsk Landbruksrådgiving (NLR) og Virginia Tech i USA.

WP1 og WP2: NIBIO har samlet inn avlingsdata fra feltforsøk fra NIBIO-lokalitetene Apelsvoll, Kvithamar og Holt. Målingene med håndholdt instrument og dronebaserte sensorer er utført av NIBIO-forskere fra Apelsvoll og til dels Holt. Fôrqualität er analysert med NIRS ved NIBIO-Løken og kjemisk ved Apelsvoll.

WP3 – satellittdata for å anslå vinterskader: Forsker fra NIBIO har i samarbeid med forsker fra Virginia Tech, USA, samlet inn satellittdata og oversikt over vinterskadet areal fra Rogaland (via oversikt over søknader om erstatning for vinterskader fra Landbruksdirektoratet) og Målselv (Troms – via oversikt gitt fra kommunen). Forskeren fra Virginia Tech har stått for modellering av data.

WP3 – estimering av produktivitet og avling i eng hos gårdbrukere:

Forskere fra Norut har samlet inn drone- og satellittdata over de aktuelle områdene som skal prosesseres og modelleres av Norut sine forskere mot avlingsdata samlet inn av NLR (2016) og av NIBIO (2017). I tillegg er det samlet inn data med håndholdt sensor (ASDFieldSpec3). Dette ble gjort av konsulent med midler fra et tilgrensende prosjekt finansiert av Framsenteret (Framsenterets flaggskip «Klimaeffekter på økosystemer, landskap, lokalsamfunn og urfolk» prosjektnr. 362269).

WP4 – Avlingsregistreringer

Avlingsregistreringer på skiftetnivå i eng med ulik alder ble utført av NLR Nord- og Sør-Trøndelag, Oppland og Hedmark i 2014 og 2015 med telling og prøvetaking av rundballer. Botanisk sammensetning i disse skiftene ble registrert 2014-16. I 2016 og 2017 har NLR registrert avling og tatt ut prøver for analyse av fôrqualität på rundt 120 felt totalt i Finnmark, Troms og Nordland og i Møre og Romsdal fylke (kun 2016). Botanisk sammensetning er registrert på disse skiftene av forsker fra NIBIO i fjellbygdene og Møre og Romsdal, og av NLR i Nord-Norge.

4. Prosjektgjennomføring og ressursbruk

Prosjektet har stort sett vært gjennomført etter plan. Vi søkte og fikk midler fra Framsenteret (se over) som gjorde at vi kunne få gjort litt mer enn planlagt på WP3. Datainnhenting og prosessering tar svært lang tid, og et tre-årig prosjekt er i utgangspunktet svært kort tid til å få fram gode resultat, spesielt siden dette er nybrottsarbeid. Framsenterbevilgningen bidrar med midler til mer publisering i år, noe som ellers måtte blitt gjort kun på interne midler.

5. Betydning/nytte av resultatene

Prosjektet viser at fjernmålingsteknologien har stort potensial som verktøy i grovfôrproduksjon innen presisjonslandbruk, men også som verktøy for mer regionale anslag av produktivitet og avlingsskader. Men det er behov for mer forskning for å utvikle metodikken til å takle varierende forhold både når det gjelder botanisk sammensetning og lys/værforhold. Tekniske løsninger som er robuste og rimelige må også utvikles.

6. Planer for formidling og utnytting av resultater

Det vises til oversikt over publikasjoner for formidling i prosjektperioden. Prosjektet ble presentert for 380 tilhørere (gårdbrukere, rådgivere, andre forskere mm) på Grovfôrkonferansen i februar 2018. Sluttseminaret i mars i Tromsø presenterte resultat fra prosjektet for gårdbrukere, rådgivere og folk fra forvaltning. I tillegg til brukerretta formidling som har skjedd gjennom prosjektperioden, planlegges det også markdager og seminarer der prosjektet vil presenteres for gårdbrukere og andre. Resultater fra prosjektet presenteres med postere på European Grassland Federation konferanse i Irland 17-22. juni 2018 og i proceedings med fagfelle fra konferansen (tittel på postere: 1) UAV based mapping of grassland yield for forage production in northern Europe, 2) Botanical composition of grassland for silage in mountain districts of Norway
Prosjektet planlegges også presentert på Framsenterets publisasjon for 2018: Fram Forum

Planlagt publisering:

- "UAV-based forage yield estimation by means of hyperspectral imaging» er ferdigstilt og skal snart sendes inn til Journalen «Precision agriculture».
- En artikkel med foreløpig tittel «Hyperspectral measurements of crops in high latitudes: a practical approach» er under utarbeiding.
- En artikkel med fokus på kvalitetsestimering skal ferdigstilles i løpet av høsten 2018.
- "Use of satellite remote sensing to detect winterkill on grasslands in Norway" in preparation for Remote Sensing Letters.
- En artikkel med foreløpig tittel: "UAV and satellite based mapping of grassland yield at high latitudes" skal ferdigstilles i løpet av høsten 2018.