



UNDERSØGELSE AF SATELLITMÅLT NDVI/NDRE OG KVÆLSTOFOPTAG KORRELATION I EFTERAFGRØDER



Dette projekt medfinansieres af "Grønt Udviklings- og Demonstrationsprogram", (GUDP) under Fødevareministeriet.

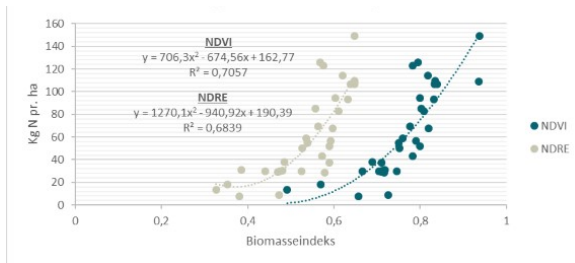
På baggrund af to forsøgsserier med efterafgrøder, konkluderes det, at der er potentiale i at bruge satellitmålinger til at bestemme kvælstofoptaget i efterafgrøder, da korrelationen mellem NDVI/NDRE målt med satellit er god. Dog med betydelig usikkerhed.

Brug af satellitbilleder og deraf biomasseindekser til bestemmelse af kvælstofoptaget i efterafgrøder kan betyde, at gødskning i den efterfølgende afgrøde kan baseres på det faktiske kvælstofoptag i den enkelte mark i stedet for normalt, som benyttes i dag. Brugen af biomasseindekser til måling af kvælstofoptag afhænger af, hvor godt det reelle optag afspejles, og det er derfor vigtigt at undersøge korrelationen mellem kvælstofoptag målt med planteklip og biomasseindekser, som NDVI eller NDRE. I efteråret 2017 og 2018 har SEGES gennemført forsøg med henblik på at undersøge sikkerheden i at anvende satellitbilleder til bestemmelse af kvælstofoptaget i efterafgrøder. Resultaterne fra 2017 findes i "[Korrelationen mellem kvælstofoptag og NDVI/NDRE i efterafgrøder](#)". NDVI bliver betragtet som mættet ved et indeksniveau på 0,8 (Gislum, 2016), men det er blevet vurderet at grænsen går i området 0,75 – 0,8.

I 2018 blev der gennemført to forsøgsserier, som begge er beskrevet i nedenstående. I begge forsøgsserier er satellitdata hentet fra Sentinel-2, som bliver leveret med en opløsning på 10x10 m grid. I begge forsøgsserier blev der i efteråret 2018 sået forskellige typer af efterafgrøder i storparceller, for at parcellerne kunne rumme opløsningen fra satellitterne. NDVI- og NDRE-værdierne fra satellitfotos er en gennemsnitsværdi af de celler, som udelukkende ligger indenfor parcellens fysiske afgrænsninger. På grund af skydække og dage uden overflyvning findes der ikke nødvendigvis satellitfotos taget på samme dage som planteklippene er udtaget, men datoerne for satellitbillederne ligger så tæt på planteklippene, som det var muligt.

I figur 1 er datapunkterne fra de undersøgte forsøgsserier 070731818 og 070761818 samlet. Der er en markant bedre korrelation mellem NDVI/NDRE og kvælstofoptaget end hvis forsøgsserierne blev undersøgt separat, som kan ses i de efterfølgende afsnit. Det at der er flere datapunkter styrker datasættet, og kunne være grunden til den bedre korrelation, da spredningen ved en given NDVI- eller NDRE-værdi stadig er stor.

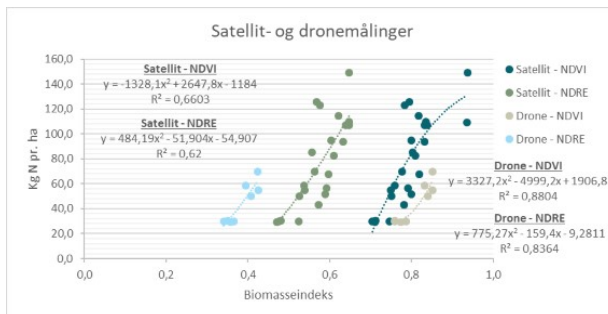
Satellitmålinger for 070731818 og 070761818



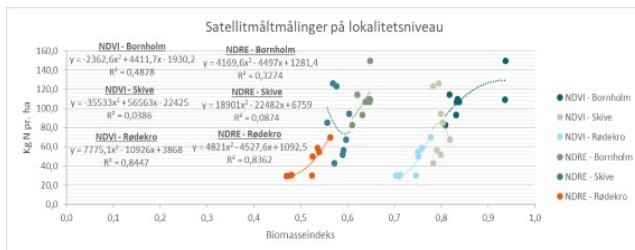
Figur 1. Samlede datapunkter fra forsøgsserie 070731818 og 070761818. Sammenhængen mellem biomasseindeks (NDRE og NVDI målt med satellit) og kvælstofoptagelse målt med planteklip (sidst i oktober). Standardfejlen for NDVI er 23,68 og for NDRE er 24,80.

Storskalaforøg med gødskning af efterafgrøder (070731818)

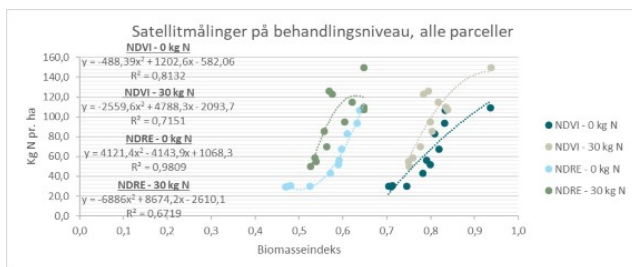
For at undersøge, om satellitmålinger kan bruges som indikator for kvælstofoptagelsen i efterafgrøder, blev der gennemført tre forsøg med forskellige efterafgrøder, vårbyg og olieræddike (001), olieræddike (002) og græs (003). De tre forsøg lå ved Bornholm (001), Skive (002) og Rødekro (003). Efterafgrøderne er blevet tildelt gødning omkring såning på hhv. 0 kg N og 30 kg N pr. ha, og etableret i striber af min. 30 m. bredde. Biomasseudviklingen er fulgt med satellit, droneoverflyvning samt planteklip udtaget sidst i oktober. Planteklipdatoerne var 2/11 2018, 22/10 2018 og 22/10 2018 for hhv. Bornholm, Skive og Rødekro. Droneflyvning er kun foretaget ved Rødekro 9 dage efter udtagning af planteklip. Der er 4 gentagelser.



Figur 2. Sammenhængen mellem biomasseindeks (NDRE og NVDI målt med hhv. drone og satellit) og kvælstofoptagelse målt med planteklip (sidst i oktober) i forsøgsserie 070731818. Hver dataserie indeholder data fra forskellige arter, gødningsniveau samt lokaliteter. Standardfejlen for Satellit - NDVI er 22,03, for Satellit - NDRE er 22,21, for Drone - NDVI er 6,59 og for Drone - NDRE er 7,05.



Figur 3. Sammenhængen mellem biomasseindeks (NDRE og NVDI målt med hhv. drone og satellit) og kvælstofoptagelse målt med planteklip (sidst i oktober) i forsøgsserie 070731818. Hver dataserie repræsenterer en af de tre lokaliteter, og indeholder data fra forskellige arter og gødningsniveau. Standardfejlen for NDVI - Bornholm er 15,14, for NDVI - Skive er 34,13, for NDVI Rødekro er 8,12, for NDRE - Bornholm er 17,06, for NDRE - Skive er 33,05 og for NDRE - Rødekro er 8,29.



Figur 4. Sammenhængen mellem biomasseindeks (NDRE og NVDI målt med hhv. drone og satellit) og kvælstofoptagelse målt med planteklip (sidst i oktober) i forsøgsserie 070731818. Hver dataserie repræsenterer et gødningsniveau, og indeholder data fra forskellige arter og lokaliteter. Standardfejlen for NDVI – 0 kg N er 14,14, for NDVI – 30 kg N er 20,00, for NDRE – 0 kg N er 13,53 og for NDRE – 30 kg N er 21,75.

Figur 2 viser sammenhængen mellem kvælstofoptag og målt NDVI/NDRE med både satellitfotos og dronelfotos på tværs af lokaliteterne.

Der er en god sammenhæng mellem kvælstofoptagelsen målt med planteklip og NDVI/NDRE, selv med datapunkter i området over 0,8 for NDVI, som ellers betragtes som mættet for NDVI (Østerhaab et al., 2018, Gislum, 2016). Som det fremgår af figur 2, er der selv på tværs af lokaliteter, arter og gødningsniveauer en god korrelation. Figur 3 udtrykker i kombination data fra forskellige lokaliteter og afgrødetyper, da der på de forskellige lokaliteter er sået forskellige efterafgrødetyper.

Således viser resultaterne at sammenhængen ikke afhænger af hverken lokalitet eller art, som det ellers var tilfældet i forsøgene fra 2017 "Korrelationen mellem kvælstofoptag og NDVI/NDRE i efterafgrøder". Her var konklusionen netop, at lokalitetsniveau havde en betydning for den dårlige korrelation ved det samlede datasæt.

Det er specielt korrelationen ved Skive, som er ringe, hvilket bidrager til større variation i det samlede data. Undlades Skive i datasættet forbedres korrelationen for Bornholm og Rødekro ($R^2 = 0,90$ ved både NDVI og NDRE).

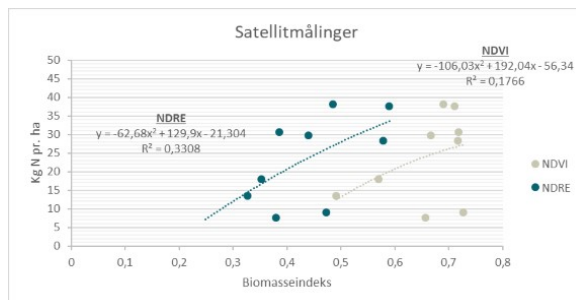
I figur 4 er datapunkterne inddelt efter behandling, nemlig tildeling af hhv. 0 kg N og 30 kg N pr. ha. Det ses, at variationen i høj grad forklares med gødningstildelingen, og bedre end med en kombination af lokalitet og afgrødetype. At der er forskel i behandlingernes kvælstofoptag målt med planteklip, mens der er mindre variation NDVI- eller NDRE-værdier, giver den variation, som ses i de samlede datapunkter, figur 2. NDRE har i flere tilfælde vist sig at kunne beskrive kvælstofoptagelsen bedre end NDVI, siden NDRE ikke mættes på samme måde som NDVI. Dette var ikke tilfældet i denne forsøgsserie, hvor NDVI og NDRE stort set er lige gode til at beskrive kvælstofoptagelsen i efterafgrøder.

Dronemålingen, figur 2, for NDVI og NDRE har samme korrelation med kvælstofoptaget som ved Rødekro, figur 3. På trods af, at der er 11 dage mellem planteklip og dronelflyvning samt 16 dage mellem dronelflyvning og satellitmåling. Selvom det er mest optimalt, at målingerne sker på samme dag, så ser det ud til, at hvis der er nogle dage imellem målingerne, er det også acceptabelt.

På baggrund af resultaterne fra storskalaforsøget med gødsning af efterafgrøder (070731818), kan satellitmålinger godt vise sig at være et alternativ til kemiske analyser af planteklip foretaget i en mark, da korrelationen mellem satellitmålingerne og kvælstofoptaget er god. Resultaterne tyder på, at der ikke er stor forskel på, hvor gode biomasseindekserne, NDVI og NDRE, er til at beskrive kvælstofoptagelsen i efterafgrøder.

Eftervirkning af efterafgrøder udlagt i vårbyg og N-optag med satellit (070761818)

I 2018 blev der gennemført tre forsøg, hvor efterafgrøder blev udlagt i vårbyg. Forsøgene lå ved Ytteborg forsøgsstation (002), Hejnsvig (003) og Hejnsvig (004). Der blev etableret fire parceller med hhv. ingen efterafgrøder, olieræddike, alm. rajgræs og Blanding 22. Parcellen uden efterafgrøder er ikke brugt i dataanalysen, da der ikke er taget planteklip heri. Parcellerne blev anlagt i 20x30 m. parceller uden gentagelser. Datoerne for satellitbillederne ligger så tæt på planteklippene, som det var muligt med maksimalt 1 dags forskel på de tre lokaliteter. Planteklippene blev taget d. 17/10 2018 ved Hjerm, d. 9/10 2018 ved Hejnsvig 1 og d. 06/10 2018 ved Hejnsvig 2.



Figur 5. Sammenhængen mellem biomasseindeks (NDRE og NVDI målt med satellit) og kvælstofoptagelse målt med planteklip (sidst i oktober) i forsøgsserie 070761818. Hver dataserie indeholder data fra forskellige arter og lokaliteter. Standardfejlen for NDVI er 11,49 og for NDRE er 10,36.

Figur 5 viser korrelationen mellem NDVI/NDRE og kvælstofoptaget. NDRE har den bedste korrelation, men hverken

NDVI eller NDRE har en god korrelation med kvælstofoptaget. Grunden til det kan være lokaliteten eller afgrøde/efterafgrødetypen er en forklarende variabel, men da der er for få datapunkter i forsøget, kan mere specifikke regressioner ikke laves.

Korrelationen i denne forsøgsserie, 070761818, er dårligere end korrelationen i forsøgsserie 070731818, hvilket kan skyldes spredning og flere datapunkter i forsøgsserie 070731818. NDRE er dog markant bedre end NDVI, hvilket kan skyldes at NDVI-målinger når det mættede område på omkring 0,75.

På baggrund af resultaterne fra eftervirkning af denne forsøgsserie er det svært at vurdere, om det er muligt at bruge satellitmålinger som et alternativ til kemiske analyser af planteklip. Korrelationen er dårlig for NDVI, mens den for NDRE er bedre.

KONKLUSION

Forsøgene viser, at der er en sammenhæng mellem NDVI/NDRE bestemt ved satellitmåling og optagelsen af kvælstof i efterafgrøden. På det samlede datasæt i efteråret 2018 er sammenhængen mellem satellitmålt NDVI eller NDRE og kvælstofoptag korreleret med en R^2 -værdi på henholdsvis, 0,71 og 0,68 med en standardfejl på, henholdsvis, 23,68 kg og N 24,8 kg N. Et af problemerne er, at NDVI omkring tidspunktet for planteklip i oktober er nær mætning dvs. over 0,75. Det er ikke entydigt hvilken af de to indekser, der er bedst til at bestemme kvælstofoptaget i en efterafgrøde. Der kræves videre undersøgelser for at afgøre dette.

På trods af problematikkerne, tyder resultaterne dog på, at der er potentiale for at måle kvælstofoptagelsen i efterafgrøder med satellit. Nærværende resultater indgår i GUDP-projektet "Udnyt satellitmålt kvælstofoptagelse i efterafgrøder til forbedring af N-udnyttelsen (SAT-N)", hvor en funktion udvikles til, at satellitmålt optagelse læses direkte ind i MarkOnline og indgår i eftervirkningsberegningen af efterafgrøder.

REFERENCER

GISLUM, R. 2016. Forbedret næringsstofudnyttelse i planteproduktionen. Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet.

ØSTERHAAB, M. M., KRISTENSEN, N. H. & KNUDSEN, L. 2018. Korrelationen mellem kvælstofoptag og NDVI/NDRE i efterafgrøder. *Landbrugsinfo.dk*,

https://www.landbrugsinfo.dk/planteavl/afgroeder/efterafgroeder/sider/pl_18_4165_korrelation_kvaelstof_ndvi_ndre_efterafgroeder.aspx