

OVERSIGT OVER LANDSFORSØGENE 2018

Forsøg og undersøgelser i
Dansk Landbrugsrådgivning

Samlet og udarbejdet af
LANDBRUG & FØDEVARER, PLANTEPRODUKTION
ved chefkonsulent Jon Birger Pedersen

Aktiviteterne er blandt andet støttet af:

Den Europæiske Landbrugsfond for Udvikling af Landdistrikterne: Danmark og Europa investerer i landdistrikterne



Miljø- og Fødevareministeriet
Landbrugsstyrelsen



Den Europæiske Landbrugsfond
for Udvikling af Landdistrikterne

LDP 2020



Se EU-Kommissionen, Den Europæiske Landbrugsfond for Udvikling af Landdistrikterne



Innovationsfonden

Promilleafgiftsfonden for landbrug

Se i øvrigt afsnittet Sponsorer og uvildighed.

Multispektrale dronebilleder og kvælstofoptag

> **METTE LANGGAARD JENSEN** OG
LEIF KNUDSEN, SEGES

Jordbårne sensorer, droner og satellitter måler lyset som reflekteres fra afgrøden på marken og viser dermed variationen i biomassen (udtrykt ved NDVI eller NDRE) henover marken, hvilket kan anvendes til at graduere input som udsæd, gødskning og planteværn. Formålet med nærværende undersøgelse er at afdække, om multispektrale billeder fra blandt andet droner kan bruges til at bestemme kvælstofoptagelsen i afgrøden i forskellige vækststadier. Kvælstofoptagelsen i afgrøden forventes at kunne bruges til at fastlægge restbehovet for at tilføre kvælstof til afgrøden. I praksis anvendes ofte NDVI eller NDRE målinger fra satellit. Satellitmålinger har ikke tilstrækkelig opløselighed til at kunne anvendes i parcellforsøg, hvorfor der derfor anvendes droner, men der forventes at være en rimelig sammenhæng mellem satellit- og dronemålinger af NDVI eller NDRE.

I 2018 er overfløjet seks forsøg i vinterhvede med stigende mængder kvælstof med en drone monteret med et multispektralt kamera. Formålet med overflyvningerne har været at undersøge, om der er sammenhæng mellem kvælstofoptaget i afgrøden målt ved planteklip og NDRE og NDVI målt med drone, og hvilket vegetationsindeks (NDVI eller NDRE) der beskriver biomassen bedst gennem vækstsæsonen. Derudover undersøges, hvornår i vækstsæsonen dronen kan måle forskel mellem de forskellige kvælstofbehandlinger tildelt forsøget.

Forsøgene er overfløjet op til syv gange gennem vækstsæsonen fra vækststadie 24 til 87. Se billedet. Første kvælstoftildeling er givet sidst i marts/i begyndelsen af april (stadie 20-26), anden tildeling sidst i april (stadie 24-30) og tredje tildeling sidst i maj (stadie 45-57). Se tabel 9. Der er udtaget planteklip i forsøgsled 1 til 6 og forsøgsled 8 i vækststadie 31, 32 til 34 og 49 til 57 til analyse for kvælstofindhold.

På dronen, som er anvendt i forsøgene, er monteret et multispektralt kamera fra MicaSense (*MicaSense RedEdge Multispectral Camera*), som måler det reflekterede lys i fem bånd. Det blå (ved 474 nm), grønne (560 nm), røde (668 nm) og infrarøde bånd (840 nm) og i båndet kaldet Red Edge (717 nm).

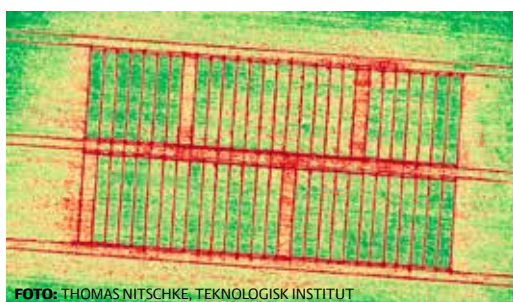
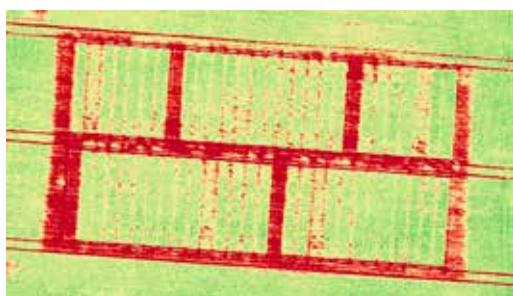


FOTO: THOMAS NITSCHKE, TEKNOLOGISK INSTITUT

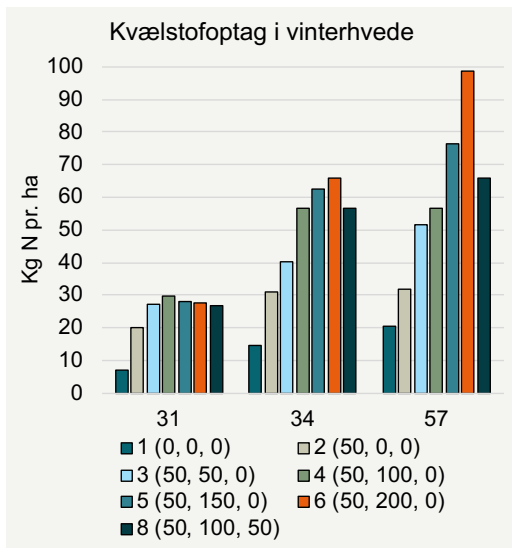
Dronerbilleder taget i en vinterhvedemark udenfor Horsens, med et landsforsøg med stigende mængder kvælstof. Første billede er et orthofoto fra 30. maj med tydelig forskel mellem biomassen i forskellige parceller. Midterst ses NDVI fra 30. maj, hvor den røde farve viser områder med en lav biomasse og den grønne farve høj biomasse. Nederst ses NDVI for samme areal 2. maj.

De to vegetationsindeks, som anvendes i databehandlingen er NDVI og NDRE, udregnes ud fra følgende bølgelængder målt med det multispektrale kamera på dronen:

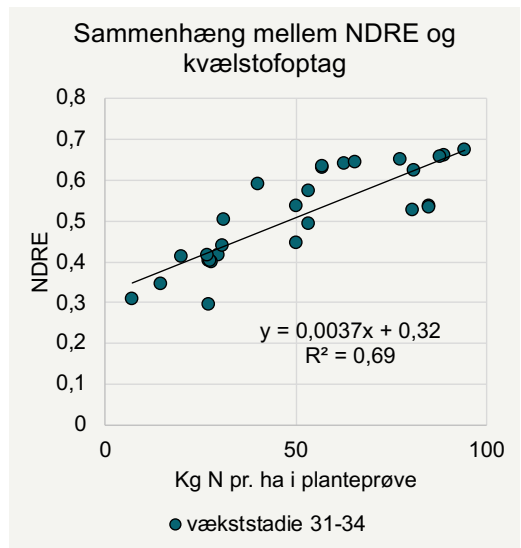
$$\text{NDVI} = \frac{(\text{Infrarød}_{840} - \text{Rød}_{668})}{(\text{Infrarød}_{840} + \text{Rød}_{668})}$$

$$\text{NDRE} = \frac{(\text{Infrarød}_{840} - \text{Red Edge}_{717})}{(\text{Infrarød}_{840} + \text{Red Edge}_{717})}$$

Et enkeltforsøg er udgået fra forsøgsserien på grund af problemer med kalibrering, hvilket giver ubrugelige reflektansmålinger. Enkelte dronemålinger er ligeledes



FIGUR 9. kvælstofoptag i vinterhvede i stadium 31, 34 og i stadium 57 i forsøg 003. i parentes ses kvælstoftilbagegangen i første, anden og tredje tildeling i forsøgsled 1 til 8.



FIGUR 10. Figuren viser NDRE som funktion af kvælstofoptag i vinterhvede i stadium 31 til 34.

frasorteret datasættet, da de kvalitetsmæssigt vurderes uegnet til anvendelse.

Resultater

Figur 9 viser kvælstofoptaget i vinterhvede målt via planteklip udtaget i vækststadiet 31, 34 og i stadium 57 i forsøg 003. I de resterende forsøg er der kun udtaget et til to planteklip, hvorfor det ikke er muligt at følge en udvikling i kvælstofoptaget. Kvælstofoptaget i forsøget stiger fra stadium 31 til stadium 57 i alle forsøgsled på nær forsøgsled 4, hvor kvælstofoptaget ikke har udviklet sig fra stadium 34 til stadium 57.

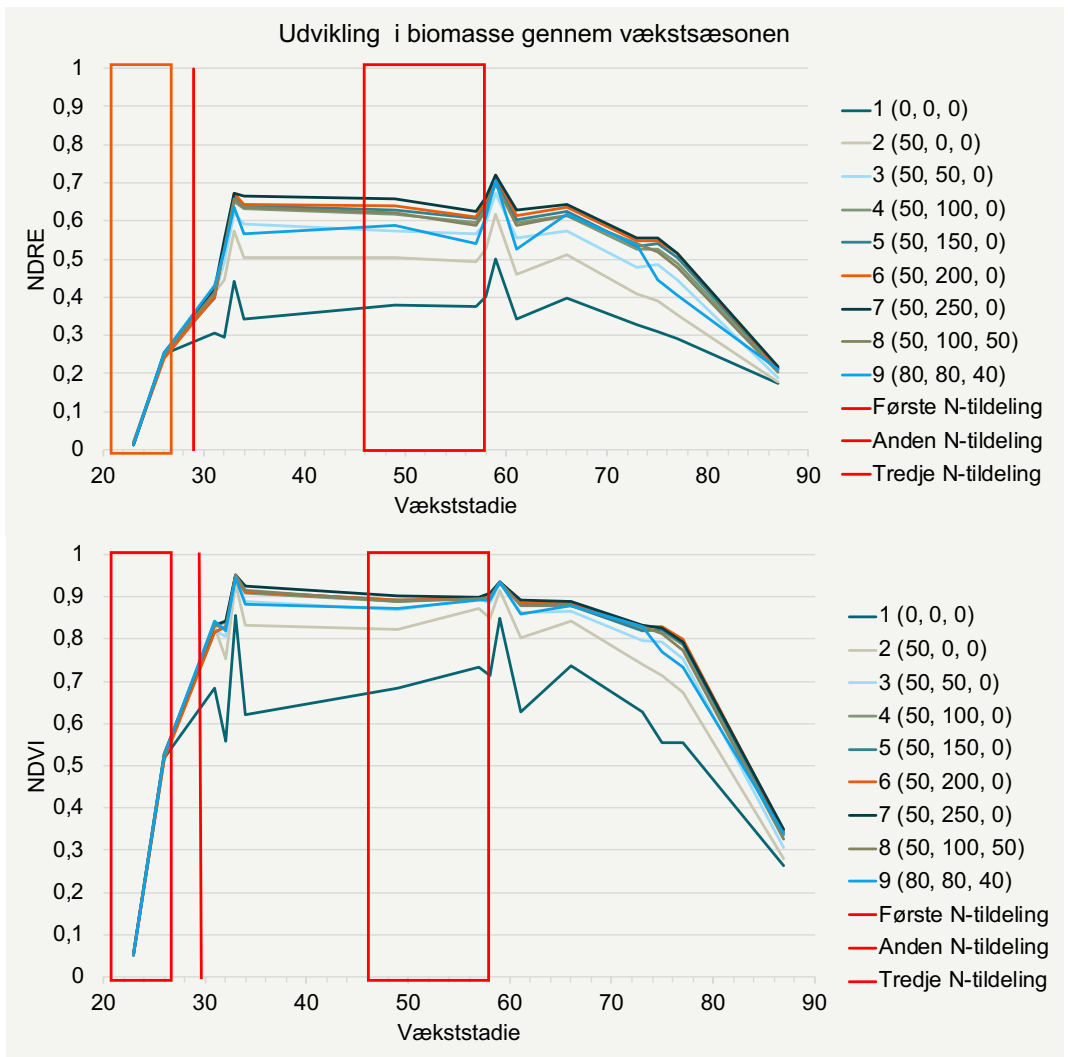
En statistisk analyse af data viser, at kvælstofoptagelsen ikke kan beregnes ud fra NDRE alene på tværs af vækststadier fra stadium 31 til 57 og lokaliteter. Analysen heraf viser kun en korrelation med en $R^2 = 0,13$. Men hvis der tages hensyn til vækststadiet opnås en god beskrivelse af kvælstofoptaget i afgrøden ($R^2 = 0,58$) uafhængig af lokalitet. Figur 10 viser NDRE som funktion af kvælstofoptaget i vinterhvede i stadium 31 til 34. Der er en god sammenhæng mellem NDRE målt med drone og kvælstofoptaget i afgrøden på dette tidspunkt i vækstsæsonen ($R^2 = 0,69$). I praksis betyder dette, at en droneoverflyvning i vinterhvede før anden kvælstoftildeling i stadium 31-32, kan vise, hvor meget kvælstof afgrøden har optaget, hvormed de efterfølgende kvælstoftildelin-

ger kan justeres. NDVI som funktion af kvælstofoptag i afgrøden gav en ringere korrelation ($R^2 = 0,42$) i forhold til NDRE.

Figur 11 viser udviklingen i NDRE og NDVI fra vækststadiet 23 til 87 i vinterhvede i forsøgsled 1 til 9 i tre udvalgte forsøg med lignende vækstforløb. Udviklingen i NDRE og NDVI fra måletidspunkt til måletidspunkt skal fortolkes med forsigtighed, da forskelle i kalibrering kan give udsving. I figuren ses det som et "udsving" i målingen i stadium 60. Dette skal tages i betragtning, hvis målingerne anvendes til at se tendenser i biomasseudvikling hen over sæsonen. Forskel mellem forsøgsled på de enkelte måletidspunkter er derimod valide.

For alle behandlinger sker den kraftigste vækst i biomasse fra stadium 23 til 34, hvorefter biomassen er rimelig stabil frem til stadium 66, hvorefter NDRE og NDVI falder frem til stadium 87. Det ses, at vegetationsindekset NDVI er tæt på mættet ($NDVI > 0,80$) allerede i vækststadiet 34 på nær i forsøgsled 1. NDRE nærmer sig derimod ikke mætning på noget tidspunkt.

Efter hver kvælstoftildeling er NDRE og NDVI undersøgt, på et tidspunkt i vækstsæsonen, hvor det formodes at kvælstofbehandlingen har haft en effekt på afgrøden. Data ikke vist. En statistisk analyse viser, at det i forsøg



FIGUR 11. NDRE (øverst) og NDVI (nederst) som funktion af vækststadiet for forsøg 003, 004 og 005 i forsøgsled 1 til 9. I parentes står kvælstoftildelingerne i de enkelte forsøgsled ved henholdsvis første, anden og tredje tildeling. De røde lodrette linjer illustrerer perioden for gødskning ved første, anden og tredje tildeling.

003 ved Horsens er muligt i vækststadiet 31 at måle forskel i NDRE og NDVI mellem vinterhvede tildelt 0 eller 50 til 80 kg kvælstof pr. ha i første kvælstoftildeling. Der er dog ikke registreret forskel mellem vinterhvede tildelt 50 eller 80 kg kvælstof pr. ha. Målinger mellem første og anden kvælstoftildeling mangler for forsøg 004 fra Sæby og forsøg 005 Brønderslev. Efter anden kvælstoftildeling i vækststadiet 29, er det muligt senere i vækststadiet 33 til 34, i to ud af tre forsøg at måle signifikant forskel i NDRE mellem vinterhvede tildelt 0, 50, 100 og 150 kg kvælstof pr. ha. Det samme er muligt for NDVI op til 100 kg

kvælstof pr. ha. Det har ikke været en signifikant forskel i NDRE og NDVI mellem forsøgsled tildelt 200 kg kvælstof pr. ha ved todelt eller tredelt strategi.

Konklusion

Forsøgene viser at:

- > Kvælstofoptagelsen i afgrøden i stadium 31 til 34 kan beregnes ud fra en måling af NDRE på tværs af lokaliteter.

- > Ved beregning af kvælstofoptagelsen fra stadium 31 til 57 ud fra NDRE skal der tages hensyn til vækststadiet.
- > NDRE beskriver kvælstofoptagelsen bedre end NDVI.
- > Det er muligt i vækststadiet 31 at måle forskel i NDRE og NDVI mellem vinterhvede tildelt 0 eller 50-80 kg kvælstof pr. ha i første kvælstoftildeling. Der er ikke registreret forskel mellem vinterhvede tildelt 50 eller 80 kg kvælstof pr. ha.
- > Efter anden kvælstoftildeling i vækststadiet 29, er det muligt senere i vækststadiet 33 til 34, i to ud af tre forsøg, at måle signifikant forskel i NDRE mellem vinterhvede tildelt 0, 50, 100 og 150 kg kvælstof pr. ha. Det samme er muligt for NDVI op til 100 kg kvælstof pr. ha.

Positionsbestemt tilførsel af kvælstof

> **METTE LANGGAARD JENSEN** OG **LEIF KNUDSEN**, SEGES

Graderet kvælstoftildeling

Resultater af ét forsøg i en vinterhvedemark med meget lav biomasse i februar-april viser, at der selv ved meget lav biomasse er nået udbytter på omkring 60 til 90 hkg pr. ha. Forøgelse af kvælstofdelingen ved første tilførsel øger biomassen. Merudbyttet for kvælstof er i dette års forsøg i modsætning til tidligere år uafhængigt af den målte biomasse før anden kvælstoftilførsel. Det kan skyldes tørken i 2018.

I regi af projektet Future Cropping er der fra 2016 til 2018 gennemført forsøg i Kalundborg for at undersøge, hvordan kvælstof skal fordeles indenfor marken ud fra biomassemålinger med Yara N-Sensor. Forsøg fra 2016 og 2017 viste, at variationen i kvælstofbehovet indenfor forsøgsarealerne i marken kan beskrives ud fra målinger medio april og medio maj med Yara N-Sensor før henholdsvis anden og tredje kvælstoftildeling. Forsøgene viste, at kvælstofbehovet aftager med stigende sensorværdi (biomasse). Læs mere om Future Cropping projektet i Oversigt over Landsforsøgene 2016, side 214. Resultaterne har rejst spørgsmålet, hvorvidt biomassen kan blive så lav, at afgrøden yder et lavt udbytte, og derfor er kvælstofbehovet også lavt.

I foråret 2018 har der været en meget lav biomasse i mange marker på grund af sen såning og en nedbørstig vinter. Det har også været tilfældet for marken i Kalundborg. Derfor er der blevet anlagt et forsøg for at belyse, om biomassen kan være så lav, at udbyttet og merudbyttet for tilførsel af kvælstof er så lavt, at tilførslen skal reduceres og ikke øges, som tidligere resultater har vist. Formålet har desuden været at undersøge, om en større kvælstofmængde tidligt kan øge biomassen og derved sikre udbyttet.

Metode og forsøgsdesign

Der er målt en stor variation i NDVI fra satellit indenfor marken i februar måned med værdier fra 0,13 til 0,57. Forsøgsarealet er lagt i områder med lav biomasse og NDVI-værdier under 0,30. Forsøget er anlagt i parceller på hver 300 m² (10 x 30 meter) med 10 forsøgsbehandlinger bestående af fem kvælstofmængder (0, 50, 150, 200 og 250 kg N pr. ha) og forskellige kvælstofstrategier (én tildeling, todelt og tredelt strategi). Forsøget bestod af fem gentagelser anlagt i fem blokke, som er placeret i områder af marken med forskellig biomasse. Se figur 12.

SEGES har i samarbejde med landmanden, Teknologisk Institut og Aarhus Universitet gennemført forsøgene, mens Yara Danmark har stillet en traktormonteret Yara N-Sensor og en håndholdt Yara N-Sensor til rådighed. Landmanden har målt med den traktormonteret Yara N-Sensor gennem vækstsæsonen, og samtidig er der målt med den håndholdte Yara N-Sensor. I forsøget gennemføres samme grundbehandling (udsædsmængde, vækstregulering, ukrudts- og svampebekæmpelse samt gødskning foruden kvælstof) som i den resterende del af marken. Der er ikke tilført husdyrgødning eller anden organisk gødning til marken.

Første kvælstoftildeling er givet medio april, anden i begyndelsen af maj og tredje sidst i maj. Se tabel 16. Første tildeling er sket relativt sent sammenlignet med normal praksis, men rettidigt i forhold til, at væksten i foråret er begyndt senere end normalt. Ved første og anden tildeling er anvendt en flydende NS 30-2, mens der ved tredje tildeling er anvendt YaraMila 21-3-10 m. Mg, S, B. Der er målt med Yara N-Sensor i forsøget medio april (stadie 21-22), start maj (stadie 31) og i sidst i maj (stadie 45) før hver kvælstoftildeling, hvor der også er indsamlet satellitbilleder af biomassen. Enkelte parceller har ved første kvælstoftildeling ved en fejl fået 100 kg kvælstof pr. ha i stedet for 50 kg (parcel 49-54,