

## KORRELATIONEN MELLEM KVÆLSTOFOPTAG OG NDVI/NDRE I EFTERAFGRØDER



Miljø- og  
Fødevareministeriet

**gudsp**

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

En undersøgelse af sammenhængen mellem satellitmålinger og kvælstofoptaget i efterafgrøder viser, at der var en god sammenhæng i to ud af tre forsøg med NDRE, men at lokaliteten spiller en betydelig rolle.

Der er et potentiale i at bestemme efterafgrøders kvælstofoptag (Kg N pr. ha), for at kunne vurdere i hvilket omfang effekten af efterafgrøderne har på udvaskningen af kvælstof og på eftervirkningen af kvælstof i den efterfølgende afgrøde. Planteklip til at bestemme kvælstofoptaget er en tidskrævende, økonomisk dyr og unøjagtig opgave, og samtidig bliver tilgangen til satellitbilleder forbedret og opløsningen øges. Brug af satellitbilleder til bestemmelse af kvælstofoptaget i efterafgrøder kan betyde, at gødskningen i den efterfølgende

afgrøde kan baseres på det faktiske kvælstofoptag i efterafgrøden i den enkelte mark i stedet for at anvende normtal, som i dag.

## NDVI OG NDRE

Den egentlige forskel mellem NDVI og NDRE er de forskellige bånd af lysspektret, der bruges til udregning af forholdet. Historisk er NDVI blevet brugt som vegetations indeks, men den har nogle ulemper, fordi den hurtigt bliver "mættet", når planter bliver for udviklet og afgrøden for tæt. Det sker når indekset rammer en værdi på ca. 0,8 (Gislum, 2016). Grunden til det er, at det røde lys, som bruges i NDVI, bliver kraftigt absorberet af klorofyllen, og bølgelængden har derfor svært ved at nå længere ned i plantedækket end de øverste bladlag. Derfor fungerer NDVI godt i de første vækststadier, inden afgrøderne bliver for busket (Wang et al., 2003). NDRE derimod bruger Red-Edge båndet i stedet for det røde lys, og den bølgelængde er ikke lige så påvirkelig af klorofyllen i bladene, som det røde lys er, og er derfor i stand til at nå længere ned i plantedækket. NDRE er derfor godt at bruge fra midt på vækstsæsonen til sent på vækstsæsonen, hvor NDVI ikke længere er tilstrækkeligt. Begge indekser har et interval på mellem -1,0 og 1,0, hvori værdierne ligger.

$$NDVI = \frac{NIR - Rød}{NIR + Rød}$$

$$NDRE = \frac{NIR - RedEdge}{NIR + RedEdge}$$

*NIR* = Bølgelængde<sub>850</sub> (Nær-infrarødt lys)

*Rød* = Bølgelængde<sub>675</sub> (Synligt rødt lys)

*RedEdge* = Bølgelængde<sub>730</sub> (Grænsen mellem det synligt røde lys og nær-infrarødt lys)

(Ju et al., 2010, Pradhana and Leea, 2007)

## FORSØG

Efterafgrøder er med til at reducere udvaskningen af kvælstof i efteråret, ved at opsamle kvælstoffet, når hovedafgrøden er høstet. Ved at bruge NDVI som måleparameter for, hvorvidt en mark er bevoftet eller ej og kvantificere optagelsen af kvælstof, kan anden efterårsbevoksning end efterafgrøder som f.eks. vintersæd og græsmarker alle inkluderes som tiltag til reduktion af kvælstofudvaskningen og dermed gøre efterafgrødeordningen mere enkel.

Projektets formål er at afprøve, om udregnet vegetationsindekser, som NDVI og NDRE, kan anvendes til at bestemme kvælstofoptaget i efterårsbevoksning. Det er afprøvet i forsøg, hvor der blev brugt olieræddike, vinterrug og fodervikke med tilførsel af 40 kg N pr. ha eller uden gødskning. NDVI-værdierne for parcellerne blev hentet via CropSat, mens NDRE-værdierne blev hentet via <https://www.sentinel-hub.com/develop/capabilities/wms>. Indekserne blev behandlet i MapInfo og producerede figurerne 1 (NDVI) og 2 (NDRE). Bestemmelsen af kvælstofoptaget blev foretaget ved hjælp af planteklip i parcellerne.

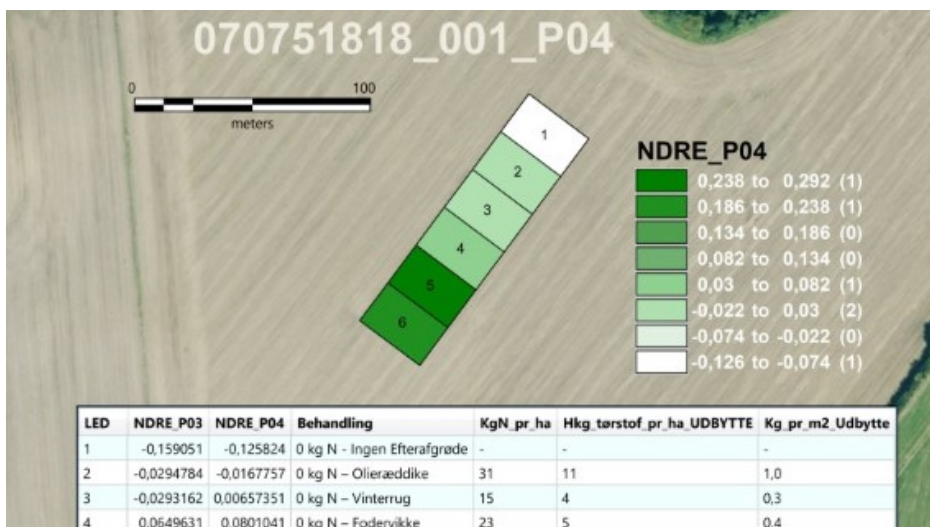
Tre gange i løbet af vækstsæsonen blev der udtaget planteklip, som kvælstofoptaget er blevet

målt ud fra. Hvis det var muligt, blev der brugt satellitbilleder så tæt på planteklipdatoerne. Det har forårsaget, at lokalitet 003, tæt ved Bøgballe, er udgået, da der ingen satellitbilleder var tilgængelig fra august 2017 til februar 2018. Derudover mangler der et satellitbillede ved hver af de tre andre lokaliteter. Parcellerne, hvor der ikke er sået efterafgrøder, er udeladt i den efterfølgende databehandling, da der ikke blev udtaget planteklip fra disse. Data fra satellitbillederne er blevet sammenlignet med kvælstofoptaget. Der er ingen gentagelser i disse forsøg, og på grund af store regnmængder i efteråret 2017, er to af forsøgene dårligt udviklet, hvilket vanskeliggøre dataanalysen.

I figur 1 og 2 er vist placeringen af parcellerne og de 10 meter grid, som opløsningen på satellitmålingerne kan hentes i, i forsøg 001. I figurerne er der vist den målte kvælstofoptagelse bestemt ved planteklip, og NDVI-værdierne (figur 1) og NDRE-værdierne (Figur 2).

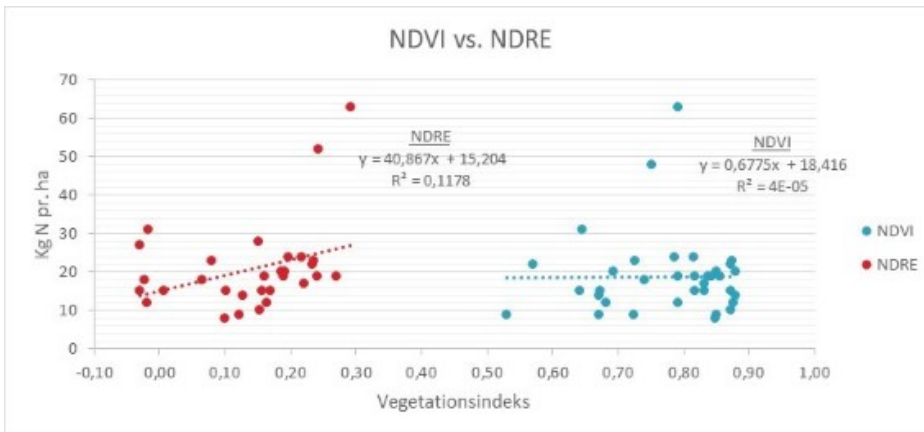


**Figur 1.** Placering af parcellerne i forsøgsplot 001 tæt ved Hedensted. NDVI er repræsenteret i parcellerne ud fra de forskellige afgrøder.



5	0,243538	0,291914	40 kg N - Olieræddike	63	13	2,0
6	0,151026	0,216328	40 kg N - Vinterrug	24	5	0,4

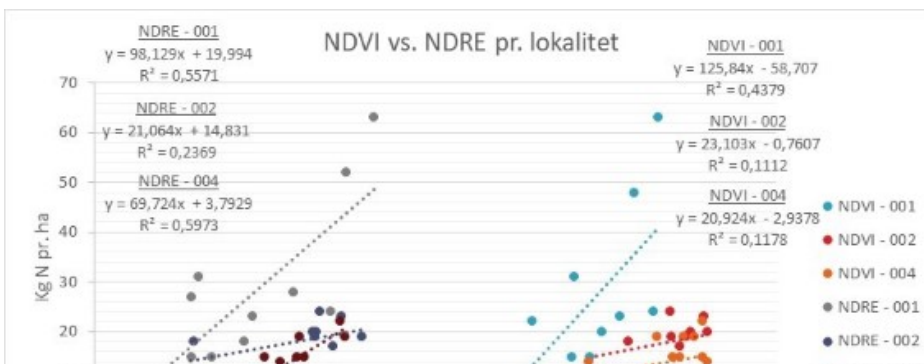
**Figur 2.** Placering af parcellerne i forsøgsplot 001 tæt ved Hedensted. NDRE er repræsenteret i parcellerne ud fra de forskellige afgrøder.

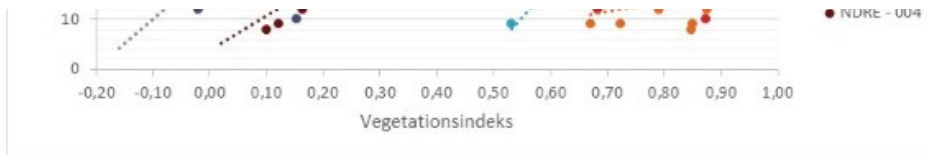


**Figur 3.** NDVI- og NDRE-værdierne holdt op imod kvælstofoptag (Kg N pr. ha). NDVI viser ingen korrelation, mens NDRE viser en svag korrelation. R2 = Korrelationskoefficienten. Baseret på 42 (NDVI) og 36 (NDRE) datapunkter.

I figur 3 er vist sammenhængen mellem kvælstofoptagelse bestemt ved planteklip og målte NDVI og NDRE værdier. Datapunkterne samlet på tværs af lokalitet, måletidspunkter, efterafgrødearter og kvælstof tildeling. På baggrund af resultaterne af forsøgene ses der ingen korrelation mellem NDVI og kvælstofoptaget. Årsagen til det er, at størstedelen af de målte NDVI-værdier ligger i området over 0,8. I det område bliver NDVI "mættet", og resultaterne er derfor mere usikre og sværere at konkludere noget ud fra. NDRE viser en dårlig korrelation,  $R^2=0,1178$ , selvom den ikke er begrænset af "mæthed" som med NDVI-værdierne. NDRE er derfor mere retvisende i de her resultater.

Ved en given NDVI eller NDRE værdi er der stor variation i den målte kvælstofmængde. Det giver den dårlige korrelation, som ses i figur 3. Inddeles de samme datapunkter efter lokalitet, som det er gjort i figur 4, bliver korrelationerne for både NDVI og NDRE væsentlig bedre. To af forsøgene viser en korrelation på næsten 0,6 i NDRE indekset.





**Figur 4.** NDVI- og NDRE-værdier holdt op imod kvælstofoptag (Kg N pr. ha) inddelt efter forsøgslokalitet. R2 = Korrelationskoefficienten. Baseret på 42 (NDVI) og 36 (NDRE) datapunkter.

Det kan med fordel være bedre at benytte sig af NDRE-værdier fremfor NDVI-værdier, når NDVI bliver så "mættet", som det er vist i dette forsøg. Da NDVI har givet nogle dårlige/svage korrelationer med kvælstofoptaget, har NDRE givet nogle væsentlig bedre korrelationer. Det kan begrundes med at NDVI indekset er blevet "mættet", ved observationerne, som er gjort i disse forsøg. I et andet forsøg (Gislum, 2016) viste NDVI, at det havde en god korrelation med kvælstofoptaget. Umiddelbart tyder resultaterne på, at der kan være en stor effekt af lokaliteten på sammenhængen mellem NDRE eller NDVI og kvælstofoptagelsen. Der kan også være en effekt af afgrødetypen, der ikke er belyst her. Der er behov for flere observationer til at kunne beskrive sammenhængen mellem vegetationsindekserne, NDVI og NDRE, og kvælstofoptaget bedre.

## REFERENCER

- GISLUM, R. 2016. Forbedret næringsstofudnyttelse i planteproduktionen. Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet.
- JU, C. H., TIAN, Y. C., YAO, X., CAO, W. X., ZHU, Y. & HANNAWAY, D. 2010. Estimating Leaf Chlorophyll Content Using Red Edge Parameters. *Pedosphere*, 20, 633-644.
- PRADHANA, B. & LEEA, S. 2007. Utilization of Optical Remote Sensing Data and GIS Tools for Regional Landslide Hazard Analysis Using an Artificial Neural Network Model. *Earth Science Frontiers*, 14, 9.
- WANG, Z., LIU, C. & HUETE, A. 2003. From AVHRR-NDVI to MODIS-EVI: Advances in vegetation index research. *Acta Ecologica Sinica*, 23, 979-987.