

# Notat

PlantelInnovation

Korrelation mellem Kvælstofoptag (Kg N pr. ha) og NDVI	Ansvarlig	mijo
	Oprettet	08-06-2018
Projekt: 4165, Sat-N	Side	1 af 17



## Introduktion

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. Planteklip til at bestemme kvælstofoptaget er en tidskrævende, økonomisk dyr og unøjagtig opgave, og samtidig bliver tilgangen til satellitbilleder forbedret og opløsningen øges. Det kan med fordel være brugen af satellitbilleder, der bestemmer kvælstofoptaget i efterafgrøder i fremtiden, da brugen af satellitbilleder, i modsætning til planteklip, er hurtigere, billigere og mere præcis for hele arealer.

## **NDVI og NDRE**

Den egentlige forskel mellem NDVI og NDRE er de forskellige bånd af lysspektret der bruges til udregning af forholdet, men forskellen udmunder sig i hvor godt de beskriver vegetationen. Historisk er NDVI blevet brugt som vegetations indeks, men den har nogle ulemper, fordi den hurtigt bliver "mættet", når planter bliver for udviklet. Det sker når indekset rammer en værdi på ca. 0,8. 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. 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 mellem -1,0 og 1,0, hvori værdierne ligger

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

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

$NIR = Bølgelængde_{850}$  (Nær-infrarødt lys)

$Rød = Bølgelængde_{675}$  (Synligt rødt lys)

$RedEdge = Bølgelængde_{730}$  (Grænsen mellem det synligt røde lys og nær-infrarødt lys)

## **Efterafgrøder**

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 om hvorvidt en mark er bevokset eller ej og er i stand til at tilbageholde næringsstoffer, kan vintersæd, græsmarker og efterafgrøder alle inkluderes som en bevokset mark og dermed gøre efterafgrødeordningen mere enkel og gennemskuelig end den er i dag, og stadig give den samme ønskede miljøeffekt, at minimere udvaskningen.

Der er i et tidligere projekt (Gislum, 2016) belyst om, der kan findes en korrelation mellem NDVI og kvælstofoptaget i vintersæd, græs, efterafgrøder og vinterraps, hvor der blev fundet en ikke overbevisende korrelation, dog at resultaterne indikerede, at der var et potentiale i efteråret og at der var behov for flere observationer.

I 2017 gennemførte SEGES fire forsøg i Østjylland, som har til formål at belyse: 1) korrelationen mellem NDVI og NDRE målt med satellit og kvælstofoptaget fra planteklip i efterafgrøder og vinterrug, 2) Kvælstofoptaget af efterafgrøderne, for at kunne fastsætte en mere præcis beregning af efterafgrødens eftervirkning, 3) Efterafgrødens eftervirkning i vårbyg.

### **Forsøgsdesign**

Forsøget er anlagt i store parceller af 20mx30m uden gentagelser, med hver sin efterafgrøde og gødskningstildeling på fire lokaliteter.

1. Ingen efterafgrøde
2. 0 kg N – Olieræddike
3. 0 kg N – Vinterrug
4. 0 kg N – Fodervikke
5. 40 kg N – Olieræddike
6. 40 kg N – Vinterrug

I løbet af vækstsæsonen er der blevet taget planteklip tre gange fra efterafgrøderne i parcellerne, undtagen i parcellen uden efterafgrøde, for at kunne bestemme kvælstofoptag (kg N pr. ha) og biomasse (hkg tørstof pr. ha) på de forskellige tidspunkter.

For at finde korrelationen mellem kvælstofoptaget målt i planteklip og med satellit, er der blevet hentet satellitbilleder fra CropSat, hvor NDVI-værdien fra markens grid (10m x 10m) tildeles parcellerne med et vægtet gennemsnit, da forsøgsparcellerne overlappede flere af cellerne fra markens grid.

Rene Gislum har fløjet over parcellerne med drone, og resultaterne herfra haves ikke endnu.

### **Arbejdsopgaver**

70751818				
Datoer for behandling				
Lokalitet	P01 - Etablering	P02 - Klip 1	P03 - Klip 2	P04 - Klip 3
001	13-08-2017	10-10-2017	24-10-2017	08-11-2017
002	13-08-2017	10-10-2017	24-10-2017	07-11-2017
003	13-08-2017	10-10-2017	24-10-2017	08-11-2017
004	13-08-2017	10-10-2017	24-10-2017	08-11-2017

### **NDVI**

De hentede CropSat satellitbilleder, indeholdende NDVI-værdierne, er taget, datomæssigt, så tæt på planteklippene som muligt, da satellitten overflyver det samme område ca. hver tredje dag, og ikke kan tage billeder igennem skyer, hvilket gør at der muligvis vil være 'manglende' satellitbilleder fra nogle overflyvninger. Se tabeller med datoer for behandlinger i marken og datoer for satellitfotos nedenfor:

70751818				
Datoer for satellitbilleder - NDVI				
Lokalitet	P01 - Etablering	P02 - Klip 1	P03 - Klip 2	P04 - Klip 3
001	-	12-10-2017	-	11-11-2017
002	-	-	30-10-2017	11-11-2017
003	-	-	-	-
004	-	12-10-2017	30-10-2017	11-11-2017

## NDRE

NDRE satellitbillederne kommer fra de samme overflyvninger som NDVI billederne kommer fra, hvilket vil sige, at datoerne for brugbare billeder burde være identiske. Det er dog ikke helt tilfældet ved alle satellitbillederne. Anskaffelsen af NDRE satellitbilleder er tilgængeligt via <https://www.sentinel-hub.com/develop/capabilities/wms> hjemmesiden.

70751818				
Datoer for satellitbilleder - NDRE				
Lokalitet	P01 - Etablering	P02 - Klip 1	P03 - Klip 2	P04 - Klip 3
001	-	-	30-10-2017	06-11-2017
002	-	-	30-10-2017	06-11-2017
003	-	-	-	-
004	-	-	30-10-2017	06-11-2017

## GIS

1. Shapefil fra CropSat indlæses i MapInfo
2. Koordinatpunkter fra forsøgene indlæses (Med rigtig projektion)
  - a. Fra Excel → Husk at lave en kopi i MapInfo format, for mulighed for rettelser senere.
3. Lav koordinatpunkter ud fra X og Y kolonnerne fra den importerede Excel-fil
4. Koordinatpunkterne forbindes med polylinjer eller linjer (Snap Mode)
5. Hvis der er fire punkter, skal de nyligt optrukne linjer deles i antal parceller. Så hvert parcel/område kan blive omdannet til en polygon.
6. Omdan, de nu "indhegnede" områder til polygoner → hver polygon repræsenterer en parcel
7. Tildel hver polygon et koordinatpunkt
8. Nu overlapper polygonerne shapefilen fra CropSat
9. Tildel hver polygon et vægtet gennemsnit af NDVI-værdien fra CropSat shapefilen (Findes i kolonnen 'Index')
10. NDVI-værdi: 0,0-1,0
  - a. NDVI-værdi intervallet i shapefilens grid og polygonerne kan inddeles i mindre intervaller for at give et visuelt overblik
11. Udtræk layoutet med de ønskede informationer

Ved håndteringen af NDRE satellitbillederne gøres der brug af de allerede optegnede parceller, og tildeler dem en gennemsnitlig værdi fra NDRE satellitbillederne for de områder de overlapper hinanden.

## Resultater og diskussion

Ved inddelingen af alle datapunkterne uafhængig af arter, gødskning og sæsontidspunkt, figur 1 og 8, leverer NDVI en ikke imponerende korrelation med kvælstofoptaget, hvorimod NDRE leverer en korrelation på ca. 0,11 med kvælstofoptaget. I figur 2 og 9, hvor data er plottet som gennemsnit af arter og gødskningsniveau, viser både NDVI og NDRE at der er en korrelation på henholdsvis ca. 0,5 og 0,8, mellem dem og kvælstofoptag. I figur 3 og 10, hvor data er inddelt efter arter, viser NDVI ingen eller lav negativ korrelation i vinterrug, fodervikke og olieræddike. Ved NDRE viser olieræddike en meget lav korrelation, mens vinterrug viser en korrelation på ca. 0,09. I figurerne

4-6, NDVI, og 11-13, NDRE, er data blevet opdelt i sæson tidspunkt for hver lokalitet. Ved NDVI vises der enkelte steder med en god korrelation, det er dog ikke konsekvent, hvorimod det er konsekvent, at der er god korrelation mellem NDRE og kvælstofoptaget. I de sidste to figurer, 7 og 14, viser NDVI korrelationer på mellem ca. 0,44 og 0,11, mens NDRE viser lidt bedre korrelationer på mellem ca. 0,23 og 0,60.

I de figurer hvor NDVI og kvælstofoptaget sammenlignes, figurer 1-7, er det få steder, hvor der vises en god korrelation. Derimod er det få steder hvor NDRE og kvælstofoptaget sammenlignes, figurer 8-14, at der vises en dårlig korrelation. De fleste af NDVI-værdierne ligger i den høje ende af indekset på omkring 0,8, som er der at "mætningen" af NDVI sker. Det betyder, at brugen af NDRE er mere retvisende i dette forsøg, ift. de tidspunkter i væksten at satellitbillederne er fra, fordi NDRE-værdierne ikke ligger nær så højt. Det gør, at NDRE ikke er blevet "mættet" på samme måde som NDVI.

Figureerne 8-14 er meget enige i, at der er en korrelation mellem NDRE og kvælstofoptag, hvad enten dataene er plottet sammen, eller er sorteret efter lokalitet eller sæson tidspunkt og lokalitet. Ved sortering af alle datapunkter efter arter, figur 10, er korrelationen knap så god. Dataene burde også blive inddelt alt efter lokalitet, figur 14, da de varierende geografiske placeringer ikke er gentagelser, og der kan være eksterne variationer fra lokalitet til lokalitet, som gør at resultaterne varierer fra hinanden. I figur 14 kan netop dette ses, hvor alle datapunkterne er inddelt efter lokalitet uafhængig af sæson tidspunkt og tilføjet tendenslinjer, og her ses en korrelationen for to af lokaliteterne, 001 og 004, og en mindre god korrelation for lokalitet (Li et al., 2014).

Parcellen uden udsæd er udeladt, da der ikke er blevet målt kvælstofoptag i den. Selvom der ikke skulle vokse noget grønt i parcellen, er NDVI målt til at være temmelig høj, med værdier fra ca. 0,5 til 0,8 hvilket er svarende til henholdsvis en godt og super godt tilvokset mark. I forsøgsplanen skulle parcellen meget gerne være sprøjtet fri for evt. ukrudt og spildkorn. Der kan ud fra billeder taget af parcellen ses enkelte grønne skud, og stubbene står stadig fra den foregående afgrøde, som måske kan være grunden til at NDVI er højere end forventet.

Der skal være opmærksomhed på koordinatpunkterne, at når de bliver indrapporteret, at der følger en beskrivelse eller forklaring med, som fortæller hvordan indenfor koordinatpunkterne, at forsøget vender, så en person vil kunne indtegne forsøget og placerer parcellerne korrekt, uden anden forklaring.

### **Konklusion**

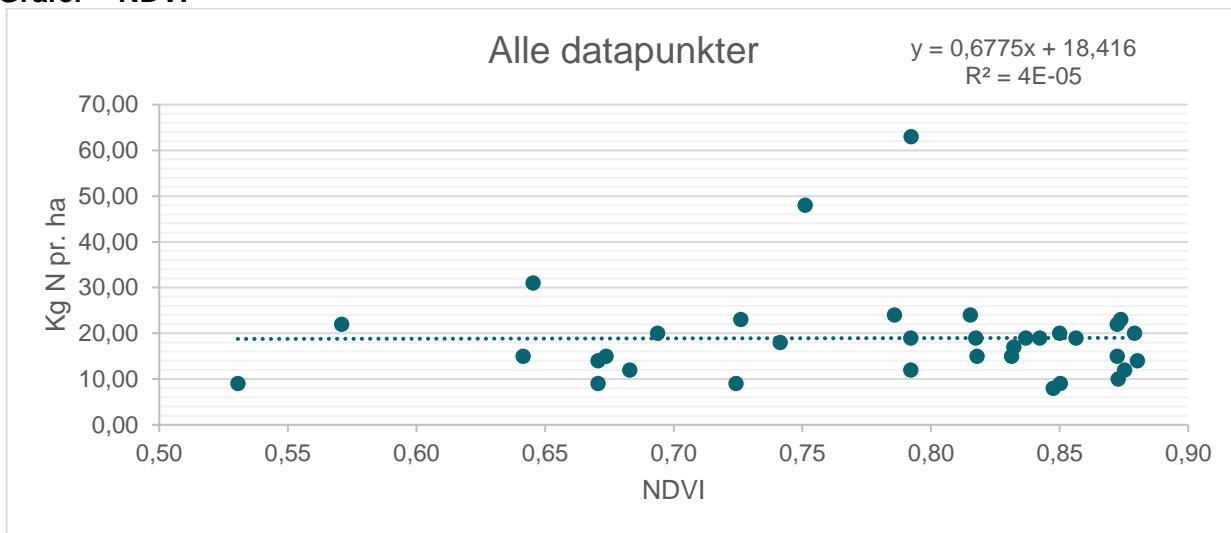
Det kan konkluderes ud fra resultaterne fra dette forsøg, at satellitbillederne der er indhentet, ift. tidspunktet for planteklippene, er taget for sent til at gøre brug af NDVI som vegetations indeks, da efterafgrøderne allerede er vokset til, og NDVI er blevet "mættet". Derfor er det mere retvisende at bruge NDRE som vegetations indeks, da det ikke er blevet lige så "mættet" som NDVI. NDRE viser en meget fin korrelation med kvælstofoptaget i efterafgrøderne hvor datapunkterne er sorteret efter lokalitet. Når alle datapunkterne plottes sammen for alle lokaliteter, vises der en ikkeoverbevisende korrelation, den er dog væsentlig bedre en NDVI og kvælstofoptaget korrelationen.

[https://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Goedskning/Naeringsstoffer/Kvaelstof-N/Sider/pl\\_17\\_3831\\_001\\_po\\_Udnyttelse\\_af\\_satellitmaaling.aspx](https://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Goedskning/Naeringsstoffer/Kvaelstof-N/Sider/pl_17_3831_001_po_Udnyttelse_af_satellitmaaling.aspx)

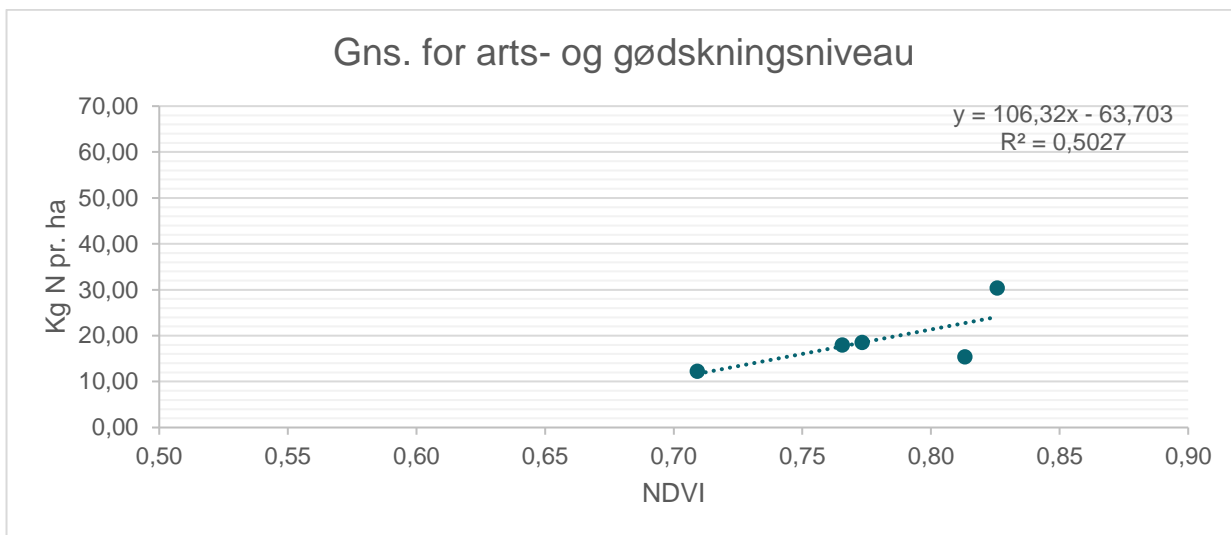
### **Referencer**

- GISLUM, R. 2016. Forbedret næringsstofudnyttelse i planteproduktionen. Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet.
- LI, F., MIAO, Y. X., FENG, G. H., YUAN, F., YUE, S. C., GAO, X. W., LIU, Y. Q., LIU, B., USTINE, S. L. & CHEN, X. P. 2014. Improving estimation of summer maize nitrogen status with red edge-based spectral vegetation indices. *Field Crops Research*, 157, 111-123.

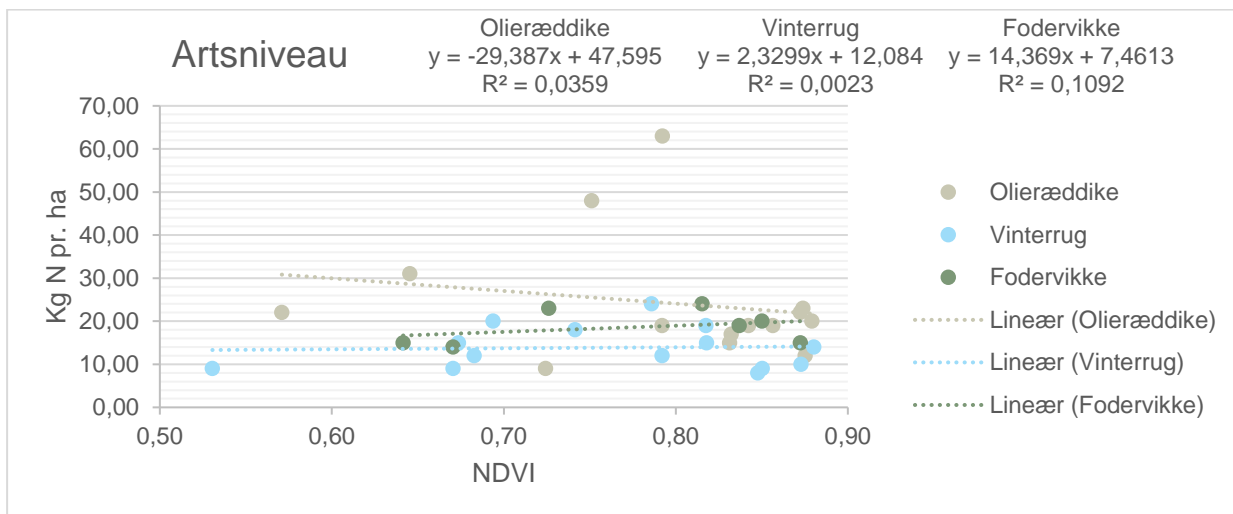
**Grafer – NDVI**



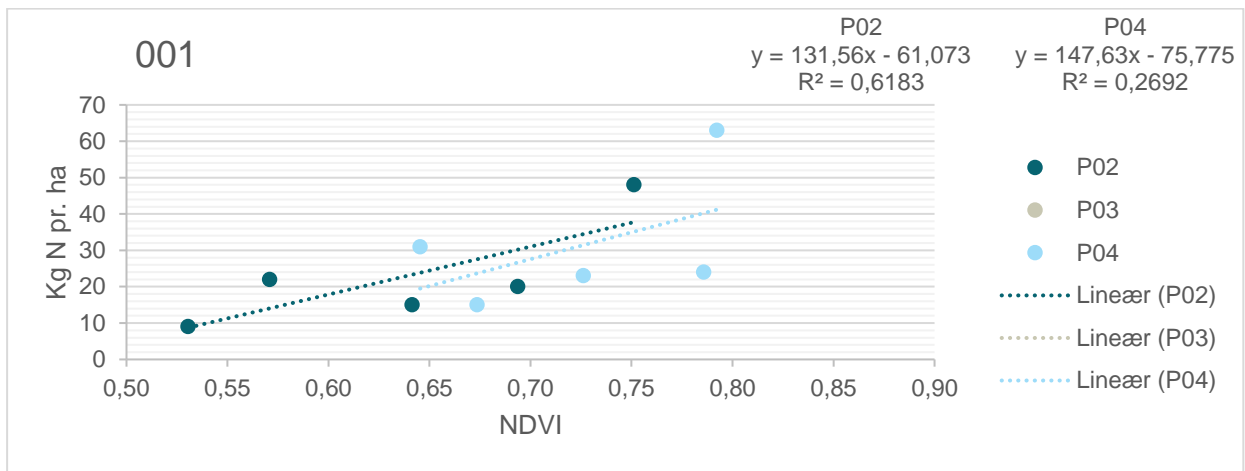
Figur 1 - Alle datapunkter. Plottet uafhængig af arter, gødskningsniveau og sæson tidspunkt.



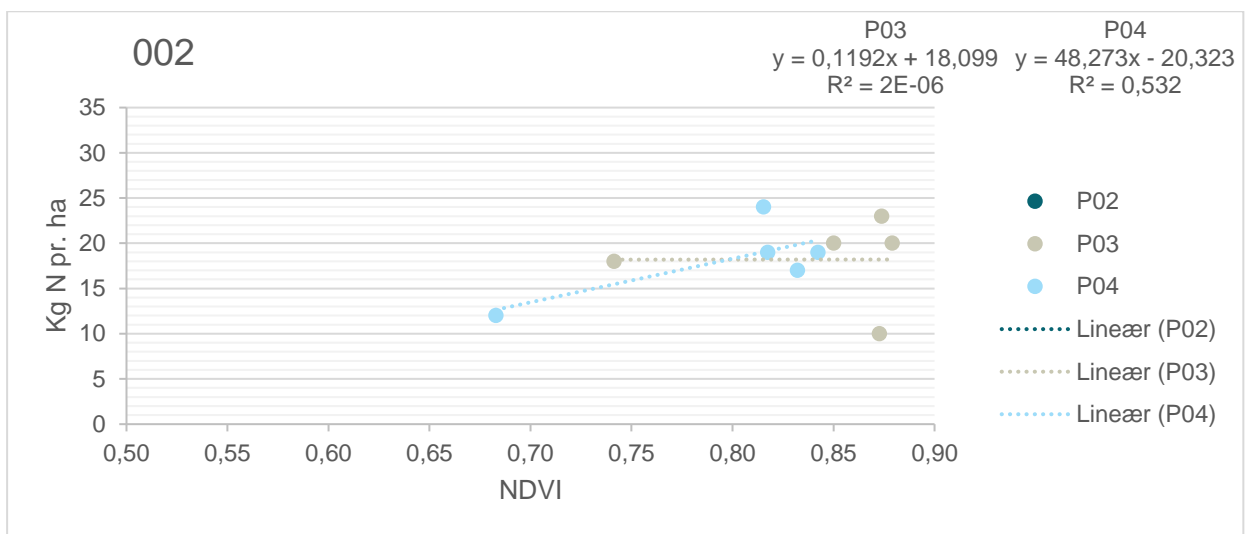
Figur 2 - Gennemsnittet for alle arters datapunkter. Plottet uafhængig af gødskningsniveau og sæson tidspunkt. Rangeret fra venstre mod højre; Vinterrug (0 kg N), Olieræddike (0 kg N), Fodervikke (0 kg N), Vinterrug (40 kg N) og Olieræddike (40 kg N).



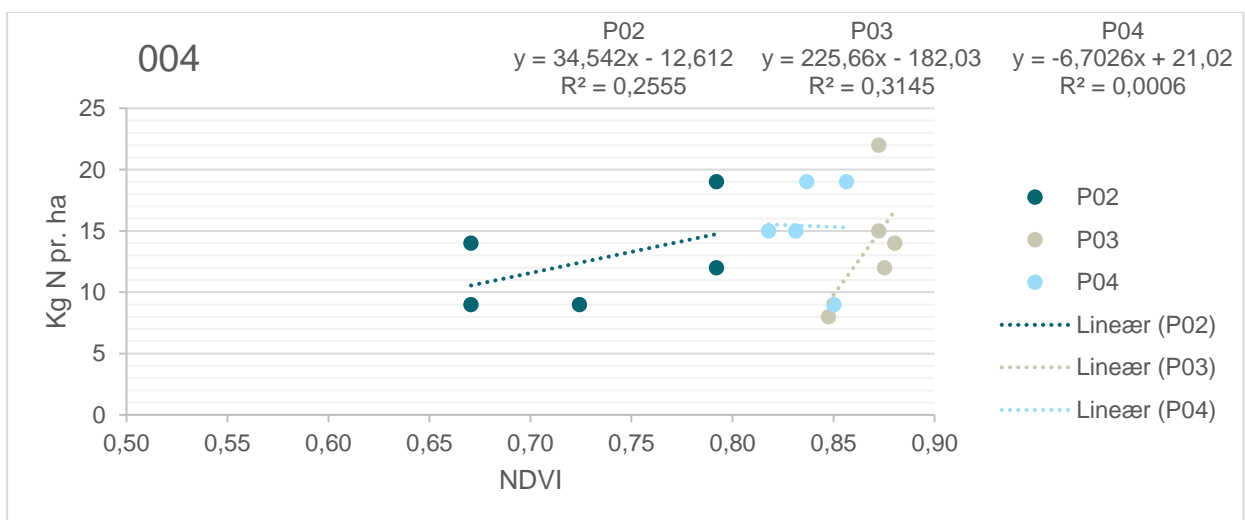
Figur 3 – Alle datapunkterne fordelt på artsniveau



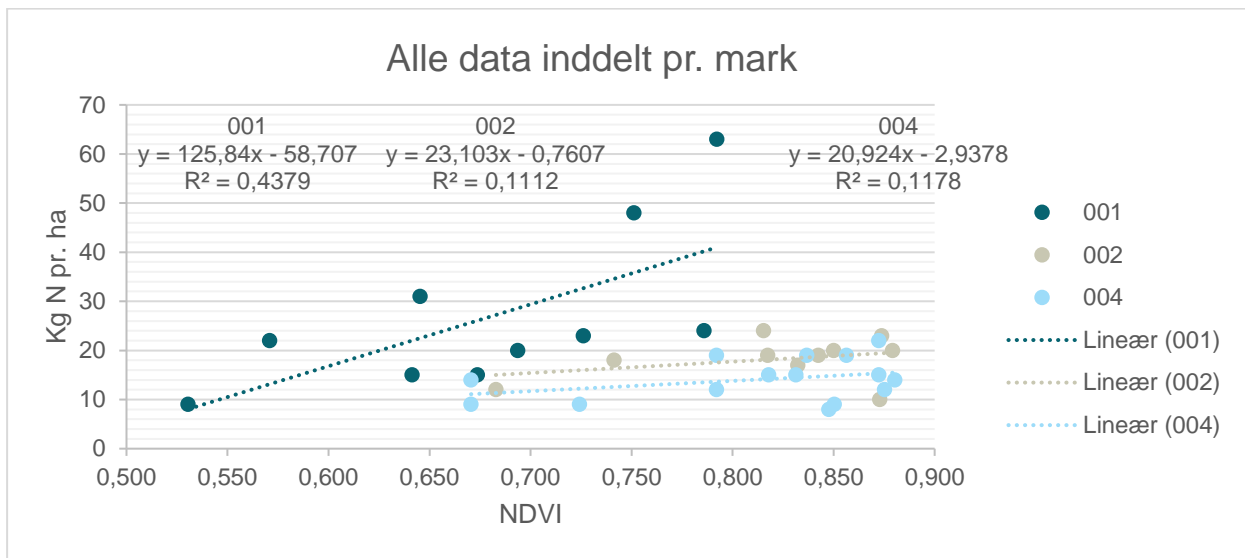
Figur 4 - Gennemsnit af arter fordelt på sæson tidspunkt ved lokalitet 001. Rangeret fra venstre mod højre; P02: Vinterrug (0 kg N), Olieræddike (0 kg N), Fodervikke (0 kg N), Vinterrug (40 kg N) og Olieræddike (40 kg N). P04: Olieræddike (0 kg N), Vinterrug (0 kg N), Fodervikke (0 kg N), Vinterrug (40 kg N) og Olieræddike (40 kg N).



Figur 5 - Gennemsnit af arter fordelt på sæson tidspunkt ved lokalitet 002. Rangeret fra venstre mod højre; P03: Vinterrug (0 kg N), Fodervikke (0 kg N), Vinterrug (40 kg N), Olieræddike (40 kg N), Olieræddike (0 kg N). P04: Vinterrug (0 kg N), Fodervikke (0 kg N), Vinterrug (40 kg N), Olieræddike (0 kg N) og Olieræddike (40 kg N).

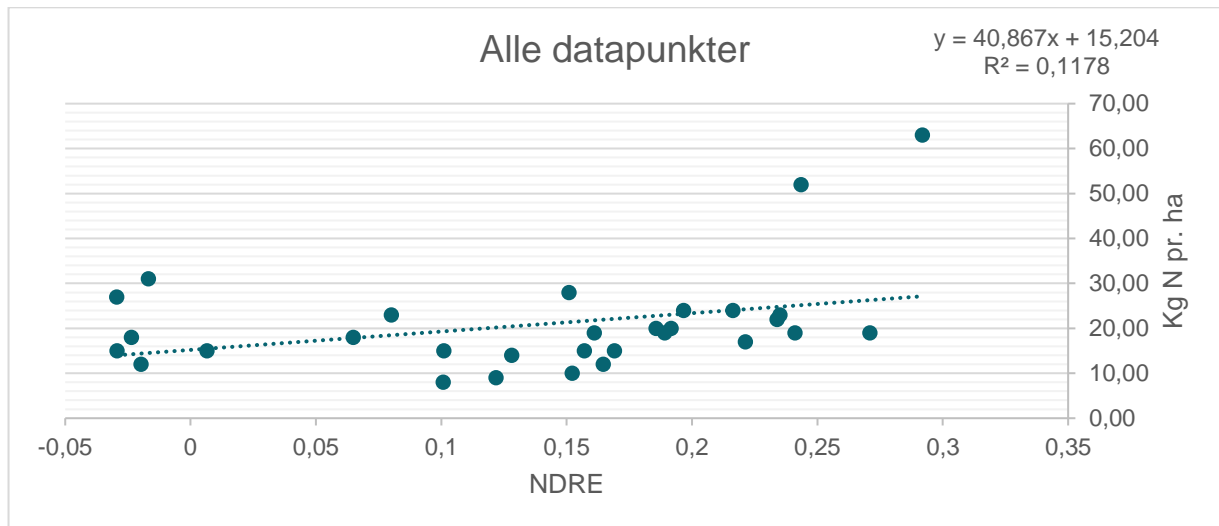


Figur 6 - Gennemsnit af arter fordelt på sæson tidspunkt ved lokalitet 004. Rangeret fra venstre mod højre; P02: Vinterrug (0 kg N), Fodervikke (0 kg N), Olieræddike (0 kg N), Vinterrug (40 kg N) og Olieræddike (40 kg N). P03: Vinterrug (0 kg N), Fodervikke (0 kg N), Olieræddike (40 kg N), Olieræddike (0 kg N) og Vinterrug (40 kg N). P04: Vinterrug (0 kg N), Olieræddike (0 kg N), Fodervikke (0 kg N), Vinterrug (40 kg N) og Olieræddike (40 kg N).

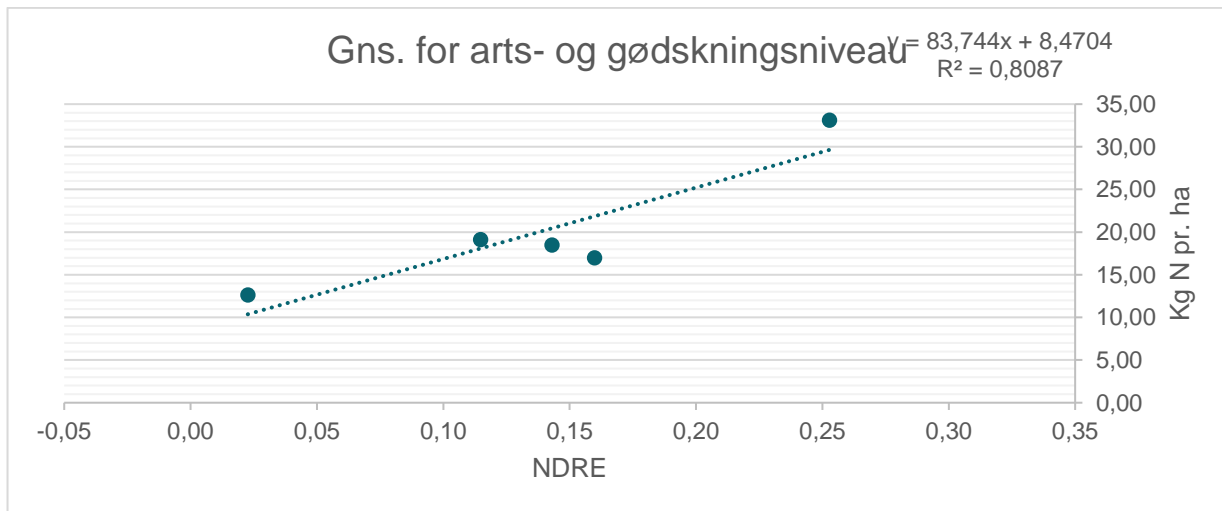


Figur 7 - Alle datapunkter inddelt efter mark

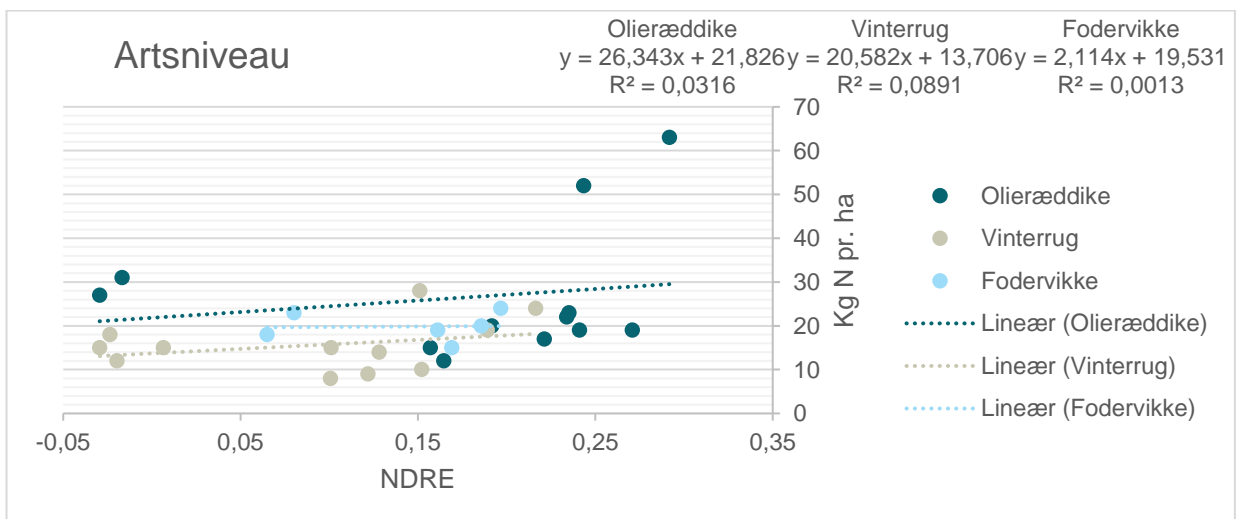
## Grafer – NDRE



Figur 8 - Alle datapunkter. Plottet uafhængig af arter, gødskningsniveau og sæson tidspunkt.

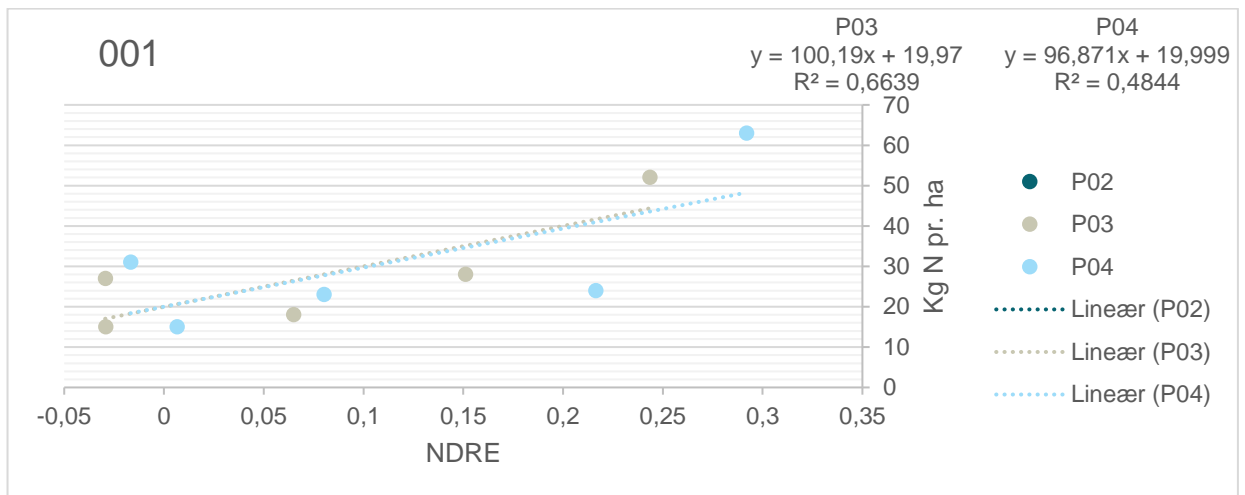


Figur 9 - Gennemsnittet for alle arters datapunkter. Plottet uafhængig af gødskningsniveau og sæson tidspunkt. Rangeret fra venstre mod højre; Vinterrug (0 kg N), Olieræddike (0 kg N), Fodervikke (0 kg N), Vinterrug (40 kg N) og Olieræddike (40 kg N).

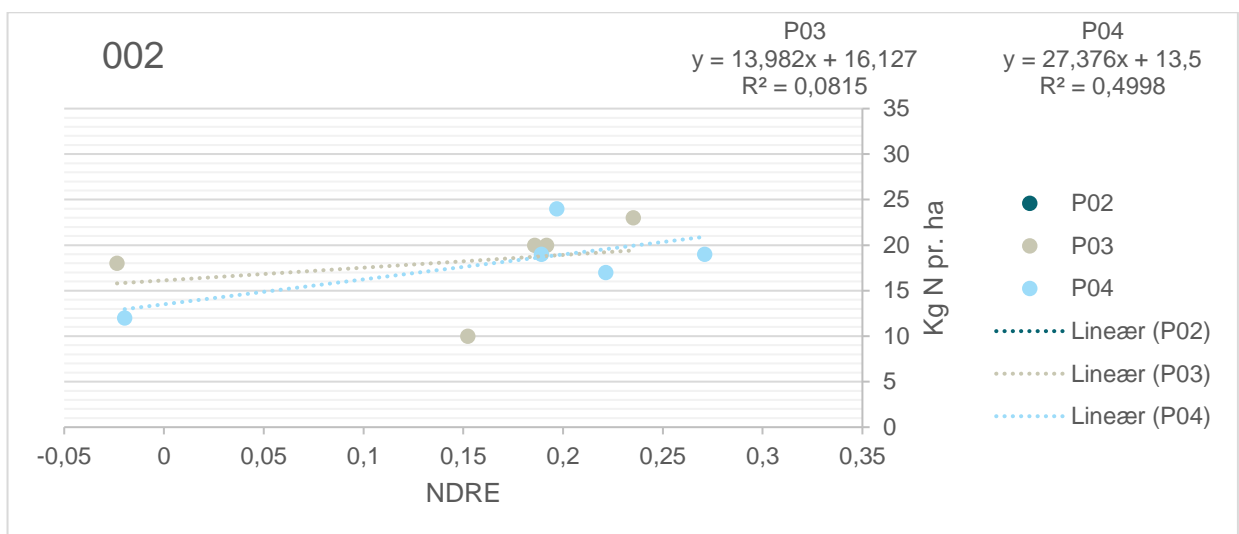


Figur 10 - Alle datapunkterne fordelt på artsniveau

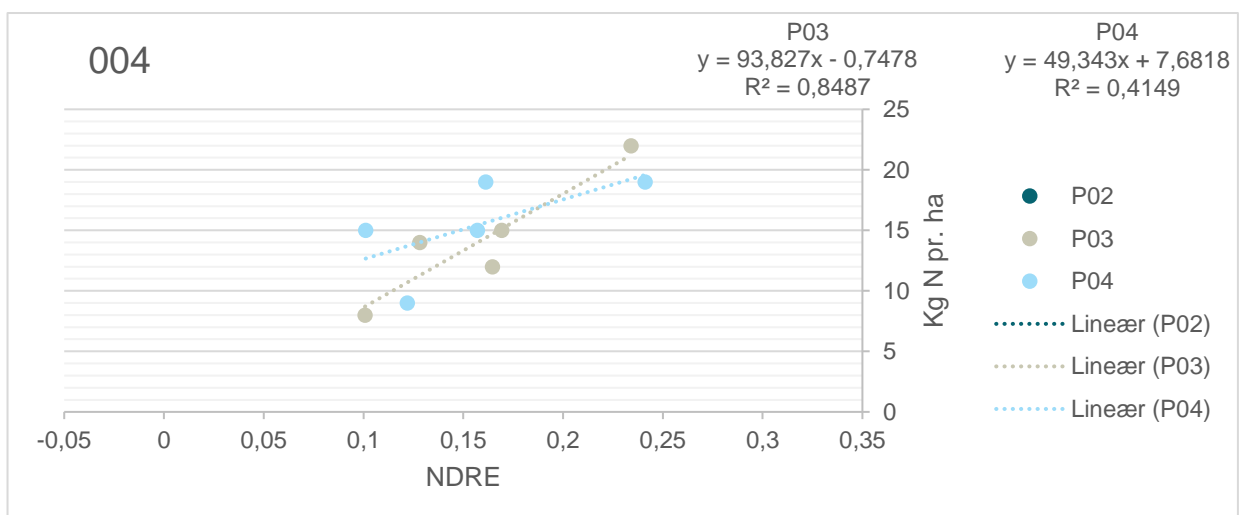




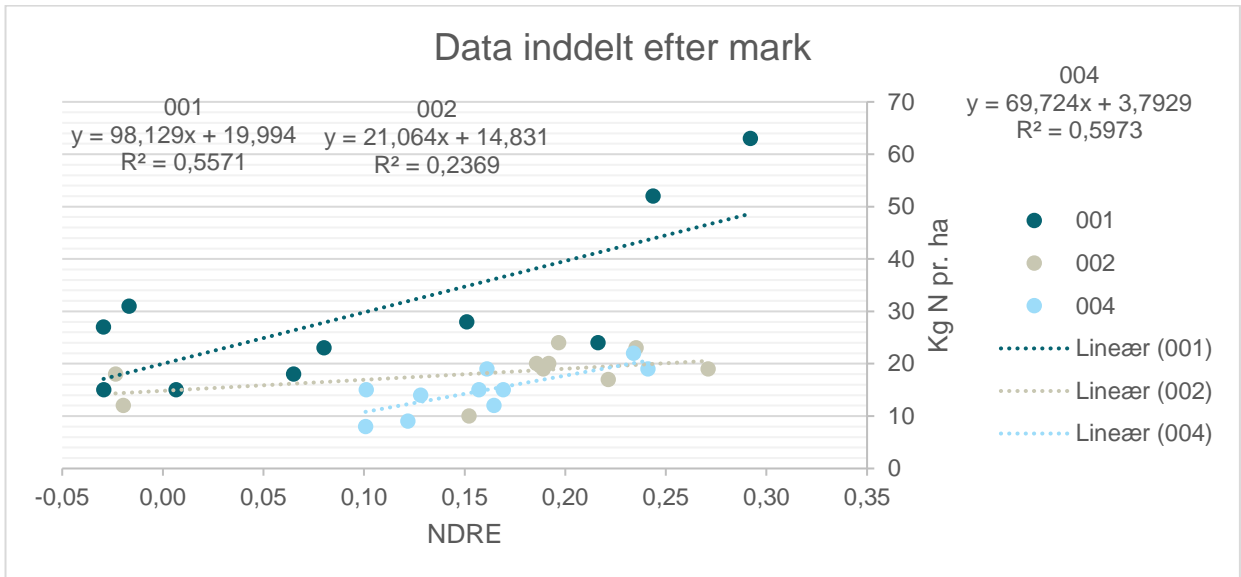
Figur 11 - Gennemsnit af arter fordelt på sæson tidspunkt ved lokalitet 001. Rangeret fra venstre mod højre; P03: Olieræddike (0 kg N), Vinterrug (0 kg N), Fodervikke (0 kg N), Vinterrug (40 kg N) og Olieræddike (40 kg N). P04: Olieræddike (0 kg N), Vinterrug (0 kg N), Fodervikke (0 kg N), Vinterrug (40 kg N) og Olieræddike (40 kg N).



Figur 12 - Gennemsnit af arter fordelt på sæson tidspunkt ved lokalitet 002. Rangeret fra venstre mod højre; P03: Vinterrug (0 kg N), Fodervikke (0 kg N), Vinterrug (40 kg N), Olieræddike (40 kg N), Olieræddike (0 kg N). P04: Vinterrug (0 kg N), Vinterrug (40 kg N), Fodervikke (0 kg N), Olieræddike (0 kg N) og Olieræddike (40 kg N).



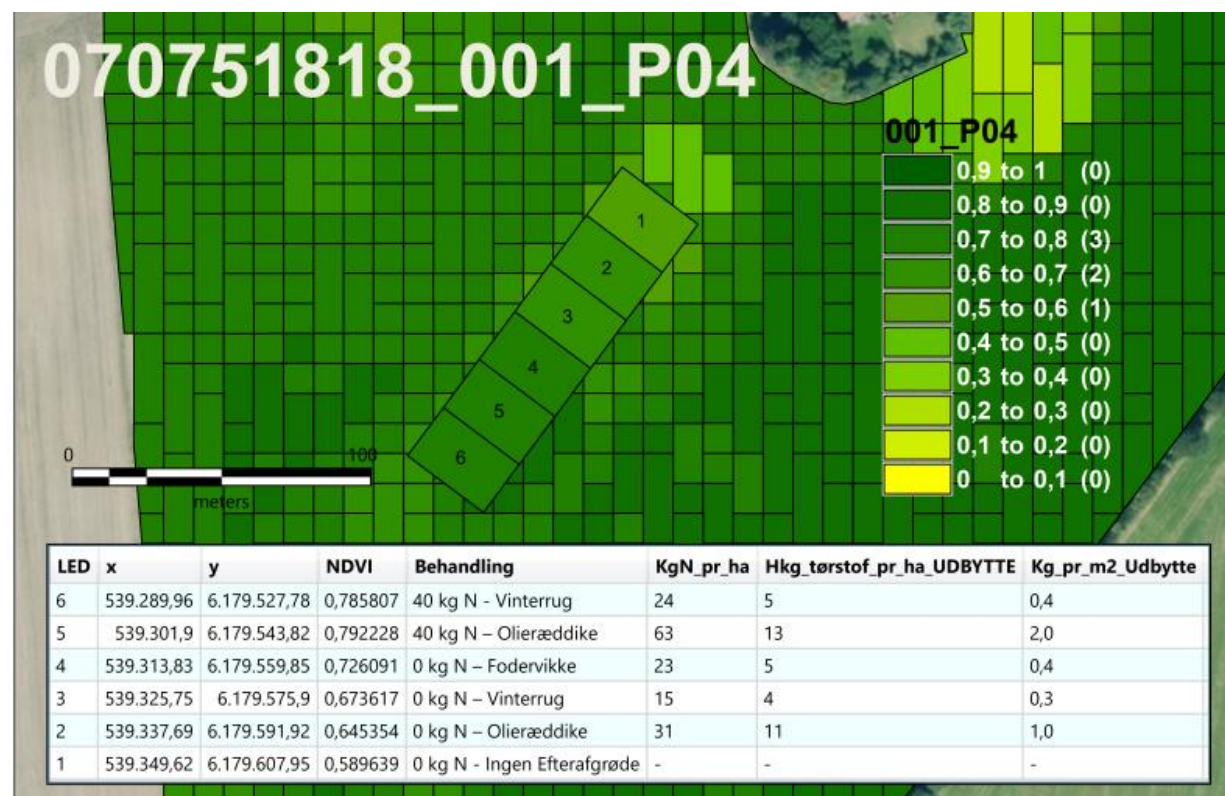
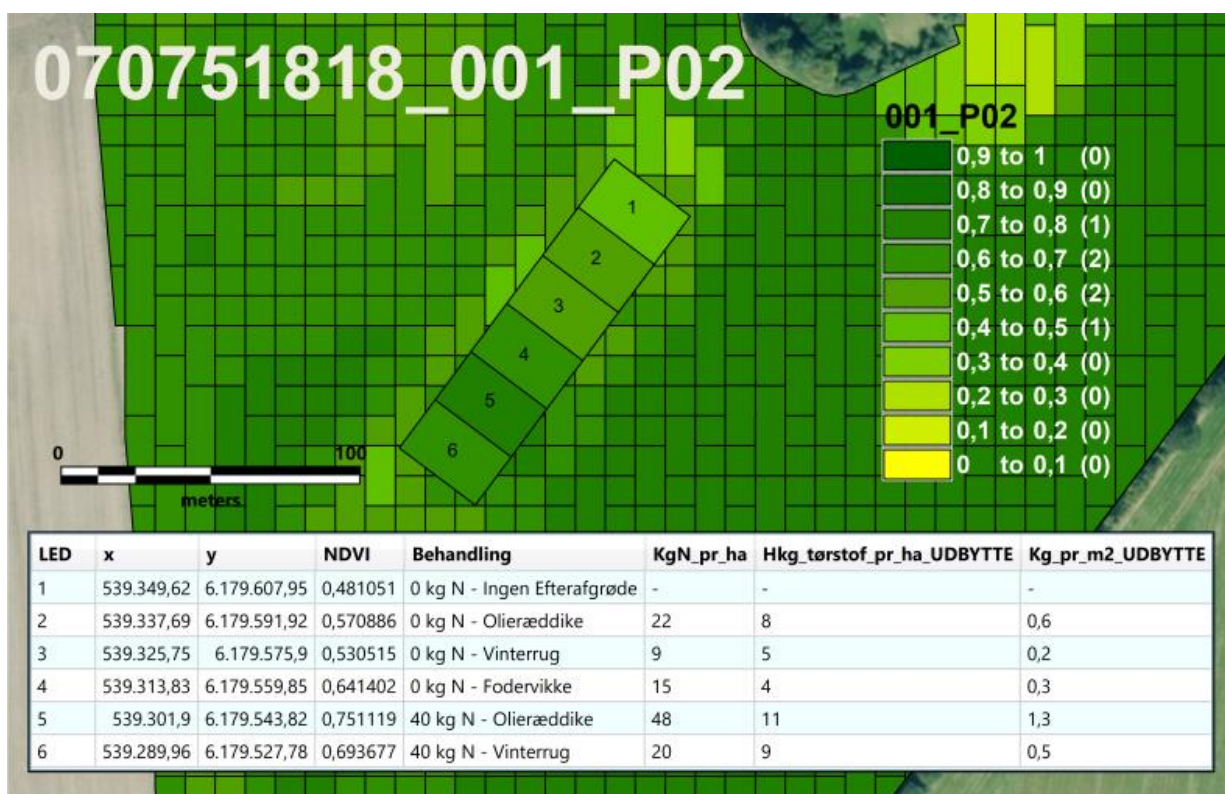
Figur 13 - Gennemsnit af arter fordelt på sæson tidspunkt ved lokalitet 004. Rangeret fra venstre mod højre; P03: Vinterrug (0 kg N), Vinterrug (40 kg N), Olieræddike (0 kg N), Fodervikke (0 kg N) og Olieræddike (40 kg N). P04: Vinterrug (0 kg N), Vinterrug (40 kg N), Olieræddike (0 kg N), Fodervikke (0 kg N) og Olieræddike (40 kg N).



Figur 14 - Alle datapunkter inddelt efter mark

## Bilag - NDVI

Overskrifter: [Forsøgsnummer]\_[Lokalitets nummer]\_[Behandlings nummer]





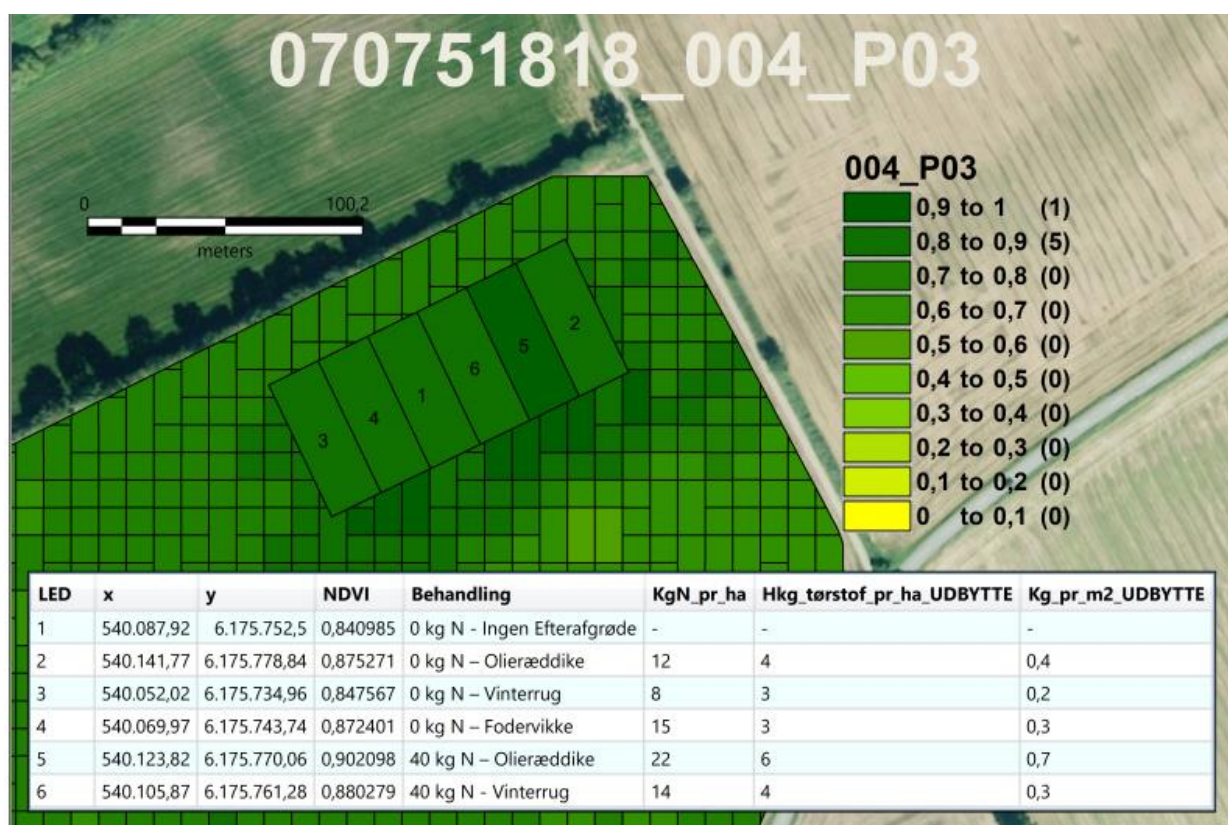




# 070751818\_004\_P02



# 070751818\_004\_P03

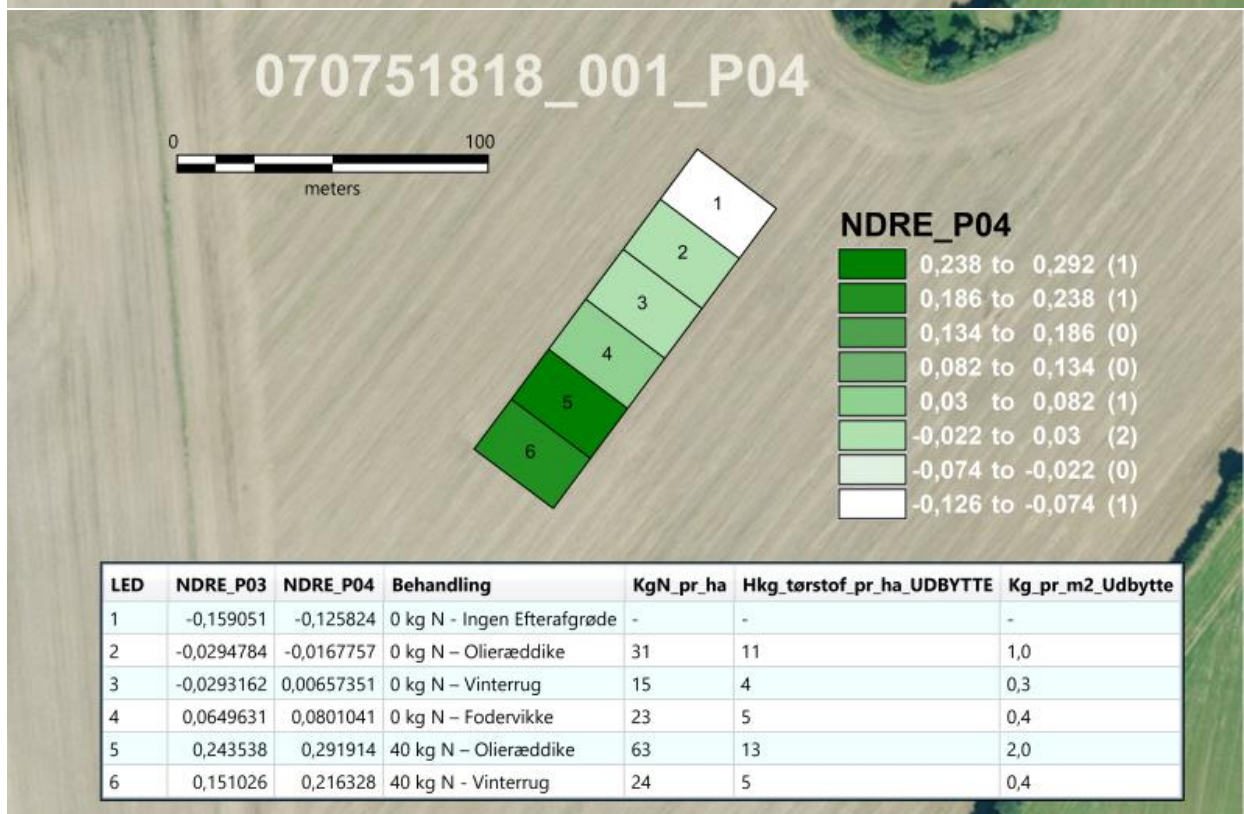
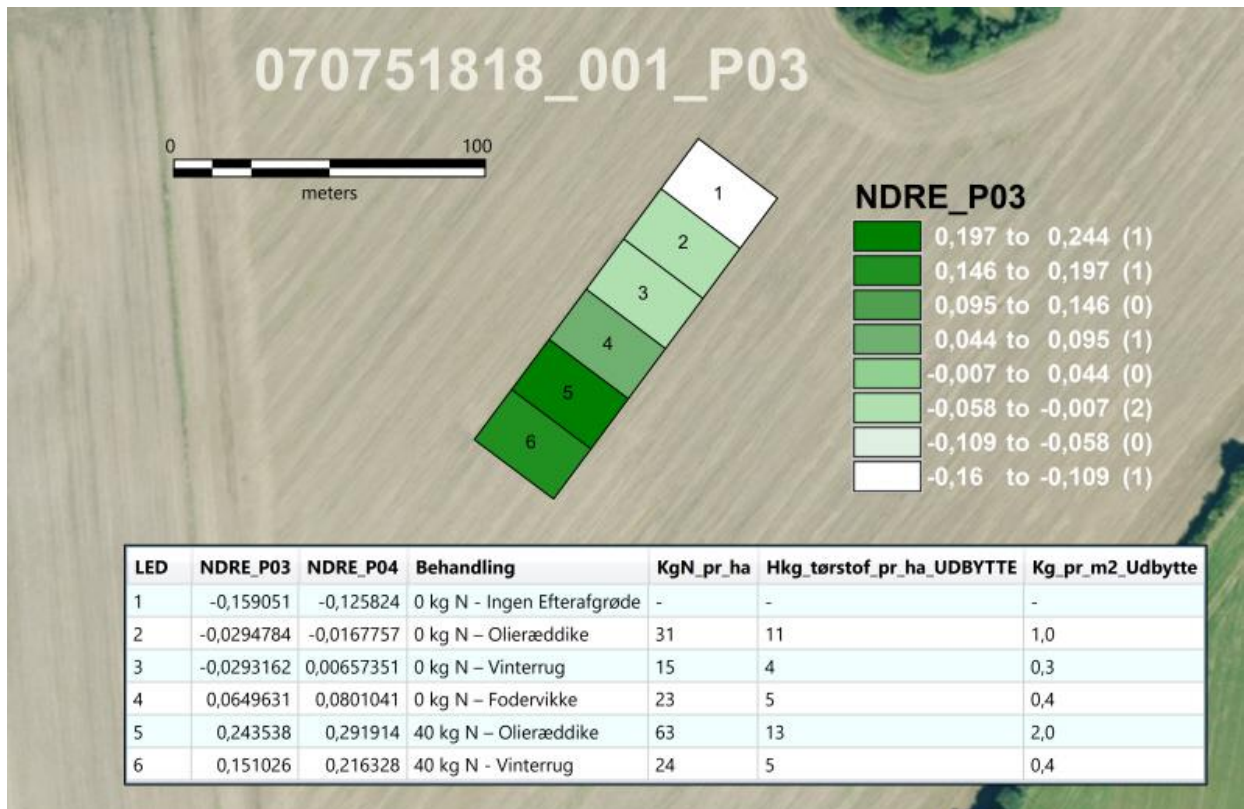


# 070751818\_004\_P04





## Bilag - NDRE



# 070751818\_002\_P03



## NDRE\_P03

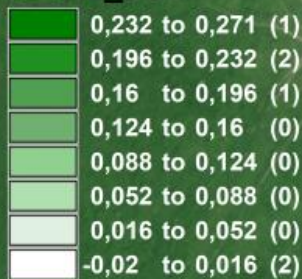


LED	NDRE_P03	NDRE_P04	Behandling	KgN_pr_ha	Hkg_tørstof_pr_ha_UDBYTTE	Kg_pr_m2_Udbytte
1	-0,0305412	0,00707582	0 kg N - Ingen Efterafgrøde	-	-	-
2	0,191726	0,221317	0 kg N - Olieræddike	17	4	0,6
3	-0,0235601	-0,019718	0 kg N - Vinterrug	12	7	0,2
4	0,185707	0,196709	0 kg N - Fodervikke	24	10	0,5
5	0,235127	0,270964	40 kg N - Olieræddike	19	13	0,7
6	0,152218	0,189117	40 kg N - Vinterrug	19	16	0,4

# 070751818\_002\_P04



## NDRE\_P04



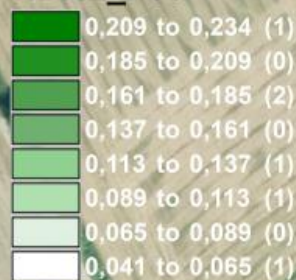
LED	NDRE_P03	NDRE_P04	Behandling	KgN_pr_ha	Hkg_tørstof_pr_ha_UDBYTTE	Kg_pr_m2_Udbytte
1	-0,0305412	0,00707582	0 kg N - Ingen Efterafgrøde	-	-	-
2	0,191726	0,221317	0 kg N - Olieræddike	17	4	0,6
3	-0,0235601	-0,019718	0 kg N - Vinterrug	12	7	0,2
4	0,185707	0,196709	0 kg N - Fodervikke	24	10	0,5
5	0,235127	0,270964	40 kg N - Olieræddike	19	13	0,7
6	0,152218	0,189117	40 kg N - Vinterrug	19	16	0,4



# 070751818\_004\_P03



## NDRE\_P03

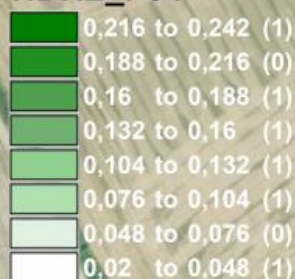


LED	NDRE_P03	NDRE_P04	Behandling	KgN_pr_ha	Hkg_tørstof_pr_ha_UDBYTTE	Kg_pr_m2_Udbytte
1	0,0412457	0,0202629	0 kg N - Ingen Efterafgrøde	-	-	-
2	0,164598	0,157062	0 kg N - Olieræddike	15	4	0,4
3	0,100736	0,101065	0 kg N - Vinterrug	15	4	0,3
4	0,16915	0,161099	0 kg N - Fodervikke	19	4	0,4
5	0,233972	0,241076	40 kg N - Olieræddike	19	5	0,5
6	0,128107	0,121801	40 kg N - Vinterrug	9	3	0,2

# 070751818\_004\_P04



## NDRE\_P04



LED	NDRE_P03	NDRE_P04	Behandling	KgN_pr_ha	Hkg_tørstof_pr_ha_UDBYTTE	Kg_pr_m2_Udbytte
1	0,0412457	0,0202629	0 kg N - Ingen Efterafgrøde	-	-	-
2	0,164598	0,157062	0 kg N - Olieræddike	15	4	0,4
3	0,100736	0,101065	0 kg N - Vinterrug	15	4	0,3
4	0,16915	0,161099	0 kg N - Fodervikke	19	4	0,4
5	0,233972	0,241076	40 kg N - Olieræddike	19	5	0,5
6	0,128107	0,121801	40 kg N - Vinterrug	9	3	0,2