

OVERSIGT OVER LANDSFORSØGENE 2020

Forsøg og undersøgelser i
Dansk Landbrugsrådgivning

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

Aktiviteterne er blandt andet støttet af:

Promilleafgiftsfonden for landbrug

Froafgiftsfonden

Fonden for **økologisk** landbrug

Kartoffelafgiftsfonden

Innovationsfonden



The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 727284



The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 727672



The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 774340



The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 727230

TABEL 12. N-min i 0-100 cm for jordprøver udtaget i februar måned efter forskellige efterårsbevoxsninger.

Prognoseår	Vintersæd/ubevokset		Efterafgrøder		Vinterraps		Nedbørssum foregående halvår (sept-marts)
	Antal marker	N-min, kg N pr. ha	Antal marker	N-min, kg N pr. ha	Antal marker	N-min, kg N pr. ha	
2018	148	28	13	28	12	26	446
2019	133	44	16	45	14	33	331
2020	135	28	19	23	20	23	629
Forskel 2019-2018	-	16	-	17	-	7	-
Forskel 2020-2019	-	-16	-	-22	-	-10	-

TABEL 13. Kvælstofoptagelse og NDVI i efteråret i marker med efterafgrøder og vinterraps.

Efterår	Efterafgrøder				Vinterraps			
	Kvælstofoptagelse		NDVI		Kvælstofoptagelse		NDVI	
	Antal marker	Kg N pr. ha	Antal marker	Maks. NDVI efterår	Antal marker	Kg N pr. ha	Antal marker	Maks. NDVI efterår
2018	-	-	13	0,68	-	-	13	0,75
2019	17	40	17	0,92	18	69	18	0,85
2020	19	20	16	0,68	20	51	14	0,68

efterafgrøder ligger forskellen mellem årene tæt op ad de forskelle, der ses for ubevokset/vintersæd. For vinterraps er forskellene mellem årene mindre, men de følger dog mønsteret for ubevokset/vintersæd.

I efteråret forud for N-min-målingerne er der i de samme marker også målt kvælstofoptagelse i de to seneste år. Resultater heraf samt resultater af satellitmålt NDVI for alle årene, fremgår af tabel 13. Bemærk, at der i resultaterne af kvælstofoptagelsen indgår lidt flere marker end til N-min-målingerne. Dette skyldes, at enkelte af markerne ikke kunne N-min-prøvetages i februar. Forskellen fra 2019 til 2020 er -20 kg kvælstof pr. ha for efterafgrøder og -18 kg for vinterraps. Optagelsen i vinterraps ligger i begge år cirka 30 kg kvælstof pr. ha over optagelsen i efterafgrøder, hvilket kan skyldes, at vinterrapsen er tilført gødning i efteråret.

Den overordnede konklusion er, at for efterafgrøder ser det ud til, at en kvælstofprognose kan baseres på forskelle i N-min i februar, og at disse stort set følger forskellene for ubevoksede arealer og vintersædsarealer. Forskelle i kvælstofoptagelse mellem årene betyder mindre, fordi der kun forventes en beskedent eftervirkning af det optagne kvælstof. For vinterraps er forskellene i optagelsen mere betydende, og en prognose for vinterraps vil ikke alene kunne baseres på N-min-målinger.

Multispektrale billeder og kvælstofoptagelse

> **METTE KRAMER LANGGAARD** OG
RASMUS EMIL JENSEN, SEGES

Droner, satellitter og traktormonteret/håndholdte sensorer måler lyset, som reflekteres fra afgrøden på marken. Målingerne kan omsættes til forskellige vegetationsindekser, som er relateret til biomasse (udtrykt ved f.eks. NDVI eller NDRE). Variationen i biomasse kan anvendes til at graduere input som udsæd, næringsstoffer og planteværn. Formålet med denne undersøgelse er at afdække, om multispektrale billeder fra blandt andet droner kan bruges til at bestemme kvælstofoptagelsen i vinterhvede og vårbyg gennem vækstsæsonen. Kvælstofoptagelsen i vinterhvede og vårbyg forventes at kunne bruges til at fastlægge restbehovet af kvælstof til afgrøden. I praksis anvendes ofte NDVI- eller NDRE-målinger fra satellit. Satellitmålinger har dog ikke tilstrækkelig opløselighed til at kunne anvendes i parcellersørg, hvorfor der i forsøgene i stedet anvendes droner.

Multispektrale kameraer monteret på satellit eller drone måler ikke nødvendigvis samme bølgelængder/båndbredde eller i samme opløsning. Dronen, der anvendes i forsøgene, er monteret med et multispektralt kamera, som måler reflekterende lys i fem bånd. Se Oversigt over Landsforsøg 2018, side 198. Sentinel satellitterne måler 13 bånd fra 442 til 2.202 nm. Se Oversigt over Landsfor-

søg 2019, side 186. Forsøg fra 2019 viser en god sammenhæng mellem NDRE målt med drone og NDRE målt med satellit frem til mætning. NDRE målt med drone ligger dog konsekvent lavere. I praksis tyder det på, at resultater fra droneoverflyvninger i landsforsøg kan over sættes til satellitmålinger i marken.

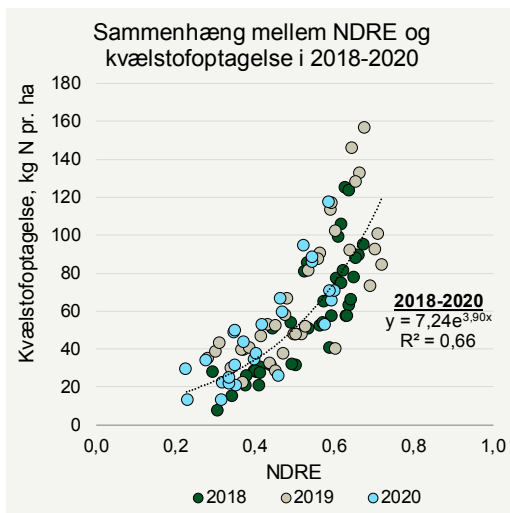
Målinger i vinterhvede

I 2020 er tre forsøg med stigende mængder kvælstof i vinterhvede overfløjet med drone påmonteret et multispektralt kamera. Formålet med overflyvningerne har været at undersøge, om der er sammenhæng mellem kvælstofoptagelse i afgrøden målt ved planteklip og NDRE målt med drone. Forsøg fra 2018 viste, at kvælstofoptagelsen i vinterhvede i vækststadium 31-57 kan beregnes ud fra NDRE og vækststadium, mens forsøg fra 2019 viste, at kvælstofoptagelse i vinterhvede i vækststadium 30-39 kan beregnes ud fra NDRE alene uafhængigt af vækststadium.

Forsøgene i 2020 er overfløjet op til syv gange gennem vækstsæsonen fra vækststadium 28-72. Første kvælstoftildeling er sket midt i marts (stadium 23-26), anden tildeling i begyndelse af/midt i april (stadium 30-31) og tredje tildeling midt i maj (stadium 33-37). Der er foretaget planteklip i led 1-3, led 5, 9 og 12 i vækststadium 28-31, 31-32 og 37-39 for at bestemme biomasse og kvælstofindhold.

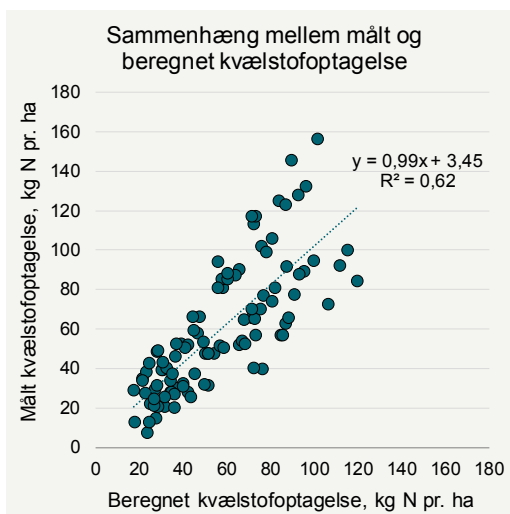
Figur 6 viser kvælstofoptagelsen i vinterhvede i vækststadium 28-57 som funktion af NDRE i 2018-2020. Der er god sammenhæng mellem NDRE målt med drone og kvælstofoptagelsen i afgrøden ($R^2 = 0,66$). Figuren illustrer også en klar sammenhæng mellem kvælstofoptagelsen og NDRE alle år ($R^2=0,65-0,76$). I praksis betyder det, at en droneoverflyvning i vinterhvede i stadium 28-57 kan vise, hvor meget kvælstof, afgrøden har optaget, hvorved de efterfølgende kvælstoftildelinger kan justeres. Biomassemålinger fra tre år viser dog, at kvælstofoptagelsen ved en NDRE på f.eks. 0,6 varierer med op til 16 kg kvælstof pr. ha mellem de tre forsøgsår. NDRE mættes omkring 0,6, hvilket betyder, at det herefter ikke er muligt at måle forskel på, om en afgrøde har optaget 40 eller 120 kg kvælstof pr. ha. Den samme tendens ses i alle år ved en NDRE over 0,6.

I 2018 viste en statistisk analyse, at kvælstofoptagelsen i vinterhvede kan beregnes uafhængigt af lokalitet ud fra NDRE og vækststadium. En regressionsstatistisk ana-



FIGUR 6. Kvælstofoptagelse i vinterhvede som funktion af NDRE fra vækststadium 28-57 i 2018-2020. Der er 42 observationer fra tre forsøg i 2018 (003, 004 og 005), 36 observationer fra tre forsøg i 2019 (001, 002 og 003) og 26 observationer fra tre forsøg i 2020 (001, 002 og 003).

lyse udført på data fra alle tre år viser derimod, at kvælstofoptaget i vinterhvede kan beregnes ud fra NDRE (p-værdi < 0,001) alene, og at modellen ikke forbedres ved at inkludere vækststadium og/eller graddage (p-værdi = 0,3-0,8). Analysen viser en spredning på 16 kg kvælstof pr. ha på sammenhængen.



FIGUR 7. Kvælstofoptagelse i vinterhvede i 2018-2019 målt ved planteklip fra vækststadium 28 til 57 som funktion af kvælstofoptagelse beregnet ud fra NDRE. Modellen er udviklet ud fra samme forsøgsdata, som den testes mod.

Figur 7 viser den målte kvælstofoptagelse ved plante-klip som funktion af den beregnede kvælstofoptagelse for 2018-2020. Kvælstofoptagelse i kg kvælstof pr. ha = $e^{(1,98 + (3,90 \times \text{NDRE}))}$. Modellen for kvælstofoptagelse i vinterhvede er udviklet ud fra forsøgsdataene fra 2018-2020. Der er en god lineær sammenhæng mellem det målte og det beregnede kvælstofoptag ($R^2 = 0,62$), men afvigelsen fra linjen stiger med kvælstofoptagelsen.

Kvælstofoptagelse i vinterhvede kan beregnes ud fra følgende formel:

> Kvælstofoptagelse i kg N pr. ha = $7,24 \times e^{(3,9 \times \text{NDRE})}$

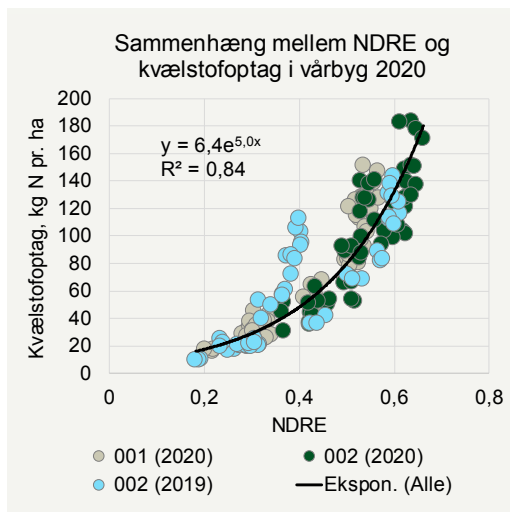
Konklusion

Tre års forsøg med dronemålinger og planteklip i vinterhvede viser:

- > En god sammenhæng mellem NDRE målt med drone og kvælstofoptaget i vinterhvede i vækststadium 28-57 ($R^2 = 0,66$).
- > At NDRE mættes omkring 0,6, hvorefter det ikke er muligt at måle forskel i kvælstofoptagelsen i vinterhvede.
- > At NDRE er mere sensitiv overfor kvælstofoptagelse i vinterhvede end NDVI.
- > At kvælstofoptagelsen i vækststadium 28-57 kan beregnes ud fra NDRE alene med en spredning på modellen på gennemsnitlig 16 kg N pr. ha. I praksis betyder det, at en droneoverflyvning i vinterhvede i stadium 28-57 kan vise, hvor meget kvælstof afgrøden har optaget, hvorved de efterfølgende kvælstoftildelinger kan justeres.

Målinger i vårbyg

I 2019 er der gennemført et og i 2020 to forsøg med tre forskellige vårbygssorter. Der er generelt fundet en god sammenhæng mellem kvælstofoptagelsen målt ved planteklip og NDRE (se figur 8). Grundet variationen i data og mellem årene, står det endnu ikke klart om denne sammenhæng er sikker nok til at fungere i praksis til vurdering af vårbygskvælstofoptagelse. Den svageste korrelation findes umiddelbart i de tidlige vækststadier, men dette skyldes i høj grad resultaterne fra forsøget i 2019.



FIGUR 8. Kvælstofoptagelse i vårbyg som funktion af NDRE i tre forsøg over to år (et i 2019 og to i 2020).

Test af svensk protein-prognose

> **METTE KRAMER LANGGAARD**, SEGES

Siden 2019 har danske landmænd på CropSat.dk kunne tilgå en proteinprognose for vinterhvede, som er udviklet af det svenske landbrugsuniversitet SLU. Modellen anvender satellitmålinger til at beregne proteinprognosen, og den er hvert år tilgængelig fra 25. juni. I 2020 er proteinprognosen testet under danske forhold i vinterhvede og vårbyg.

Proteinprognosen er udviklet i vinterhvede på baggrund af svenske proteinanalyser fra 2017 og 2019. Prognosen inddeler marker i lav, medium og høj proteinindhold, men giver på nuværende tidspunkt ikke en forudsigelse af den faktiske proteinprocent i de tre zoner. I praksis kan landmanden anvende forudsigelsen til at høste partier i marken med forskellige proteinindhold. Dog skal det understreges, at funktionen i CropSat.dk på nuværende tidspunkt viser tre zoner i marken uafhængig af, om der er variation i marken eller ej. Derfor vil inddeling af marken i høst ikke give mening i praksis i marker, hvor variationen i proteinindholdet er lav.

Proteinprognosen anvender udvalgte spektrale bånd fra Sentinel 2-satellitter, hvor der indgår målinger fra to