

Analyse af gødningseffekter af handels- og husdyrgødning ved brug digitale registreringer af gødningstildeling og udbytter

Martin Nørregaard Hansen og Julie Therese Christensen, SEGES Innovation

STØTTET AF

Promilleafgiftsfonden for landbrug

Sammendrag

- I Dansk Mark Database er der i perioden 2017 til 2022 registeret udbytte og samhørende kvælstoftilførsel i form af husdyrgødning på ca. 6.500 vinterhvede marker, og udbytte og samhørende kvælstoftilførsel i form af handels- og husdyrgødning på ca. 10.500 marker med vårbyg. En analyse af disse registreringer viser ringe sammenhæng med den registrerede kvælstoftilførsel og de registrerede udbytter, og der ses ikke stigende udbytter ved stigende tilførsel af kvælstof.
- Udbytteneiveauet i vårbyg er generelt upåvirket af, om der er gødet med handels- eller husdyrgødning.
- For vinterhvede udelukkende gødet med husdyrgødning, er der kun 43 marker med registrerede protein-procenter, og mængden af kvælstof tilført disse marker har ikke væsentligt påvirket proteinprocenten.
- I de fleste marker med registreringer er proteinprocenten mellem 9,5 og 11,5, hvilket ud fra en analyse af over 1000 stigende N forsøg, er vist at være grænsen for at være passende forsynet med kvælstof dvs. hverken under- eller overforsynet.
- Udbytte er for både vinterhvede og vårbyg en signifikant forklarede parameter for proteinprocenten. Der er ingen eller ringe sammenhæng med den registrerede kvælstoftilførsel.
- For nuværende indeholder Dansk Mark Database for få marker, hvor der både er registeret udbytte og proteinprocent, til at kunne opstille meningsfulde sammenhænge. Det vurderes, at hvis datagrundlaget bliver stærkere i fremtiden, så vil det være relevant at genbesøge analysen.
- Datagrundlaget kunne styrkes ved at øge værdien for landmanden af at få registeret proteinprocent. Det kunne være med en feedback på, hvordan de enkelte markers kvælstofforsyning har været, når proteinprocent registreres. Derudover, så forventes landbrugets stigende brug af f.eks. registreringsprogrammet FarmTracking at optimere indberetningen og kvaliteten af de aktuelle udbytte- og gødningsregistreringer.

Introduktion

Danmark har er en unik mulighed, der ikke findes andre steder i verden, når det kommer til anvendelse af digitale data i landbrugsproduktionen. Alene i Dansk Mark Database (DMDDB) foreligger dyrkningsoplysninger på 88 % af dyrkningsarealet 10-15 år tilbage, og der kommer hele tiden nye data til, samtidigt med at satellitter og sensorer konstant producerer nye kvalitetsdata. I forbindelse med dyrkningsoplysningerne sker der registrering af den planlagte gødskning på de enkelte marker. Disse data kan ved sammenholdning med markens bonitet, vanding og tidligere dyrkningshistorie og med det aktuelle markudbytte og den aktuelt benyttede gødskning benyttes til at bestemme gødningseffekten af den tilførte gødning.

Med henblik på at undersøge mulighederne for at kunne benytte de digitale data i DMDDB til at bestemme kvælstofudnyttelsen og markeeffekten af den udbragte gødning og til at afgøre, om kvælstofniveauet har været passende, er der gennemført analyse af sammenhængen mellem tilført kvælstof i husdyrgødning og handelsgødning, udbytte og kvælstofudnyttelse. Analysen er sammenholdt med jordbundsforhold og de enkelte høstår. Analysen er gennemført i henholdsvis vinterhvede og vårbyg i perioden 2017 til 2022.

I det følgende ses resultaterne af databasens analyser. Analyserne er opgjort særskilt for husdyrgødning og handelsgødning

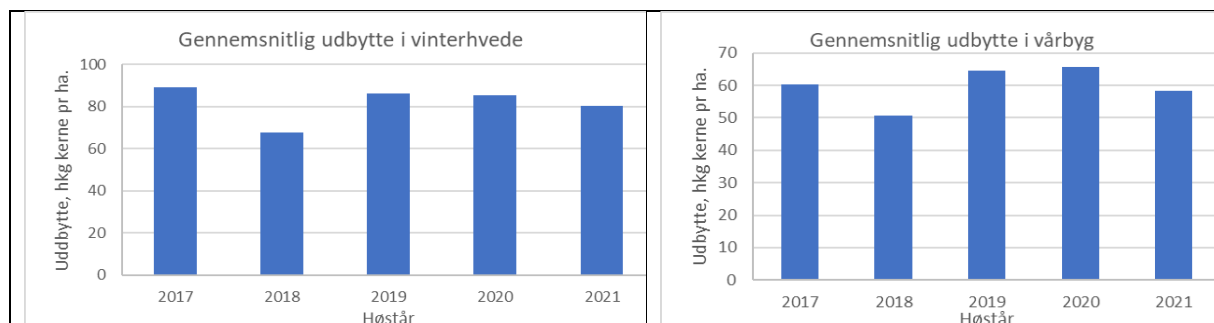
Analyse af husdyrgødningens gødningseffekt

Projektet har udtrukket relevante data fra DMDDB for årene 2017 til 2022. Udtrækkene indeholder data for markernes historik mht. dyrkningsforhold, vanding og jordbonitet, samt samhørende data for de registrerede udbytter og tilførslen af makronæringsstoffer i handelsgødning og husdyrgødning i de enkelte år.

De udtrukne data indeholder oplysninger om samlet ca. 21.000 marker dyrket med hvede og ca. 22.000 marker dyrket med vårbyg. Data er efterfølgende blevet kvalitetssikret og selekteret marker, hvor der er tilført husdyrgødning de aktuelle år, hvilket har reduceret antallet af marker med vinterhvede til ca. 6.500 marker og antallet af marker med vårbyg til ca. 10.500 marker.

Variation i udbytter

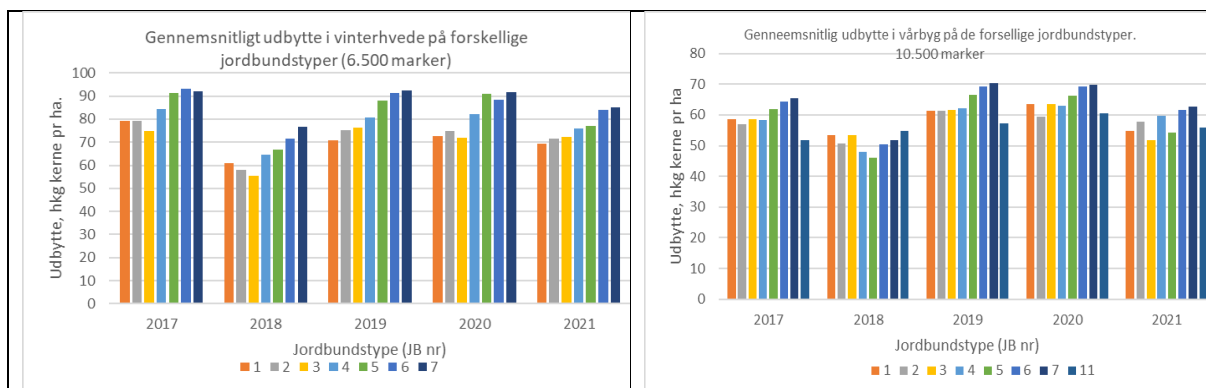
Udbytniveauerne i DMDDB-data varierer naturligvis mellem årene. Dette afspejles også i analysen, hvor der bl.a. ses lavere gennemsnitlige udbytter i både vårbyg og vinterhvede i tørkeåret 2018.



Figur 1. Gennemsnitlige udbytter i henholdsvis vinterhvede og vårbyg i høstårene 2017-2021.

Udbytniveauerne afhænger også af jordbundsforholdene. Analyserne viser, at der i vinterhvede generelt er opnået højere udbytter ved dyrkning på jordtyper med højere lerindhold. I vårbyg ses samme tendens, tendensen er dog mindre markant og særligt i tørkeåret 2018 er der opnået lige så høje eller

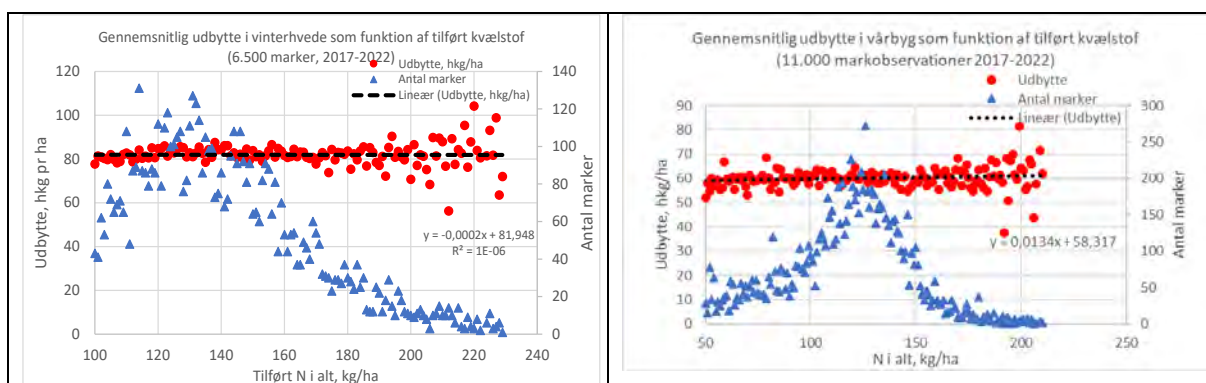
højere udbytter ved dyrkning af vårbyg på de mere sandede jorder. Dette kan skyldes at vårbyg i højere grad end vinterhvede dyrkes på arealer, der kan vandes.



Figur 2. Gennemsnitlige udbytter i henholdsvis vinterhvede og vårbyg på forskellige jordbundstyper i høstårene 2017-2021. Grupperinger, hvor antallet af marker er under 10 vises ikke.

Sammenhæng mellem udbytte og kvælstoftilførsel

De registrerede data giver mulighed for at undersøge sammenhængen mellem udbyttet og den samlede tilførte kvælstofmængde i form af henholdsvis handelsgødning kvælstof og mark-effekten af tilført kvælstof i husdyrgødning. Figur 3 viser, at det gennemsnitlige udbytte i både vinterhvede og vårbyg er forholdsvis uafhængigt af mængden af tilført kvælstof. Det tyder på, at kvælstoftilførslen er korrekt afpasset efter det reelle behov på den enkelte mark. Specielt er de lave kvælstoftilførsler sket i marker med en stor kvælstofforsyning fra jorden. Det er derimod ikke muligt at afgøre, om det har været nødvendigt at tilføre de høje mængder kvælstof, fordi udbyttet normalt ikke eller kun i begrænset omfang falder ved for høje kvælstofmængder. Hvis proteinprocenten var registreret, kunne det have vist, om der er sket en overgødskning. Figur 3 viser også, at der for en del af markerne er registreret en forholdsvis lav samlet kvælstoftilførsel, hvilket tyder på, at der i flere tilfælde ikke er sket en korrekt registrering af alle kvælstoftilførsler.



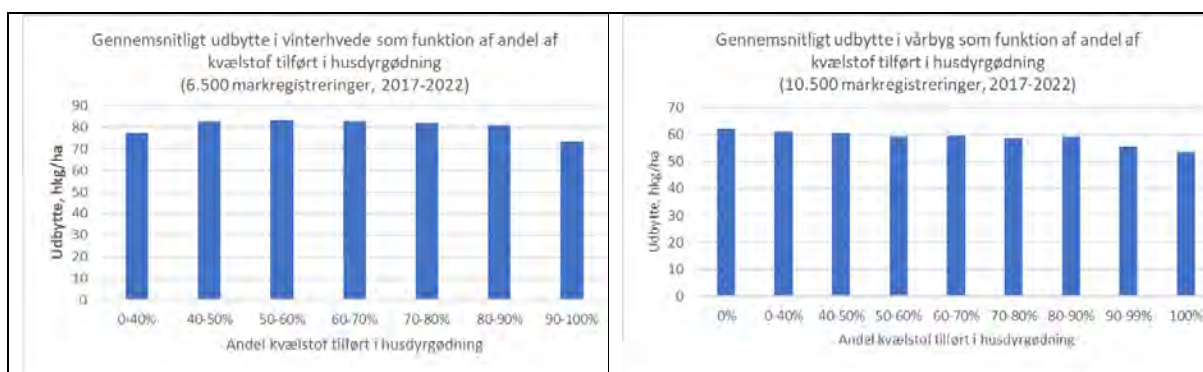
Figur 3. Det gennemsnitlige kerneudbytte i henholdsvis vinterhvede og vårbyg. Udbyttet er vist i forhold til den samlede tilførte kvælstofmængde. De blå trekkanter viser antallet af markregistreringer for den givne kvælstoftilførsel.

Analysen viser tilsvarende, at der for hovedparten af hvedemarkerne er registreret en samlet tilførsel af mellem 110 og 150 kg kvælstof pr ha, mens der for hovedparten af vårbygmarkerne er registreret en samlet kvælstoftilførsel på mellem 100 og 150 kg kvælstof pr. ha. Den gennemsnitlige registrerede kvælstoftilførsel er lavere end forventet, specielt for vinterhvede. Det kan tyde på, at der er sket en underregistrering af den samlede kvælstoftilførsel. Det kan skyldes at gødningstilførslen ofte sker dels i form af handelsgødning og dels i form af husdyrgødning, og at tilførslen sker i flere omgange, særligt i

vintersæd. I den forbindelse kan der være sket fejl i registreringen af en eller flere af de tilførte gødningstilførsler.

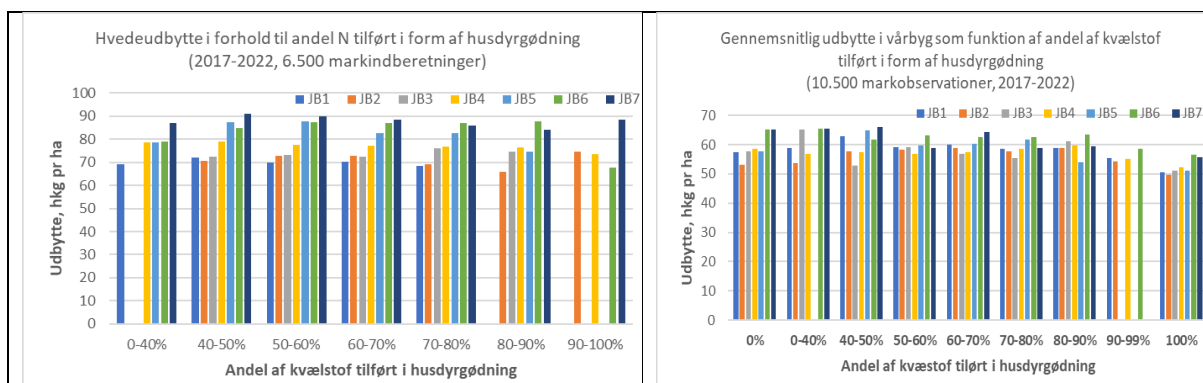
Udbyttet er upåvirket af om afgrøden gødskes med handelsgødning eller husdyrgødning

De registrerede data giver mulighed for at undersøge, hvordan gødsning med større eller mindre andele husdyrgødning påvirker udbyttet. Figur 4 viser, at det gennemsnitlige registrerede udbytte er forholdsvis upåvirket af, om husdyrgødningen bidrager med en større eller mindre andel af den samlede kvælstoftilførsel. Ved en meget høj andel af kvælstoffet tilført som husdyrgødning ses dog lidt lavere udbytter i både vinterhvede og vårbyg. Det skyldes formentligt, at denne gruppe indeholder en højere andel økologiske marker, som generelt har lavere udbyttenevauer end de konventionelt dyrkede marker.



Figur 4. Gennemsnitlige udbytter i henholdsvis vinterhvede og vårbyg ved stigende andel af kvælstof tilført i form af husdyrgødning.

Udbytteeffekten af hvor stor en andel af kvælstoftilførselen der sker i form af husdyrgødning, er tilsvarende upåvirket af jordbundstypen. Uanset jordbundstype er der omtrent registreret samme udbytte, uanset om husdyrgødningen bidrager med hovedparten af den tilførte kvælstofmængde eller kun en mindre andel (Figur 5).



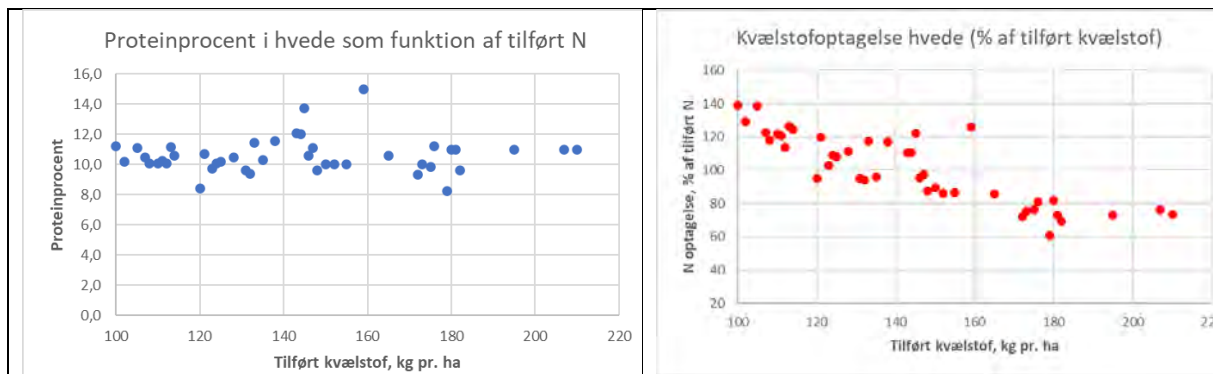
Figur 5. Gennemsnitlige udbytter i henholdsvis vinterhvede og vårbyg ved stigende andel af kvælstof tilført i form af husdyrgødning. Udbytteerne er fordelt på de forskellige jordbundstyper. Gennemsnit baseret på under 10 marker vises ikke.

Kun få registreringer af proteinudbytte

Analysen viser, at der kun er få samhoørende registreringer af proteinudbytte og gødskningsstrategi. Databasen indeholder således kun 43 marker, hvor der er samhoørende registreringer af tilførte gødningsmængder og det høstede proteinudbytte.

Ses der på sammenhængen mellem kvælstoftilførslen og proteinprocenten i disse få marker, ses det at kvælstofmængden ikke i væsentlig grad påvirker proteinprocenten (Figur 6a). Da analysen ikke finder højere udbytter ved højere kvælstoftilførsel, høstes der således ifølge de registrerede data omtrent samme proteinudbytte uanset mængden af tilført kvælstof. Det giver en betydelig højere kvælstofudnyttelse ved lave kvælstofinput end ved højere kvælstofinput (Figur 6b).

En præcis bestemmelse af hvordan kvælstoftilførslen påvirker kvælstofudnyttelsen kræver dog betydelig flere registreringer af proteinprocenten og en mere fuldstændig registrering af den tilførte kvælstofmængde.



Figur 6. Sammenhæng mellem tilført kvælstof og proteinprocent og kvælstofudnyttelsen i vinterhvede. 43 marker.

Sammenfatning

Analysen viser, at de data indberetninger der indgår i forbindelse med gødningsplanlægningen i Mark Online endnu ikke har en kvalitet der muliggør, at disse kan benyttes til en præcis bestemmelse af gødningseffekten af den tilførte husdyrgødning. F.eks. synes indberetningen af de aktuelt benyttede gødningsmængder generelt at være for lave, hvilket kan skyldes, at ikke alle de benyttede tilførsler indberettes. Tilsvarende er antallet af indberetningen af de aktuelt høstede proteinprocenter forsat meget lave, hvilket ikke muliggør en bestemmelse af hvordan stigende kvælstoftilførsler påvirker proteinprocenten, og om, hvorvidt gødningstilførslen ligger på et passende niveau.

Landbrugets stigende brug af f.eks. registreringsprogrammet FarmTracking forventes at optimere indberetningen og kvaliteten af de aktuelle udbytte- og gødningsregistreringer. Dette vil forbedre mulighederne for at kunne benytte disse data til at bestemme gødningseffekten af den tilførte gødning, herunder den tilførte husdyrgødning.

Vurdering af afgrødens kvælstofforsyning ud fra proteinprocent i kerne

Dette afsnit undersøger, om afgrødens kvælstofforsyning generelt kan vurderes ud fra registrerede data. Som det var gældende for det registrerede data med marker udelukkende gødet husdyrgødning, så er det begrænset, hvor mange marker, hvor der både er registreret udbytte og proteinprocent. For vinterhvede var der i alt 282 observationer inden oprensning af data, og for vårbyg var der 232. Data er oprenset efter samme kriterier som for husdyrgødsningsafsnittet med undtagelse af kravet om husdyrgødningstilførsel. Datasættet indeholder derfor både marker gødet med handelsgødning og med husdyrgødning. Derudover er der for vårbyg inkluderet marker, hvorpå der er registreret ned til 50 kg N/ha. Efter oprensning så var der kun 121 og 110 observationer tilbage for henholdsvis vinterhvede og vårbyg.

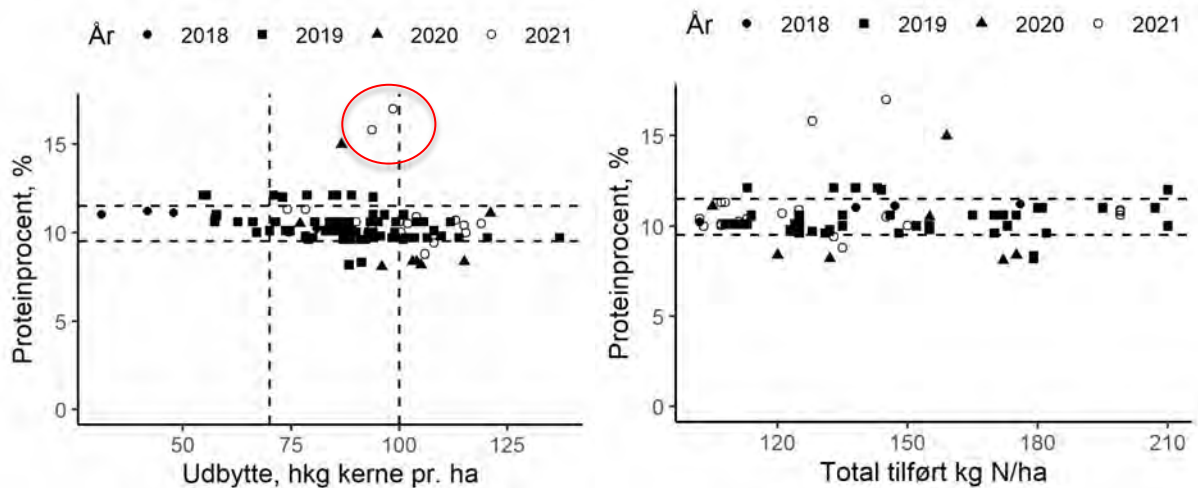
På baggrund af over 1000 forsøg i vinterhvede med stigende tilførsel af kvælstof med målte udbytter med tilhørende proteinprocenter, er der tidligere fastsat grænser for proteinprocenter, som indikerer tilpas forsyning med kvælstof ([Lemming 2021](#)). Grænserne er fastsat, så afgrøden højest sandsynligt har været tilstrækkeligt forsynet med kvælstof, hvis proteinprocenten i den høstede råvare er mellem 9,5 og 11,5 % (Tabel 1). Disse grænser benyttes til nedenstående analyse af de registrerede data.

Tabel 1. Vurdering af kvælstofforsyning ud fra proteinprocent i vinterhvede

Proteinprocent i vinterhvede	Vurdering
Under 9,5 %	Der er stor sandsynlighed for at afgrøden har været underforsynet med kvælstof. Risiko for udbyttetab.
9,5 til 11,5 %	Kvælstoftildelingen har med stor sandsynlighed være passende.
Over 11,5 %	Afgrøden har med overvejende sandsynlighed været overforsynet med kvælstof.

Vinterhvede

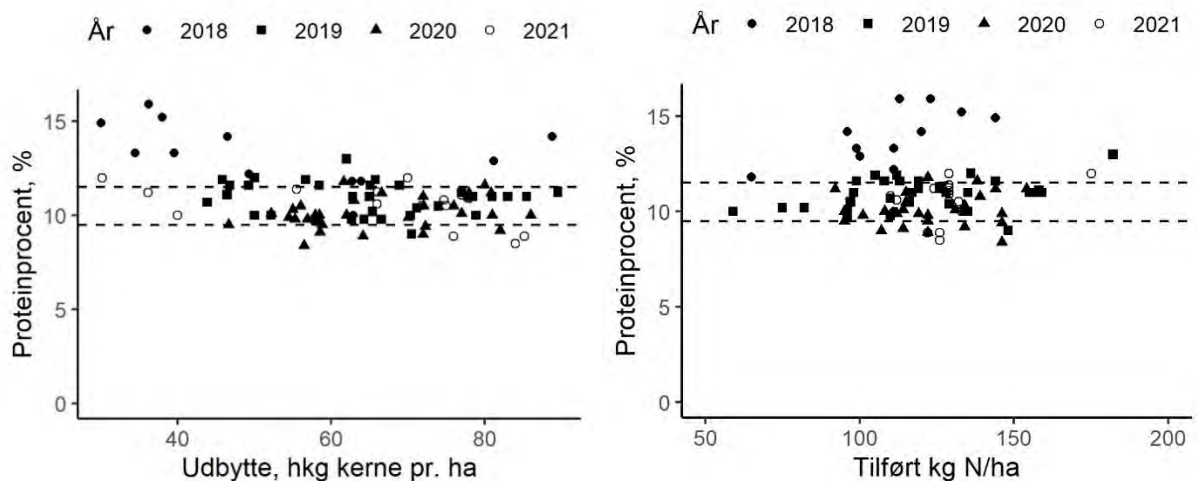
I figur 7 ses sammenhængen mellem proteinprocent med henholdsvis udbytte og tilført kg N. Der ses en svag negativ sammenhæng mellem udbytte og proteinprocent, således, at proteinprocenten er højere ved lavere udbytteneauer. I datasættet er der tre marker, som falder ud fra den øvrige sammenhæng, hvor der er meget høje proteinprocenter og et middel udbytteneauer. Disse punkter kan ligeledes identificeres på figuren med sammenhængen mellem proteinprocent og tilført kg N. Her ses det, at disse marker ikke har fået tildelt store mængde N. De høje proteinprocenter kan skyldes sen tilførsel af N. Der ses ingen sammenhæng mellem proteinprocent og totalt tilført kg N. Det kan skyldes variationer mellem markerne, men det kan også skyldes mangelfulde registreringer af den totale N tilførsel. Alternativt kan det også skyldes, at kvælstoftilførslen er afpasset efter behovet. Ligeledes er variationen i proteinprocent relativt lille, og størstedelen af registreringerne ligger indenfor normalområdet for proteinprocenter. Ud af parametrene udbytte, N tilførsel, høstår, jordtype og mark-id som forklarende faktorer for proteinprocenten, så er det kun udbytte, som er statistisk signifikant. Figurene viser, at der er 7-8 marker, hvor proteinindholdet er så lavt, så det tyder på, at der er sket en underforsyning med kvælstof. Et tilsvarende antal marker synes at være tilsvarende overforsynet.



Figur 7. Sammenhæng mellem udbytte og proteinprocent samt total tilført kg N med proteinprocent i vinterhvede. Grænseværdier for høj (11,5) og lav (9,5) proteinprocent er markeret med stiplede linjer. For udbytte er det lavt og højt udbytte ligeledes indikeret med stiplede lodrette linjer.

Vårbyg

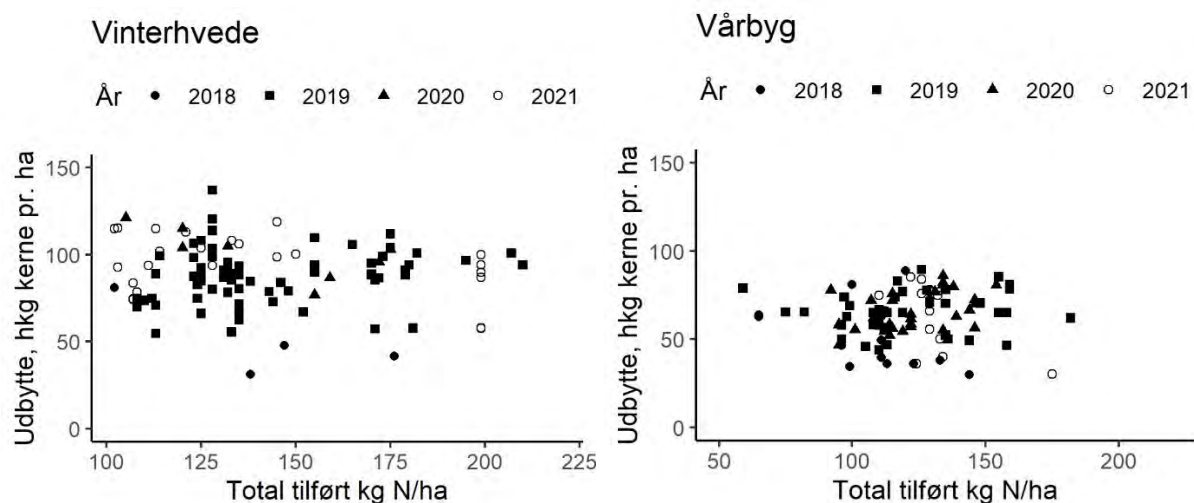
På figur 8 ses sammenhængen mellem udbytte og proteinprocent for vårbyg i registrerede data. Det ligner, at proteinprocenten er rimelig konstant og uafhængig af udbytte. Dog er der i 2018 målt proteinprocenter, som er højere end resten af observationerne. I 2018 var udbredt tørke, og resultaterne kan derfor indikere, at planterne har været stresset og allokert kvælstof til kernerne, hvilket underbygges af lave udbyttene i disse marker. Dette understreger, at det der er flere faktorer end overforsyning med kvælstof, som kan resultere i høje proteinprocenter. På figuren ses sammenhængen mellem proteinprocenten og tilført kg N/ha. Her ses der umiddelbar heller ingen sammenhæng. Testes det statistisk, hvilke parametre, som er betydende for proteinprocenten, så er det for byg udbytte, mark-id og høstår statistisk signifikante, og N tilførsel og jordtype ikke er.



Figur 8. Sammenhæng mellem udbytte og proteinprocent samt total tilført kg N med proteinprocent i vårbyg. Grænseværdier (fastsat på baggrund af hvedeforsøg) for høj (11,5) og lav (9,5) proteinprocent er markeret med stiplede linjer.

For vårbyg viser figuren, at der er 8-10 marker, der sandsynligvis er underforsynet med kvælstof. Tilsvarende synes 10-15 marker at være overforsynet.

Figur 9 viser sammenhængen mellem tilført kg N/ha og udbytte i vinterhvede og vårbyg. Det ses på figurerne, at der er enten ingen eller en meget ringe sammenhæng mellem tilført kg N og udbytte. Dette kan der være flere forklaringer på. Blandt andet indgår der i analysen ikke information om eftervirkning af efterafgrøder samt forfrugt, hvilket påvirker N-behovet i marken. Derudover kan kvaliteten af registreringerne af gødningsudbringninger også være varierende.



Figur 9. Sammenhængen mellem tilført kg N/ha og det opnåede udbytte i henholdsvis vinterhvede og vårbyg.

Datakvalitet: status og perspektiver

Det vurderes, at kvaliteten og mængden af data på nuværende tidspunkt er for lav til at kunne opstille og analysere sammenhænge med andre registrerede data/ gødningspraksis. En metode til at fremme øget registreringer kunne være en funktion i management programmer, hvor, når landbrugeren har registeret N-forbrug og indtastet proteinprocent og udbytte, at der kom en visning af om marken vurderes til at have været tilstrækkeligt forsynet med kvælstof. Dette kunne være en kortløsning, hvor landbrugerenes marker farves grønne, hvis de har været tilstrækkeligt forsynet med kvælstof, gule, hvis de har været underforsynet, og røde, hvis de har været overforsynet med kvælstof. Denne information vil landbrugeren kunne inddrage til næste års gødningsplanlægning, så der kan flyttes kvælstof fra overforsynede marker til underforsynede marker. Jo flere år, hvor der registreres, desto mere et robust billede af de enkelte markers totalt behov for kvælstof kan der potentielt set opnås.