SEGES INNOVATION
Miljø- og Fødevareministeriet GUDP
STØTTET AF Promilleafgiftsfonden for landbrug

N-retention i høj opløsning øger potentialet i målretning af kvælstofindsatser

Et kvælstofretentionskort med høj opløsning for den øvre del af Skjern Å oplandet viser en større variation i kvælstofretention end den hidtidige kortlægning. Målretning af kvælstofvirkemidler forbedrer omkostningseffektiviteten i kvælstofindsatsen.

Søren Kolind Hvid, Helle Møller Holm, Raphael J. M. Schneider & Simon Stisen

I Trex-projektet er der gennemført en kortlægning af kvælstofretentionen med høj opløsning for et pilotområde i den øvre del af oplandet til Skjern Å og Ringkøbing Fjord. Pilotområdet dækker 20 ID15-oplande, der er deloplande a ca. 1.500 ha i gennemsnit. Det dyrkede areal i pilotområdet er knap 31.000 ha svarende til 15 pct. af det dyrkede areal i hele kystvandoplandet.

Grundvandsretentionen, dvs. retentionen fra rodzone til vandløbskant, er modelleret med en opløsning på 100 x 100 m. Hver gridcelle i modelleringen er således på 10.000 m^2 eller 1 ha. Grundvandsretentionen er koblet med en overfladevandsretention på ID15-niveau fra 2020-retentionskortet /1/. Kvælstofretentionen fra rodzone til kyst i en 100 x 100 m opløsning er vist i figur 1 sammen med retentionen på ID15-niveau. Kvælstofretentionen på 100 x 100 m er afstemt, så den gennemsnitlige kvælstofretention for området er den samme som med retentionskortet på ID15-niveau.

Øget omkostningseffektivitet

Formålet med kortlægning af kvælstofretention er at få et grundlag for målretning af kvælstofindsatser, så der opnås en højere effekt på kvælstofudledningen end uden målretning af indsatserne. Potentialet i målretning af kvælstofindsatser kan udtrykkes ved, hvor meget omkostningseffektiviteten, for at nå et givet kvælstofreduktionsmål, kan øges med en målrettet indsats sammenlignet med en kvælstofindsats, der ikke er målrettet. Potentialet i målretning afhænger især af, hvor meget kvælstofretentionen varierer.

Retention i høj opløsning

Den hidtidige kortlægning af kvælstofretention er foretaget på ID15-niveau /1/. Det er velkendt fra detailun-dersøgelser, at der ofte er en stor variation i kvælstofretention inden for det enkelte ID15-opland. I figur 2 er vist, hvordan det dyrkede areal i hele pilotområdet er fordelt på retentionsklasser med henholdsvis kvælstof-retentionskortet fra 2020 på ID15-niveau og det retentionskort, der er udarbejdet i projektet med en opløsning på 100 x 100 m.

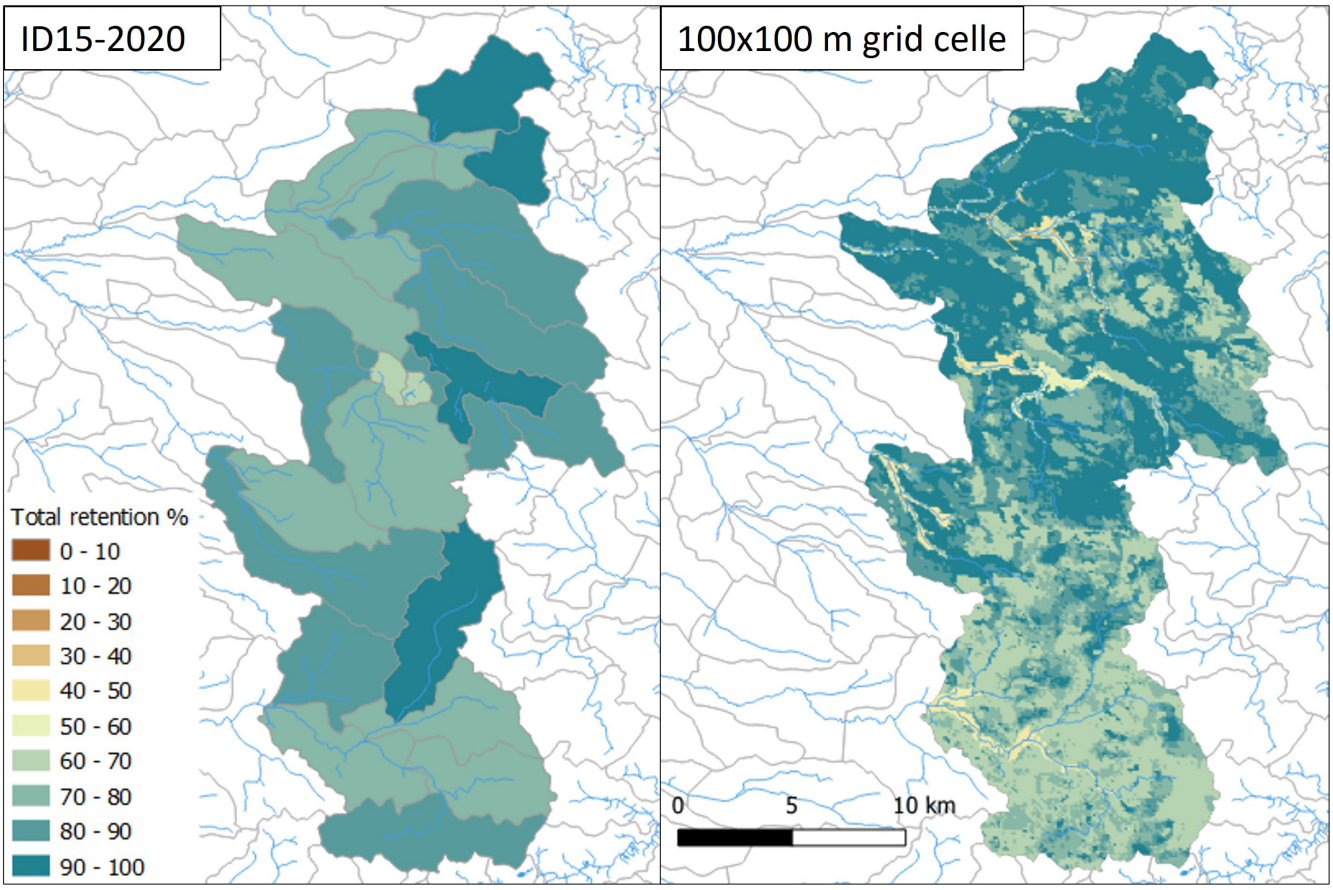
Ud fra retentionskortet i 100x100 m opløsning er der langt færre gridceller i retentionsklasserne 70-80 pct. og 80-90 pct. end ud fra retentionskortet på ID15-niveau. Til gengæld er der langt flere gridceller i højeste retentionsklasse (90-100 pct.) og i retentionsklassen 60-70 pct. Det er modellens antagelser om dræning direkte fra rodzone til vandløb, der primært afgør, om en gridcelle får en meget høj retention eller en middelhøj retention. Retentionskortet i høj opløsning identificerer kun få procent af det dyrkede areal til at have en retention under 60 pct.

Permanent plantedække

Der er gennemført en analyse af arealanvendelsen i pilotområdet. Der er 22 pct. af arealet, der dyrkes med forskellige græsafgrøder, der ikke regelmæssigt indgår i rotation med andre afgrøder, eller er braklagt. Det er vurderet, at disse 22 pct. af det dyrkede areal, hvor der allerede er et permanent plantedække, ikke er til rådighed for en målrettet kvælstofindsats, da kvælstofudvaskningen reelt ikke kan reduceres yderligere. I analysen er kvælstofudvaskningen fra disse 22 pct. af det dyrkede areal fastholdt uændret i scenarierne. Analysen har vist, at marker med permanent plantedække har en overvægt af

Tabel 1. Fordeling af marker i pilotområdet på bedriftstyper og typesædskifter.

Bedriftstype	Typesædskifte	Arealandel
Plante-/svinebrug	Vårsæd 50%, vintersæd og vinterraps 50%	24%
Kvægbrug	Majs 45 %, kløvergræs 25% og vårsæd 25%	21%
Kvægbrug økologisk	Majs 15%, kløvergræs 50% og vårsæd 35%	12%
Plantebrug med kartofler	Kartofler 25%, vårsæd 50% og vintersæd 25%	14%
Plantebrug økologisk	Vårsæd 50%, vintersæd 25% og andet 25%	7%
Ikke i sædskifte	Permanent græs 100%	22%



Figur 1. Kortlagt kvælstofretention (total) i pilotområdet på ID15-niveau og med høj opløsning (100x100 m).

vandløbsnære arealer med en lavere kvælstofretention end gennemsnittet.

Marker med sædskifter

I området er det 78 pct. af det dyrkede areal, der dyrkes med forskellige afgrøder i rotation. Ud fra analysen af arealanvendelsen i pilotområdet er der opstillet 5 typebedrifter med sædskifter, der bedst muligt repræ-senterer afgrødefordelingen i området. I forbindelse med scenarieanalyserne har hver af de knap 31.000 gridceller a 1 ha i pilotområdet fået tilknyttet én af disse fem typesædskifter eller permanent græs. Tilknytningen er baseret på arealernes faktiske anvendelse i 2021 og 2020. Gridcellerne har nedarvet dyrkningshistorikken fra de marker, som cellerne er en del af. Fordelingen på bedriftstyper og typesædskifter fremgår af tabel 1.

Scenarier uden målretning af virkemidler

Analysen af potentialet i målretning af kvælstofindsatser har omfattet fem scenarier uden målretning og tre scenarier med målretning, heraf ét scenarie med lavemissionssædskifter og to scenarier med braklægning. De fem scenarier uden målretning fremgår af tabel 2.

N-udledning og økonomi uden målretning

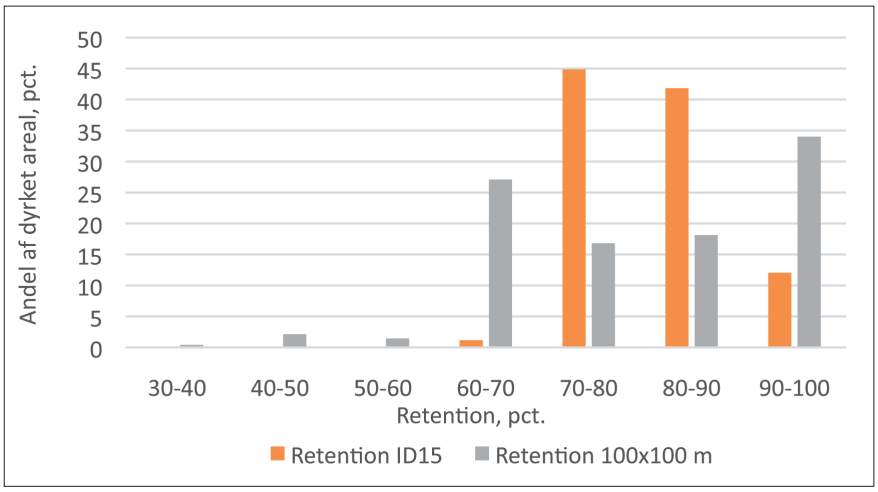
For alle 25 kombinationer af typesædskifter og scenarier er der beregnet kvælstofudvaskning fra rodzonen og kvælstofudledning til kyst for de knap 31.000 ha i pilotområdet. Kvælstofudvaskningen fra rodzonen er beregnet med udvaskningsmodellen NLES5 /2/. Kvælstofudledningen til kyst beregnes ved at koble den beregnede kvælstofudvaskning fra rodzonen for hver gridcelle med den kortlagte kvælstofretention.

Det samlede resultat på tværs af alle marker er præsenteret i tabel 3. Både N-udledningen til kyst og økonomien i markbruget er præsenteret som forholdstal, hvor scenarie 1 er sat lig 100. Økonomien i markbruget er dækningsbidraget efter variable og faste omkostninger, men det er uden eventuelle tilskud til kvælstofvir-kemidler og uden afledte effekter på husdyrproduktion, beskæftigelse og samfundsøkonomi. N-udledningen til kyst omfatter alene den landbrugsbetingede kvælstofudledning. Ved ophør med landbrug (100 pct. brak-lægning) er der derfor ingen landbrugsbetinget udledning; men der er fortsat en baggrundsudledning, der ikke fremgår af tabellen.

Det fremgår af tabel 3, at den nuværende målrettede kvælstofregulering med krav om 31 pct. målrettede efterafgrøder (scenarie 2) reducerer den landbrugsbetingede udledning samlet set for hele pilotområdet med ca. 12 pct. (forholdstal 88). Med lavemissionssædskifter i scenarie 4 på alle marker kan den

Tabel 2. Scenarier uden målretning af kvælstofindsatser.

Scenarie	Kvælstofvirkemidler i sædskifter
1	Sædskifter med 15 pct. efterafgrøder. Opfylder krav til pligtige efterafgrøder.
2	Sædskifter med 46 pct. efterafgrøder. Opfylder krav til den nuværende kvælstofregulering med pligtige efterafgrøder og 31 pct. målrettede efterafgrøder.
3	Sædskifter med 65 pct. efterafgrøder og 20 pct. N-kvotereduktion.
4	Lavemissionssædskifter på 100 pct. af arealet - Vårsæd 100 pct. og efterafgrøder 100 pct. samt 20 pct. N-kvotereduktion
5	Braklægning på 100 pct. af arealet (ophør med landbrug)



Figur 2. Fordeling af det dyrkede areal i pilotområdet på retentionsklasser med henholdsvis retentionskortet på ID15-niveau og retentionskortet med en opløsning på 100 x 100 m.

Boks
"Projektet om Terrænnær redox og retentionskortlægning til differentieret målrettet virkemiddelindsats indenfor ID15 oplande har fået tilskud fra Grønt Udviklings- og Demonstrations Program, GUDP under landbrugsstyrelsen i Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fisker og tilskud fra Promilleafgiftsfonden for landbrug".

landbrugsbetin-gede kvælstofudledning reduceres til 50 pct. Yderligere kvælstofreduktionen er ikke mulig, hvis jorden fortsat skal dyrkes med afgrøder i rotation. Braklægning og permanent græs kan give reduktioner ud over 50 pct.

Mål for kvælstofreduktion

Ifølge udkast til vandområdeplan for Ringkøbing Fjord /3/ er der behov for at reducere kvælstofudledningen fra oplandet med 1.602 tons N i 2027. Den landbrugsbetingede kvælstofudledning ved baseline i 2027 er estimeret til 3.200 tons N. Det vil sige, at den landbrugsbetingede kvælstofudledning skal reduceres med 50 pct. for at nå reduktionsmålet. I analysen af potentialet ved målretning af kvælstofudsatser er der taget ud-gangspunkt i reduktionsmålet for hele kystvandoplandet på 50 pct. af den landbrugsbetingede kvælstofudledning. Endvidere er undersøgt potentialet ved målretning ved en reduktion på 30 pct. I denne analyse er der ikke inddraget etablering af vådområder eller andre kvælstofindsatser uden for dyrkningsfladen.

Målretning af lavemissionssædskifter

Lavemissionssædskifter kan i disse beregninger reducere den landbrugsbetingede udledning med i gennemsnit 50 pct. fra de arealer, hvor virkemidlet anvendes. Det fremgår af tabel 4, at det er nødvendigt at have lavemissionssædskifter på 33 pct. af det dyrkede areal med lavest retention i pilotområdet for at opnå en reduktion i den landbrugsbetingede kvælstofudledning på 30 pct. samlet set. På det resterende areal kan der være sædskifter svarende til scenarie 1, dvs. med 15 pct. efterafgrøder som eneste kvælstofvirkemiddel. Økonomien ved scenarie 3 uden målretning er beregnet til forholdstal 79. Med målretning med lavemissionssædskifter er økonomien i markbruget samlet for hele pilotområdet beregnet til forholdstal 81. Det økonomiske resultat med målretning er altså kun en anelse bedre end uden målretning. Det skyldes, at omkostningerne til kvælstofindsatsen i scenarie 3 uden målretning er relativt lave, fordi der i pilotområdet er god plads til efterafgrøder i sædskifterne. Det hænger sammen med, at det er sandet jord, hvor en stor andel af arealet dyrkes med vårafgrøder.

Målretning af brak

Permanent braklægning reducerer den landbrugsbetingede kvælstofudledning med 100 pct. (forholdstal 0). Uden målretning vil man derfor kunne opnå en reduktion i den landbrugsbetingede kvælstofudledning fra området på 30 og 50 pct. ved at have brak i henholdsvis 30 og 50 pct. af arealet. Tabel 4 viser, at med målretning af brak mod de arealer, der har lavest retention, kan reduktioner i den landbrugsbetingede kvælstof-udledning på 30 og 50 pct. opnås ved at braklægge henholdsvis 15 og 27 pct. af arealet i området, dvs. an-vendelsen af brak kan halveres med målretning.

Tabel 4 viser også, at der er et økonomisk potentiale i målretning af brak i pilotområdet. Ved en reduktion af udledningen med 30 pct. er den samlede økonomi i markbruget beregnet til forholdstal 86 med målretning med brak mod forholdstal 79 uden målretning. Når reduktionskravet øges til 50 pct. af den landbrugsbetingede udledning, så bliver det økonomiske potentiale ved målretning større. Med målretning har økonomien i markbruget forholdstal 76 mod forholdstal 50 med braklægning uden målretning.

Forudsætninger for analyse

Analysen med målretning er foretaget uden hensyntagen til i hvilket omfang de enkelte landbrugsbedrifter bliver påvirket af det. Derfor er det heller ikke en kvælstofindsats, der realistisk kan indgå i den individuelle kvælstofregulering, hvor der er indsatskrav, som hver enkelt bedrift skal overholde. De økonomiske beregninger viser, hvordan det samlede dækningsbidrag i markbruget i pilotområde påvirkes. Nogle bedrifter vil være langt mere påvirket end andre. I analysen er ikke indregnet afledte effekter på husdyrproduktionen og øgede omkostninger til transport af hus-

Tabel 3. Landbrugsbetinget N-udledning til kyst og økonomi i markbruget uden målretning. Scenarie 1 har forholdstal 100.

Scenarie	Kvælstofvirkemidler i sædskifter	Landbrugsbetinget N-udledning til kyst, pct.	Økonomi i markbruget, pct.
1	15 pct. efterafgrøder	100	100
2	46 pct. efterafgrøder	88	98
3	65 pct. efterafgrøder og 20 pct. N-kvotereduktion	70	79
4	Lavemissionssædskifter 100 pct. af arealet	50	33
5	Braklægning 100 pct. (ophør med landbrug)	0	0

Tabel 4. Potentiale ved målretning af virkemidler for at opnå en reduktion i den landbrugsbetingede udledning på henholdsvis 30 og 50 pct.

N-udledning som i	Virkemiddel, der målrettes	Målrettet indsats, hvor retentionen er under	Andel af dyrket areal med målrettet indsats	Landbrugsbetinget N-udledning fra pilotområdet, pct.	Økonomi i markbruget uden målretning, pct.	Økonomi i markbruget med målretning, pct.
Scenarie 1	Ingen	-	0 pct.	100	100	-
Scenarie 3	Lavemis.	71 pct.	33 pct.	70	79	81
Scenarie 3	Brak	66 pct.	15 pct.	70	79	86
Scenarie 4	Brak	69 pct.	27 pct.	50	50	76

dyrgødning. Sædskifterne i scenarieberegningerne har ikke samme dækningsbidrag som udgangspunkt. Ved placeringen af de målrettede indsatser er der ikke taget hensyn til økonomien i de enkelte markers anvendelse før målretningen. Det skal bemærkes, at retentionskortets nøj-agtighed ikke er bestemt på 100x100 m skala, da nøjagtigheden kun kan bestemmes på den skala, hvor der findes målinger af kvælstoftransport i vandløb.

Konklusion

Analysen viser, at en kortlægning af kvælstofretentionen med høj opløsning kan øge potentialet for at forbedre omkostningseffektiviteten ved en målrettet kvælstofindsats. Potentialet i målretning af kvælstofindsatser vil variere meget fra vandopland til vandopland afhængig af især variationen i kvælstofretentionen inden for oplandet. I det undersøgte pilotområde er variationen i kvælstofretention forholdsvis lille. Potentialet i målretning afhænger også af indsatsbehovet. Jo større indsatsbehov jo større potentiale. Endelig vil potentialet også afhænge af arealanvendelsen i oplandet. Jo færre billige virkemidler – som f.eks. efterafgrøder uden sædskifteændring, der er plads til – jo større økonomisk potentiale. I det aktuelle pilotområde, der har sandet jord, er der som udgangspunkt plads til mange efterafgrøder uden sædskifteændring, fordi der dyrkes mange vårafgrøder. I et vandopland med lerjord og en høj andel af vintersæd vil det økonomiske potentiale i målretning være større.

Referencer

/1/ Højberg, A.L., Thodsen, H., Børgesen, C.D., Tornbjerg, H., Nordstrøm, B.O., Troldborg, L., Hoffmann, C.C., Kjeldgaard, A., Holm, H., Audet, j., Ellermann, T., Christensen, J.H., Bach, E.O. & Pedersen, B.F. 2021. National kvælstofmodel – version 2020, Metode rapport. De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland. GEUS Specialrapport.

/2/ Børgesen, C.D., Sørensen P., Blicher-Mathiesen G., Kristensen M.K., Pullens, J.W.M., Zhao J., Olesen J.E. 2019. NLES5 - An empirical model for predicting nitrate leaching from the root zone of agricultural land in Denmark. Aarhus University, DCA - Danish Centre for Food and Agriculture. 116 p. - DCA report No. 163. http://web.agrsci.dk/djfpublikation/index.asp?action=show&id=1313

/3/ Miljøministeriet. 2021. Forlag til vandområdeplanerne 2021-2027.

Søren Kolind Hvid (skh@seges.dk) er landskonsulent ved SEGES Innovation og arbejder med kvælstofvirkemidler og kvælstofregulering.

Helle Møller Holm (hmhm@seges.dk) er geolog og konsulent ved SEGES Innovation.

Raphael J. M. Schneider (rs@geus.dk) er forsker ved Hydrologisk Afdeling, GEUS.

Simon Stisen (sst@geus.dk) er professor ved Hydrologisk Afdeling, GEUS.