

Sektorøkonomiske beregninger for landbruget vedrørende alternative modeller for kvælstofregulering i landbruget

Indledning

De Økonomiske Råd (DØR) har rekvireret en række modelberegninger på IFRO's landbrugssektormodel ESMERALDA til belysning af konsekvenserne af nye reguleringer af landbrugets kvælstofanvendelse. Der ses i denne forbindelse på mulighederne for og konsekvenserne af en regional differentiering af reguleringen, hvor der er konkrete målsætninger for kvælstofudledningen i 90 vandoplande, og hvor sammenhængen mellem tilførsel og udledning afhænger af bl.a. afgrødesammensætning og retention. Der betragtes to alternative reguleringsmodeller:

- En model som kombinerer udvaskningsafgifter (baseret på normtal for de forskellige afgrøders udvaskning, og med tillæg for den del af afgrødernes kvælstofbehov der dækkes af husdyrgødning) med tilførselsafgifter for kvælstof i kunstgødning og indkøbt foder
- En differentieret gødningsregnskabs-model, som principielt fungerer på samme måde som den regulering der har været implementeret i Danmark i perioden 1997-2016, hvor der fastsættes afgrødespecifikke gødningsnormer for kvælstoftilførslen som en procent af det økonomisk optimale niveau, og hvor bedriftens anvendelse af husdyrgødning indregnes, men hvor reduktionsprocenten kan differentieres under hensyntagen til bl.a. retentionsforhold

Til brug for belysning af økonomiske effekter af disse reguleringsmodeller i forskellige afstrømningsoplande i Danmark med forskellige bedriftsstrukturer og retentionsforhold er der behov for "byggekodser", som viser såvel udvaskningseffekt som økonomiske konsekvenser for forskellige intensiteter af reguleringerne.

For at undersøge effekterne af de to reguleringsmodeller på hhv. omkostninger og udvaskning er der gennemført ESMERALDA beregninger for en række forskellige reguleringsniveauer (konfigurationer af udvasknings- og tilførselsafgifter, henholdsvis norm-procenter) på forskellige typer landbrug. Resultaterne af disse beregninger på bedriftsniveau indgår så som "byggekodser" i DØR's videre analyser af omkostninger og effekter i de 90 vandoplande.

Metode

Som nævnt indledningsvis gennemføres der ESMERALDA beregninger for to alternative reguleringsmodeller:

¹ Seniorrådgiver Jens Erik Ørum, IFRO, har bidraget til notatets analyser med funktioner for høstudbyttet og kvælstofudvaskning i landbrugets forskellige afgrødesektorer.

- En kombination af afgift på normeret kvælstof-udvaskning fra rodzonen fra de forskellige afgrøder og en afgift på tilførsel af kvælstof i kunstgødning og indkøbt foder. Der regnes på forskellige sats niveauer for de to afgifter.
- En kvote på indkøb af kunstgødnings-kvælstof fastlagt på grundlag af et normeret "økonomisk optimal" tildeling med fradrag af udnyttet husdyrgødningskvælstof, reduceret med en given procentsats. Der regnes på forskellige procentsatser for reduktionen.

For begge typer regulering beregnes deres effekter på tilførsel og udvaskning af kvælstof, samt på jordrenten, på forskellige typer landbrugsbedrifter.

ESMERALDA modellen

ESMERALDA er en partiel ligevægtsmodel for den danske landbrugssektor. Modellen beskriver landbrugets produktion, faktor anvendelse, arealanvendelse og husdyrhold i forskellige delsektorer, samt hvordan disse variable påvirkes af ændrede økonomisk-politiske forhold, fx pris- eller tilskudsændringer, kvantitative restriktioner på produktion eller faktor anvendelse mv. Modellen er bygget op af et antal typebedrifter (max 15 typer), og for hver af disse typebedrifter simuleres produktion, faktorforbrug mv. i bedrifternes enkelte produktionsgrene (fx hvede, raps, kartofler, malkekøer eller slagtesvin – op til 37 produktionsgrene) under hensyntagen til bedriftsinterne balancer, vedrørende fx tilgang og anvendelse af husdyrgødning og egenproduceret grovfoder. Listen af produktionsgrene omfatter: vårbyg, vinterbyg, hvede, rug, havre, triticale, blandsæd, andet korn, bælgæd, raps, spisekartofler, melkartofler, sukkerroer, frøgræs, frøkløver, nonfood salgafgrøder, foderroer, majs til foder, helsæd, græs i omdrift, vedvarende græs, braklagt areal, malkekøer, ammekøer, kvægopdræt, slagtekalve, søer, slagtesvin, æglægger-høns, slagtekyllinger, heste, får og pelsdyr.

Konkret er der i nærværende opgave anvendt opdelingen af landbrugsbedrifter vist i Tabel 1. Denne opdeling vurderes at afspejle variationen mellem forskellige bedriftstyper i forhold til kvælstofregulering. Eksempelvis er forekomsten af kartoffelproduktion relativt lille for bedrifter på lerjord, mens forekomsten af sukkerroer er forholdsvis lav på sandjords-bedrifter.

Tabel 1. Bedriftstyper

		Antal	Areal pr. bedrift	Høstudbytte, kr/ha	Kunstgødning, kr/ha	Arbejdstid, timer/ha	Inventar- kapital, kr/ha	Besætninger, kr/ha	Kemikalier, kr/ha
111	Lille plante heltidsbedrifter med specialafgrøder på lerjord	890	88.2	10416	1119	22.3	9317	1031	760
112	Stor plante heltidsbedrift med specialafgrøder på lerjord	286	385.7	9687	1091	14.3	10767	1248	792
121	Lille plante heltidsbedrift uden specialafgrøder på lerjord	1273	61.7	9336	932	35.0	9253	862	723
122	Stor plante heltidsbedrift uden specialafgrøder på lerjord	313	332.6	8671	892	14.3	9102	893	791
211	Lille plante heltidsbedrifter med specialafgrøder på sandjord	467	87.1	12143	1196	31.8	10541	1153	1035
212	Stor plante heltidsbedrift med specialafgrøder på sandjord	172	341.9	13395	1234	20.9	11349	1592	1125
221	Lille plante heltidsbedrift uden specialafgrøder på sandjord	3390	63.7	7333	751	42.9	9577	916	483
222	Stor plante heltidsbedrift uden specialafgrøder på sandjord	489	310.1	8847	832	16.7	9824	853	627
311	Kvæg heltidsbedrift med lav husdyrtæthed (< 1,4 DE/ha)	3136	83.1	4511	628	30	12222	947	423
312	Kvæg heltidsbedrift med høj husdyrtæthed (≥ 1,4 DE/ha)	1965	126.1	1939	610	40	18989	1399	347
411	Lille svine heltidsbedrift	2054	94.5	7868	575	43.5	20726	2358	669
412	Stor svine heltidsbedrift	1051	314.2	8122	567	28.9	15850	1575	734
511	Fjerkræbedrift	198	123.4	6989	628	37.2	21568	2076	600
611	Pelsdyrbedrift	445	43.1	5823	598	115.3	39776	384	518
711	Deltidsbedrift	28637	23.3	5120	1023	23.2	6036	612	451

*Stor bedrift: >200 ha

Reguleringsmodel 1: Afgiftskombinationer

Som nævnte består den første reguleringsmodel af en kombination af afgifter på normeret kvælstofudvaskning og på tilførsel af kvælstof i kunstgødning og indkøbt foder. I det følgende beskrives, hvorledes disse to elementer af reguleringen er modelleret i ESMERALDA.

Modellering af udvaskningsafgift

Modelleringen af en afgift på udvaskning tager afsæt i de udvaskningspotentialer der er i bedrifternes forskellige afgrøder. I analysen er udvaskningspotentialerne beregnet med udgangspunkt i den økonomisk optimale gødningstildeling i basisåret (2011). For hver af modellens afgrøder er der således beregnet en udvaskningskoefficient for henholdsvis ler- og sandjord ved hjælp af udbytte- og udvaskningsfunktioner estimeret ud fra forsøgsdata. Mens udbyttefunktionerne antages at være kvadratiske (jf. Appendix A), så har udvaskningsfunktionerne den eksponentielle form $L_i = e^{(\theta_i + N_i)/\varphi_i}$, hvor N_i er kvælstoftildelingen pr ha i afgrøde i , og (θ_i, φ_i) er tekniske parametre. I denne eksponentielle udvaskningsfunktion indregnes kvælstof fra husdyrgødning med en udnyttelsesgrad på 75 pct., mens det herudover forudsættes at halvdelen af de resterende 25 pct. også udvaskes – som tillæg til udvaskningsfunktionen.

De anvendte udvaskningskoefficienter fremgår af Tabel 2.

Tabel 2. Koefficienter for udvaskning fra rodzonen ved optimal gødsning med handelsgødning, kg N/ha

	Lerjord	Sandjord
Vårbyg	74.1	78.2
Vinterbyg	60.5	70.4
Hvede	66.1	83.9
Rug	62.4	73.6
Havre	54.4	65.2
Triticale	62.4	73.6
Blandet korn	54.4	65.2
Andet korn	54.4	65.2
Ærter	54.4	65.2
Raps	64.8	78.8
Frøgræs	26.2	31.3
Frøkløver	26.2	31.3
Konsumkartofler	62.5	78.0
Industrikartofler	62.5	78.0
Sukkerroer	55.1	69.0
Foderroer	55.1	69.0
Græs i omdrift	26.2	31.3
Majs	65.9	81.4
Helsæd	59.2	72.3
Vedv.græs	13.1	15.6
Nonfood	64.8	78.8
Brak	4.3	5.1

Udvaskningsafgiften giver således (isoleret set) producenterne et økonomisk incitament til at reducere arealerne for afgrøder med høj udvaskning, fx kartofler eller majs, til fordel for arealer med mindre udvaskning, fx frøgræs, korn eller græs til foder.

Udvasknings-afgiften beregnes som nævnt med udgangspunkt i en forudsætning om økonomisk optimal gødsning. Der gøres her opmærksom på, at den økonomisk optimale gødsning vil afhænge af de aktuelle prisforhold, og vil således ikke være konstant over tid, hvorfor udvaskningskoefficienterne i Tabel 2 heller ikke vil være konstante over tid – og heller ikke vil være invariante overfor afgifter på kunstgødningskvælstof. I det omfang, koefficienternes samvariation med prisforholdene er proportional på tværs af afgrøder, vil balancen mellem de forskellige afgrøder dog formentlig ikke forskydes væsentligt som følge af prisfluktuationer - og incitamentsvirkningerne af skyggeafgiften i forhold til afgrødevalg ej heller.

I afgiftsgrundlaget for udvaskningsafgiften tager der hensyn til, hvor stor en del af bedriftens kvælstofbehov der dækkes af husdyrgødning. Rationalet er, at kvælstof i husdyrgødning potentielt giver større udvaskning end kvælstof i handelsgødning, og dette større udvaskningspotentiale giver anledning til et tillæg til udvaskningsafgiften. Tillægget er i modelberegningerne opgjort som en afgift pr. årsdyr τ_h i de respektive husdyrkatogier h i henhold til

$$\tau_h = 0.5 \cdot (1 - u_{norm}) \cdot N_h^{norm} \cdot \tau_L$$

hvor u_{norm} er den normerede udnyttelsesgrad for kvælstof i husdyrgødning (i beregningerne fastsat til 0.75²), N_h^{norm} er normtal for kvælstofmængden pr. år i gødning fra husdyrkatogori h (Tabel 3) og τ_L er afgiftssatsen pr. kg forventet kvælstofudvaskning. Tillægget pr. dyr beregnes således med udgangspunkt i den del af husdyrgødningens kvælstofindhold som ikke forventes udnyttet af planterne, hvor det antages at halvdelen heraf så ville udvaskes.

Tabel 3. Normtal for kvælstofindhold i husdyrgødning

	Kg/årsdyr
Malkekøer	135,94
Ammekøer	68,10
Kvier	43,36
Slagtekalve	34,05
Søer	16,38
Slagtesvin	3,10
Heste	43,71
Får	14,53
Høns	0,603
Kyllinger	0,045
Mink	3,32

Kilde: Håndbog for Driftsplanlægning (2012)

² De 75% svarer til det reguleringsmæssige krav for svinegylle, mens kravet for kvæggylle og fra staldsystemer med dybstrøelse er lidt lavere (henholdsvis 70% og 65%)

Udvaskningsafgiftens incitamentsvirkninger på arealanvendelsen er modelleret via ESERALDA's allokeringebetingelse for landbrugsarealet, som tilsiger at skyggeprisen på landbrugsjord (svarende til det marginale afkast til producenten) skal være den samme i alle anvendelser. Afgrødespecifikke udvaskningsafgifter på afgrøder betyder således fradrag i disse skyggepriser – og arealallokeringen vil forskydes således at ligevægten i skyggepriser – netto efter udvaskningsafgift – genoprettes. Dette incitament betyder at der vil ske forskydninger fra afgrøder med høj udvaskning i retning af afgrøder med lavere udvaskning pr. ha.

Udvaskningsafgiftens incitamentseffekt på husdyr-aktiviteten modelleres via en betingelse om, at det marginale nettoafkast på en investering i husdyr skal modsvare et normalt kapitalafkast. Når dyrene pålægges en udvaskningsafgift, reduceres netto-afkastet til de pågældende dyr, hvilken giver incitament til at tilpasse aktivitetsniveauet nedad så netto marginalafkastet – fratrukket afgiften – igen svarer til det normale kapitalafkast. Denne del af udvaskningsafgiften giver således producenterne et økonomisk incitament til at reducere husdyrholdet, forudsat aftagende marginalprodukt.

Kombinationen af forskydninger i afgrødearealernes sammensætning og reduktioner i antallet af husdyr medfører på den ene side at forsyningen af husdyrgødningskvælstof falder, hvilket alt andet lige øger behovet for kunstgødningskvælstof, og på den anden side at afgrødernes samlede kvælstofefterspørgsel påvirkes (formentlig i nedadgående retning på grund af forskydning mod mindre udvaskende – og ofte også mindre kvælstofkrævende - afgrøder). Det skal dog anføres at udvaskningsafgiften ikke umiddelbart giver incitament til at reducere kvælstoftildelingen pr hektar for de enkelte afgrøder, fordi den er baseret på normtal og ikke på den faktiske tildeling og udvaskning. Det er således ikke på forhånd oplagt, i hvilken udstrækning (og heller ikke nødvendigvis i hvilken retning) bedriftens efterspørgsel efter kunstgødningskvælstof påvirkes af udvaskningsafgiften. Netto-effekten vil antage af bedriftens produktionssammensætning, herunder husdyrtætheden.

Afgift på tilført kvælstof i gødning og foder

En afgift på kvælstof i handelsgødning kan umiddelbart implementeres i modellen, hvor mængden af handelsgødningskvælstof indgår direkte. Derimod er der behov for supplerende forudsætninger ved implementering af en tilsvarende afgift på kvælstof i indkøbt foder. Et skøn for indholdet af kvælstof i indkøbt foder er beregnet i Tabel 4.

Tabel 4. Kvælstofindhold i foder

Fodermiddel	Forbrug 2011, 1000t	% kvælstof af tørstof (TS)	TS%	Kilde
Korn	2236 (6709)	2,13	85	VSP
Sojaskrå	2335	6,88	87	VSP
Ærter	304	3,57	85	VSP
Fiskemel	443	12,4	91	VSP
Skummetmælkspulver	1341	6,25	7	VSP
I alt	6659 (11132)	5,23	70	

VSP: Boisen S., Bech-Andersen S. & Eggum B.O. (1987) Omregningsfaktorer fra kvælstof til protein i foderstoffer, Statens Husdyrbrugsforsøg, meddelelse nr. 667, 23. juni 1987

Tybirk P. Fodervurdering (2012) VSP, 2. juni 2012

Totalmængder (incl. intern omsætning) i parentes

Jf. Danmarks Statistiks BFI-opgørelse for landbruget gælder det for ca. to tredjedele af den del af foderforbruget, der kommer fra korn, at det omsættes internt i landbruget (dvs. indenfor den enkelte bedrift eller direkte handel mellem landbrugsbedrifter) og er således ikke en tilførsel til landbruget. Med den givne fodersammensætning i dansk landbrug, regnes der således med et gennemsnitligt kvælstofindhold på 36,80 g N pr. kg indkøbt foder (5.23% af tørstofindholdet, multipliceret med en tørstofandel på 0,7). Ved en afgift på tilført kvælstof øges prisen på indkøbt kraftfoder således med afgiftssatsen pr kg N multipliceret med faktoren 0.0368.

For de enkelte bedriftstyper i ESERALDA antages der at blive lagt afgift på en andel af det samlede kraftfoderforbrug, svarende til den andel af bedriftens foderomkostning der blev dækket af indkøbt foder i udgangsåret (2011) – typisk mellem 50 og 80 pct. Kvælstofafgiften på foder slår således igennem på den gennemsnitlige kraftfoderpris på bedriften med den vægt, som indkøbt foder udgjorde af bedriftens samlede foderforbrug i 2011. Der tages således ikke højde for forskydninger i sammensætningen af foderforbruget, fx i takt med at bedriftens kornproduktion pr. dyreenhed ændres som følge af regulering.

Afgiften på indkøbt gødning har forskellige incitamentsvirkninger. For det første vil en højere pris på kvælstof give et incitament til at gødske mindre og dermed reducere udbyttet i de forskellige afgrøder. For det andet vil en højere pris på kunstgødning give incitament til substitution med andre indsatsfaktorer, herunder en bedre udnyttelse af husdyrgødning. For det tredje kan gødningsafgiften give et incitament til at ændre på afgrødesammensætningen – i retning af mindre kvælstofintensive afgrøder, herunder kvælstoffikserende afgrøder som kløver og markærter.

Afgiften på kvælstof i indkøbt foder giver principielt to typer incitamentsvirkninger – en ændret fodring af det enkelte dyr, samt en reduktion i antal husdyr. ESERALDA har imidlertid ikke en detaljeret beskrivelse af fodringsadfærd, idet forbruget af foder pr. dyr er stort set konstant, og der ikke har været datagrundlag til at modellere bedriftenes substitution mellem alternative typer foder. Derimod er afgiftens aktivitetspåvirkende effekt i husdyrsektorerne inddraget i beregningerne. Incitamentsvirkningerne af foderafgiften er således nogenlunde de samme som ved udvaskningsafgiften på husdyr – idet vægtningen af afgiftens gennemslag på de enkelte husdyrarter her afhænger af foderforbruget, i modsætning til udvaskningsafgiften som er relateret til kvælstofindholdet i gødningen fra de respektive husdyrarter.

Ved at kombinere tilførselsafgiften med den normalt-baserede udvaskningsafgift opnås på den ene side et incitament til at dyrke afgrøder med lavt udvaskningspotentiale, og at undgå en stigning i kvælstofbelastningen på grund af højere husdyrintensitet, og på den anden side at undgå en øget tilførsel af kvælstof i foder (og dermed højere tilførsel af husdyrgødning) og samtidig undgå en øget tilførsel af kvælstof i kunstgødning.

Der er i rapporten regnet på kombinationer af 4 forskellige afgiftssatser på tilført kvælstof i gødning og foder: 0,00, 0,50, 5,00 og 10,00 kr/kg kvælstoftilførsel, samt 6 forskellige afgiftssatser på kvælstofudvaskning: 0,00, 2,50, 5,00, 10,00, 15,00 og 25,00 kr/kg udvaskning.

Reguleringsmodel 2: Individuel norm på tilført kvælstofgødning, korrigeret for husdyrtæthed

Den anden reguleringsmodel svarer i princippet til den reguleringsmodel for kvælstof, som har været implementeret i Danmark siden slutningen af 1990'erne og frem til Fødevarer- og Landbrugspakken i starten af 2016. Reguleringen baseres på et gødningsregnskab for landbrugsbedriften, hvor tilgang af kvælstof fra kunstgødning registreres og hvor tilgangen af kvælstof fra husdyrgødning opgøres ud fra fastsatte normtal og udnyttelsesgrader, og hvor denne tilgang af kvælstof sammenholdes med afgrødernes kvælstofbehov, bestemt som arealet med de forskellige afgrøder multipliceret med disse afgrøders økonomisk optimale kvælstofbehov under de givne prisforhold.

$$\sum \text{areal}_i \cdot N_{kunst}^i \leq (1 - \alpha) \cdot \sum \text{areal}_i \cdot N_i^* - \sum \mu \cdot \text{husdyr}_h \cdot \bar{N}_h$$

Hvor N_{kunst}^i er forbruget af kvælstof pr. hektar i afgrøde i , N_i^* er det økonomisk optimale forbrug af kvælstof pr. hektar i afgrøde i , \bar{N}_h er den normerede (standardiserede) årlige mængde kvælstof pr. dyr i husdyrsektor h og μ er den normerede udnyttelsesgrad for kvælstof i husdyrgødning (konstant).

I reguleringen reduceres det normerede kvælstofbehov med en politisk fastsat procentsats α , og den samlede tilgang af kvælstof fra handels- og husdyrgødning skal svare til dette reducerede normbehov for afgrøderne. Den nuværende differentiering af normerne (hvor der tages hensyn til afgrøde, jordtype og vanding) betyder at marginalværdien er nogenlunde ens på tværs af bedrifter, for så vidt angår deres jordtype og afgrødesammensætning (men kan selvfølgelig variere på grund af forskelle i management mv.).

Norm-reguleringen indebærer tre typer af incitamentsvirkninger. For det første giver reguleringen et incitament til at reducere tilførslen af kunstgødningskvælstof, enten gennem tilpasning af de planlagte udbytter eller gennem substitution af kunstgødning med andre indsatsfaktorer, herunder husdyrgødning. For det andet giver reguleringen et incitament til at reducere husdyrholdet, hvis den marginale værdi af øget handelsgødningskvote mere end opvejer den marginale værdi af reduceret husdyrproduktion. For det tredje indebærer afgrødespecifikke gødskningsnormer et incitament til at øge arealer med høj normgødsning for derigennem at øge bedriftens samlede kvælstofkvote, men på den anden side også et modsat rettet incitament til at reducere arealerne med disse afgrøder, fordi de har et højt kvælstofbehov.

Mens den danske regulering siden 1990'erne har bygget på en ensartet procentsats for hele landet, så er ideen bag reguleringsmodellen i nærværende beregninger, at procentsatsen kan differentieres mellem producenter, afhængig af retentionsforhold, sårbarhed, omkostninger, mv. I beregningerne simuleres således effekterne af forskellige procentsatser for norm-nedsættelsen.

Modelleringen af normbaserede kvælstofkvoter på bedriftsniveau gennemføres i nærværende beregning i to trin ved hjælp af implicite "skyggeafgiftssatser". I første beregningstrin estimeres disse skyggeafgiftssatser, og i det andet trin anvendes skyggeafgiftssatserne til at simulere incitamentsvirkningerne af kvotereguleringen i ESMERALDA.

Skyggeafgiftssatsen svarer til den prisændring på kvælstof, som ville give den pågældende bedrift et økonomisk incitament til netop at overholde kvoten – men i modsætning til en egentlig afgift giver skyggeafgiften ikke et provenu til staten.

Skyggeafgiftssatsen λ for en given normreduktion på andelen α beregnes for hver enkelt bedriftstype med udgangspunkt i kvadratiske produktionsfunktioner for bedriftens afgrøder samt arealfordelingen af disse afgrøder på den pågældende bedriftstype, ved at løse ligningen

$$\sum_{i \in \text{afgrøder}} \text{areal}_i \cdot \frac{(w_N + \lambda)/p_i - \beta_i^1}{2\beta_i^2} = (1 - \alpha) \cdot \sum_{i \in \text{afgrøder}} \text{areal}_i \cdot \frac{w_N/p_i - \beta_i^1}{2\beta_i^2}$$

med hensyn til λ , hvor $\beta_i^1 > 0, \beta_i^2 < 0$ er henholdsvis 1. og 2. grads parametre i en kvadratisk udbyttefunktion for afgrøde i , hvor udbyttet pr. ha afhænger af kvælstofindsatsen, p_i er afgrødeprisen og w_N er prisen på kvælstofgødning. Skyggeafgiften svarer således til den merpris på kvælstofgødning, som ville få bedriften til at overholde den fastsatte norm på bedriftsniveau ved uændret afgrødesammensætning. Det bemærkes, at der i denne udmåling af skyggeafgiftssatsen er taget hensyn til, at bedriften har mulighed for at allokere kvælstofgødning fra én afgrøde til en anden, således at ikke alle afgrøder reducerer deres kvælstoftilførsel med andelen α . Til gengæld er der ikke taget højde for bedriftenes mulighed for at substituere med andre indsatsfaktorer - herunder tiltag til at forbedre udnyttelsen af husdyrgødning – eller at ændre på bedriftenes arealallokering. De beregnede skyggeafgiftssatser for alternative norm-reduktioner i de 15 bedriftstyper er vist i Tabel 5.

Tabel 5. Skygge-afgiftssats (kr/kg kvælstof)

Bedriftstyper	Pct. norm-reduktion								
	-2,5	-5,0	-7,5	-10	-15	-20	-30	-40	-50
111	0.8	1.6	2.4	3.3	4.8	6.5	10	13	17
112	0.8	1.7	2.5	3.3	5.0	6.5	10	13	16
121	0.8	1.8	2.7	3.5	5.5	7.2	11	15	18
122	0.9	1.8	2.7	3.6	5.4	7.4	11	15	19
211	0.8	1.7	2.5	3.3	5.0	6.5	10	13	16
212	0.9	1.8	2.6	3.5	5.3	7.0	11	14	18
221	0.7	1.5	2.3	3.0	4.6	6.2	9.2	13	16
222	0.7	1.5	2.2	3.0	4.4	5.7	8.5	12	14
311	1.1	2.3	3.4	4.5	6.8	9.0	14	18	23
312	1.4	2.7	4.0	5.5	8.1	10.6	16	22	27
411	0.7	1.5	2.3	3.0	4.6	6.2	9.4	13	16
412	0.8	1.7	2.5	3.3	5.0	6.5	10	13	16
511	0.8	1.7	2.5	3.3	5.0	6.5	10	13	16
611	0.7	1.5	2.2	3.0	4.4	5.9	8.9	12	15
711	0.8	1.6	2.5	3.3	5.0	6.7	10	14	17

Kilde: Egne beregninger

Skyggeafgiftssatsen kan umiddelbart repræsentere norm-reguleringens incitament til at reducere indsatsen af kvælstofgødning – samt de deraf afledte effekter på udbyttene og faktorsubstitution.

Normreguleringens incitamentsvirkning i forhold til husdyraktiviteten bestemmes i beregningen gennem påvirkningen af netto-afkastet til dyr, analogt med mekanismen beskrevet ovenfor ved husdyr-tillæg til

udvaskningsafgiften. Her beregnes afkast-fradraget imidlertid som skyggeafgiftssatsen multipliceret med normtallet for kvælstofindhold i husdyrgødning pr. dyr, multipliceret med den normerede udnyttelsesgrad for kvælstof i husdyrgødning.

Modelleringen af de direkte incitamentsvirkninger af gødningsnormerne på arealanvendelsen bygger – i lighed med for udvaskningsafgiften, jf. ovenfor – på ændringer i netto-afkastet til jord for de respektive afgrøder. Afkastet pr hektar til jord i de enkelte afgrødearealer reduceres med et beløb svarende til differencen mellem det økonomisk optimale kvælstofniveau og det ”tilladte” niveau (jf. normreduktionen), multipliceret med skyggeafgiftssatsen. Netto-effekten af norm-reguleringen på bedriftens allokering af arealet afhænger således af samspillet mellem denne direkte incitamentsvirkning af normerne på den ene side, og skyggeafgiftens effekt på det økonomiske afkast pr ha via ændret kvælstofindsats, udbyttensniveau og faktorsubstitution i de respektive afgrøder på den anden side. Det er værd at bemærke de relativt høje skygge-afgiftssatser på de to typer kvægbedrifter (311 og 312) – her er priselasticiteten på kunstgødningskvælstof relativt lille, bl.a. i kraft af afgrødesammensætningen og den relativt høje forsyning med husdyrgødning på disse bedrifter.

Skyggeprisen på kvælstof indgår også i fastsættelsen af den økonomisk optimale kvælstofindsats pr. hektar i de enkelte afgrøder under norm-reguleringen – som kan afvige fra de procent-reducerede kvælstofnormer, som ligger til grund for gødningsregnskabet.

De økonomisk optimale kvælstofnormer bag beregningerne af denne reguleringsmodel fremgår af Tabel 6, mens normtallene for husdyrgødning fremgår af Tabel 3 ovenfor.

Tabel 6. Anvendte kvælstofgødningsnormer

Kg/ha	Lerjord	Sandjord
Vårbyg	121	122
Vinterbyg	184	173
Hvede	181	162
Rug	195	188
Havre	138	131
Triticale	195	188
Andet korn	138	131
Ærter	0	0
Raps	251	248
Frøgræs	122	122
Frøkløver	122	122
Kartofler	200	202
Sukkerroer	137	138
Brak	0	0
Nonfood	251	248
Foderroer	137	138
Græs i omdrift	223	222
Vedvarende græs	112	111
Majs	212	212
Helsæd	154	151

Kilde: Håndbog for Driftsplanlægning, Ørum (2016)

Kalibrering af modellen til en dereguleret baseline

Nærværende modelberegninger tager som nævnt udgangspunkt i data fra 2011 for de 15 bedriftstyper. I 2011 var landbrugets kvælstofanvendelse reguleret af bl.a. gødningsregnskaber og gødningsnormer, som nævnt ovenfor. Det har imidlertid været ønsket at få beregninger af alternative reguleringers effekter, målt i forhold til en kontrafaktisk de-reguleret baseline, hvor denne norm-regulering er afviklet³. Derfor er der foretaget en kalibrering af modellen, så dens baseline så vidt muligt afspejler en sådan de-reguleret situation. Dereguleringen er simuleret ved at beregne en implicit skyggepris på kvælstofgødning, som antages at være gældende i de observerede 2011-data. Der er redegjort for beregningen af denne implicite skyggepris i Appendiks A. Herefter kan baseline scenariet simuleres ved at sætte denne implicite skyggepris lig 0 for alle bedriftstyper.

Der anvendes i beregningerne en jordrentedefinition på bedriftsniveau som indebærer at bedriftens overskud efter aflønning af alle produktionsfaktorer eksklusiv jord er fordelt ud på det areal, som indgår i bedriftens produktion (inklusive brak areal), herunder overskud fra husdyrproduktionen, som ikke nødvendigvis er tæt knyttet til arealets størrelse. Den beregnede jordrente udtrykker således det gennemsnitlige overskud pr. arealenhed.

ESMERALDA er en partiel ligevægtsmodel, og fortolkning af modellens resultater forudsætter således at baseline-situationen repræsenterer en ligevægtssituation. I modellens set-up indebærer det bl.a. at det marginale økonomiske netto-afkast pr ha til jord skal være ens i alle produktionsgrene, og at det marginale økonomiske afkast til kapitalapparatet (herunder til husdyr) svarer til det økonomiske afkast ved alternative investeringer.

En række forhold betinger imidlertid, at disse ligevægtsbetingelser ikke nødvendigvis er opfyldt i de observerede data. Dels er der datamæssige begrænsninger, fx at data generelt ikke beskriver marginale udbytter, omkostninger og afkast i de enkelte produktionsgrene (snarere gennemsnit af de pågældende variable), dels indgår der ikke-observerbare elementer i disse marginal-afkast (fx at en given afgrøde via sædskifte effekter indirekte kan bidrage positivt til afkastet i andre afgrøder, selv den selv har et begrænset direkte økonomisk afkast), og dels vil en del af disse data være ex post observationer (hvor konsekvenserne af bl.a. uforudsete prisforhold, husdyr sygdomme, variationer i vejrlig mv. er indlejret), hvorimod fx beslutninger om areal-allokering eller investeringer i husdyrproduktion bygger på ex ante forventninger.

Sådanne afvigelser fra ligevægts-marginal-afkast kan medføre en bias i beregningen af de økonomiske konsekvenser af scenarier, hvis disse scenarier indebærer ændringer i aktivitetsniveauerne. Hvis eksempelvis Afgrøde 2 iflg. data har et lavere observeret afkast end Afgrøde 1 (mens de to afgrøder i ligevægt har samme marginalafkast), så vil et reguleringstiltag som øger arealet med Afgrøde 2 på bekostning af Afgrøde 1 medføre en overvurdering af det samlede jordrente-tab som følge af reguleringen.

For at eliminere denne bias gennemføres en korrektion af de beregnede jordrente-effekter. Konkret trækkes leddet $(\sum_i \Delta \text{areal}_i \cdot (\text{afkast}_i^0 - \text{afkast}_{ref}^0) + \sum_h \Delta \text{husdyr}_h \cdot (\text{afkast}_h^0 - \text{afkast}_{ref}^0)) / \sum_i \text{areal}_i$ fra

³ Udover norm-reguleringen af landbrugets kvælstofanvendelse var der i 2011 også reguleringer i form af bl.a. krav til harmoni mellem husdyrhold og landbrugsareal, krav om efterafgrøder, mv. Det forudsættes i nærværende beregninger, at disse reguleringer videreføres, samt at de (fra en partiel betragtning) ikke har indflydelse på effekterne af ændret norm- eller afgiftsregulering af kvælstofforbrug og -udvaskning.

det beregnede nettoafkast til jord (bedriftens gennemsnitlige jordrente) i samtlige simulerede scenarier (inklusive baseline). Korrektionsleddet repræsenterer det bidrag, som en evt. "uligevægt" i afkast i de respektive produktionsgrene giver til den beregnede jordrente-ændring, når aktivitetsniveauet i de pågældende produktionsgrene ændres. Hvis eksempelvis det observerede afkast til jord for afgrøde *i* i udgangspunktet er højere end for referenceafgrøden, så ville en stigning i arealet med denne afgrøde på bekostning af referenceafgrøden alene på grund af denne uligevægt i arealafkast give en stigning i bedriftens samlede jordrente (hvilket ville være i strid med antagelsen om initial ligevægt i arealallokeringen). Det er dette bidrag til bedriftens samlede jordrenteændringer, som søges elimineret med denne korrektion.

Resultater

Tabel 7 beskriver udgangssituationen for en række af de væsentligste nøglevariable i baseline scenariet (2011-situationen, rensset for effekter af den daværende gødningsnorm-regulering). Det skal bemærkes, at tallene for N-tilførsel omfatter både kunstgødning og kvælstof i indkøbt foder, hvilket forklarer de relativt høje tal for især svine- og fjerkræbedrifter (411, 412 og 511).

Tabel 7. N-tilførsel, udvaskning og økonomiske nøgletal i baseline

Bedriftstype	N-tilførsel kg/ha	Dækn.bidr II kr/ha	Jordrente kr/ha	N-udvaskning kg/ha
111	131	3070	254	55
112	132	3540	1095	53
121	138	-198	-3455	54
122	151	2589	446	57
211	126	6703	3385	65
212	132	3165	987	60
221	129	23	-3791	59
222	138	1818	-321	60
311	139	10717	5378	69
312	149	16402	8335	89
411	376	15859	8587	112
412	390	14184	9073	93
511	374	42602	37383	88
611	125	100600	92003	82
711	133	1002	-2601	53

Effekter af reguleringsmodel: kombinationer af afgifter på kvælstoftilførsel og -udvaskning

Som nævnt er der gennemført modelberegninger for 4x6 kombinationer af satser vedrørende tilførsels- og udvaskningsafgift for kvælstof⁴. I det følgende præsenteres resultater for halvdelen af disse kombinationer,

⁴ For enkelte af beregningerne, navnlig vedrørende forholdsvis høje afgiftsniveauer for bedriftstyperne 312 og 411 (som er de to bedriftstyper med klart størst husdyrtæthed og dermed forsyning af husdyrgødnings-kvælstof pr

mens de resterende er rapporteret i et bilagsmateriale. Resultater af beregningerne er vist i Tabel 8-12, samt i Appendiks B, Tabel B.1-B.4.

Tabel 8 opsummerer beregningsresultaterne for så vidt angår den gennemsnitlige tilførsel af kvælstof pr hektar på de 15 bedriftstyper i de 12 afgifts-scenarier. To forhold tiltrækker sig opmærksomhed ved tabellen. For det første er effekterne af de betragtede afgifter på indsatsen af kvælstof relativt begrænsede for de to kategorier af svinebedrifter (411 og 412) – og i nogen grad også på kvæg- og fjerkræbedrifter. Det skyldes, at en forholdsvis lille del af disse bedrifters kvælstofbehov til afgrøderne – og også en relativt lille del af bedrifternes tilførsel af kvælstof udefra - dækkes af kunstgødning, mens langt hovedparten af det tilførte kvælstof til disse bedrifter har form af foder. Og som nævnt tidligere, er bedrifternes tilpasningsmuligheder for så vidt angår foder, relativt begrænsede i ESERALDA modellen. En anden bemærkelsesværdig observation i Tabel 8 er, at effekten af udvaskningsafgiften på kvælstoftilførslen bliver mindre, jo højere tilførselsafgift der anvendes. Forklaringen er, at en høj tilførselsafgift vil gøre en del afgrøder urentable (jf. Appendiks B), og dermed bliver potentialet for at påvirke kvælstofefterspørgslen gennem en udvaskningsafgift mindre.

Tabel 9 viser effekterne af de 12 afgiftskombinationer på kvælstofudvaskningen for de 15 bedriftstyper⁵. Mønsteret på tværs af bedriftstyper og afgiftskombinationer minder i nogen grad om mønsteret for kvælstoftilførslen. Dog er udvaskningsafgiftens effekt på udvaskning noget større for kvæg-, svine- og fjerkræbedrifterne end den var på kvælstoftilførslen, hvilket skyldes udvaskningsafgiftens indbyggede incitament i forhold til arealallokeringen.

hektar), har det været nødvendigt at foretage mindre justeringer af beregningsresultaterne for jordrenten. Disse justeringer er foretaget på grundlag af de tilsvarende resultater for lignende bedriftstyper.

⁵ Da modelberegningerne som følge af hjørneløsninger for nogle af bedriftstyperne (bl.a. i forhold til allokeringen af husdyrgødning indenfor bedriften) gav nogle lidt diskontinuerte forløb i den gennemsnitlige udvaskning ved ændringer i afgiftssatserne, og da resultaterne skal anvendes som støttepunkter for interpolationer i DØRS' videre analyser, er der foretaget en "udjævning" af modellens udvaskningsresultater ved hjælp af approksimerende potensfunktioner.

Tabel 8. Ændring i gennemsnitlig N-tilførsel pr ha

	udvaskningsafgift, kr pr. kg forventet udvaskning pr. ha											
	0	5	10	25	0	5	10	25	0	5	10	25
	tilførselsafgift, kg/kg											
	0	0	0	0	5	5	5	5	10	10	10	10
111	0%	-9%	-18%	-47%	-24%	-33%	-41%	-57%	-45%	-52%	-56%	-65%
112	0%	-8%	-18%	-47%	-25%	-33%	-42%	-57%	-46%	-53%	-57%	-66%
121	0%	-9%	-18%	-45%	-27%	-35%	-43%	-61%	-48%	-56%	-61%	-69%
122	0%	-8%	-18%	-45%	-25%	-34%	-42%	-57%	-47%	-54%	-58%	-66%
211	0%	-11%	-23%	-53%	-26%	-36%	-47%	-61%	-47%	-55%	-60%	-65%
212	0%	-10%	-20%	-46%	-23%	-32%	-41%	-53%	-42%	-49%	-53%	-60%
221	0%	-9%	-18%	-42%	-22%	-31%	-39%	-53%	-40%	-47%	-52%	-60%
222	0%	-10%	-20%	-47%	-26%	-35%	-44%	-59%	-47%	-55%	-58%	-68%
311	0%	-5%	-12%	-29%	-19%	-22%	-29%	-39%	-33%	-38%	-43%	-48%
312	0%	-1%	-5%	-15%	-21%	-16%	-27%	-29%	-29%	-31%	-34%	-36%
411	0%	-4%	-5%	-7%	-4%	-6%	-7%	-9%	-8%	-10%	-11%	-12%
412	0%	-6%	-11%	-16%	-9%	-15%	-18%	-19%	-18%	-20%	-22%	-23%
511	0%	-6%	-11%	-23%	-9%	-15%	-20%	-26%	-18%	-23%	-26%	-27%
611	0%	-8%	-24%	-51%	-25%	-31%	-43%	-63%	-37%	-48%	-56%	-64%
711	0%	-8%	-16%	-39%	-23%	-29%	-36%	-50%	-40%	-46%	-50%	-58%

Tabel 9. Ændring i N-udvaskning pr ha

	udvaskningsafgift, kr pr. kg forventet udvaskning pr. ha											
	0	5	10	25	0	5	10	25	0	5	10	25
	tilførselsafgift, kg/kg											
	0	0	0	0	5	5	5	5	10	10	10	10
111	0%	-13%	-24%	-54%	-17%	-33%	-42%	-65%	-36%	-46%	-52%	-66%
112	0%	-12%	-23%	-53%	-18%	-33%	-43%	-65%	-38%	-47%	-53%	-66%
121	0%	-13%	-24%	-54%	-18%	-31%	-40%	-64%	-37%	-48%	-55%	-70%
122	0%	-12%	-23%	-51%	-18%	-30%	-39%	-61%	-38%	-47%	-53%	-67%
211	0%	-16%	-28%	-59%	-15%	-33%	-42%	-61%	-32%	-45%	-52%	-70%
212	0%	-16%	-27%	-56%	-16%	-33%	-42%	-61%	-33%	-43%	-49%	-64%
221	0%	-15%	-26%	-54%	-15%	-32%	-41%	-60%	-31%	-44%	-50%	-64%
222	0%	-15%	-26%	-57%	-18%	-33%	-41%	-62%	-37%	-49%	-55%	-68%
311	0%	-11%	-19%	-39%	-8%	-17%	-24%	-41%	-15%	-25%	-31%	-45%
312	0%	-6%	-10%	-21%	-3%	-9%	-13%	-23%	-6%	-12%	-16%	-25%
411	0%	-8%	-12%	-18%	-1%	-8%	-10%	-13%	-1%	-8%	-10%	-13%
412	0%	-15%	-24%	-45%	-6%	-19%	-25%	-36%	-13%	-24%	-29%	-38%
511	0%	-13%	-23%	-49%	-8%	-23%	-31%	-48%	-19%	-32%	-38%	-49%
611	0%	-13%	-24%	-54%	-9%	-23%	-33%	-58%	-20%	-32%	-40%	-58%
711	0%	-12%	-22%	-51%	-17%	-29%	-37%	-59%	-32%	-42%	-49%	-63%

Tabel 10. Ændring i Dækningsbidrag II, kr/ha

	udvaskningsafgift, kr pr. kg forventet udvaskning pr. ha				tilførselsafgift, kg/kg							
	0	5	10	25	0	5	10	25	0	5	10	25
	0	0	0	0	5	5	5	5	10	10	10	10
111	0	-380	-693	-1169	-647	-924	-1123	-1420	-1040	-1210	-1338	-1567
112	0	-416	-781	-1412	-725	-1050	-1296	-1679	-1201	-1406	-1550	-1826
121	0	-81	-81	312	-40	0	109	490	201	345	455	627
122	0	-316	-560	-844	-550	-740	-864	-1040	-773	-868	-962	-1101
211	0	-514	-945	-1625	-648	-1056	-1352	-1817	-1025	-1358	-1544	-1996
212	0	-472	-849	-1439	-707	-1061	-1322	-1739	-1170	-1407	-1583	-1939
221	0	85	258	1022	101	315	585	1142	415	729	922	1160
222	0	-243	-395	-429	-333	-446	-468	-489	-384	-398	-450	-443
311	0	-404	-787	-1586	-957	-1456	-1707	-2267	-1667	-2036	-2266	-2788
312	0	-586	-1327	-2134	-1068	-2128	-2206	-3389	-2472	-2990	-3372	-4331
411	0	-243	-477	-1453	-3576	-3868	-4152	-5257	-6350	-6568	-6829	-7907
412	0	-447	-900	-1722	-2610	-2978	-3431	-4233	-4482	-4912	-5267	-6043
511	0	-384	-726	-1266	-1946	-2200	-2427	-2844	-3483	-3664	-3862	-4320
611	0	-248	-366	-530	-457	-705	-822	-987	-696	-813	-923	-1225
711	0	-211	-348	-399	-328	-484	-526	-523	-481	-502	-551	-567

Tabel 11. Ændring i jordrente, kr/ha

	udvaskningsafgift, kr pr kg forventet udvaskning pr. ha											
	0	5	10	25	0	5	10	25	0	5	10	25
	tilførselsafgift, kg/kg											
	0	0	0	0	5	5	5	5	10	10	10	10
111	0	-536	-1017	-1962	-848	-1298	-1667	-2265	-1473	-1799	-2015	-2434
112	0	-472	-903	-1720	-789	-1183	-1496	-2002	-1354	-1620	-1801	-2163
121	0	-796	-1499	-3039	-1213	-1884	-2470	-3514	-2186	-2746	-3137	-3802
122	0	-528	-1012	-1958	-937	-1373	-1738	-2329	-1602	-1918	-2132	-2542
211	0	-598	-1119	-2046	-736	-1243	-1638	-2235	-1222	-1653	-1882	-2411
212	0	-569	-1044	-1892	-799	-1254	-1617	-2178	-1365	-1687	-1913	-2364
221	0	-989	-1872	-3703	-1144	-1999	-2776	-4056	-2106	-2850	-3384	-4297
222	0	-619	-1139	-2081	-864	-1353	-1744	-2347	-1471	-1822	-2053	-2494
311	0	-419	-825	-1679	-952	-1334	-1655	-2394	-1671	-2161	-2277	-2810
312	0	-584	-992	-2400	-1317	-2265	-2578	-3828	-2987	-3491	-3956	-5011
411	0	-578	-1258	-2656	-3650	-4197	-4921	-6254	-6425	-7060	-7629	-8808
412	0	-443	-890	-1716	-2645	-3014	-3469	-4395	-4507	-4944	-5304	-6108
511	0	-556	-1069	-1941	-2102	-2552	-2952	-3539	-3833	-4194	-4568	-5029
611	0	-1003	-1815	-3497	-890	-1757	-2466	-3718	-1604	-2320	-3025	-3918
711	0	-609	-1137	-2208	-858	-1334	-1766	-2467	-1449	-1836	-2100	-2635

Tabel 12. Afgiftsprovener

	udvaskningsafgift, kr pr. kg forventet udvaskning pr. ha											
	0	5	10	25	0	5	10	25	0	5	10	25
	tilførselsafgift, kg/kg											
	0	0	0	0	5	5	5	5	10	10	10	10
111	0	276	474	656	496	659	744	851	723	794	867	981
112	0	272	467	642	498	652	729	846	709	774	837	953
121	0	273	472	690	508	666	752	810	716	768	798	870
122	0	291	502	724	564	725	809	938	793	854	923	1028
211	0	315	522	692	469	654	732	903	668	755	829	1072
212	0	301	507	686	506	691	781	972	765	867	958	1173
221	0	276	468	666	502	673	761	866	776	851	903	1032
222	0	295	500	707	510	678	757	875	728	796	871	928
311	0	295	523	910	563	806	956	1310	938	1101	1196	1590
312	0	338	634	1353	592	947	1158	1854	1060	1341	1574	2245
411	0	432	851	1977	1801	2199	2612	3833	3449	3812	4207	5400
412	0	387	669	1418	1771	2027	2214	3037	3189	3434	3658	4482
511	0	369	635	1064	1699	1919	2050	2471	3058	3175	3259	3813
611	0	346	589	836	473	739	869	1041	790	913	986	1262
711	0	252	435	643	515	677	765	887	801	871	947	1041

Tabel 10-11 viser afgiftsmodellernes beregnede konsekvenser for bedrifternes indtjening, opgjort som ændringer i henholdsvis Dækningsbidrag 2 (Produktionsværdi – variable omkostninger – omkostninger til arbejdskraft og maskiner/inventar) og Jordrente. En ren udvaskningsafgift har nogenlunde ensartede konsekvenser for jordrenten på de fleste af bedriftstyperne, med kvægbedrifter (311 og 312) som en undtagelse, fordi disse bedrifter har en betydelig andel af arealet som græs, der har en relativt lav normeret udvaskning. Til gengæld er der mere forskel mellem især husdyr- og plantebrug, for så vidt angår de økonomiske konsekvenser af tilførselsafgiften, hvor husdyrbedrifternes jordrente påvirkes mere end plantebedrifternes, i kraft af en relativt høj gennemsnitlig kvælstoftilførsel pr. hektar (især i form af foder). Det bemærkes i øvrigt, at marginaleffekten af de respektive afgifter aftager, jo højere den anden afgift er, hvilket hænger sammen med at en del afgrøder ikke vil blive dyrket og en større andel af arealet vil blive taget ud ved høje afgiftsniveauer. Tallene for effekter på Dækningsbidrag 2 i Tabel 10 viser mønstre, som nogenlunde ligner det for jordrenteeffekterne. Dog skal det bemærkes, at dækningsbidraget på enkelte bedriftstyper (121 og 221) stiger som konsekvens af afgiftsreguleringen, og at der på disse bedriftstyper sker en substitution af variable faktorer (som kunstgødning) med faste faktorer (som jord).

Tabel 12 viser det genererede afgiftsprovener i de respektive afgiftsmodeller. Provenuet af tilførselsafgiften er beregnet som den tilførte kvælstofmængde, multipliceret med tilførselsafgiftssatsen, mens provenuet af udvaskningsafgiften er beregnet ved at beregne den normerede udvaskning som summen af afgrødernes arealandele multipliceret med normeret udvaskning pr. ha, og efterfølgende multiplicere med afgiftssatsen på udvaskning.

Differencen mellem jordrentetab og afgiftsprovener giver et udtryk for det samfundsøkonomiske tab pr. hektar som følge af reguleringen, og dette tab er for alle bedriftstyper stigende med stigende afgiftssatser, for såvel kvælstof-tilførsel som –udvaskning. Ved beregning af forholdet mellem det samfundsøkonomiske tab pr. hektar og udvaskningsreduktion pr. hektar fås en indikator for omkostningerne pr. enhed udvaskningsreduktion. En a priori teoretisk forventning ville være, at denne omkostning pr. enhed vil være stigende med stigende udvaskningsreduktion – og dette er også generelt tilfældet for 11 af de 15 bedriftstyper, ligesom det også er tilfældet ved de resterende fire bedriftstyper (311, 312, 411 og 412), så længe der kun anvendes en af de to afgifter. Kombineres de to afgifter, opnås der imidlertid en tendens til en aftagende sammenhæng mellem omkostning pr. kg udvaskningsreduktion og udvaskningsreduktionens omfang. Denne umiddelbart kontraintuitive sammenhæng skyldes, at tilførselsafgiften i sig selv fører til en reduceret jordrente – og dermed at tabet af jordrente ved udtagning som følge af udvaskningsafgiften bliver mindre (og eventuelt negativt), hvilket er med til at reducere omkostningerne ved høje reguleringsniveauer. Denne mekanisme er principielt til stede både på plante- og husdyr-baserede bedrifter, men har en dominerende effekt på de specialiserede kvæg- og svinebedrifter.

Effekter af reguleringsmodel: kvote på kvælstoftilførsel

Som nævnt er der gennemført modelberegninger for 9 niveauer af norm-reduktioner for tilført kvælstofgødning, baseret på gødningsregnskaber for bedrifterne. Resultater af beregningerne er vist i Tabel 13-17, samt i Appendiks B, Tabel B.5-B.8.

Tabel 13 og 14 viser resultater vedrørende effekterne af kvotereduktionerne for henholdsvis kvælstoftilførsel (samlet tilførsel i kunstgødning og foder) og –udvaskning⁶ pr hektar for de 15 bedriftstyper. Resultaterne viser som forventet en aftagende marginal-effekt af kvotestramninger på såvel kvælstoftilførsel som –udvaskning for alle bedriftstyper. Tabellerne tyder også på, at normstramningerne har en forholdsvis beskedne effekt på de to kategorier af svinebedrifter, hvilket som ved den foregående reguleringsmodel hænger sammen med, at kunstgødning udgør en relativt lille del af disse bedrifters kvælstoftilførsel.

⁶ Som ved resultaterne for afgiftsreguleringen er der foretaget en udjævning af udvaskningsresultaterne over kvotestramninger ved hjælp af approksimerende potensfunktioner.

Tabel 13. Ændring i gennemsnitlig N-tilførsel pr ha

	Normreduktion, pct									
	0	2.5	5	7.5	10	15	20	30	40	50
111	0%	-4%	-8%	-12%	-17%	-26%	-36%	-50%	-56%	-65%
112	0%	-3%	-8%	-13%	-18%	-28%	-37%	-52%	-59%	-66%
121	0%	-5%	-10%	-16%	-21%	-32%	-43%	-59%	-67%	-73%
122	0%	-4%	-9%	-15%	-20%	-31%	-43%	-56%	-66%	-76%
211	0%	-4%	-9%	-14%	-18%	-29%	-38%	-53%	-58%	-63%
212	0%	-5%	-9%	-14%	-18%	-28%	-36%	-48%	-52%	-58%
221	0%	-3%	-7%	-11%	-15%	-23%	-31%	-46%	-51%	-56%
222	0%	-4%	-9%	-13%	-17%	-26%	-34%	-50%	-56%	-63%
311	0%	-3%	-8%	-12%	-16%	-24%	-31%	-43%	-48%	-56%
312	0%	-6%	-11%	-16%	-21%	-26%	-36%	-29%	-37%	
411	0%	-2%	-4%	-5%	-6%	-7%	-8%	-9%	-10%	-10%
412	0%	-3%	-5%	-7%	-9%	-12%	-13%	-19%	-20%	-21%
511	0%	-3%	-6%	-8%	-10%	-14%	-18%	-25%	-27%	-28%
611	0%	-4%	-8%	-12%	-16%	-24%	-31%	-48%	-51%	-53%
711	0%	-4%	-8%	-12%	-16%	-24%	-32%	-45%	-52%	-57%

Tabel 14. Ændring i N-udvaskning pr ha

	Normreduktion, pct									
	0	2.5	5	7.5	10	15	20	30	40	50
111	0%	-3%	-5%	-7%	-9%	-13%	-16%	-24%	-31%	-38%
112	0%	-5%	-9%	-13%	-16%	-22%	-28%	-38%	-48%	-57%
121	0%	-8%	-13%	-17%	-21%	-28%	-34%	-45%	-55%	-65%
122	0%	-6%	-11%	-15%	-19%	-26%	-33%	-46%	-58%	-69%
211	0%	-6%	-10%	-13%	-16%	-21%	-26%	-34%	-42%	-49%
212	0%	-6%	-10%	-14%	-17%	-23%	-28%	-37%	-45%	-52%
221	0%	-3%	-6%	-9%	-12%	-17%	-22%	-31%	-40%	-49%
222	0%	-4%	-7%	-10%	-13%	-18%	-24%	-35%	-45%	-55%
311	0%	-5%	-8%	-11%	-13%	-17%	-21%	-28%	-34%	-40%
312	0%	-5%	-7%	-10%	-12%	-16%	-19%	-26%	-32%	
411	0%	-2%	-3%	-4%	-5%	-7%	-8%	-11%	-14%	-17%
412	0%	-3%	-5%	-7%	-9%	-12%	-15%	-21%	-26%	-32%
511	0%	-4%	-6%	-9%	-11%	-15%	-19%	-27%	-34%	-40%
611	0%	-4%	-6%	-9%	-11%	-15%	-19%	-27%	-34%	-40%
711	0%	-5%	-8%	-11%	-14%	-20%	-25%	-34%	-43%	-52%

Tabel 15. Ændring i Dækningsbidrag II, kr/ha

	Normreduktion, pct									
	0	2.5	5	7.5	10	15	20	30	40	50
111	0	-95	-201	-301	-405	-561	-708	-900	-996	-1082
112	0	-102	-246	-368	-483	-707	-881	-1130	-1236	-1308
121	0	-20	-28	-17	9	127	299	639	816	1009
122	0	-91	-185	-266	-333	-430	-479	-502	-473	-351
211	0	-90	-213	-320	-422	-631	-741	-974	-1055	-1166
212	0	-114	-230	-329	-434	-626	-782	-1018	-1158	-1305
221	0	17	46	91	141	287	486	967	1024	1077
222	0	-50	-104	-142	-176	-208	-206	-124	-109	-67
311	0	-68	-242	-345	-547	-746	-918	-1108	-1351	-1597
312	0	-117	-209	-335	-460	-864	-884	-2621	-3325	
411	0	422	631	782	885	958	924	723	652	476
412	0	238	327	369	402	308	398	-186	-368	-416
511	0	112	194	210	223	215	210	-23	-147	-295
611	0	-33	-66	-94	-120	-162	-228	-163	-302	-456
711	0	-62	-114	-161	-206	-273	-293	-290	-325	-328

Tabel 16. Ændring i jordrente, kr/ha

	Normreduktion, pct									
	0	2.5	5	7.5	10	15	20	30	40	50
111	0	-115	-256	-396	-549	-799	-1067	-1426	-1579	-1772
112	0	-104	-261	-398	-531	-797	-1017	-1343	-1505	-1620
121	0	-207	-471	-711	-926	-1456	-1915	-2626	-2962	-3317
122	0	-135	-312	-481	-645	-959	-1276	-1604	-1887	-2079
211	0	-94	-232	-355	-478	-737	-900	-1235	-1546	-1508
212	0	-130	-263	-381	-509	-755	-975	-1281	-1464	-1659
221	0	-156	-344	-532	-704	-1107	-1522	-2321	-2443	-2709
222	0	-124	-271	-398	-539	-783	-1003	-1412	-1583	-1748
311	0	-46	-175	-227	-350	-509	-681	-1020	-1702	
312	0	-161	-303	-469	-682	-1148	-1485	-3067	-5698	
411	0	-52	-52	-116	-187	-451	-694	-1291	-1675	-1777
412	0	-9	-9	-51	-98	-274	-515	-959	-1281	-1463
511	0	-1231	-1827	-2411	-2997	-3847	-4224	-5255	-5957	-6673
611	0	-939	-2015	-2959	-3985	-5005	-6150	-8335	-9957	-10438
711	0	-110	-213	-329	-450	-702	-942	-1263	-1405	-1526

Tabel 15-16 viser afgiftsmodellernes beregnede konsekvenser for bedrifternes Dækningsbidrag 2 og Jordrente, målt som ændringer i kr/ha. Generelt viser tabellerne - ligeledes i overensstemmelse med a priori forventningerne - at jordrentetabet stiger med øget reguleringsintensitet, men også at det marginale jordrentetab er aftagende med graden af norm-reduktion. Eksempelvis er effekten af 10 pct. point norm-reduktion (fra 40 til 50 pct.) på jordrenten mindre end af en 5 pct. point reduktion fra 0 til 5 pct. for bedriftstype 111.

Det bemærkes, at jordrentetabet er relativt stort for bedriftstype 511 (fjerkræbedrifter) og 611 (pelsdyrbedrifter). Forklaringen herpå er, at disse to bedriftstyper i udgangspunktet har en relativt høj jordrente, hvoraf hovedparten kommer fra den animalske produktion på disse bedrifter – hvorfor jordrenten på disse bedriftstyper også er relativt følsom overfor ændringer i den animalske produktion. Kvotereguleringen indebærer en reduktion i denne animalske produktion, som derved slår forholdsvis hårdt igennem på jordrenten.

Diskussion

Dette notat redegør for en række beregninger vedrørende to alternative reguleringsmodeller til at regulere udledningen af kvælstof fra landbruget. Det er her på sin plads at nævne nogle af de usikkerheder, som knytter sig til beregningerne, dels omkring selve beregningsmodellen ESMERALDA, og dels omkring modelleringen af de to typer regulering.

For så vidt angår ESMERALDA, så bygger modellen på en række forudsætninger og parametre. I modellen er der antaget en separabilitet mellem de forskellige produktionsgrene, samt eksplicite sammenhænge mellem produktionsgrenene, fx at forskellige afgrøder på bedriften konkurrerer om det samme areal, at husdyrgødning fra bedriftens husdyrproduktion indgår i gødningsforsyningen til bedriftens afgrøder osv. En række indbyrdes sammenhænge mellem de forskellige produktionsgrene er imidlertid ikke modelleret eksplicit. Det gælder eksempelvis forfrugtsvirkninger i bedrifternes sædskifte, hensyn til udnyttelse af arbejds- og maskinkapacitet på tværs af produktionsgrene, mv. Sådanne sammenhænge kan have betydning for, hvorvidt og hvorledes bedrifterne tilpasser produktionen til ændrede reguleringsmæssige forhold.

Det forudsættes også i modellen, at de respektive bedriftstypers grad af selvforsyning med husdyrgødning og grovfoder er upåvirket af ændrede rammevilkår - der er således ikke taget hensyn til evt. mulighed for ændret handel med disse typer varer mellem bedrifterne, ligesom der ikke er taget hensyn til muligheder for at handle med eller forpagte landbrugsareal og dermed tilpasse bedriftens samlede rådighedsareal. Disse strukturelle antagelser kan isoleret set betyde, at især husdyrbedrifternes tilpasningsmuligheder er undervurderede, og dermed at bl.a. jordrente-tabet er overvurderet. Det kan bl.a. bidrage til de relativt store jordrentetab for fjerkræ- og pelsdyrbedrifter i kvotereguleringen, jf. ovenfor. Ved reguleringsmodel 1 har det som nævnt været nødvendigt at korrigere nogle af jordrente-resultaterne for de bedriftstyper, som har den højeste selvforsyning med husdyrgødning – implikationen af disse korrektioner kan tolkes som en hensyntagen til en vis mulighed for handel med husdyrgødning, uden at denne handel dog er inddraget eksplicit i beregningerne.

ESMERALDA's adfærdsbeskrivelse bygger på en række parametre, hvoraf en del er estimeret økonometrisk, mens andre er hentet fra statistisk modellering baseret på markforsøg. Der knytter sig naturligvis en

statistisk usikkerhed til estimationen af sådanne parametre, og denne usikkerhed vil også afspejles i modellens resultater.

Hertil kommer de usikkerheder, som knytter sig til modelleringen af de konkrete reguleringsvirkemidler. Eksempelvis er effekterne af kvote-regulerings modellen approksimeret ved hjælp af skygge-afgifter på kvælstof, som ud fra en teoretisk betragtning giver samme effekter som de kvoter, de skal approksimere, men som i praksis kan føre til anderledes resultater, hvis virkemidlernes effekter eksempelvis influeres af markedsimperfectioner ud over den kvælstof-eksternalitet som reguleringen primært retter sig imod.

Appendiks A. Kalibrering af skyggeafgift på kvælstofgødning i 2011

Landmænd måtte gøde med en N-norm svarende til andelen α af det økonomisk optimale i de forskellige afgrøder. Der måtte således anvendes kunstgødning i et omfang svarende til

$\sum_i \alpha \cdot z_i \cdot N_i^{opt} - \sum_h \theta \cdot z_h \cdot N_h$, hvor N_i^{opt} er den økonomisk optimale kvælstoftildeling pr. hektar i afgrøde i , z_i er antallet af hektar med afgrøde i , z_h er antal husdyr i husdyrsektor h , N_h er normtallet for kvælstof i husdyrgødning i husdyrsektor h , og θ er den normerede udnyttelsesgrad for kvælstof i husdyrgødning.

Effekten af denne normregulering er ækvivalent til effekten af en skyggeafgift på kvælstof i kunstgødning som resulterer i den samme samlede mængde kvælstof i kunstgødning som normerne.

Antages en kvadratisk partiel udbyttefunktion for afgrøde i

$$y_i = \beta_{i0} + \beta_{i1} \cdot N_i + \beta_{i2} \cdot N_i^2$$

kan den økonomisk optimale kvælstofindsats pr. ha udledes af førsteordensbetingelsen

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial N_i} = p_i \cdot (\beta_{i1} + 2 \cdot \beta_{i2} \cdot N_i^{opt}) - w = 0 \Rightarrow$$

$$N_i^{opt} = \frac{w/p_i - \beta_{i1}}{2 \cdot \beta_{i2}}$$

Tilsvarende kan kvælstofindsatsen i den norm-regulerede situation også udtrykkes som en "optimal" indsats ved kvælstof-skyggeprisen \hat{w} hvor λ kan fortolkes som en skyggeafgift på N-gødning), dvs.

$$\hat{N}_i^{opt} = \frac{\hat{w}/p_i - \beta_{i1}}{2 \cdot \beta_{i2}} = \frac{(w + \lambda)/p_i - \beta_{i1}}{2 \cdot \beta_{i2}}$$

På bedriftsniveau kan den økonomisk optimale indsats af kvælstof fra kunstgødning nu opgøres

$$N^{opt} = \sum_i z_i \cdot N_i^{opt} - \sum_h \theta \cdot z_h \cdot N_h = \sum_i z_i \cdot \frac{w/p_i - \beta_{i1}}{2 \cdot \beta_{i2}} - \sum_h \theta \cdot z_h \cdot N_h$$

Mens bedriftens faktiske indsats af kvælstof fra kunstgødning kan skrives

$$\hat{N} = \sum_i z_i \cdot \hat{N}_i^{opt} - \sum_h \theta \cdot z_h \cdot N_h = \sum_i z_i \cdot \frac{(w + \lambda)/p_i - \beta_{i1}}{2 \cdot \beta_{i2}} - \sum_h \theta \cdot z_h \cdot N_h$$

Subtraktion af den faktiske indsats fra den optimale giver

$$\begin{aligned} N^{opt} - \hat{N} &= \\ &= \left(\sum_i z_i \cdot \frac{w/p_i - \beta_{i1}}{2 \cdot \beta_{i2}} - \sum_h \theta \cdot z_h \cdot N_h \right) - \left(\sum_i z_i \cdot \frac{(w + \lambda)/p_i - \beta_{i1}}{2 \cdot \beta_{i2}} - \sum_h \theta \cdot z_h \cdot N_h \right) = \\ &= \sum_i z_i \cdot \frac{w/p_i - \beta_{i1}}{2 \cdot \beta_{i2}} - \sum_i z_i \cdot \frac{(w + \lambda)/p_i - \beta_{i1}}{2 \cdot \beta_{i2}} = \\ &= \sum_i z_i \cdot \left(\frac{w/p_i - \beta_{i1}}{2 \cdot \beta_{i2}} - \frac{(w + \lambda)/p_i - \beta_{i1}}{2 \cdot \beta_{i2}} \right) = \\ &= \sum_i z_i \cdot \left(\frac{w/p_i - (w + \lambda)/p_i}{2 \cdot \beta_{i2}} \right) = \\ &= \sum_i z_i \cdot \left(\frac{-\lambda/p_i}{2 \cdot \beta_{i2}} \right) = \\ &= \lambda \cdot \sum_i z_i \cdot \left(\frac{-1/p_i}{2 \cdot \beta_{i2}} \right) \end{aligned}$$

Løses denne ligning med hensyn til skyggeafgiften λ fås

$$\lambda = \frac{N^{opt} - \hat{N}}{\sum_i z_i \cdot \left(\frac{-1/p_i}{2 \cdot \beta_{i2}} \right)}$$

Eller relativt til markedsprisen på kvælstofgødning

$$\frac{\lambda}{w} = \frac{N^{opt} - \hat{N}}{\sum_i z_i \cdot \left(\frac{-w/p_i}{2 \cdot \beta_{i2}} \right)}$$

Da parameteren $\beta_{i2} < 0$ vil skyggeprisen være positiv, hvis normen ligger under det økonomisk optimale – og jo større forskel mellem det økonomisk optimale og normen, jo større skyggepris, såvel absolut som relativt. Nævneren i udtrykket afspejler formen på bedriftens udbyttefunktioner, som vægtes med afgrødesammensætningen på bedriften. Jo højere udbytteelasticitet, jo mindre er den numeriske værdi af β_{i2} , jo større bliver nævneren, og jo mindre bliver skyggeafgiften.

For at kunne beregne skyggeafgiften er der behov for kendskab til parametrene i udbyttefunktionerne for de forskellige afgrøder på henholdsvis ler- og sandjord.

Disse parametre beregnes med udgangspunkt i kvadratiske udbyttefunktioner estimeret af Jens Erik Ørum i anden sammenhæng. Disse udbyttefunktioner har formen

$$\frac{y_i}{y_i^0} = 2 \cdot \left(\frac{\psi_i + N_i}{N_i^0} \right) - \left(\frac{\psi_i + N_i}{N_i^0} \right)^2$$

hvor parametrene (N_i^0, y_i^0) repræsenterer henholdsvis kvælstoftildeling og udbytt niveau i "toppunktet" på den parabel, som beskriver produktionsfunktionen og ψ er en parameter som beskriver krumningen på parabelen i det økonomisk relevante område af produktionsfunktionen.

Denne form på produktionsfunktionen kan omformuleres til

$$\begin{aligned} y_i &= y_i^0 \cdot \left\{ 2 \cdot \left(\frac{\psi_i + N_i}{N_i^0} \right) - \left(\frac{\psi_i + N_i}{N_i^0} \right)^2 \right\} = \\ & y_i^0 \cdot 2 \cdot \left(\frac{\psi_i + N_i}{N_i^0} \right) - y_i^0 \cdot \left(\frac{\psi_i + N_i}{N_i^0} \right)^2 = \\ & \frac{2 \cdot y_i^0 \cdot \psi_i}{N_i^0} + \frac{y_i^0 \cdot 2 \cdot N_i}{N_i^0} - y_i^0 \cdot \left(\left(\frac{\psi_i}{N_i^0} \right)^2 + \left(\frac{N_i}{N_i^0} \right)^2 + 2 \cdot \frac{\psi_i \cdot N_i}{(N_i^0)^2} \right) = \\ & \left(\frac{2 \cdot N_i^0 - \psi_i}{(N_i^0)^2} \right) \cdot \psi_i \cdot y_i^0 + 2 \cdot y_i^0 \cdot \left(\frac{N_i^0 - \psi_i}{(N_i^0)^2} \right) \cdot N_i - \frac{y_i^0}{(N_i^0)^2} \cdot N_i^2 \end{aligned}$$

Dette indebærer at parametrene i Ørum's udbyttefunktioner kan omregnes til parametre i ovenstående udbyttefunktion efter følgende formler

$$\beta_i^0 = \left(\frac{2 \cdot N_i^0 - \psi_i}{(N_i^0)^2} \right) \cdot \psi_i \cdot y_i^0$$

$$\beta_i^1 = 2 \cdot y_i^0 \cdot \left(\frac{N_i^0 - \psi_i}{(N_i^0)^2} \right)$$

$$\beta_i^2 = -\frac{y_i^0}{(N_i^0)^2}$$

Hvoraf sidstnævnte er central i beregningen af skyggeafgiften.

Appendix B. Resultater for regulerings effekter på bedriftenes arealanvendelse

Tabel B.1. Kornes andel af det dyrkede areal ved alternative afgiftsreguleringer

	udvaskningsafgift, kr pr. kg forventet udvaskning pr. ha															
	0				5				10				25			
	tilførselsafgift, kg/kg															
	0	0	0	0	5	5	5	5	10	10	10	10				
111	68%	58%	48%	21%	54%	43%	33%	16%	38%	29%	24%	13%				
112	68%	59%	49%	22%	53%	43%	33%	17%	37%	28%	23%	13%				
121	73%	64%	55%	32%	59%	51%	42%	24%	46%	37%	31%	20%				
122	78%	69%	59%	33%	64%	54%	44%	27%	47%	38%	33%	23%				
211	61%	50%	38%	11%	48%	36%	24%	9%	34%	22%	16%	7%				
212	60%	48%	37%	10%	45%	34%	23%	8%	30%	21%	15%	6%				
221	64%	54%	44%	21%	52%	43%	33%	17%	41%	31%	24%	14%				
222	74%	63%	53%	28%	60%	49%	39%	23%	45%	35%	30%	18%				
311	44%	37%	28%	9%	37%	29%	21%	8%	30%	22%	14%	7%				
312	22%	19%	15%	6%	20%	17%	13%	5%	19%	15%	11%	5%				
411	80%	68%	67%	46%	79%	69%	68%	66%	78%	69%	68%	66%				
412	80%	67%	54%	42%	73%	60%	47%	44%	66%	53%	45%	44%				
511	82%	69%	57%	31%	73%	59%	47%	33%	62%	49%	37%	33%				
611	82%	69%	56%	24%	73%	59%	46%	22%	62%	49%	36%	23%				
711	64%	55%	46%	24%	52%	43%	35%	19%	40%	31%	27%	16%				

Tabel B.2. Græs' andel af det dyrkede areal ved alternative afgiftsreguleringer

	udvaskningsafgift, kr pr. kg forventet udvaskning pr. ha				tilførselsafgift, kg/kg							
	0	5	10	25	0	5	10	25	0	5	10	25
	0	0	0	0	5	5	5	5	10	10	10	10
111	1%	2%	2%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
112	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
121	7%	7%	7%	8%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%
122	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	3%	3%	4%
211	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
212	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
221	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%
222	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%
311	37%	37%	37%	37%	36%	36%	36%	36%	36%	35%	35%	36%
312	39%	39%	39%	39%	39%	38%	38%	38%	37%	37%	37%	37%
411	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
412	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
511	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
611	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%
711	22%	22%	22%	22%	21%	22%	22%	22%	21%	21%	21%	22%

Tabel B.3. Braks andel af det dyrkede areal ved alternative afgiftsreguleringer

	udvaskningsafgift, kr pr. kg forventet udvaskning pr. ha											
	0	5	10	25	0	5	10	25	0	5	10	25
	tilførselsafgift, kg/kg											
	0	0	0	0	5	5	5	5	10	10	10	10
111	0%	11%	22%	53%	16%	28%	39%	58%	33%	44%	49%	61%
112	0%	10%	21%	52%	16%	28%	39%	57%	35%	44%	50%	60%
121	3%	14%	25%	53%	20%	31%	42%	62%	38%	49%	56%	68%
122	0%	10%	22%	53%	18%	30%	41%	60%	38%	48%	54%	65%
211	0%	13%	28%	60%	16%	30%	44%	62%	33%	47%	54%	63%
212	2%	15%	28%	59%	18%	31%	43%	60%	34%	44%	51%	61%
221	2%	14%	25%	51%	16%	28%	39%	57%	31%	42%	49%	60%
222	1%	13%	25%	54%	19%	31%	43%	60%	37%	47%	53%	66%
311	0%	8%	16%	37%	8%	16%	25%	38%	15%	24%	32%	40%
312	0%	5%	10%	21%	3%	9%	13%	23%	7%	12%	17%	24%
411	3%	17%	18%	1%	5%	16%	17%	19%	6%	16%	17%	19%
412	2%	17%	31%	44%	9%	25%	39%	42%	18%	33%	41%	42%
511	1%	16%	29%	58%	12%	27%	41%	57%	25%	39%	52%	56%
611	4%	18%	31%	65%	14%	28%	42%	67%	26%	39%	53%	66%
711	5%	15%	25%	49%	20%	29%	38%	54%	33%	43%	47%	58%

Tabel B.4. Antal dyreenheder pr. hektar ved alternative afgiftsreguleringer

	udvaskningsafgift, kr pr. kg forventet udvaskning pr. ha											
	0	5	10	25	0	5	10	25	0	5	10	25
	tilførselsafgift, kg/kg											
	0	0	0	0	5	5	5	5	10	10	10	10
111	0.21	0.21	0.21	0.20	0.22	0.21	0.21	0.21	0.22	0.21	0.21	0.20
112	0.13	0.12	0.12	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12
121	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
122	0.29	0.28	0.27	0.27	0.29	0.28	0.28	0.27	0.29	0.28	0.28	0.27
211	0.23	0.22	0.22	0.21	0.23	0.22	0.22	0.22	0.23	0.22	0.22	0.22
212	0.27	0.26	0.26	0.25	0.27	0.27	0.26	0.26	0.27	0.26	0.26	0.26
221	0.22	0.22	0.22	0.21	0.23	0.22	0.22	0.21	0.23	0.22	0.22	0.21
222	0.18	0.17	0.17	0.17	0.18	0.17	0.17	0.17	0.18	0.17	0.17	0.17
311	1.06	1.04	1.02	0.98	1.04	1.03	1.01	0.97	1.04	1.02	1.00	0.96
312	2.41	2.34	2.28	2.17	2.38	2.27	2.23	2.11	2.25	2.19	2.15	2.04
411	8.18	7.92	7.82	7.56	8.29	8.04	7.96	7.78	8.21	7.98	7.90	7.72
412	5.37	5.20	5.14	4.97	5.42	5.29	5.24	5.12	5.39	5.24	5.19	5.09
511	2.17	2.11	2.07	2.00	2.20	2.14	2.10	2.03	2.21	2.15	2.12	2.05
611	0.72	0.72	0.71	0.69	0.72	0.72	0.71	0.69	0.73	0.72	0.71	0.69
711	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13	0.14	0.14	0.13	0.14	0.14	0.14	0.13

Tabel B.5. Kornes andel af det dyrkede areal ved alternative kvotereguleringer

	Normreduktion, pct.									
	0	2.5	5	7.5	10	15	20	30	40	50
111	68%	66%	64%	61%	57%	51%	43%	32%	28%	21%
112	68%	67%	63%	60%	57%	50%	43%	31%	26%	21%
121	73%	71%	68%	65%	62%	55%	47%	36%	29%	24%
122	78%	77%	73%	70%	66%	58%	49%	39%	31%	21%
211	61%	60%	57%	55%	52%	45%	38%	26%	23%	19%
212	60%	57%	54%	51%	48%	41%	33%	24%	21%	15%
221	64%	62%	60%	58%	56%	51%	45%	33%	30%	27%
222	74%	72%	70%	67%	64%	58%	52%	40%	36%	30%
311	44%	43%	41%	39%	37%	32%	26%	19%	16%	11%
312	22%	22%	21%	21%	20%	18%	15%	10%	9%	
411	80%	80%	80%	79%	78%	75%	72%	63%	63%	64%
412	80%	79%	77%	75%	73%	68%	71%	49%	44%	44%
511	82%	81%	78%	76%	74%	68%	62%	45%	39%	34%
611	82%	81%	79%	77%	75%	70%	64%	51%	43%	40%
711	64%	62%	60%	57%	55%	49%	43%	34%	29%	25%

Tabel B.6. Græs' andel af det dyrkede areal ved alternative kvotereguleringer

	Normreduktion, pct.									
	0	2.5	5	7.5	10	15	20	30	40	50
111	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
112	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
121	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%
122	4%	4%	4%	4%	4%	4%	3%	3%	3%	3%
211	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
212	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
221	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%	17%	17%
222	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%
311	37%	37%	37%	36%	36%	36%	35%	35%	34%	33%
312	39%	39%	39%	38%	38%	37%	36%	33%	31%	
411	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
412	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
511	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
611	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	6%
711	22%	22%	22%	22%	22%	22%	21%	21%	21%	21%

Tabel B.7. Braks andel af det dyrkede areal ved alternative kvotereguleringer

	Normreduktion, pct									
	0	2.5	5	7.5	10	15	20	30	40	50
111	0%	2%	5%	8%	12%	19%	28%	40%	45%	52%
112	0%	1%	5%	8%	12%	20%	29%	41%	47%	53%
121	3%	6%	9%	13%	17%	27%	36%	52%	59%	65%
122	0%	2%	6%	10%	15%	25%	36%	49%	58%	71%
211	0%	2%	5%	8%	12%	20%	29%	43%	46%	51%
212	2%	4%	8%	11%	15%	23%	31%	41%	45%	52%
221	2%	4%	7%	10%	12%	19%	26%	41%	44%	48%
222	1%	4%	7%	10%	13%	20%	28%	43%	48%	54%
311	0%	1%	3%	5%	8%	14%	20%	28%	31%	37%
312	0%	1%	2%	4%	5%	9%	13%	23%	27%	
411	3%	4%	4%	5%	6%	9%	13%	23%	24%	24%
412	2%	3%	5%	7%	10%	15%	13%	38%	45%	45%
511	1%	3%	6%	8%	11%	18%	25%	44%	51%	58%
611	4%	5%	7%	9%	12%	17%	23%	38%	46%	50%
711	5%	8%	10%	13%	16%	22%	30%	40%	45%	50%

Tabel B.8. Antal dyreenheder pr. hektar ved alternative kvotereguleringer

	Normreduktion, pct								
	2.5	5	7.5	10	15	20	30	40	50
111	0.21	0.21	0.20	0.20	0.20	0.20	0.19	0.19	0.19
112	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.11
121	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
122	0.28	0.27	0.27	0.27	0.26	0.26	0.26	0.25	0.25
211	0.22	0.22	0.22	0.22	0.21	0.21	0.21	0.20	0.20
212	0.26	0.26	0.26	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.24
221	0.22	0.22	0.22	0.21	0.21	0.21	0.20	0.20	0.20
222	0.17	0.17	0.17	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
311	1.03	1.01	0.99	0.97	0.94	0.92	0.88	0.85	0.83
312	2.32	2.26	2.19	2.14	2.04	1.96	1.78	1.66	
411	7.94	7.84	7.74	7.66	7.53	7.47	7.34	7.21	7.18
412	5.21	5.13	5.07	5.01	4.95	4.92	4.84	4.77	4.71
511	2.11	2.07	2.05	2.02	1.98	1.96	1.93	1.92	1.90
611	0.72	0.71	0.70	0.70	0.69	0.68	0.67	0.66	0.66
711	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12