

Beregninger vedrørende kombinationer af klima-belastningsafgift og udvaskningsafgift i dansk landbrug

Nærværende notat beskriver resultater fra ESERALDA-beregninger til brug for De Miljøøkonomiske Råds (DØR's) rapport-kapitel om klimaregulering.

Ideen i DØR's oplæg er at undersøge omkostningerne ved forskellige kombinationer af to afgiftsinstrumenter i forhold til landbrugets klimabelastning og kvælstofudvaskning:

- en afgift på beregnet klimabelastning fra de enkelte produktionsaktiviteter (afgrødearealer, dyr) og forbruget af kunstgødnings-kvælstof, afhængig af aktiviteterens emissioner af metan (CH₄) og lattergas (N₂O), samt
- en afgift på normeret kvælstof-udvaskning fra rodzonen fra de forskellige afgrøder.

Det er hensigten at se på en regional differentiering af kvælstof-reguleringen, hvor der er konkrete målsætninger for kvælstofudledningen i et antal vandoplande, i kombination med en national regulering af drivhusgasudledningen.

Nærværende ESERALDA beregninger har til formål at belyse effekterne af de to typer afgifter (hver for sig og i kombination) på hhv. omkostninger og emissionseffekt for en række forskellige konfigurationer af afgifterne på forskellige typer landbrug. Resultaterne af ESERALDA beregningerne indgår som "byggeklodser" i DØR's videre analyser af omkostninger og effekter i de valgte geografiske områder.

Afgiftsmodellen i relation til normeret kvælstof-udvaskning svarer til den afgiftsmodel som er anvendt i en tidligere analyse for DØR (Jensen, 2017), dog uden afgift på tilførsel af kvælstof til bedrifterne.

For så vidt angår afgiftsmodellen for klimabelastning, så tager beregningerne principielt højde for tre kilder til CO₂-ækvivalent- (CO₂e) udledninger – i form af henholdsvis metan CH₄ og lattergas N₂O - nemlig

1) Husdyrenes fordøjelse

2) Håndteringen af husdyrgødning

3) Dyrkning af afgrøder, hvor de tre vigtigste kilder til lattergasemission er:

3a) N-tilførsel (hvor effekterne kan være forskellige for hhv. husdyr- og kunstgødningskvælstof)

3b) N-udvaskning (som også er forskellig for husdyr-N og kunst-N)

3c) Afgrøderester (som kan være forskellige for forskellige typer afgrøder)

De to første kilder er i nedenstående beregninger repræsenteret ved at lægge en afgift på husdyrene, hvor dyrespecifikke afgiftssatser afspejler forskelle i emissionskoefficienter på tværs af dyrearterne. For kilderne 3a) og 3b) bemærkes det, at de kun afhænger af afgrødevalget i det omfang, at forskellige afgrøder tilføres forskellige mængder N. For at tage hensyn til effekterne under 3a) og 3b) i beregningerne er der derfor

indregnet en afgift på gødningstilførsel til afgrøderne, hvorved der tages hensyn til producenterens økonomiske incitamenter til at reducere deres afgiftsbetaling ved at reducere N-tilførslen. Afgiften er i beregningerne implementeret som en afgift på dyr (der afspejler tilførsel af husdyr-N) og en afgift på kunstgødnings-N. Effekt 3c) er derimod modelleret ved hjælp af en afgrødespecifik dyrkningsafgift.

Konkret er reguleringsscenarierne i ESERALDA-beregningerne modelleret ved hjælp af følgende tre elementer:

1. **Afgift på dyr.** Afgiften dækker emissioner forbundet med 1) fordøjelse, 2) gødningshåndtering og en del af 3a) og 3b), nemlig den beregnede udledning af CO₂-ækvivalenter (især metan) fra husdyrgødningen under en antagelse om, at denne anvendes på marken. Den er derfor differentieret mellem dyreenheder, efter deres emissionskoefficienter for fordøjelse og gødningshåndtering. Beregningerne er baseret på emissionskoefficienter leveret til projektet fra AU-DCE. Afgiften på dyr antages også at opfange effekterne 3a) og 3b) for så vidt angår den del af lattergasemissionerne der er forårsaget af kvælstof-tilførsel og -udvaskning fra husdyrgødning. Det skal dog anføres, at beregningerne ikke tager højde for landmændenes evt. muligheder for at reducere metan-udledningen gennem ændret fodersammensætning til kvæg, eller lattergasemissionen gennem ændret gødningshåndtering mv. Der regnes således heller ikke med, at landmændene kan få nedslag i afgiften ved at gennemføre sådanne foranstaltninger.
2. **Afgift på kvælstof i kunstgødning.** Dækker N₂O-emissioner forbundet med anvendelse af kunstgødning (3a). Afgiftssatsen er ens pr. kg kunstgødnings-N for alle bedrifter og beregnes som 0.016·298·CO₂e-afgiftssatsen, hvor 298 er omregningsfaktoren for N₂O til CO₂e (EPA, 2015), og faktoren 0.016 angiver mængden af N₂O-emission som andel af det tildelte kvælstof (AU-DCE, 2017).
3. **Afgrødespecifik dyrkningsafgift.** Denne afgift dækker 3c og 3b, som er afgrødespecifikke. Der findes afgrødespecifikke emissionskoefficienter for 3c, som kan benyttes (vi antager at disse koefficienter er konstante og afspejler driftsøkonomisk optimal gødskning) og 3b beregnes med en koefficient pr. udvasket kg N, hvilket også varierer med afgrøder. Emissionskoefficienterne for lattergas-emissioner fra afgrødearealer er leveret til projektet af AU-DCE (AU-DCE, 2017).

Forholdet mellem de tre typer af afgifter holdes konstant, da de gerne skulle afspejle det samme niveau af afgifter pr. udledt kg CO₂e i hele landet. Det skal dog bemærkes, at den del af N₂O-emissionen som skyldes N-udvaskning kan variere geografisk – dette lattergas-bidrag er dog ikke medtaget i beregningerne. Med hensyn til afgiften på kvælstof i kunstgødning har landmændene i princippet mulighed for at reducere afgiftsbetalingen, hvis de vælger at gødske med kvælstofgødning tilsat nitrifikationshæmmere (som hæmmer omdannelsen af kvælstofgødning til N₂O med 40 pct.). Analyser af Dubgaard (2017) viser dog, at tilsætning af nitrifikationshæmmere til kunstgødning er en relativt dyr metode til reduktion af landbrugets emission af CO₂-ækvivalenter (en samfundsøkonomisk skyggepris på 2.571 kr/t CO₂e uden indregning af sideeffekter, og ned til 1.003 kr/t CO₂e, hvis sideeffekter - i form af reduceret udvaskning indregnes med en høj værdisætning). Da variationsrummet for CO₂e-afgifter i nærværende beregninger går op til 1000 kr/ton CO₂e, er der derfor i beregningerne set bort fra denne mulighed for at undgå afgiftsbetaling gennem substitution mellem forskellige typer kunstgødningskvælstof.

De nedenstående beregninger tager ikke hensyn til effekter af afgifterne på bindingen af kulstof i jorden og den resulterende langsigtede opbygning af kulstofpuljer, som har betydning for drivhusgas-belastningen. Binding af kulstof i sådanne puljer afhænger af tilførslen af organisk materiale til jorden (fx i form af

husdyrgødning eller planterester) og jordbehandling, og vil således kunne påvirkes gennem afgifternes effekter på bl.a. afgrødevalg og husdyrintensitet (Christensen, 2008).

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 bedriftens 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 salgsafgrøder, 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 til nærværende opgave anvendt opdelingen af landbrugsbedrifter vist i Tabel 1. Denne opdeling forventes at afspejle variationen mellem forskellige bedriftstyper i forhold til CO₂e- og kvælstofregulering.

Tabel 1. Bedriftstyper

Type kode	Bedriftsgrupper	Definition
111	Plante, korn, ler	
112	Plante, specialafgrøder, ler	
211	Plante, korn, sand	
212	Plante, specialafgrøder, sand	
311	Malkekvæg	< 1,4 DE/ha
312	Malkekvæg	> 1,4 DE/ha
313	Kødkvæg	
411	Svin	< 1,4 DE/ha
412	Svin	> 1,4 DE/ha
511	Fjerkræ	
611	Pelsdyr	
711	Øvrige heltidsbedrifter	
811	Deltid, plante, ler	< 0,5 DE/ha
812	Deltid, plante, sand	< 0,5 DE/ha
813	Deltid, dyr	> 0,5 DE/ha

DE: Dyreenhed

Tabel 2 viser en række baseline-nøgletal for de 15 bedriftstyper i 2015. "Jordafkast" angiver det gennemsnitlige netto-overskud pr. hektar på de respektive bedriftstyper, og som sådan det overskud der er til rådighed til aflønning af landbrugsjorden.

Tabel 2. Nøgletal, baseline

	Antal bedrifter	Gns. Areal ha	Kunst-N tildeling kg/ha	Husdyr-		Dækn.bidr II kr/ha	Jordafkast kr/ha	N- udvaskning kg/ha	CH4 kg/ha	N2O kg/ha	NH3 kg/ha
				N tildeling kg/ha	N Dækn.bidr kr/ha						
111	3234	96.2	104	9	-29	-2554	57	8	2.7	4	
112	1212	214.9	115	4	3351	1264	56	4	2.9	3	
211	4279	81.1	79	10	-612	-2818	51	10	2.2	4	
212	780	204.4	124	6	3666	1406	61	5	2.9	4	
311	1875	84.6	29	111	1397	-2021	54	145	4.4	22	
312	2509	154.2	5	219	-1311	-6410	68	295	7.0	44	
313	150	115.8	36	176	5947	1323	77	134	4.4	20	
411	1244	176.5	45	114	-1455	-5611	78	89	5.3	39	
412	1539	131.4	3	421	-22098	-32884	190	325	14.9	138	
511	276	133.4	51	110	-27407	-31914	69	20	5.7	61	
611	1163	68.0	43	129	-22394	-30570	67	24	6.0	87	
711	1533	52.9	30	147	-7662	-12800	68	133	5.6	42	
811	4261	27.9	98	3	1257	-923	57	3	2.4	3	
812	4710	28.4	64	6	300	-1484	49	7	1.8	3	
813	1463	17.6	33	97	-2794	-6194	42	115	3.9	16	

Nøgletallene for miljøbelastning (N-udvaskning, CH₄, N₂O og NH₃) er opgjort under den forudsætning at husdyrgødningen fordeles på bedriftens eget (incl. tilforpagtet) areal – dvs. uden hensyntagen til afsætning af husdyrgødningen gennem handel med andre landmænd eller gylleaftaler¹. For de intensive husdyrbedrifter (navnlig bedriftstype 412, men også type 411 og i nogen grad bedriftstyperne 312, 511 og 711) må disse tal således formodes at være overvurderede, idet disse bedrifter som udgangspunkt har sikret sig afsætning af overskydende husdyrgødning gennem gylleaftaler. Såfremt der tages højde herfor, ville udvaskningen på bedriftstype 412 formentlig være på niveau med udvaskningen for bedriftstype 411. Omvendt ville kvælstofudvaskningen være højere end i Tabel 2 for de bedriftstyper som aftager den overskydende husdyrgødning.

I modsætning til tidligere beregninger er der i nærværende beregning anvendt en approksimation til NLES4-funktionerne for kvælstofudvaskning. Udvasningsfunktioner $L_{g,j,c}$ for afgrøde c på jordtype j og geografisk placering g har formen

$$L_{g,j,c} = q_{g,j} \cdot (\alpha_{g,j} + \beta \cdot A + \delta_c + \gamma_c \cdot N)^2$$

hvor N er tildelingen af kvælstofgødning (inklusiv den udnyttede del af husdyrgødnings-kvælstof), og A er bidrag fra tidligere udbragt husdyrgødning. Parametrene δ_c og γ_c er afgrødespecifikke, mens parametrene $q_{g,j}$ og $\alpha_{g,j}$ er uafhængige af afgrøde, men afhænger af jordtype og geografisk placering. Parameteren $q_{g,j}$ er en såkaldt perkolationsfaktor, som afspejler bl.a. lokale nedbørsforhold, solskinstimer, temperatur,

¹ Det har ikke været muligt at indregne sådanne strømme af husdyrgødning mellem bedriftstyperne.

topografiske forhold mv., mens parameteren $\alpha_{g,j}$ repræsenterer jordens kvælstofpulje (som bl.a. afhænger af jordtypen). Variationen i de to parametre i 10x10 km grids i Danmark er vist i Tabel 3. I nedenstående beregninger anvendes de centrale værdier for q og α , men som det fremgår af tabellen vil der være en ganske betydelig geografisk variation, især i perkulationsfaktoren q . Parameteren β beskriver udvaskningen pr. dyreenhed fra tidligere udbragt husdyrgødning, og den antages at have værdien 0,2744. Tabel 4 viser de afgrødespecifikke udvaskningsparametre δ og γ . δ -parameteren repræsenterer afgrødebetingede forskelle i udvaskningsniveauet, målt som afvigelser fra vårbyg, mens γ -parametrene repræsenterer afgrødespecifikke udvaskningsrespons på tilførsel af kvælstofgødning. Udvasningsfunktionerne er beskrevet mere indgående i Ørum & Thomsen (2017).

Tabel 3. Variation i perkulations- og jordpuljefaktorer

	Lavest	Central	Højest
Perkolation	0,622	0,985	1,473
Jordpulje	7,100	7,395	7,898

Kilde: Ørum & Thomsen (2017)

Tabel 4. Afgrødespecifikke kvælstofudvaskningsparametre

	δ_c	γ_c
Vårsæd	0	0,012
Vintersæd	-1,34	0,012
Raps	-1,08	0,0108
Frø/andet	-3,92	0,0044
Majs	0,85	0,0119
Sædskiftegræs	-2,47	0,0045
Kartofler*	-1,00	0,0070
Sukkerroer*	-1,00	0,0060

Kilde: Ørum & Thomsen (2017), *egne skøn

Udvasningsfunktionen har betydning i relation til to forhold i nærværende beregninger:

- Vurdering af de udvaskningsmæssige konsekvenser af de betragtede afgifter
- Fastsættelse af niveauet for N-udvaskningsafgifter

Betydningen af perkulations- og jordpuljefaktorerne for det beregnede udvaskningsniveau er illustreret i Tabel 5 for givet kvælstoftildeling og husdyrtæthed. Som det fremgår, indebærer variationen i disse faktorer også en ganske betydelig variation i udvaskningsniveauet for de respektive afgrøder, omkring de baseline niveauer, der er præsenteret i Tabel 2 ovenfor. Ifølge Ørum & Thomsen (2017) er perkulationsfaktorerne generelt høje i det vestlige og sydlige Jylland og lave omkring Storebælt og på Lolland-Falster, mens jordpuljefaktorerne er relativt høje vest for den jyske højderyg, og relativt lave i den nordlige og vestlige del af Sjælland.

Tabel 5. Baseline skøn for udvaskning, fordelt på afgrøder

	Vårsæd	Vinter- sæd	Raps	Frø/ andet	Majs	Sæd- skifte- græs	Kartof- ler	Sukker- roer
Kvælstoftildeling, N/ha	121	174	245	112	208	220	200	138
<i>N-udvaskning fra rodzone, kg/ha</i>								
central	79.0	67.0	81.1	16.4	115.5	35.8	61.5	52.9
lav perkolation, lav jordpulje	46.7	39.3	47.9	8.9	69.0	20.4	36.0	30.8
lav perkolation, høj jordpulje	55.6	47.6	57.0	13.0	79.8	26.5	43.9	38.1
høj perkolation, lav jordpulje	110.6	93.2	113.5	21.1	163.5	48.4	85.2	72.9
høj perkolation, høj jordpulje	131.9	112.8	135.0	30.9	189.2	62.8	104.1	90.4
Husdyrtæthed	0.4 DE/ha							

Selv om de to faktorer (perkolutionsfaktor og jordpulje) udviser en vis sammenhæng med jordtypen, så er det vurderet at den geografiske variation i faktorerne ikke har kunnet repræsenteres retvisende alene som funktion af arealets fordeling på jordtyper. Resultaterne i Tabel 7-25 er beregnet under forudsætning af disse to faktorer er lig med centralværdien for landet som helhed.

Som et supplement til disse udvaskningsberegninger er der også foretaget en beregning af udvaskningseffekterne (fra rodzonen) ved hjælp af de samme udvaskningsfunktioner (fra rodzonen), som er anvendt i tidligere beregninger (Jensen 2017), som har den generelle form pr. hektar af afgrøde i

$$L_i = e^{\theta_i + \varphi_i \cdot N} + 0.125 \cdot N^{\text{husdyr}}, \text{ hvor } N = N^{\text{kunst}} + 0.75 \cdot N^{\text{husdyr}}$$

Hvor θ og φ er afgrødespecifikke parametre. Udvasningen for afgrøde i afhænger således af den udnyttede tildelte kvælstofgødning (hvor kvælstof i husdyrgødning forudsættes 75% udnyttet), og at halvdelen af den uudnyttede kvælstof i husdyrgødning herudover udvaskes. Mens en forholdsvis stor andel af udvasningen i de approksimerede NLES4-udvaskningsfunktioner kan henføres til konstanter (perkolutions- og jordpuljefaktorerne), så henføres en større del af udvasningen til afgrødevalg og kvælstoftildeling i de tidligere anvendte udvaskningsfunktioner. Derfor udviser beregninger med NLES4-approksimationen generelt mindre udvaskningsrespons end beregninger med de "ældre" udvaskningsfunktioner.

For metan-, lattergas- og ammoniak-emissioner er anvendt emissionskoefficienter leveret af AU-DCE til DØRS – og videre til IFRO. Tabel 6 viser de anvendte forudsætninger om emissionskoefficienter for disse miljøpåvirkninger.

Tabel 6. Anvendte forudsætninger om emissionsfaktorer

	CH ₄ (fordøjelse og gødningshåndtering)	N ₂ O (2030)	NH ₃
kg/ha			
Vårbyg		0.74	2.43
Vinterbyg		0.81	2.43
Vinterhvede		1.07	2.43
Rug		0.64	2.43
Triticale og andet korn		0.49	2.43
Havre		0.66	2.43
Bælgsæd		0.54	2.43
Raps		0.67	2.43
Kartofler		0.73	2.43
Rodfrugter		0.77	2.43
Helsæd		0.80	2.43
Majs		1.47	2.43
Græs/kløver i omdrift		1.62	0.61
Vedvarende græs		0	0.61
kg/årsdyr			
Malkekøer	187.94	3.48	26.10
Ammekøer	90.98	2.15	10.59
Kvier	54.90	1.25	8.46
Slagtekalve	25.77	0.59	3.41
Avlssvin	10.40	0.61	5.44
Andre svin	2.50	0.10	0.99
Moderfår (inkl. lam)	6.91	0.13	1.34
Heste	24.53	0.94	9.13
Æglæggerhøns (100 årsdyr)	4.37	1.21	19.88
Slagtekyllinger (1000 årsdyr)	24.17	6.83	89.84
Minktæver (inkl. unger)	0.59	0.13	1.54

Kilde: AU-DCE (2017)

Beregninger

Modelberegningerne tager udgangspunkt i observerede data for 2015². I 2015 var landbrugets kvælstofanvendelse reguleret af tildelingsnormer, som lå under den økonomisk optimale tildeling, hvilket indebærer at der var en positiv "skyggeafgift" på kvælstof. Der er regnet med en kvælstofnorm på 85% af det økonomisk optimale. Under denne forudsætning er der estimeret skyggepriser på norm-reguleringen i de observerede data for hver af de 15 bedriftstyper. De observerede 2015- data er justeret til et baseline-

² Det skal bemærkes, at 2015 var et år under gennemsnittet, for så vidt angår de økonomiske afkast for alle de tre hoveddriftsformer indenfor det konventionelle landbrug (Danmarks Statistik, Regnskabsstatistik for jordbrug 2015). Da modelberegningerne primært fokuserer på ændringer snarere end niveauer for modellens forskellige variable, vurderes valget af basisår dog at have forholdsvis begrænset betydning for beregningsresultaterne.

scenario, hvor den eksisterende normregulering af kvælstofanvendelsen i 2015 forudsættes ophævet – og at ”skyggeafgifterne” på norm-restriktionerne således sættes lig 0. Øvrige reguleringer i forhold til kvælstof (herunder krav om efterafgrøder, harmonikrav mv.) forudsættes at forblive på samme niveau som i 2015.

Med udgangspunkt i den etablerede baseline foretages modelberegninger for alternative kombinationer af udvaskningsafgift og klimaafgift, implementeret som ovenfor beskrevet. Der er beregnet 28 afgiftspunkter for hver af de 15 bedriftstyper:

- Klimaafgift: 0 kr/t, 50 kr/t, 100 kr/t, 200 kr/t, 400 kr/t, 700 kr/t, og 1000 kr/t
- N-udvaskningsafgift: 0 kr/kg, 10 kr/kg, 20 kr/kg, samt 40 kr/kg

Heraf er resultater for 12 af afgiftspunkterne rapporteret nedenfor (kombinationer af klimaafgift på hhv. 0, 400 og 1000 kr/ton CO₂e og N-udvaskningsafgift på hhv. 0, 10, 20 og 40 kr/kg N udvasket fra rodzonen)

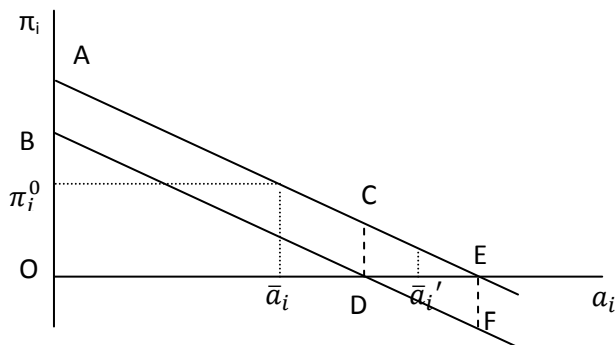
Klimaafgiften er implementeret på normeret emission af metan (omregningsfaktor 25) og lattergas (omregningsfaktor 298) (EPA, 2015). N-udvaskningsafgiften er i alle afgiftspunkter pålagt de forskellige afgrødearealer ud fra en forudsætning om økonomisk optimal gødsning i baseline. Der er således ikke korrigeret for, at den økonomisk optimale gødsning vil være lavere, når der samtidig pålægges en klimaafgift (som også beskatter kvælstof-kunstgødning).

For hver kombination af CO₂e-afgift og kvælstofudvaskningsafgift har modellen beregnet afgiftskombinationernes effekter på bl.a. produktion, emissioner, afgiftsprovener og indtjening for de 15 bedriftstyper. For intensive malkekvægbedrifter (bedriftstype 312) var der løsnings tekniske problemer for den højeste klima-afgift. Netop denne kategori af bedrifter belastes relativt hårdt af en høj klimaafgift på grund af den forholdsvis høje metan-emission fra malkekøer. I stedet for den høje CO₂e-afgiftssats på 1000 kr/ton er der for denne bedriftstype i stedet regnet med en sats på 900 kr/ton CO₂ (markeret med * i tabellerne nedenfor).

Modellens beregning af indtjeningskonsekvenser for landmændene består af to komponenter: 1) Indtjeningskonsekvenser i de enkelte produktionsgrene (pr. hektar eller pr. dyr) som følge af forvridning af produktionsadfærd og faktorsammensætning i disse produktionsgrene (fx at en gødningsafgift giver anledning til substitution af kunstgødning med husdyrgødning og andre inputs pr. hektar hvede). Disse beregnes ved hjælp af nestede CES produktionsfunktioner for de respektive produktionsgrene. 2) Indtjeningskonsekvenser som følge af ændret produktions sammensætning (ændret allokering af areal og ændret husdyrhold). Når de økonomiske produktionsvilkår ændres, fx som følge af afgifter, så giver det producenterne incitament til at ændre på aktivitetssammensætningen – reducere aktivitetsniveauet i de mest afgiftsberørte produktionsgrene og evt. øge aktiviteten i mindre afgiftsbelagte produktionsgrene. Beregningen af indtjeningskonsekvensen af disse aktivitetstilpasninger er derimod vanskeligere at gøre teoretisk konsistent med udgangspunkt i empiriske regnskabsdata, som ikke nødvendigvis afspejler en teoretisk optimal situation. Eksempelvis kan regnskabsdata i mange tilfælde udvise et negativt overskud til nogle af produktionsgrenene.

Beregningen af indtjenings tabet (idet der ses bort fra erlagt afgiftsprovener) er søgt illustreret i Figur 1, hvor marginalafkastet π_i som funktion af aktivitetsniveauet a_i i produktionsgren i før afgiftsreguleringen er repræsenteret ved kurven ACE. Indtjeningen er i denne situation repræsenteret ved arealet OAE. Ved en

afgiftsregulering forskydes marginalafkastkurven nedad - repræsenteret ved kurven BDF, og den resulterende indtjening i produktionsgren i er nu repræsenteret ved arealet OBD.



Figur 1. Illustration af indtjeningskonsekvenser af afgiftsregulering

Ændringen i bedriftens samlede indtjening beregnes som summen af indtjeningsændringer for de respektive produktionsgrene, og kan beregnes vha. relationen

$$\Delta\Pi = \sum_i a_i \cdot \Delta\pi_i + \sum_i \left(\pi_i^0 + \frac{\partial\pi_i}{\partial a_i} \cdot (\bar{a}_i' - \bar{a}_i) \right) \cdot \Delta a_i + \sum_i \Delta a_i \cdot \Delta\pi_i$$

Første led (svarende til arealet ABEC i figuren – med negativt fortegn) repræsenterer summen af indtjeningsændringerne i de enkelte produktionsgrene (*intensitetseffekter*) og beregnes som en vægtet sum af afkastændringer pr aktivitetseenhed (hektar eller dyr) i bedriftenes produktion, med initiale aktivitetsniveauer som vægte. Andet led (arealet CDE i figuren – med negativt fortegn) repræsenterer de indtjeningsmæssige konsekvenser af ændrede aktivitetsniveauer (*aktivitetseffekter*) og beregnes som en vægtet sum af aktivitetsændringer, med initiale afkast pr. enhed aktivitetsændring (gennemsnitsafkast π_i^0 , korrigeret for at marginal aktivitet oppebærer et lavere afkast end gennemsnitsaktiviteten) som vægte. Tredje led (arealet CDEF) repræsenterer interaktionen mellem ændringer i aktivitetsniveauer og ændringer i afkast pr. aktivitetseenhed (*interaktionseffekter*), og korrigerer for dobbelttælling af effekter (CDE) og urealiserede negative afkast (DEF) i de to første led.

Beregningen af intensitets- og interaktionseffekter afhænger alene af ændringer i afkastene og ikke af det initiale afkastniveau, og beregningen heraf er således robust overfor modellens initiale data og kalibrering. Derimod afhænger beregningen af aktivitetseffekten (det midterste led) af det initiale afkastniveau i de enkelte produktionsgrene, og er således afhængig af den konkrete kalibrering af modellens initialsituation. Illustrationen i Figur 1 antager initial ligevægt i den forstand at marginalafkastet (hvor omkostningerne er opgjort ud fra en alternativomkostningsbetragtning) til den pågældende aktivitet er lig nul. I praksis er det som antydnet ovenfor imidlertid en udfordring, at empiriske regnskabsdata ikke nødvendigvis repræsenterer et ligevægtsafkast i hver enkelt produktionsgren, dels på grund af divergens mellem realiseret afkast og forventet afkast på planlægningstidspunktet, og dels på grund af ikke-observerbare (implicitte) komponenter i afkastet (fx sædskifteeffekter, interaktion mellem produktionsgrene i forhold til arbejdstilrettelæggelse, udnyttelse af kapitalapparat, mv.). I forhold til Figur 1 vil det betyde, at det initiale

aktivitetsniveau ikke ligger i skæringspunktet mellem den initiale marginalafkastkurve og X-aksen, og at aktivitetseffekten således indeholder et ekstra (positivt eller negativt) bidrag, udover det i Figur 1 viste.

I nærværende analyse er de økonomiske effekter beregnet under antagelse af initial ligevægt og dermed marginalafkast på 0, samt under en antagelse om, at marginalomkostningskurverne er lineære som i Figur 1. Derved kan aktivitetseffekten approksimeres som $0.5 \cdot \sum_i \Delta a_i \cdot \Delta \pi_i$ (svarende til halvdelen af arealet CDEF).

Ved små marginale ændringer i aktivitetsniveauer vil bidraget fra dette led være forholdsvis beskedent, og ligeså vil betydningen af den anvendte approksimation for opgørelsen af de økonomiske konsekvenser være begrænset. Ved større ændringer i aktivitetsniveauet må der derimod forventes et mere signifikant bidrag fra aktivitetseffekten, og dermed også et større potentiale for en approksimeringsfejl. Fortegn og størrelse på denne approksimeringsfejl afhænger af den pågældende bedriftstypes sammensætning af aktivitetsændringer (hvilket igen afhænger af bedriftstype og størrelse og sammensætning af afgiftsstødet), samt af krumningen på "de sande" marginalafkastkurver i de respektive produktionsgrene.

Ved større CO₂e-afgiftsstød viser modelberegningerne forholdsvis betydelige ændringer i aktivitetssammensætningen på nogle af bedriftstyperne (ikke mindst på bedrifter med kvæg), og her giver den anvendte approksimation anledning til en inkonsistens i resultaterne i den forstand at de beregnede marginale abatement omkostninger i forhold til CO₂e- eller N-udvaskningsreduktioner ikke svarer til de respektive afgiftssatser. I disse tilfælde er resultaterne for bedriftenes omkostninger justeret manuelt med henblik på at eliminere disse inkonsistenser. For CO₂e afgiftssatser op til 400 kr/ton er der tale om få og små justeringer. For højere CO₂e afgiftssatser er der også for de fleste bedriftstyper tale om små justeringer, bortset fra bedriftstype 312 (intensive malkekvægbedrifter), hvor der var behov for større justeringer. For denne bedriftstype repræsenterer de høje CO₂e afgiftssatser en relativt drastisk ændring i de økonomiske betingelser på grund af det høje antal kvæg-dyreenheder pr. ha, idet netop kvæg-dyreenheder belastes relativt hårdt af CO₂e afgiften. Konkret er justeringerne i de enkelte afgiftspunkter foretaget ved at lægge et justeringsled til det beregnede gennemsnitlige afkast til jord for de berørte bedriftstyper. Justeringsleddet er bestemt således at de marginale abatement costs for hhv. CO₂e- og N-udvaskningsreduktioner fra ét afgiftsniveau til et højere afgiftsniveau (dvs. ændring i afkast pr hektar, eksklusiv erlagt afgiftsprovener, pr. kg ændring i hhv. CO₂e-emissioner eller N-udvaskning) netop bliver lavere end afgiftssatsen. I tilfælde, hvor ujusterede marginale abatement costs allerede var på niveau med afgiftssatsen, blev der ikke foretaget justering.

For at muliggøre vurdering af justeringernes betydning for de endelige omkostningsresultater, indeholder Appendix 1 en tabel med de ujusterede omkostningsresultater for de 15 bedriftstyper. Som det fremgår af en sammenligning med de justerede omkostningsresultater i Tabel 24, svarer det overordnede mønster i de justerede omkostninger nogenlunde til mønsteret i de ujusterede omkostninger.

Nedenstående vises afgiftspunkternes beregnede effekter på

- Overordnet arealanvendelse og husdyrtæthed (Tabel 7-16)
- Miljøeffekter (udvaskning og emissioner til luft) (Tabel 17-23)
- Indtjening og afgiftsprovener (Tabel 24-25)

Resultater

Produktionsstruktur på bedrifterne

En CO₂e-afgift på 400 kr/ton indebærer en umiddelbar merudgift på ca. 2300 kr. pr malkeko, ca. 175 kr pr. årssø og knap 14 kr. pr. produceret slagtesvin. Set i lyset af niveauet for indtjeningen pr. dyr de seneste 5 år (Danmarks Statistik: Økonomien i landbrugets produktionsgrene, div. årgange) er der tale om forholdsvis markante ændringer i nettoindtjeningen. I perioden 2011-2015 var det gennemsnitlige nettooverskud pr. malkeko (inkl. opdræt) på -599 kr. og Dækningsbidrag II var på 2635 kr. (hvor Dækningsbidrag II kan tages som tolkes som et udtryk for indtjeningen ud fra en kortsigts betragtning). For søer var de tilsvarende tal - 528 og 360 kr/årssø og for slagtesvin hhv. 6,34 og 51,8 kr pr. produceret gris. For alle produktionsgrene er der forholdsvis stor variation mellem enkeltbedrifter i overskuddet pr. dyr, jf. supplerende statistiske analyser foretaget på det primære regnskabsmateriale bag Danmarks Statistiks produktionsgrensstatistik.

Modelberegningerne viser, at en CO₂e-afgift medfører en reduktion af husdyrholdet – navnlig kvægholdet – på de forskellige bedriftstyper (Tabel 10-15). Størst er effekten for kvægholdet på malkekvægbedrifterne, hvor en CO₂e-afgift på 400 kr/ton afstedkommer en reduktion på 10-15 pct., mens en afgift på 900 kr/ton CO₂e fører til en mere end 90 pct. reduktion af kvægholdet på de mest intensive malkekvægbedrifter. Det skal bemærkes, at der er tale om en gennemsnitsbetragtning for den gruppe af bedrifter som i udgangspunktet er karakteriseret som malkekvægsbedrifter. I praksis vil ændringerne næppe manifestere sig i, at alle bedrifter reducerer deres mælkeproduktion markant, men snarere at en andel af disse bedrifter afvikler deres mælkeproduktion og omlægger til mindre afgiftsbelastede driftsformer, som følge af højere CO₂e-afgifter. Disse tilpasninger af kvægholdet medfører en omlægning af kvægbedriftenes arealanvendelse – fra græs til andre anvendelser. For de øvrige bedriftstyper giver den højeste CO₂e-afgiftssats anledning til reduktioner i kvægholdet i størrelsesordenen 5-15 pct. Det er især antallet af malkekøer og kvægopdræt der berøres af CO₂e-afgiften, hvilket hænger naturligt sammen med, at malkekøerne belægges med klart den højeste afgift. For kødkvæg (ammekøer og slagtekalve) reduceres dyreholdet med ca. 5 pct. for stort set alle bedriftstyper ved den højeste CO₂e-afgiftssats. Udvaskningsafgiften har relativt beskedne indflydelse på kvæg-intensiteten på bedriftstyperne.

Også for svin viser beregningerne en reduktion i dyreholdet (Tabel 16), men dog noget mere moderat end for kvægholdet. For bedriftstyperne med høj svinetæthed er der tale om reduktioner i størrelsesordenen 3-5 pct. for en 1000 kr/ton CO₂e-afgift. To forhold bidrager til den noget mere beskedne respons for svineholdet end for kvægholdet. For det første belaster CO₂e-afgiften svineproduktionen noget mindre end den belaster kvægproduktionen, især fordi metan-emissionen pr. dyreenhed er væsentligt lavere for svin end for kvæg. For det andet er ESMERALDA's udbudsrespons for svin relativt lav på bedriftstyper med høj husdyrtæthed. Den lave udbudsrespons skyldes, at en bedrift med høj svine-intensitet kun i begrænset omfang kan udvide produktionen (med bedriftens givne areal) som reaktion på fx gunstigere prisforhold. En symmetrisk udbudsrespons indebærer således også en lav respons på mindre gunstige prisforhold - en stivhed som kan fortolkes således at initialt begrænsede ekspansionsmuligheder også indebærer en form for "kvoterente", og at afgiften i første omgang resulterer i en reduktion af denne kvoterente, snarere end i en udbudsreduktion på de aktive svinebedrifter. Derimod viser indtjeningsresultaterne, at netop de intensive svinebedrifter vil blive ramt relativt hårdt økonomisk, og dette må forventes at have konsekvenser for bedriftsstrukturen, således at tilgangen af nye intensive svinebrug reduceres, og en del af de eksisterende intensive svinebrug vil blive omlagt til andre bedriftstyper.

Den betragtede CO₂e-afgift har forholdsvis beskeden effekt på bedriftstypernes overordnede afgrødesammensætning (Tabel 7-9), bortset fra malkekvægbedrifterne, hvor et højt afgiftsniveau som nævnt fører til en omlægning af græsarealer til korn – og i nogen grad til udtagning. Denne arealomlægning hænger således tæt sammen med tilpasningen af bedrifternes kvæghold til afgiften. Mens udvaskningsafgiften som nævnt har relativt beskeden effekt på husdyrintensiteten på de 15 bedriftstyper, så har denne afgift lidt mere effekt på arealanvendelsen - navnlig i kombination med en høj CO₂e-afgift, hvor en høj sats for udvaskningsafgiften har tendens til at stimulere omlægning af kornarealer til især braklægning, og for nogle bedriftstyper også til græs. Den primære mekanisme i udvaskningsafgiften er således at gøre afgrødedyrkning mindre rentabel, og derigennem stimulere til udtagning af arealer, mens mekanismer i retning af at give incitament til ændringer i afgrødevalg ser ud til at spille en mere sekundær rolle.

I praksis må det i mange tilfælde formodes, at bedrifter som ikke selv kan dyrke jorden på rentabel vis, vil bortforpagte deres arealer til andre bedrifter, som er i stand til at få positivt økonomisk afkast ud af jorden - ihukommende den betydelige variation i jordafkast mellem bedrifter, også indenfor bedriftstyperne. Fra en sektorbetragtning kan de viste resultater for braklægning således være overvurderede.

Miljøbelastning

De beregnede effekter på miljøvariable som N-udvaskning og emission af CH₄, N₂O og NH₃ er afledt af tilpasningerne i produktion og kvælstofanvendelse, jf. de ovenfor beskrevne udvaskningsfunktioner (Tabel 3 og 4) og emissionskoefficienter (Tabel 6).

Afgifternes effekt på N-udvaskningen er en konsekvens af dels ændret kvælstoftildeling (Tabel 17-18) og ændret husdyrintensitet som følge af CO₂e-afgiften, samt ændret arealanvendelse som følge af kombinationen af CO₂e- og udvaskningsafgift. Effekterne på metanemission hænger direkte sammen med ændringerne i husdyrholdet, hvor navnlig ændringer i kvægholdet har betydning, men hvor også ændringer i svineholdet spiller ind (Tabel 12-16). Også N₂O-emissionen hænger sammen med husdyrholdet, men derudover også med ændringer i arealanvendelsen (Tabel 7-9). Mekanismerne bag effekterne på ammoniakemission svarer nogenlunde til mekanismerne bag metan emissionseffekterne.

Tendenserne i de beregnede udvaskningseffekter med NLES4-approksimationen (Tabel 19) viser, at udvaskningsafgifter på op til 40 kr/kg isoleret set har potentiale til at reducere kvælstofudvaskningen pr. ha med 1-5 pct., med de største effekter på kvægbedrifterne. I kombination med CO₂e-afgiften bliver udvaskningsreduktionen dog noget større - også her især på kvægbedrifterne. Udvasningsresponsen på udvaskningsafgiften afviger noget fra tendenserne i tidligere gennemførte beregninger (Jensen, 2017), fordi der anvendes en anden udvaskningsmodel som grundlag for opgørelse af udvaskningen på de forskellige afgrøder. I den nu anvendte NLES4-baserede udvaskningsmodel henføres en mindre andel af kvælstofudvaskningen som nævnt til de enkelte produktionsaktiviteter (arealer, dyr) og en større del til "faste komponenter" som perkolationsforhold og jordpulje, end tilfældet var i de tidligere gennemførte beregninger. Tabel 20 viser udvaskningseffekter beregnet med de samme "gamle" udvaskningsfunktioner som i Jensen (2017). For den rene udvaskningsafgift (dvs. uden CO₂e-afgift) ligger udvasningsresponsen i nogenlunde samme størrelsesorden som for NLES4-udvaskningsfunktionerne - for nogle bedriftstyper lidt højere, for andre lidt lavere. I kombination med CO₂e-afgifter er udvasningsresponsen imidlertid noget højere med de "gamle" udvaskningsfunktioner, hvilket skyldes at disse funktioner er mere responsive i

forhold til ændringer i tildelingen af kunstgødningskvælstof, som netop påvirkes med CO₂e-afgiften (bortset fra de intensive svinebedrifter, som dækker hele deres kvælstofbehov med husdyrgødning).

De beregnede effekter på udledningen af drivhusgasser er som nævnt tæt knyttede til effekterne på husdyrholdet - og især kvægholdet. Samlet har en CO₂e-afgift på 1000 kr/ton CO₂e med enkelte undtagelser potentiale til at reducere bedrifternes metan-udledning med 5-20 pct. Én undtagelse er intensive kvægbedrifter, som ifølge beregningerne reducerer deres kvæghold - og dermed også deres metan-emission - betydeligt. En anden undtagelse er deltidsbedrifter med ingen eller meget ekstensiv husdyrproduktion, hvor den initiale metan-emission er meget lille.

Det bemærkes i øvrigt, at udvaskningsafgiften kan virke kontraproduktivt på metan-emissionen for nogle af bedriftstyperne. Dette skyldes, at udvaskningsafgiften isoleret set giver incitament til at omlægge kornarealer til græs, hvilket også trækker drøvtyggerproduktion – og dermed også metan-emission - med sig.

For så vidt angår lattergas, så har en 1000 kr/ton CO₂e afgift potentiale til at reducere emissionen med 10-25 pct. - bortset fra de intensive malkekvægbedrifter, hvor potentialet er større, og de intensive svinebedrifter, hvor potentialet omvendt er mindre.

Ved beregning af de præsenterede miljøeffekter er der set på den direkte effekt af de pågældende afgifter. Der er således set bort fra bedrifternes muligheder for at tilpasse sig afgiften – og evt. reducere afgiftsbetalingen – gennem tiltag som fx ændret fodring eller gyllehåndtering, efterafgrøder, reduceret jordbearbejdning, mv. Sådanne tiltag vil kunne have betydning for miljøeffekterne af de betragtede afgifter – afhængig af hvorledes sådanne virkemidler godskrives i forhold til landmændenes afgiftsbelastning.

Økonomiske effekter

Ved et N-udvaskningsniveau på 50 kg/ha vil en 10 kr/kg udvaskningsafgift give en umiddelbar økonomisk belastning på 500 kr/ha for bedrifterne, mens en CO₂e-afgift på 400 kr/ton giver en økonomisk belastning på 50-150 kr/ha plus bidragene fra husdyrenes emissioner af metan og lattergas (ca. 900 kr/årsko, 190 kr/årssø og 10 kr/produceret gris). De modelberegnete økonomiske konsekvenser for bedrifterne er beregnet som disse umiddelbare økonomiske effekter med fradrag af de besparelser som bedrifterne opnår ved tilpasninger af produktionsaktiviteter og gødningsforbrug og er vist i Tabel 24, mens det beregnede afgiftsprovenu i de forskellige scenarier fremgår af Tabel 25.

Som det fremgår af Tabel 24, er udvaskningsafgiftens påvirkning af indtjeningen pr hektar nogenlunde ensartet på tværs af bedriftstyper, med intensive svinebedrifter som en væsentlig undtagelse, hvor det økonomiske tab er noget højere, fordi disse bedrifter i udgangspunktet har et væsentligt højere udvaskningspotentiale end de øvrige bedriftstyper. Da beregningerne som nævnt ser bort fra gylleaftaler mv. - og dermed også fra modregning af effekten af sådanne gylleaftaler i afgiftsgrundlaget - er dette udvaskningspotentiale og dermed det økonomiske tab som følge af udvaskningsafgiften formentlig overvurderet. Et mere realistisk bud på de økonomiske konsekvenser for denne bedriftstype vil formentlig være, at den afgiftsbelastes af den udvaskning som er resultatet af kvælstoftilførslen eksklusiv den husdyrgødning som afsættes gennem gylleaftaler, og at bedriften får et økonomisk tab på niveau med tabet for de mindre intensive svinebedrifter (411) som følge af udvaskningsafgiften.

De indtjeningsmæssige konsekvenser for bedriftstyperne af CO₂e-afgiften afhænger af deres husdyrintensitet (navnlig kvæg-intensitet), hvorfor det især er kvæg- og svinebedrifter som rammes på indtjeningen af en sådan afgift.

Effekterne af afgifterne på det erlagte afgiftsprovenu fremgår af Tabel 25. Mønstret i disse afgiftsbetalinger minder om mønstret i bedriftstypernes indtjeningstab - dog lidt lavere, således at afgifterne har en negativ velfærdsøkonomisk effekt (driftstab modregnet afgiftsprovenu).

Tabel 7. Kornes andel af det dyrkede areal

	udvaskningsafgift, kr pr. kg forventet udvaskning pr. ha															
	0				10				20				40			
	CO2 afgift, kr/kg															
	0	0	0	0	0.4	0.4	0.4	0.4	1	1	1	1				
111	66%	66%	66%	66%	66%	66%	66%	66%	66%	66%	66%	64%				
112	62%	61%	61%	60%	62%	62%	61%	60%	62%	61%	61%	58%				
211	55%	55%	54%	54%	55%	56%	55%	53%	55%	55%	54%	51%				
212	56%	55%	55%	55%	56%	56%	55%	54%	56%	55%	54%	51%				
311	35%	34%	34%	33%	45%	39%	38%	32%	37%	37%	36%	33%				
312	16%	16%	16%	14%	22%	20%	19%	14%	23%*	23%*	21%*	21%*				
313	64%	64%	64%	64%	64%	64%	64%	63%	64%	64%	64%	61%				
411	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	74%				
412	78%	78%	78%	78%	77%	78%	78%	77%	77%	77%	77%	77%				
511	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	74%				
611	70%	70%	71%	71%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	67%				
711	55%	55%	54%	54%	55%	55%	54%	53%	55%	54%	54%	52%				
811	73%	72%	72%	72%	74%	73%	73%	72%	74%	74%	74%	71%				
812	50%	49%	48%	49%	50%	50%	50%	47%	52%	51%	50%	47%				
813	22%	22%	21%	21%	22%	22%	22%	20%	22%	21%	21%	20%				

*0.90 kr/kg CO₂e-afgift

Tabel 8. Græs' andel af det dyrkede areal

	udvaskningsafgift, kr pr. kg forventet udvaskning pr. ha															
	0				10				20				40			
	CO2 afgift, kr/kg															
	0	0	0	0	0.4	0.4	0.4	0.4	1	1	1	1				
111	7%	7%	7%	7%	7%	6%	7%	7%	7%	7%	7%	7%				
112	2%	2%	2%	2%	2%	1%	1%	2%	2%	2%	2%	2%				
211	23%	23%	24%	24%	23%	23%	23%	23%	23%	23%	23%	24%				
212	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%				
311	38%	39%	39%	41%	31%	36%	37%	37%	37%	37%	38%	28%				
312	41%	42%	43%	45%	38%	41%	42%	43%	35%*	35%*	35%*	35%*				
313	10%	10%	11%	12%	10%	10%	11%	12%	10%	10%	11%	12%				
411	1%	1%	1%	2%	1%	1%	1%	2%	1%	1%	1%	2%				
412	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%				
511	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%				
611	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%	7%				
711	28%	28%	28%	29%	28%	28%	28%	29%	28%	28%	28%	29%				
811	5%	6%	6%	6%	4%	5%	5%	5%	4%	4%	4%	4%				
812	20%	21%	22%	21%	20%	20%	20%	21%	19%	19%	19%	20%				
813	62%	63%	64%	64%	63%	63%	64%	65%	63%	64%	64%	65%				

*0.90 kr/kg CO₂e-afgift

Tabel 9. Braks andel af det dyrkede areal

	udvaskningsafgift, kr pr. kg forventet udvaskning pr. ha															
	0				10				20				40			
	CO2 afgift, kr/kg															
	0	0	0	0	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	1	1	1	1			
111	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	7%			
112	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	6%			
211	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	13%	10%	10%	10%	14%			
212	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	6%	4%	4%	5%	9%			
311	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	6%	5%	5%	5%	7%			
312	1%	1%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%*	4%*	6%*	6%*			
313	1%	1%	1%	2%	1%	1%	2%	2%	2%	1%	1%	2%	4%			
411	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	6%			
412	4%	4%	4%	5%	4%	4%	5%	5%	5%	4%	4%	5%	6%			
511	5%	5%	5%	6%	5%	5%	5%	5%	6%	5%	5%	6%	7%			
611	8%	8%	8%	9%	8%	8%	8%	8%	9%	8%	8%	8%	12%			
711	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	4%	3%	3%	3%	5%			
811	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	9%			
812	18%	18%	18%	19%	18%	18%	18%	18%	21%	18%	18%	19%	23%			
813	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	5%	4%	4%	4%	5%			

*0.90 kr/kg CO₂e-afgift

Tabel 10. Dyreenheder i alt pr. ha

	udvaskningsafgift, kr pr. kg forventet udvaskning pr. ha															
	0				10				20				40			
	CO2 afgift, kr/kg															
	0	10	20	40	0	10	20	40	0	10	20	40				
	0	0	0	0	0.4	0.4	0.4	0.4	1	1	1	1				
111	0.08	0.08	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08				
112	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04				
211	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08				
212	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05				
311	0.87	0.87	0.87	0.87	0.79	0.79	0.79	0.79	0.72	0.72	0.72	0.72				
312	1.75	1.76	1.76	1.75	1.50	1.50	1.50	1.48	0.17*	0.19*	0.17*	0.17*				
313	0.78	0.77	0.77	0.77	0.75	0.75	0.75	0.75	0.72	0.72	0.72	0.72				
411	2.12	2.12	2.12	2.12	2.08	2.08	2.08	2.08	2.03	2.03	2.03	2.03				
412	7.77	7.77	7.77	7.77	7.68	7.68	7.68	7.68	7.56	7.56	7.56	7.56				
511	1.90	1.90	1.90	1.90	1.86	1.86	1.86	1.86	1.81	1.81	1.81	1.81				
611	0.83	0.83	0.83	0.83	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82				
711	1.85	1.85	1.85	1.85	1.81	1.81	1.81	1.81	1.76	1.76	1.76	1.76				
811	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01				
812	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03				
813	0.69	0.69	0.69	0.69	0.67	0.67	0.67	0.67	0.65	0.65	0.65	0.65				

*0.90 kr/kg CO₂e-afgift

Tabel 11. Kvæg-dyreenheder i alt pr. ha

	udvaskningsafgift, kr pr. kg forventet udvaskning pr. ha															
	0				10				20				40			
	CO2 afgift, kr/kg															
	0	0	0	0	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	1	1	1	1			
111	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03			
112	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01			
211	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04			
212	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02			
311	0.85	0.86	0.86	0.86	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.71	0.71	0.71	0.71			
312	1.75	1.76	1.76	1.75	1.50	1.50	1.50	1.48	1.48	0.17*	0.19*	0.16*	0.16*			
313	0.77	0.77	0.77	0.77	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.72	0.72	0.72	0.72			
411	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
412	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
511	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
611	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02			
711	0.44	0.44	0.44	0.44	0.42	0.42	0.42	0.42	0.43	0.40	0.40	0.40	0.40			
811	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01			
812	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03			
813	0.66	0.66	0.66	0.66	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.62	0.62	0.62	0.62			

*0.90 kr/kg CO2e-afgift

Tabel 12. Malkekøer-dyreenheder pr. ha

	udvaskningsafgift, kr pr. kg forventet udvaskning pr. ha															
	0				10				20				40			
	CO2 afgift, kr/kg															
	0	0	0	0	0.4	0.4	0.4	0.4	1	1	1	1				
111	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
112	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
211	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
212	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
311	0.55	0.55	0.55	0.55	0.49	0.49	0.49	0.49	0.44	0.44	0.44	0.44				
312	1.42	1.42	1.42	1.42	1.20	1.20	1.20	1.19	0.14*	0.15*	0.13*	0.13*				
313	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
411	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
412	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
511	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
611	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
711	0.23	0.23	0.23	0.23	0.22	0.22	0.22	0.22	0.20	0.20	0.20	0.20				
811	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
812	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
813	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				

*0.90 kr/kg CO₂e-afgift

Tabel 13. Ammekøer-dyreenheder pr. ha

	udvaskningsafgift, kr pr. kg forventet udvaskning pr. ha															
	0				10				20				40			
	CO2 afgift, kr/kg															
	0	0	0	0	0.4	0.4	0.4	0.4	1	1	1	1				
111	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01				
112	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01				
211	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02				
212	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01				
311	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.09				
312	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*				
313	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01				
411	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
412	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
511	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
611	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01				
711	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07				
811	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01				
812	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02				
813	0.43	0.43	0.43	0.43	0.42	0.42	0.42	0.42	0.41	0.41	0.41	0.41				

*0.90 kr/kg CO₂e-afgift

Tabel 14. Kvægopdræt-dyreenheder pr. ha

	udvaskningsafgift, kr pr. kg forventet udvaskning pr. ha															
	0				10				20				40			
	CO2 afgift, kr/kg															
	0	0	0	0	0.4	0.4	0.4	0.4	1	1	1	1				
111	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01				
112	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
211	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01				
212	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
311	0.18	0.18	0.18	0.18	0.16	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15	0.15	0.15				
312	0.32	0.32	0.32	0.32	0.28	0.28	0.28	0.28	0.03*	0.03*	0.03*	0.03*				
313	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01				
411	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
412	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
511	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
611	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01				
711	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.09				
811	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
812	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00				
813	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13				

*0.90 kr/kg CO₂e-afgift

Tabel 15. Slagtekalve dyreenheder pr. ha

	udvaskningsafgift, kr pr. kg forventet udvaskning pr. ha															
	0				10				20				40			
	CO2 afgift, kr/kg															
	0	0	0	0	0.4	0.4	0.4	0.4	1	1	1	1				
111	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01				
112	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
211	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01				
212	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01				
311	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03				
312	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01*	0.01*	0.01*	0.01*				
313	0.76	0.76	0.76	0.76	0.74	0.74	0.74	0.74	0.70	0.70	0.70	0.70				
411	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
412	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
511	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
611	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
711	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03				
811	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
812	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00				
813	0.08	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08				

*0.90 kr/kg CO₂e-afgift

Tabel 16. Svine-dyreenheder pr. ha

	udvaskningsafgift, kr pr. kg forventet udvaskning pr. ha															
	0				10				20				40			
	CO2 afgift, kr/kg				0				0.4				1			
	0	10	20	40	0	10	20	40	0	10	20	40				
111	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03				
112	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03				
211	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02				
212	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02				
311	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01				
312	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00*	0.00*	0.00*	0.00*				
313	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
411	2.11	2.11	2.11	2.11	2.08	2.08	2.08	2.08	2.03	2.03	2.03	2.03				
412	7.76	7.76	7.76	7.76	7.68	7.68	7.68	7.68	7.56	7.56	7.56	7.55				
511	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14				
611	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01				
711	1.18	1.18	1.18	1.18	1.16	1.16	1.16	1.16	1.13	1.13	1.13	1.13				
811	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
812	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
813	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				

*0.90 kr/kg CO₂e-afgift

Tabel 17. Ændring i gennemsnitlig kunst-N tildeling pr ha

	udvaskningsafgift, kr pr. kg forventet udvaskning pr. ha															
	0				10				20				40			
	CO2 afgift, kr/kg				0				0.4				1			
	0	10	20	40	0	10	20	40	0	10	20	40	0	10	20	40
111	0%	0%	0%	-1%	-5%	-5%	-5%	-6%	-13%	-13%	-13%	-15%				
112	0%	0%	0%	-1%	-5%	-5%	-5%	-6%	-12%	-13%	-13%	-14%				
211	0%	0%	0%	-1%	-5%	-4%	-4%	-8%	-12%	-12%	-12%	-16%				
212	0%	0%	0%	0%	-5%	-5%	-5%	-7%	-13%	-13%	-14%	-17%				
311	0%	0%	0%	-1%	28%	6%	6%	18%	-5%	-5%	-4%	57%				
312	0%	4%	12%	64%	405%	96%	109%	202%	990%*	1018%*	1062%*	1062%*				
313	0%	1%	1%	2%	-8%	-5%	-4%	-5%	-20%	-20%	-19%	-21%				
411	0%	0%	0%	0%	-8%	-8%	-8%	-9%	-19%	-19%	-19%	-20%				
412	0%	-1%	13%	63%	-95%	-91%	-67%	-24%	-97%	-96%	-94%	-85%				
511	0%	0%	0%	0%	-8%	-8%	-8%	-9%	-20%	-20%	-20%	-22%				
611	0%	0%	0%	-1%	-9%	-9%	-9%	-11%	-22%	-22%	-22%	-27%				
711	0%	0%	0%	0%	-7%	-7%	-7%	-7%	-17%	-17%	-17%	-18%				
811	0%	-1%	-1%	-1%	-5%	-5%	-6%	-6%	-13%	-13%	-13%	-14%				
812	0%	-1%	-2%	-1%	-4%	-4%	-4%	-7%	-10%	-11%	-11%	-15%				
813	0%	0%	-1%	-1%	-4%	-4%	-4%	-5%	-8%	-9%	-9%	-10%				

*0.90 kr/kg CO₂e-afgift

Tabel 18. Ændring i gennemsnitlig husdyr N tildeling pr ha

	udvaskningsafgift, kr pr. kg forventet udvaskning pr. ha															
	0				10				20				40			
	CO2 afgift, kr/kg															
	0	10	20	40	0	10	20	40	0	10	20	40				
	0	0	0	0	0.4	0.4	0.4	0.4	1	1	1	1				
111	0%	0%	2%	0%	-2%	-15%	-14%	-12%	-5%	-11%	-11%	-5%				
112	0%	1%	3%	0%	-3%	-23%	-22%	-19%	-17%	-16%	-16%	-6%				
211	0%	1%	2%	0%	-2%	-14%	-13%	-12%	-11%	-11%	-11%	-5%				
212	0%	0%	0%	0%	-2%	-17%	-17%	-17%	-12%	-12%	-12%	-5%				
311	0%	0%	1%	4%	-47%	-19%	-19%	-19%	-17%	-17%	-17%	-67%				
312	0%	0%	0%	0%	-40%	-14%	-14%	-15%	-90%*	-89%*	-90%*	-90%*				
313	0%	0%	0%	0%	-3%	-5%	-5%	-6%	-7%	-7%	-7%	-7%				
411	0%	0%	0%	0%	-2%	-2%	-2%	-2%	-4%	-4%	-4%	-4%				
412	0%	0%	0%	0%	-1%	-1%	-1%	-1%	-3%	-3%	-3%	-3%				
511	0%	0%	0%	0%	-1%	-1%	-1%	-1%	-2%	-2%	-2%	-2%				
611	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-1%	-1%	-1%	-1%				
711	0%	0%	0%	0%	-2%	-2%	-2%	-2%	-6%	-6%	-6%	-6%				
811	0%	31%	33%	11%	-20%	-17%	-14%	-8%	-48%	-45%	-41%	-36%				
812	0%	7%	14%	1%	-13%	-13%	-12%	-12%	-32%	-32%	-31%	-31%				
813	0%	1%	1%	0%	-2%	-2%	-2%	-3%	-6%	-6%	-6%	-6%				

*0.90 kr/kg CO₂e-afgift

Tabel 19. Ændring i N-udvaskning pr ha (approksimation til NLES4-udvaskningsfunktioner)

	udvaskningsafgift, kr pr. kg forventet udvaskning pr. ha															
	0				10				20				40			
	CO2 afgift, kr/kg															
	0	10	20	40	0	10	20	40	0	10	20	40				
	0	0	0	0	0.4	0.4	0.4	0.4	1	1	1	1				
111	0%	0%	0%	-1%	-2%	-2%	-2%	-3%	-4%	-4%	-5%	-5%				
112	0%	-1%	-1%	-2%	-2%	-2%	-3%	-4%	-4%	-5%	-5%	-7%				
211	0%	0%	-1%	-2%	-1%	-1%	-2%	-4%	-3%	-4%	-4%	-6%				
212	0%	0%	-1%	-1%	-2%	-2%	-3%	-4%	-4%	-5%	-5%	-7%				
311	0%	-1%	-1%	-3%	-2%	-3%	-3%	-5%	-3%	-4%	-4%	-9%				
312	0%	-1%	-2%	-5%	-4%	-5%	-7%	-15%	-25%*	-26%*	-26%*	-29%*				
313	0%	-1%	-1%	-3%	-2%	-3%	-4%	-5%	-4%	-5%	-5%	-7%				
411	0%	0%	-1%	-1%	-1%	-1%	-2%	-2%	-3%	-3%	-3%	-4%				
412	0%	0%	0%	-1%	-1%	-1%	-1%	-1%	-2%	-2%	-2%	-2%				
511	0%	0%	-1%	-1%	-1%	-2%	-2%	-2%	-3%	-3%	-4%	-4%				
611	0%	0%	-1%	-1%	-1%	-1%	-2%	-2%	-3%	-3%	-3%	-5%				
711	0%	0%	-1%	-2%	-1%	-2%	-2%	-3%	-2%	-3%	-3%	-5%				
811	0%	-1%	-1%	-1%	-1%	-2%	-2%	-3%	-3%	-4%	-4%	-5%				
812	0%	-1%	-1%	-2%	-1%	-1%	-2%	-3%	-2%	-3%	-3%	-5%				
813	0%	-1%	-1%	-3%	-1%	-2%	-2%	-4%	-2%	-3%	-3%	-5%				

*0.90 kr/kg CO₂e-afgift

Tabel 20. Ændring i N-udvaskning pr ha ("gamle" udvaskningsfunktioner)

	udvaskningsafgift, kr pr. kg forventet udvaskning pr. ha															
	0				10				20				40			
	CO2 afgift, kr/kg															
	0	10	20	40	0	10	20	40	0	10	20	40				
	0	0	0	0	0.4	0.4	0.4	0.4	1	1	1	1				
111	0%	0%	0%	-1%	-3%	-3%	-4%	-5%	-7%	-7%	-8%	-9%				
112	0%	0%	-1%	-2%	-3%	-4%	-4%	-6%	-7%	-8%	-8%	-11%				
211	0%	-1%	-1%	-2%	-2%	-2%	-3%	-7%	-6%	-7%	-8%	-13%				
212	0%	0%	-1%	-1%	-4%	-4%	-5%	-6%	-9%	-9%	-10%	-13%				
311	0%	0%	-1%	-1%	-6%	-8%	-8%	-8%	-8%	-9%	-9%	-22%				
312	0%	-1%	-1%	-3%	-7%	-10%	-11%	-11%	-43%*	-47%*	-49%*	-49%*				
313	0%	-1%	-1%	-2%	-3%	-5%	-6%	-7%	-8%	-8%	-9%	-11%				
411	0%	0%	0%	-1%	-2%	-2%	-3%	-3%	-6%	-6%	-6%	-7%				
412	0%	0%	0%	-1%	0%	-1%	-1%	-2%	-1%	-2%	-2%	-3%				
511	0%	0%	0%	-1%	-2%	-2%	-3%	-3%	-5%	-5%	-6%	-7%				
611	0%	0%	0%	0%	-2%	-2%	-2%	-3%	-5%	-5%	-5%	-7%				
711	0%	0%	-1%	-2%	-2%	-3%	-3%	-4%	-5%	-6%	-6%	-8%				
811	0%	-1%	-1%	-2%	-3%	-3%	-3%	-5%	-6%	-7%	-7%	-9%				
812	0%	-2%	-3%	-3%	-2%	-2%	-3%	-7%	-4%	-5%	-6%	-11%				
813	0%	-1%	-2%	-3%	-2%	-3%	-4%	-6%	-5%	-6%	-7%	-10%				

*0.90 kr/kg CO₂e-afgift

Tabel 21. Ændring i metan-emission pr ha

	udvaskningsafgift, kr pr. kg forventet udvaskning pr. ha															
	0				10				20				40			
	CO2 afgift, kr/kg															
	0	0	0	0	0.4	0.4	0.4	0.4	1	1	1	1				
111	0%	0%	0%	0%	-2%	-3%	-3%	-3%	-6%	-6%	-6%	-6%				
112	0%	0%	0%	0%	-3%	-3%	-3%	-3%	-17%	-17%	-16%	-16%				
211	0%	0%	0%	0%	-2%	-3%	-3%	-3%	-12%	-11%	-11%	-11%				
212	0%	0%	0%	0%	-2%	-3%	-3%	-3%	-14%	-14%	-14%	-14%				
311	0%	0%	1%	1%	-9%	-9%	-9%	-9%	-17%	-17%	-17%	-17%				
312	0%	0%	0%	0%	-14%	-14%	-15%	-15%	-90%*	-89%*	-91%*	-91%*				
313	0%	0%	0%	0%	-3%	-3%	-3%	-3%	-7%	-7%	-7%	-7%				
411	0%	0%	0%	0%	-2%	-2%	-2%	-2%	-4%	-4%	-4%	-4%				
412	0%	0%	0%	0%	-1%	-1%	-1%	-1%	-3%	-3%	-3%	-3%				
511	0%	0%	0%	0%	-2%	-2%	-2%	-2%	-4%	-4%	-4%	-4%				
611	0%	0%	0%	0%	-1%	-1%	-1%	-1%	-1%	-1%	-1%	-1%				
711	0%	0%	0%	0%	-3%	-3%	-3%	-3%	-7%	-7%	-7%	-7%				
811	0%	31%	33%	11%	-20%	-17%	-14%	-9%	-49%	-45%	-42%	-37%				
812	0%	8%	16%	1%	-13%	-12%	-12%	-11%	-31%	-30%	-30%	-30%				
813	0%	1%	1%	0%	-2%	-2%	-2%	-2%	-6%	-6%	-6%	-6%				

*0.90 kr/kg CO₂e-afgift

Tabel 22. Ændring i N₂O-emission pr ha

	udvaskningsafgift, kr pr. kg forventet udvaskning pr. ha															
	0				10				20				40			
	CO2 afgift, kr/kg															
	0	10	20	40	0	10	20	40	0	10	20	40				
	0	0	0	0	0.4	0.4	0.4	0.4	1	1	1	1				
111	0%	0%	0%	0%	-4%	-5%	-5%	-5%	-24%	-24%	-24%	-25%				
112	0%	0%	0%	0%	-4%	-4%	-4%	-5%	-24%	-24%	-24%	-25%				
211	0%	0%	0%	-1%	-4%	-3%	-3%	-6%	-22%	-23%	-23%	-26%				
212	0%	0%	0%	0%	-4%	-4%	-4%	-6%	-25%	-25%	-26%	-28%				
311	0%	0%	1%	0%	0%	-4%	-4%	-3%	-15%	-15%	-15%	-9%				
312	0%	0%	0%	1%	-5%	-10%	-10%	-9%	-63%*	-61%*	-62%*	-62%*				
313	0%	0%	0%	0%	-4%	-3%	-3%	-3%	-13%	-13%	-13%	-13%				
411	0%	0%	0%	0%	-3%	-3%	-3%	-3%	-11%	-11%	-11%	-11%				
412	0%	0%	0%	0%	-2%	-1%	-1%	-1%	-3%	-3%	-3%	-3%				
511	0%	0%	0%	0%	-3%	-3%	-3%	-4%	-12%	-12%	-12%	-13%				
611	0%	0%	0%	0%	-2%	-2%	-2%	-2%	-8%	-8%	-8%	-9%				
711	0%	0%	0%	0%	-3%	-3%	-3%	-3%	-9%	-9%	-9%	-9%				
811	0%	0%	0%	-1%	-4%	-4%	-5%	-5%	-25%	-25%	-25%	-26%				
812	0%	-1%	-1%	-1%	-3%	-3%	-4%	-7%	-21%	-21%	-22%	-25%				
813	0%	0%	0%	-1%	-2%	-2%	-3%	-3%	-10%	-10%	-10%	-11%				

*0.90 kr/kg CO₂e-afgift

Tabel 23. Ændring i ammoniak-emission pr ha

	udvaskningsafgift, kr pr. kg forventet udvaskning pr. ha															
	0				10				20				40			
	CO2 afgift, kr/kg															
	0	10	20	40	0	10	20	40	0	10	20	40				
	0	0	0	0	0.4	0.4	0.4	0.4	1	1	1	1				
111	0%	0%	0%	-1%	-1%	-2%	-2%	-2%	-2%	-3%	-3%	-4%				
112	0%	0%	-1%	-1%	-1%	-1%	-1%	-2%	-5%	-5%	-6%	-8%				
211	0%	0%	0%	-1%	-1%	-1%	-2%	-4%	-5%	-6%	-6%	-9%				
212	0%	0%	0%	-1%	-1%	-1%	-2%	-3%	-4%	-4%	-5%	-7%				
311	0%	0%	1%	1%	-8%	-8%	-8%	-9%	-16%	-16%	-16%	-17%				
312	0%	0%	0%	-1%	-14%	-14%	-14%	-15%	-88%	-88%	-89%	-89%				
313	0%	0%	0%	-1%	-3%	-3%	-3%	-3%	-6%	-6%	-7%	-7%				
411	0%	0%	0%	0%	-2%	-2%	-2%	-2%	-4%	-4%	-4%	-4%				
412	0%	0%	0%	0%	-1%	-1%	-1%	-1%	-3%	-3%	-3%	-3%				
511	0%	0%	0%	0%	-2%	-2%	-2%	-2%	-5%	-5%	-5%	-5%				
611	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-1%	-1%	-1%	-1%				
711	0%	0%	0%	0%	-2%	-2%	-2%	-2%	-5%	-5%	-5%	-5%				
811	0%	5%	5%	1%	-3%	-3%	-3%	-3%	-8%	-8%	-8%	-9%				
812	0%	3%	5%	-1%	-4%	-5%	-5%	-8%	-11%	-11%	-12%	-16%				
813	0%	1%	1%	0%	-2%	-2%	-2%	-3%	-6%	-6%	-6%	-6%				

*0.90 kr/kg CO₂e-afgift

Tabel 24. Ændring i jordafkast, kr/ha

		udvaskningsafgift, kr pr. kg forventet udvaskning pr. ha				CO2 afgift, kr/kg							
		0	10	20	40	0	10	20	40	0	10	20	40
		0	0	0	0	0.4	0.4	0.4	0.4	1	1	1	1
111	0	-566	-1131	-2260	-389	-943	-1501	-2613	-956	-1483	-2026	-3113	
112	0	-558	-1117	-2222	-373	-922	-1471	-2555	-912	-1447	-1982	-3030	
211	0	-505	-1008	-2008	-356	-855	-1353	-2320	-873	-1360	-1846	-2774	
212	0	-613	-1226	-2443	-390	-990	-1591	-2769	-950	-1536	-2118	-3238	
311	0	-540	-1080	-2145	-1889	-2408	-2935	-3977	-4571	-5082	-5602	-6577	
312	0	-684	-1367	-2701	-3455	-4044	-4701	-5734	-7359*	-7691*	-8248*	-9206*	
313	0	-768	-1536	-3052	-1843	-2594	-3343	-4822	-4536	-5273	-6012	-7452	
411	0	-784	-1569	-3128	-1511	-2287	-3061	-4602	-3733	-4495	-5258	-6768	
412	0	-1902	-3805	-7596	-5011	-6894	-8781	-12539	-12440	-14307	-16176	-19892	
511	0	-693	-1382	-2759	-878	-1563	-2243	-3602	-2160	-2833	-3502	-4832	
611	0	-672	-1343	-2678	-957	-1622	-2286	-3600	-2375	-3030	-3683	-4955	
711	0	-677	-1353	-2693	-1984	-2652	-3322	-4645	-4872	-5532	-6191	-7487	
811	0	-566	-1129	-2260	-314	-876	-1432	-2543	-755	-1306	-1854	-2936	
812	0	-485	-971	-1928	-271	-753	-1238	-2163	-654	-1129	-1601	-2506	
813	0	-422	-843	-1675	-1601	-2018	-2436	-3254	-3945	-4354	-4765	-5564	

*0.90 kr/kg CO₂e-afgift

Tabel 25. Afgiftsprovener

	udvaskningsafgift, kr pr. kg forventet udvaskning pr. ha											
	0	10	20	40	0	10	20	40	0	10	20	40
	CO2 afgift, kr/kg											
	0	0	0	0	0.4	0.4	0.4	0.4	1	1	1	1
111	0	565	1128	2244	382	935	1488	2584	906	1433	1971	3039
112	0	556	1106	2186	365	912	1452	2510	854	1388	1914	2929
211	0	503	1001	1988	348	849	1341	2290	817	1303	1782	2689
212	0	611	1217	2426	380	980	1574	2740	887	1470	2042	3141
311	0	537	1066	2102	1831	2349	2868	3866	4161	4686	5203	6170
312	0	677	1340	2602	3275	3908	4539	5556	1233*	1826*	2210*	3138*
313	0	763	1516	2993	1815	2563	3298	4741	4336	5071	5794	7188
411	0	783	1561	3105	1493	2266	3036	4560	3627	4388	5144	6634
412	0	1899	3792	7570	4973	6854	8733	12479	12237	14104	15964	19663
511	0	691	1378	2740	864	1547	2225	3568	2080	2752	3418	4725
611	0	670	1335	2657	950	1613	2271	3571	2336	2988	3635	4884
711	0	673	1340	2655	1947	2613	3273	4571	4675	5332	5981	7249
811	0	563	1124	2234	301	859	1414	2505	690	1239	1783	2841
812	0	483	958	1909	261	740	1214	2132	601	1073	1537	2427
813	0	419	832	1647	1577	1992	2401	3202	3798	4206	4609	5391

*0.90 kr/kg CO₂e-afgift

Diskussion

Generelt viser beregningsresultaternes forløb, at omkostningerne øges med stigende afgiftssatser, at udvaskningen af kvælstof reduceres med stigende udvaskningsafgift, og at emissionerne af metan og lattergas reduceres med stigende CO₂e-afgift.

Selv om en udvaskningsafgift indeholder mekanismer som bidrager til at reducere emissionen af drivhusgasser, så indeholder den også mekanismer, som kan være kontraproduktive i forhold hertil. Således giver udvaskningsafgiften alt andet lige incitament til at øge bedrifternes arealandel med græs. Men da græsproduktion hænger sammen med drøvtyggerproduktion - navnlig kvæg - vil udvaskningsafgiften også kunne stimulere denne drøvtyggerproduktion, hvilket kan medføre bl.a. øget metan-emission.

Det skal igen understreges, at de viste beregninger repræsenterer de direkte effekter af de betragtede afgifter, og ikke inddrager mere indirekte effekter som følge af fx indførelse af andre og mere klimavenlige teknologier, som fx ændret fodring, gyllehåndtering osv., i det omfang den konkrete afgiftsregulering måtte give incitament hertil. Der kan således være risiko for, at de økonomiske tab for landbruget vil være overvurderede i beregningerne.

Beregningerne har som nævnt heller ikke taget hensyn til, at intensive husdyrbedrifter (navnlig bedriftstype 412) formentlig har sikret deres afsætning af overskydende husdyrgødning gennem gylleaftaler, og at den beregnede kvælstofudvaskning som de sættes i afgift af, således kan være overvurderet i de viste beregninger, mens den omvendt kan være undervurderet for de bedriftstyper, som aftager den overskydende husdyrgødning. Som diskuteret under de økonomiske resultater vil det formentlig være mere realistisk at antage, at disse bedrifter i stedet betaler afgift af en udvaskning svarende til overholdelse af harmonikravene, og tilpasser driften som følge af udvaskningsafgiften på samme måde som mindre husdyrintensive svinebedrifter.

Endelig har det som nævnt været nødvendigt at foretage efter-justeringer af nogle af omkostningsresultaterne ved de højeste CO₂e-afgiftssatser for at opnå resultater som er konsistente med den økonomiske teori, fordi prisændringerne forbundet med disse afgiftssatser har været på kanten af ESERALDA's gyldighedsområde i forhold til opgørelse af tilpasningsomkostninger. Det havde naturligvis været mere tilfredsstillende, om en sådan efter-justering ikke havde været nødvendig. Det vurderes dog, at justeringens betydning for resultaterne overordnet set er relativt beskeden. For at muliggøre vurdering af justeringens betydning, er de ujusterede resultater vedlagt som Appendiks 1.

Referencer

AU-DCE (2017) emissionsfaktorer vedrørende metan, lattergas og ammoniak

Christensen B.T. (2008) Hvordan kan vi øge kulstofindholdet i landbrugsjorden? Indlæg på Plantekongressen 2008.

Danmarks Statistik (2016) Regnskabsstatistik for jordbrug 2015

Dubgaard A. (2017) notat om nitrifikationshæmmere som klimaindsatsvirkemiddel

EPA (2015) EPA Emission Factors for Greenhouse Gas Inventories 2015, United States Environmental Protection Agency (https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-09/documents/emission-factors_nov_2015_v2.pdf) (downloaded d. 19/12 2017)

Jensen J.D. (2017) Sektorøkonomiske beregninger for landbruget vedrørende alternative modeller for kvælstofregulering i landbruget

Ørum J.E. & Thomsen I.K. (2017) Gridbaseret udvaskningsmodel for udvalgte sædskifter (GUUS) – en simpel, kvadratisk udvaskningsmodel kalibreret til NLES4

Appendiks 1. Ujusteret ændring i jordafkast, kr/ha

		udvaskningsafgift, kr pr. kg forventet udvaskning pr. ha											
		0	10	20	40	0	10	20	40	0	10	20	40
		CO2 afgift, kr/kg											
		0	0	0	0	0.4	0.4	0.4	0.4	1	1	1	1
111	0	-566	-1131	-2260	-389	-943	-1501	-2613	-936	-1466	-2008	-3080	
112	0	-558	-1117	-2222	-373	-920	-1471	-2563	-872	-1406	-1943	-3010	
211	0	-505	-1008	-2008	-356	-855	-1353	-2320	-828	-1316	-1824	-2745	
212	0	-613	-1226	-2443	-390	-990	-1586	-2766	-919	-1511	-2088	-3190	
311	0	-540	-1080	-2145	-1889	-2408	-2935	-3977	-4271	-4862	-5392	-6427	
312	0	-684	-1367	-2701	-3455	-4044	-4576	-5844	-3859*	-4491*	-4848*	-4806*	
313	0	-768	-1536	-3052	-1843	-2594	-3340	-4833	-4391	-5139	-5882	-7332	
411	0	-784	-1569	-3128	-1511	-2287	-3061	-4602	-3708	-4477	-5247	-6773	
412	0	-1902	-3805	-7596	-5011	-6894	-8781	-12539	-12440	-14307	-16176	-20004	
511	0	-693	-1382	-2759	-878	-1563	-2243	-3602	-2196	-2870	-3538	-4862	
611	0	-672	-1343	-2678	-957	-1622	-2286	-3600	-2369	-3027	-3679	-4934	
711	0	-677	-1353	-2693	-1964	-2637	-3302	-4645	-4704	-5367	-6036	-7343	
811	0	-566	-1129	-2260	-314	-876	-1432	-2543	-709	-1261	-1819	-2892	
812	0	-485	-971	-1928	-271	-753	-1238	-2163	-654	-1129	-1601	-2506	
813	0	-422	-843	-1675	-1601	-2018	-2436	-3254	-3863	-4277	-4691	-5492	

*0.90 kr/kg CO₂e-afgift