

DREAM

Danish Research Institute for
Economic Analysis and Modelling



Endogenisering af arealanvendelsen

Asbjørn Kehlet Berg og Louis Birk Stewart

Dokumentationsnotat

21. februar 2024

www.dreamgruppen.dk



Forord

Dette notat beskriver, hvordan arealanvendelsen i LULUCF-opgørelsen er modelleret i GrønREFORM, og hvordan udtagningen af jord påvirker ændringer i jordprisen i modellen.

I GrønREFORM's grundforløb følger arealanvendelsen forudsætningerne bag Klimafremskrivningen. Ved stød til modellen er arealanvendelsen endogent bestemt, ud fra en antagelse om, at et areal vil blive anvendt til det formål, der giver størst udnyttelsesværdi. Det gør, at arealer som i grundforløbet indgår i intensiv landbrugsdrift kan overgå til fx skov, hvis der gives de rette incitamenter hertil.

Når arealanvendelsen ændres, påvirker det de såkaldte LULUCF-udledninger, som er endogent bestemt i modellen. LULUCF-udledningerne bestemmes ud fra arealanvendelsen (og ændringen heri) sammen med tilhørende emissions- og optagsfaktorer. Metoden er nærmere beskrevet i notatet *Land use and land-use change emissions in GreenREFORM*.¹ Endogeniseringen af arealanvendelsen påvirker ikke emissions- og optagsfaktorerne i modellen, som er fastsat på baggrund af Klimafremskrivningen.

I GrønREFORM beregnes en pris på omdriftsjord, som er en gennemsnitlig jordpris for alle de jorder, der er i omdrift. Modellen beregner også en jordpris for de arealer, som skifter arealkategori fra landbrugsdrift til anden arealanvendelse. Tilsammen beregnes en gennemsnitlig jordpris for alle jorder i og uden for omdrift, hvilket kan bruges som et bud på ændringen i landmændenes kapitalværdi af jord ved stød til modellen (som fx afgifter på landbrugets udledninger).

Tiltag der giver incitament til andre arealanvendelser afbøde en del af det jordværditab landbruget står overfor, hvis man pålægger en CO₂e-afgift på landbrugets udledninger. Ændringen i den gennemsnitlige jordpris afhænger imidlertid meget af, hvilke andre arealanvendelser, der bliver givet incitament til i modellen. Herudover har samspillet mellem forskellige tiltag til ændret arealanvendelse betydning for ændringen i jordprisen. Dette skyldes, at formen på jordudbudskurven påvirkes af de forskellige tiltag til ændret arealanvendelse.

Notatet er struktureret som følger. I det første afsnit beskrives hvordan tiltag til jordudtag for hhv. skovrejsning, lavbundsudtag og anden jordudtagning fungerer i GrønREFORM. I det andet afsnit laves en række eksempelberegninger, som illustrerer hvordan ændringen i jordprisen påvirkes af forskellige tiltag til ændret arealanvendelse. Notatet afsluttes til sidst med en konklusion.

¹ Beck, U. R. og Berg, A. K. (2023) *Land use and land-use change emissions in GreenREFORM*

1. Metodebeskrivelse

Dette afsnit beskriver modelleringen af arealanvendelse i GrønREFORM. Ved arealanvendelse forstås fordelingen af det danske areal på forskellige anvendelsestyper, som det er gjort i areal-matricen (LULUCF-matricen), dvs. skov, vådområder, landbrugsjord mv. Arealanvendelsen modelleres endogent i GrønREFORM, således at fx en negativ afgift på optag fra skov kan føre til omlægning af jord fra landbrugsdrift til skovrejsning.

Udgangspunktet for ændringer i arealanvendelsen er, at der er heterogenitet i dyrkningsværdien af jorder. Det betyder, at jorder med lav dyrkningsværdi, skal have et mindre incitament (fx afgift eller tilskud) for at udgå af landbrugsdrift, og i stedet overgå til en anden arealanvendelse, ifht. jorder med høj dyrkningsværdi. Hvilken arealanvendelse jorden overgår til afhænger af den relative værdi imellem de respektive muligheder for anvendelse. Se evt. Stewart mfl. (2023)².

Ændring i arealanvendelsen påvirker udledningerne fra arealanvendelse og skov (LULUCF-udledninger). LULUCF-udledningerne beregnes på baggrund af LULUCF-matricen og dertilhørende emissionsfaktorer som beskrevet i *Beck og Berg (2023)*.³ Endogeniseringen af arealanvendelsen medfører dermed også, at LULUCF-udledningerne er endogent bestemt i GrønREFORM.

1.1 Skovrejsning

Skovrejsning antages at ske på de jorder, hvor alternativomkostningen i form af tabt dækningsbidrag er mindst, eller med andre ord de landbrugsjorder der har den laveste landbrugsmæssige produktivitet. Udtagningen sker på baggrund af en statisk betragtning, hvor langsigtede strukturelle dækningsbidrag fra landbrugsdrift sammenlignes med de langsigtede dækningsbidrag⁴, der kan forventes ved en omlægning til skov.

Som udgangspunkt modelleres skov ud fra en *winner-takes-all* tankegang. Dvs. at hvis der gives støtte til skovrejsning, så dette er den bedste alternative anvendelse af de marginale landbrugsjorder, så vil alle jorder, der tages ud af intensiv landbrugsdrift, blive omlagt til skov. Dette beskrives bedst med et eksempel: Antag, at der indføres en afgift, som medfører, at 50.000 hektar nuværende landbrugsjord vil have en negativ dyrkningsafgift. Uden tilskud til skovrejsning vil hele arealet overgå til braklægning, som har en dyrkningsværdi på 0.⁵ Hvis der gives et tilskud til skovrejsning, således at dyrkningsværdien heraf er 1 kr. pr. hektar, så vil hele arealet overgå til skov. Modelleringen giver dog mulighed for at indføre begrænsninger, så det kun er en del af arealet, der overgår til skov inden for en given periode. Det kan fx afspejle begrænsninger på kapaciteten for produktionen af nye træer, kvalificeret arbejdskraft, maskiner eller andet. I dette tilfælde vil en andel af de 50.000 hektarer på kort sigt overgå til skovrejsning mens de resterende arealer vil blive braklagt.

² Stewart, L. B., Berg, A. K., og Kirk, J. S. (2023) *Jord som produktionsfaktor i vegetabilsk landbrug*

³ Beck, U. R. og Berg, A. K. (2023) *Land use and land-use change emissions in GreenREFORM*

⁴ Inkl. de nødvendige tilskud til skovrejsning for at gøre det rentabelt

⁵ Dette er en simplificeret antagelse i eksemplet. I GrønREFORM har braklægning en værdi på 57.000 kr. pr. hektar i 2024-faste priser.

I GrønREFORM antages skovrejsning som udgangspunkt at være en permanent beslutning. Det betyder, at udtagne arealer til skovrejsning ikke kan vende tilbage til intensiv landbrugsproduktion.

1.2 Lavbundsudtag

Udtagning af lavbundsjord til vådlægning (lavbundsudtag) følger samme tankegang som skovrejsning: Værdien af lavbundsudtag skal være større end alternativanvendelsen (intensiv drift eller brak). Man kan anskue processen for lavbundsudtag som en todelt beslutning. For det første skal der være et incitament (fx en afgift), der gør, at det ikke længere kan betale sig at holde lavbundsajorden i intensiv drift, hvorfor den bedste alternative anvendelse er braklægning. Dette reducerer en meget lille del af LULUCF-udledningerne fra arealet. For det andet skal der gives et incitament til vådlægning af jorden, dvs. ophør af dræn. Det er den sidste del, som reducerer langt størstedelen af LULUCF-udledningerne fra jorden.

I vådlægningen af jorden medfølger et udtag af landbrugsjord, som ikke er lavbundjord – de såkaldte randarealer. Udgangspunktet i GrønREFORM er, at der udtages ca. 0.53 hektar randareal for hver 1 hektar lavbundsareal, der vådlægges. Dette er baseret på specifikke forudsætninger leveret af Ekspertgruppen for en Grøn Skattereform..

Udtagning af lavbundsjord til vådlægning (lavbundsudtag) sker, i modsætning til skovrejsning, ikke nødvendigvis på de jorder med lavest produktivitet/dækningsbidrag. I data fra IFRO fremgår lavbundsajorder eksplicit som to bedrifts- og jordbundstyper.⁶ Det er derfor muligt at udtage lavbundsajorden direkte fra disse to kategorier.

Der er ikke fuld overensstemmelse mellem lavbundsarealerne i LULUCF-opgørelsen og i IFRO's opgørelse. Det skyldes blandt andet, at det samlede lavbundsareal er blevet revurderet⁷ siden IFRO lavede opgørelsen af dækningsbidrag på landbrugsajorder. Som vist i tabel 2 er lavbundsarealet i LULUCF-opgørelsen ca. 82 pct. af lavbundsarealet i opgørelsen af landbrugsajorden. Der er således behov for at koble data for LULUCF-arealerne og landbrugsajorden i modellen. Udgangspunktet for koblingen mellem de to opgørelser er at følge metoden som er anvendt af Ekspertgruppen, men de konkrete antagelser kan ændres af modelbrugeren.

⁶ Det underliggende data af produktivitsfordelinger er opdelt på bedrifts- og jordbundstyper. Der er 14 kombinationer af jordbund og bedrifter. De er: Jordbund 11 lavværdi (lavbund), jordbund 11 højeværdi (også lavbund), jordbund 1+3 plantebrug, jordbund 2+4 plantebrug, jordbund 5-9 plantebrug, jordbund 1-4 planter m. vanding, jordbund 1+3 med husdyr, jordbund 1+3 med kvæg, jordbund 1-4 med vanding og husdyr, jordbund 2+4 med husdyr, jordbund, 2+4 med kvæg, jordbund 1-4 med vand og kvæg, jordbund 5-9 med kvæg og jordbund 5-9 med husdyr. Se Olsen, J. V., & Pedersen, M. F. (2022) for mere.

⁷ Gyldenkerne, S. & Callisen, L.W. (2024) *Notat om emissionsestimater for organiske jorder historisk (1990-2022) og i fremskrivningen (2023-2040)*. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 15 s.– Fagligt notat nr. 2024|60

Tabel 1

Arealdata 2021. Forskelle i opgørelse af lavbund imellem LULUCF-opgørelsen og IFRO (Internet Mark Kort, jordbonitet 1)

	LULUCF (1000 ha.)	IFRO (1000 ha.)
Landbrugsareal	2797.69	2635.90
Lavbund på landbrugsareal	43.53	149.61
Lavbund i drift	Ikke angivet	70.83
Græsareal	168.24	Ikke angivet
Lavbund på græsareal	78.58	Ikke angivet
Lavbund i alt	122.11	149.61

Anm.: IFRO bemærker i Olsen, J. V., & Pedersen, M. F. (2022), at de formoder uoverensstemmelsen skyldes forskelle i det kort-data, der ligger til grund for de to opgørelser.

Kilde: Egen opgørelse på baggrund af KF22-data for LULUCF og IFRO-data i Olsen, J. V., & Pedersen, M. F. (2022) samt Gyldenkerne, S. & Callisen, L.W. (2024).

1.3 Anden jordudtagning

Udover udtag til lavbund og skovrejsning ligger mulighed for jordudtagning til braklægning og eco-scheme'et *biodiversitet* indlejret i modellen på nuværende tidspunkt. Braklægning og biodiversitet kan opsummeres som følger:

- Braklægning bliver rentabelt som alternativ til landbrugsdrift i og med, at man vil kunne undgå en gødningsafgift ved at braklægge, men samtidig beholde sin hektarstøtte.
Skovrejsning konkurrerer altså med braklægning, i den måde det er modelleret. I et scenarie med en gødningsafgift, skal skov altså være mere rentabelt end blot at braklægge for at komme i spil.
- Eco-scheme'et *biodiversitet* har så høj en tilskudssats (2 740 kroner per ha før hektarstøtte), at der stadig ikke har været politikscenarier i betragtning, hvor der ikke bliver fuld søgning på puljen til biodiversitet, som er sat til 100 000 hektar.

1.4 Jordpris

Indledningsvist bør der gøres opmærksom på den skelnen, der laves imellem *jordprisen* og *prisen på omdriftsjord* i GrønREFORM. Førstnævnte benyttes om den gennemsnitlige jordpris på landbrugsjord - på tværs af jordens anvendelse (eksempler på anvendelser er omdrift, skov, udtagningsordninger under CAP'en og vedvarende energi).⁸ Sidstnævnte benyttes specifikt om prisen på jord i omdrift.

I GrønREFORM beregnes både en pris på omdriftsjord, og på arealer som overgår fra omdrift til anden anvendelse. Ændringen i jordprisen (og dermed den samlede værdiændring for landbruget) beregnes ud fra et vægtet gennemsnit af værdien af jorder i og udenfor omdrift.

Prisen på omdriftsjord beregnes ud fra en række komponenter (dyrkningsværdi, værdi af hektarstøtte, værdi af harmoniareal, jagt- og herlighedsværdi, optionsværdi mv.). Ændringen i prisen på omdriftsjord beregnes ud fra ændringen i disse komponenter, hvor der tages højde for ændringen i fordelingen af landbrugsjorders dækningsbidrag. Hvis de mest lavproduktive jorder fx tages ud af omdrift, så vil det alt andet lige øge den gennemsnitlige produktivitet af de resterende omdriftsjorder, og dermed også den gennemsnitlige jordpris for disse.

⁸ Den gennemsnitlige jordpris benyttes primært til at bestemme ændringen i værdien af den jord, som i grundforløbet defineres som landbrugsjord.

2. Eksempelberegning af jordprisændringer som følge af ændret arealanvendelse

I dette afsnit omstilles en række eksempelberegninger, som har til formål at illustrere, hvordan ændringen i jordprisen påvirkes af tiltag til ændret arealanvendelse. I alle scenarier pålægges en afgift på landbrugets ikke-energirelaterede udledninger på 750 kroner per tCO₂e. I tillæg til afgiften antages varierende grad af tilskud til ændret arealanvendelse, nærmere betegnet tilskud til vådlægning af lavbundsjord og tilskud til skovrejsning.

Konkret er bestået tiltagene til ændret arealanvendelse i de fire stød som følger:

- A. Ingen yderligere lavbund eller skov udover hvad der forventes med KF23. I dette tilfælde er braklægning af jord det primære udtagningsalternativ.
- B. 45.000 ha yderligere lavbundsudtag frem mod 2032.
- C. 250.000 ha yderligere udtag til skovrejsning frem mod 2045.
- D. 45.000 ha lavbundsudtag og 250.000 ha skovrejsning (kombination af B og C).

Fælles for stødene er, at der udtages jord, hvilket afbøder den negative jordpriseffekt af CO₂e-afgift på landbruget. Det bemærkes at størrelsesordenen af denne afbødning er meget forskellig for de fire stød A-D.

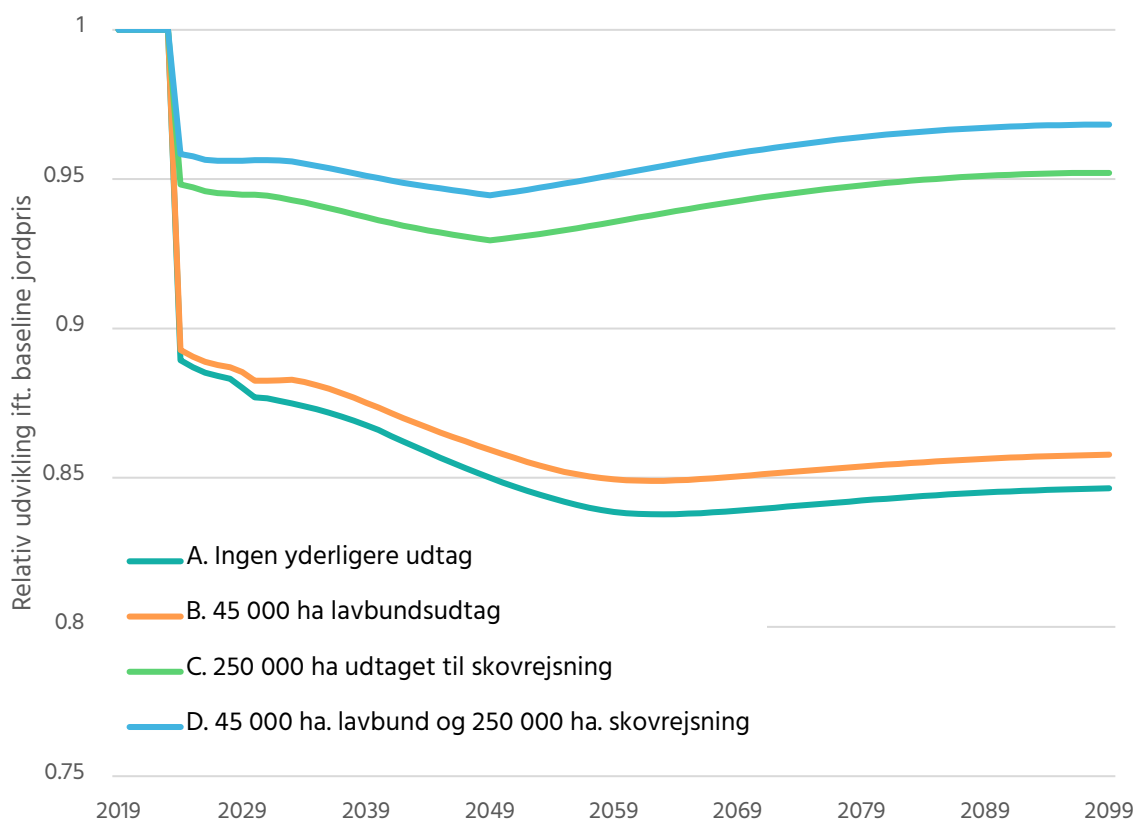
Det skal bemærkes, at den afbødende effekt på jordprisen af at udtage 45.000 hektar lavbund er større, når det sker i samspil med udtag af 250.000 hektar til skov. Det skyldes følgende:

Ved en afgift uden yderligere støtte til jordudtag reduceres mængden af produktiv landbrugsjord med ca. 45.000 hektar (i 2060) som følge af braklægning (punkt A i figur 2). Braklægning har den egenskab, at jorderne kan vende tilbage til intensiv drift, hvis det bliver profitabelt. Når afgiften kombineres med støtte til vådlægning af lavbundsjord udtages yderligere 45.000 hektar hertil.⁹ Dermed bliver jord en mere knap ressource for landbruget, hvilket øger landbrugets afsætningspriser og dermed dækningsbidraget på jorderne. Det øgede dækningsbidrag gør, at 10.000 hektar af den braklagte jord i scenarie A ender tilbage i intensiv drift. Den isolerede effekt af, at noget jord tages tilbage i intensiv drift er, at faldet i jordprisen øges – eller omvendt, at den afdæmpende effekt af lavbundsudtag mindskes, og at prisforskellen er relativt lille mellem scenarie A og B.

⁹ Modelteknisk udtages 29.000 hektar landbrugsjord, fordi der er en diskrepans mellem arealopgørelsen i LULUCF-matricen og i opgørelsen af landbrugsjord.

I scenarie C udtages 250.000 hektar landbrugsjord til skovrejsning, under antagelse at udtaget sker på de mindst produktive jorder. Det betyder, at der i scenarie C ikke er nogen jorder udtaget til braklægning, fordi alle de resterende jorder er for produktive til, at det ikke kan betale sig at dyrke dem, selvom afgiften øger produktionsomkostningerne. Dette illustreres også ved, at jordudbudskurven i figur 2 er lodret rundt om punkt C. Når jord først er udtaget til skov, kan det som tidligere nævnt ikke flytte tilbage til intensiv landbrugsdrift i modellen. Altså giver udtagningen af lavbundsjord i scenarie D ikke mulighed for, at noget jord flytter tilbage i intensiv drift, og derfor er prisforskellen større mellem scenarie C og D, end det er tilfældet mellem scenarie A og B.¹⁰

Figur 1
Jordpriseffekter ved forskellige jordudtagingsstød til GrønREFORM

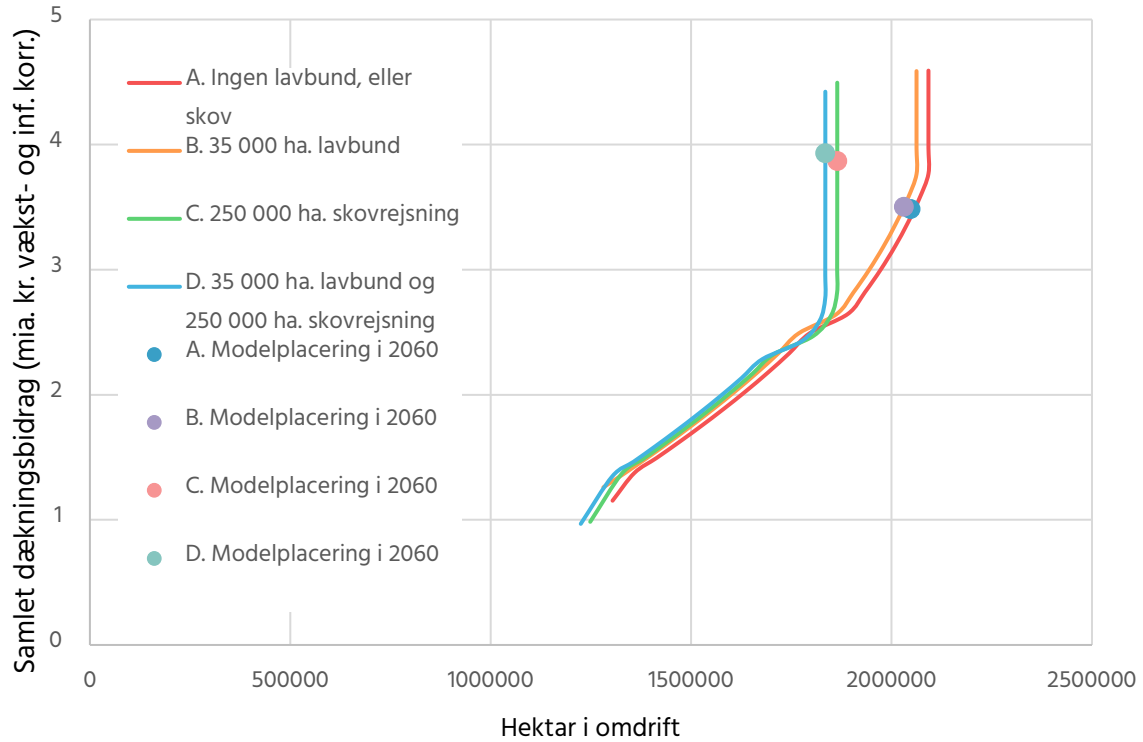


Anm: Der regnes på en kombination af en CO₂e-afgift på landbruget og forskellige scenarier for udtag af jord (A-D). Jordpriseffekterne vises i både vækst- og inflationskorrigerede termer, da det gør det nemmere visuelt at se forskelle. I bilag til notatet er vedlagt Figur 1 i en version, hvor der blot inflationskorrigeres.

Kilde: Egne beregninger i GrønREFORM

¹⁰ Samtidig øges støtten til skovrejsning i scenarie D relativt til scenarie C for fortsat at have 250.000 hektar udtaget til skovrejsning.

Figur 2
Jordudbud i GrønREFORM ved forskellige jordudtag



Anm.: Modellen placerer sig dynamisk på jordudbudskurverne. På figuren er medtaget modellens placering i 2060 som et eksempel på et punktnedslag, hvor de fire stød kan sammenlignes.

Kilde: Egne beregninger i GrønREFORM.

A. Bilag: Ændring i jordpriser

I GrønREFORM optræder to forskellige jordpriser; en for jord i omdrift (pris på omdriftsjord) og en gennemsnitlig jordpris (jordpris) for jord i og uden for omdrift. Ydermere kan jordprisen opgøres med og uden den effekt, at den gennemsnitlige produktivitet for omdriftsjorder (og dermed jordpris) forventes at stige, hvis de lavproduktive jorder udtages fra drift. I tabel A1 opgøres alle fire jordpriser for de fire scenarier i eksempelberegningerne.

Tabel A1

Ændring i forskellige opgørelser af jordpris i 2030 under forskellige tiltag til ændret arealanvendelse

	Pris på omdriftsjord		Pris på omdriftsjord, ekskl. gns. produktivitet		Jordpris		Jordpris, ekskl. gns. produktivitet	
	1000 kr. pr. hektar	Pct. ift. baseline	1000 kr. pr. hektar	Pct. ift. baseline	1000 kr. pr. hektar	Pct. ift. baseline	1000 kr. pr. hektar	Pct. ift. baseline
Baseline	124.3	-	124.3	-	115.8	-	115.8	-
Scenarie A	107.2	-14%	107.0	-14%	101.5	-12%	101.4	-12%
Scenarie B	107.7	-13%	107.6	-13%	102.2	-12%	102.1	-12%
Scenarie C	116.8	-6%	115.4	-7%	109.4	-6%	108.3	-6%
Scenarie D	118.5	-5%	117.0	-6%	110.7	-4%	109.6	-5%

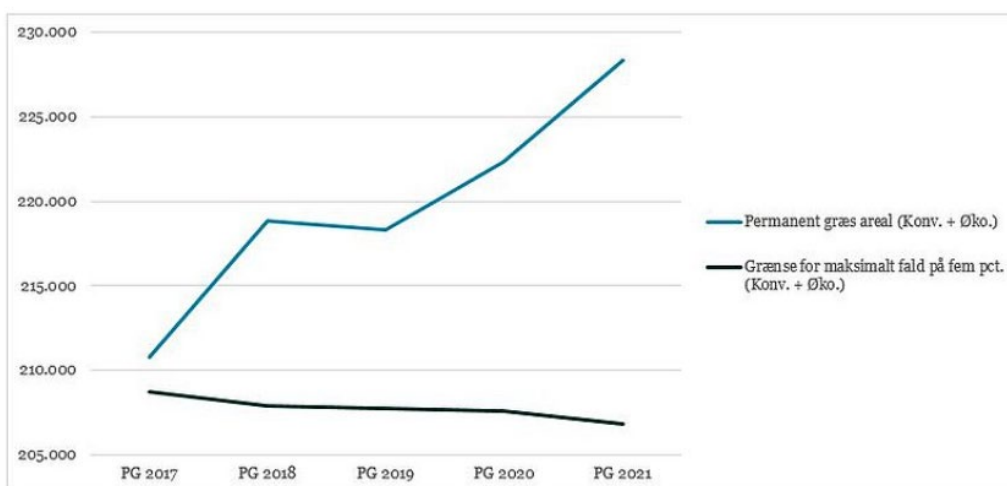
Anm.: Jordpriserne er angivet i tusind kroner per hektar (2019-faste priser)

Kilde: Egne beregninger.

B. Bilag B: Permanente græsarealer til skovrejsning

Der stilles i Danmark krav¹¹ om, at de permanente græsarealers andel af omdriftsarealer ikke må falde mere end 5 pct. ift. 2018-niveau. Det er et krav, der opfyldes kollektivt, og er altså ikke et krav på den enkelte bedrift. Hvis grænsen overskrides vil de eksisterende permanente græsarealer på overskridningstidspunktet blive låst indtil kravet igen opfyldes. Dette formodes at være en væsentlig årsag til at danske jordbrugere overopfylder på denne målsætning, jf. Figur B1 herunder. Når skov rejses på omdriftsjord vil det altså gøre at nogle permanente græsarealer vil kunne omlægges til anden brug uden karambollage med kravet om permanente græsarealer.

Figur B1
Udviklingen i permanente græsarealer



Anm.: Y-aksen angiver antal hektar med permanent græs. Figuren er sakset fra LBST-linket herunder.

Kilde: <https://lbst.dk/nyheder/nyhed/nyhed/i-fremtiden-skal-alle-danske-landbrugere-opfylde-et-krav-om-areal-med-permanent-graes>

¹¹ <https://lbst.dk/nyheder/nyhed/nyhed/i-fremtiden-skal-alle-danske-landbrugere-opfylde-et-krav-om-areal-med-permanent-graes>

Modellering

Ved aflæsning af figuren skønnes jordbrugerne i gennemsnit ca. at vælge udtag på 222 000 hektar. I IFRO-data fremgår et omdriftsareal på ca. 2 250 000 hektar. Det antages at landbrugerne kollektivt ikke ønsker at afvige fra denne andel af permanent græs. Lad O_0 være de baselineomdriftsareal og P_0 være jordbrugernes optimale permanente græsarealer for dette omdriftsareal (de 222 000 hektar). Lad desuden P_1, O_1 være stødarealer. Slutteligt lad S^{omd} være skov på omdriftsareal og S^{per} være skov på permanente græsarealer. Skov fra permanente græsarealer kan da findes som

$$\frac{P_0}{O_0} = \frac{P_1}{O_1} = \frac{P_0 - S^{per}}{O_0 - S^{omd}} \Leftrightarrow S^{per} = \frac{P_0}{O_0} S^{omd}$$