

# Beskyttelse af naturværdier på landbrugsarealerne

Steen Pilegaard og Jesper S. Schou  
Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut

*SUMMARY: In a model with uncertainty and asymmetric information, the consequences for welfare of different policy measures for protecting natural amenities in agricultural areas are analysed. It is shown that under reasonable assumptions, the use of subsidies is preferable from a welfare point of view compared to a laissez-faire policy, which again is preferable compared to conservation of areas.*

---

## 1. Indledning

Naturbeskyttelseslovens regler om beskyttelse af naturværdierne i det danske landskab er blevet diskuteret ivrigt i landbrugskredse den seneste tid. Årsagen er de nyligt foreslåede ændringer af lovens §3 vedrørende beskyttelse af bestemte naturtyper, der medfører at ferske enge og overdrev, som har henligget uopdyrkede til græsningsformål i syv år eller derover, ikke må opløjes eller på anden måde ændres. Målet med loven er klar: de ferske enge og overdrevene skal vedblive med at være udlagt som vedvarende græsningsarealer, idet man fra samfundets side anser værdien af flora og fauna på disse arealer for værende af betydelig værdi.

Naturbeskyttelsesloven pålægger lignende fredninger af andre beskyttelsesværdige landskabs-elementer som eksempelvis sten- og jorddiger, heder og større moser og vandløb. Denne begrænsning af brugsretten på landbrugsarealerne har kun affødt protester i mindre omfang, da den kun berører arealer af beskeden størrelse, og derfor ikke begrænser landmændenes muligheder væsentligt. Dette gælder imidlertid ikke beskyttelsen af de ferske enge, der andrager betydelige arealer i de vestlige dele af Danmark (marsken). Derfor medfører den planlagte fredning, at et antal landmænd mister muligheden for at ændre landbrugspraksis på en stor del af deres arealer, hvilket er årsagen til den voldsomme modstand mod planerne; modstanden er ligefrem så stor, at der fra landbrugets side trues med, at de berørte arealer pløjes op inden reglerens ikrafttrædelse med henblik på at undgå at blive omfattet af fredningen. Det vil betyde, at landmændene bevarer deres mulighed for at råde frit over arealerne på bekostning af, at naturværdierne går tabt.

Samfundsøkonomisk må det betragtes som en særdeles uheldig effekt af den planlagte regulering, hvilket rejser spørgsmålet, om der er andre reguleringsmæssige alter-

# Beskyttelse af naturværdier på landbrugsarealerne

Steen Pilegaard og Jesper S. Schou  
Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut

*SUMMARY: In a model with uncertainty and asymmetric information, the consequences for welfare of different policy measures for protecting natural amenities in agricultural areas are analysed. It is shown that under reasonable assumptions, the use of subsidies is preferable from a welfare point of view compared to a laissez-faire policy, which again is preferable compared to conservation of areas.*

---

## 1. Indledning

Naturbeskyttelseslovens regler om beskyttelse af naturværdierne i det danske landskab er blevet diskuteret ivrigt i landbrugskredse den seneste tid. Årsagen er de nyligt foreslåede ændringer af lovens §3 vedrørende beskyttelse af bestemte naturtyper, der medfører at ferske enge og overdrev, som har henligget uopdyrkede til græsningsformål i syv år eller derover, ikke må opløjes eller på anden måde ændres. Målet med loven er klar: de ferske enge og overdrevene skal vedblive med at være udlagt som vedvarende græsningsarealer, idet man fra samfundets side anser værdien af flora og fauna på disse arealer for værende af betydelig værdi.

Naturbeskyttelsesloven pålægger lignende fredninger af andre beskyttelsesværdige landskabs-elementer som eksempelvis sten- og jorddiger, heder og større moser og vandløb. Denne begrænsning af brugsretten på landbrugsarealerne har kun affødt protester i mindre omfang, da den kun berører arealer af beskeden størrelse, og derfor ikke begrænser landmændenes muligheder væsentligt. Dette gælder imidlertid ikke beskyttelsen af de ferske enge, der andrager betydelige arealer i de vestlige dele af Danmark (marsken). Derfor medfører den planlagte fredning, at et antal landmænd mister muligheden for at ændre landbrugspraksis på en stor del af deres arealer, hvilket er årsagen til den voldsomme modstand mod planerne; modstanden er ligefrem så stor, at der fra landbrugets side trues med, at de berørte arealer pløjes op inden reglerens ikrafttrædelse med henblik på at undgå at blive omfattet af fredningen. Det vil betyde, at landmændene bevarer deres mulighed for at råde frit over arealerne på bekostning af, at naturværdierne går tabt.

Samfundsøkonomisk må det betragtes som en særdeles uheldig effekt af den planlagte regulering, hvilket rejser spørgsmålet, om der er andre reguleringsmæssige alter-

nativer til fredning, som ikke besidder denne uheldige egenskab. De principielle problemer i reguleringssituationen kan karakteriseres dels ved spørgsmålet om regler versus afgifter/subsidier, dels ved usikkerhed og asymmetrisk information. I traditionel miljøøkonomisk litteratur er der almindelig enighed om, at skatter og afgifter generelt er regelregulering efficiensmæssig overlegen under en række forudsætninger (se eksempelvis Baumol & Oates, 1988). I situationen med usikkerhed og asymmetrisk information er dette ikke alment gældende, idet særligt regulering af diffus forurening kan kræve mere komplicerede reguleringssystemer som eksempelvis kontrakter/regler i kombination med bøder/subsidier (se eksempelvis Xepapadeas, 1991). Samtidig er det karakteristisk for praktisk miljøpolitik, at nye reguleringer varsles et stykke tid før implementeringen. Som skitseret i eksemplet betyder det, at de regulerede agenter har mulighed for at handle strategisk og derved at modvirke effekten af reguleringen.

I denne artikel er det målet at sammenligne de velfærdsøkonomiske effekter af fredning kontra traditionel miljøregulering, når vedtagelse og implementering af miljøpolitikken ikke er sammenfaldende, idet beskyttelse af naturværdierne i marsken anvendes som case. Artiklen indledes med en gennemgang af de forskellige aktørers (landmænd og myndigheder) økonomiske interesser i anvendelsen af de ferske enge. Herefter opstilles en model med usikkerhed og asymmetrisk information, der kan belyse landmændenes handlinger ved forskellige reguleringsalternativer. Der fokuseres på muligheden for at beskytte arealerne gennem tildeling af subsidier, som gives under forudsætning af, at arealerne ikke ændrer dyrkningsmæssig status. Dette reguleringsalternativ sammenlignes med de to øvrige strategier: fredning og laissez-faire. Pålægelse af en afgift på arealer, der ændres fra vedvarende græs til salgsafgrødedyrkning, analyseres ikke direkte i artiklen. Årsagen hertil bunder i de eksisterende miljøordninger i landbruget, som indtil nu har været udformet som tilskudsordninger<sup>1</sup> eller fredninger, hvorfor vi ser subsidier som det mest aktuelle miljøpolitiske alternativ til fredning.<sup>2</sup> Spørgsmålet om afgift eller subsidie tages endvidere op i den afsluttende diskussion af analysens resultater.

## 2. De økonomiske interesser i marsken

De økonomiske interesser i anvendelsen af landbrugsjorden i marsken kan efter et reguleringsøkonomisk synspunkt inddeles i brugerne, dvs. landmændene, og samfundet, repræsenteret ved de regulerende myndigheder. Landmændenes privatøkonomiske værdi af jorden kan inddeles i:

---

1. Som eksempel kan nævnes tilskud til økologisk jordbrug, tilskud til skovrejsning og tilskud til miljøvenlig landbrugsdrift i miljøfølsomme områder.

2. Se i øvrigt Hanley m.fl. (1997) for en diskussion af subsidier versus afgifter til beskyttelse af landskabsmæssige værdier.

- værdien af den aktuelle anvendelse og
- optionsværdien af alternativ anvendelse af jorden.

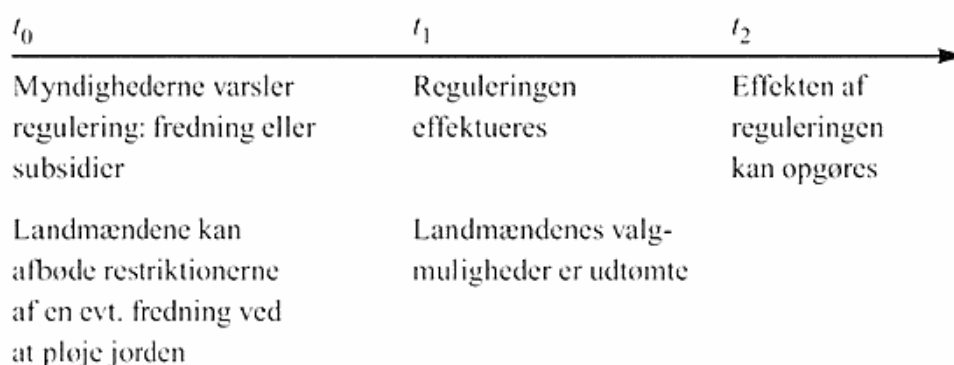
Værdien af den aktuelle anvendelse af jorden repræsenteres ved den jordrente, der opnås ved den eksisterende drift, dvs. det økonomiske overskud efter alle øvrige produktionsfaktorer er aflønnet. Optionsværdien er værdien for landmanden af at kunne ændre anvendelsen af jorden – dvs. værdien af fleksibilitet i driftsvalget. Eksempelvis kan det ved en vedvarende forringelse af bytteforholdet for kvægproduktion relativt til korndyrkning blive aktuelt at ændre arealanvendelsen fra vedvarende græsning til dyrkning af salgsafgrøder.

Den samfundsøkonomiske værdi af landbrugsjorden i marsken består af:

- den samfundsøkonomiske produktionsværdi og
- naturværdien af arealerne.

Naturværdien kan igen opdeles i en rekreativ brugsværdi, dvs. den værdi, der realiseres, når folk tager ud og forbruger naturen på arealerne (kikker fugle og blomster, traveture, osv.), og en optionsværdi, der omfatter værdien af, at man véd den pågældende natur eksisterer og man – hvis man vil – har mulighed for at tage ud og realisere naturværdien.

I forhold til den aktuelle reguleringssituation er det ikke blot størrelsen af de enkelte privat- og samfundsøkonomiske elementer, som er afgørende for resultatet men også en række sandsynligheder for, hvorledes agenterne vil reagere i forskellige situationer. For at illustrere tidsfaserne i den strategiske situation kan der ses på nedenstående tidsakse.



Som det fremgår, er det i tidsrummet  $t_0$  til  $t_1$  fra reguleringen varsles til den effektueres, at landmændene har mulighed for at undgå en eventuel fremtidig fredning ved at pløje jorden. Hvorvidt de gør det afhænger af, hvilket reguleringssystem der indføres: fredning eller subsidier. Hvis der er tale om en fredning, vil landmændene have

et incitament til at pløje med det samme for at bevare optionsværdien. Med en tilskudsordning vil landmændene bevare optionsværdien og ydermere have et økonomisk incitament til at anvende arealerne til græsning. Det centrale reguleringsmæssige spørgsmål er hvilken regulering, der er samfundsøkonomisk fordelagtig. I det følgende opstilles en teoretisk model til belysning af denne problemstilling.

### 3. En teoretisk model for regulering af marskarealerne

#### *Grundmodel uden regulering (laissez-faire tilfældet)*

Betragt en model med en tidshorisont på  $T$  perioder<sup>3</sup> (driftsår) af en simpel økonomi, hvor en repræsentativ landmand råder over et landbrugsareal, som han enten anvender til græsning eller til dyrkning af salgsafgrøder. Arealet har endvidere en naturværdi for det omgivende samfund, men kun hvis det anvendes til græs. Der er således knyttet en positiv eksternalitet til de ferske græsenge, som bortfalder hvis de anvendes til dyrkning af salgsafgrøder. Problemet er modelleret som reversibelt, dvs. at størrelsen af eksternaliteten i en given periode er uafhængig af arealanvendelsen i de forrige perioder, hvilket er en forsimpning af problemet. Betydningen af denne forudsætning diskuteres senere.

Lad følgende notation være gældende:

- $t$  ~ tid; hvor  $t$  refererer til en periode, løber denne fra tidspunkt  $t-1$  til tidspunkt  $t$
- $v_{gt}$  ~ produktionsværdien af græs i periode  $t$
- $v_{st}$  ~ produktionsværdien af salgsafgrøder i periode  $t$
- $N$  ~ den samfundsmæssige naturværdi af arealet i en given periode, hvis det anvendes til græs,  $N$  antages at være positiv og konstant over tid.<sup>4</sup>
- $r$  ~ diskonteringsrente,  $r$  antages konstant over tid.

Antag at produktionsværdierne af græsning og salgsafgrøder i en given periode kan beskrives ved to uafhængige stokastiske kontinuerte variabler  $v_{gt}$  og  $v_{st}$  med udfaldsrum  $[v_g^{\min}, v_g^{\max}]$  og  $[v_s^{\min}, v_s^{\max}]$  respektive, hvor fællesmængden  $[v_g^{\min}, v_g^{\max}] \cap [v_s^{\min}, v_s^{\max}]$  antages at være ikke-tom. Lad endvidere  $F_g$  og  $F_s$  betegne variablenes fordelingsfunktioner med tilhørende tæthedsfunktioner  $f_g$  og  $f_s$ .

Disse antagelser introducerer usikkerhed i modellen. Bemærk at udfaldsrummene for de stokastiske variabler er antaget at være tidsuafhængige. Dette er dog udelukken-

3. Der er således tale om en model med endelig tidshorisont. Valget af  $T$  er dog arbitrært, og at lade tidshorisonten være uendelig ændrer ikke modellens implikationer.

4. Antagelsen om konstant naturværdi over tid er gjort af bekvemmelighedshensyn. Der kunne argumenteres for, at  $N$  er stigende over tid som udtryk for fremtidig knaphed på naturressourcer. At gøre  $N$  tidsafhængig vil dog ikke have konsekvenser for modellens resultater.

de gjort af simplificerende årsager. Det kunne indvendes, at forventninger til udviklingen i priser, omkostninger og produktionsmuligheder burde reflekteres i tidsafhængige udfaldsrum, men det vil blot komplicere notationen uden at ændre analysen.

Med udgangspunkt i disse antagelser kan det teoretiske grundlag for landmandens adfærd og samfundets reguleringsstrategi opstilles.

Sandsynligheden for at produktionsværdien af græsning i periode  $t$  er mindre end en given værdi  $v^*$  kan udtrykkes som:

$$P(V_{gt} < v^*) = F_g(v^*) = \int_{v_g^{\min}}^{v^*} f_g(v_g) dv_g \quad (1)$$

og tilsvarende for produktionsværdien af salgsafgrøder:

$$P(V_{st} < v^*) = F_s(v^*) = \int_{v_s^{\min}}^{v^*} f_s(v_s) dv_s \quad (2)$$

Sandsynligheden for at produktionsværdien af græs er større end produktionsværdien af salgsafgrøder kan udtrykkes ved:<sup>5</sup>

$$P(V_{st} < v_{gt}) = \int_{v_g^{\min}}^{v_g^{\max}} f_g(v_g) \left[ \int_{v_g^{\min}}^{v_g} f_s(v_s) dv_s \right] dv_g \quad (3)$$

Antag at landmanden til tid  $t-1$  som den eneste kender den sande værdi af henholdsvis at anvende arealet til græsning og at producere salgsafgrøder i periode  $t$ . Til gengæld ved han ligesom resten af samfundet ikke, hvilken produktionsværdi af salgsafgrøder eller græsning, der realiseres i de følgende perioder. Hans forventninger på tidspunkt  $t-1$  til  $V_{g,t+i}$  og  $V_{s,t+i}$  kan således udtrykkes ved:

$$E_{t-1}^L(V_{h,t+i}) = \begin{cases} v_{h,t+i}, & h = g,s; \quad i=0 \\ \int_{v_h^{\min}}^{v_h^{\max}} v_h f_h(v_h) dv_h, & h = g,s; \quad i=1,\dots,T-(t-1) \end{cases} \quad (4)$$

hvor  $E$  angiver forventningsoperatoren og integralet udtrykker middelværdierne af produktionsværdierne af græs ( $h=g$ ) og salgsafgrøder ( $h=s$ ).

Antag endvidere at det kun er produktionsværdien af den i en given periode valgte arealanvendelse, der ex post bliver kendt af samfundet (reguleringsmyndigheden). Hvis landmanden således vælger at dyrke salgsafgrøder i periode  $t$ , vil regulator til tid  $t+1$  kende  $v_{st}$  men ikke  $v_{gt}$  og omvendt.

5. Givet et konkret sæt af fordelingsfunktioner kan sandsynlighederne udregnes eksplicit. I det følgende vil en generel analyse blive gennemgået uden specifikation af fordelingsfunktioner, hvorfor integralnotationen vil blive undladt for at holde fremstillingen så simpel som muligt.

Idet samfundet (reguleringsmyndigheden) modsat landmanden til tid  $t-1$  ikke ved, hvilke værdier af  $V_g$  og  $V_s$ , der realiseres i periode  $t$ , kan regulators forventninger til tid  $t-1$  af landmandens værdi af at have græs henholdsvis producere salgsafgrøder i de fremtidige perioder udtrykkes ved:

$$E_{t-1}^R(V_{h,t+i}) = \int_{v_h^{\min}}^{v_h^{\max}} v_h f_h(v_h) dv_h, \quad h = g, s; \quad i = 0, \dots, T - (t - 1) \quad (5)$$

Antagelsen om at landmanden modsat regulator kender produktionsværdierne ved periodens begyndelse reflekterer landmandens specialviden om dyrkningspraksis og produktionsforhold og repræsenterer et element af asymmetrisk information. At landmanden fuldt ud kender den kommende periodes produktionsværdi af en afgrøde ved periodens begyndelse er naturligvis ikke en realistisk antagelse, idet eksempelvis vejrliget har indflydelse på produktionsresultatet. Det afgørende for modellens resultater er imidlertid ikke, at landmanden kender resultatet med sikkerhed, men at han har mere relevant information end regulatoren, hvilket almindeligvis må forventes at være tilfældet. I modsat fald ville regulatoren kunne forudsige landmandens handlinger og tilrettelægge en eventuel regulering derefter. En alternativ modelspecifikation kunne eksempelvis omfatte forskellige fordelingsfunktioner for landmand og regulator, hvilket dog kun ville komplicere analysen uden at ændre resultaterne.

Med de omtalte antagelser kan laissez-faire politikken beskrives således:

*Landmand.* Til tid  $t_0$  kender landmanden værdierne af  $V_{g1}$  og  $V_{s1}$ ;  $v_{s1}$  og  $v_{g1}$ .

Hvis  $v_{s1} > v_{g1}$  vil han dyrke salgsafgrøder i periode 1, og hvis  $v_{s1} \leq v_{g1}$  vil han dyrke græs.<sup>6</sup> Nutidsværdien af hans forventede samlede fremtidige produktionsværdi ( $\Pi$ ) er så givet ved:

$$\Pi = \frac{1}{(1+r)} \max(v_{g1}, v_{s1}) + \sum_{t=2}^T \frac{1}{(1+r)^t} E(\max(V_{st}, V_{gt})) \quad (6)$$

I periode 1 dyrker han den afgrøde, der giver den største produktionsværdi, og i de øvrige perioder er hans forventede produktionsværdi givet ved  $E(\max(V_{st}, V_{gt}))$ .

Landmandens optionsværdi til tid  $t_0$  af at have mulighed for at dyrke salgsafgrøder i periode 2 og frem er givet ved:

$$\Pi^{op} = \sum_{t=2}^T \frac{1}{(1+r)^t} [E(\max(V_{st}, V_{gt})) - E(V_{gt})] \quad (7)$$

6. I tilfældet  $v_{s1} = v_{g1}$  er landmanden indifferent mht. afgrødevalget, og det antages, at han så dyrker græs.

der udtrykker den forventede merindtægt ved i hver periode at kunne vælge den afgrøde, der giver den største produktionsværdi fremfor kun at kunne dyrke græs.

*Samfund.* Den samfundsøkonomiske værdi af landbrugsarealet omfatter såvel produktionsværdien af arealet som den naturværdi, arealet repræsenterer. Idet arealet kun bidrager med en naturværdi, hvis landmanden anvender arealet til græsning, kan nutidsværdien af den samlede forventede samfundsøkonomiske værdi udtrykkes ved:

$$W = \sum_{t=2}^T \frac{1}{(1+r)^t} [E(\max(V_{st}, V_{gt})) + P(V_{st} < v_{gt})N] \quad (8)$$

Udover den forventede produktionsværdi af den mest profitable afgrøde får samfundet i hver periode naturværdien  $N$  med sandsynligheden  $P(V_{st} < v_{gt})$  for at landmanden dyrker græs.

Ligning (8) udtrykker således den tilbagediskonterede værdi af den forventede samfundsøkonomiske værdi af arealet i alle fremtidige perioder i tilfældet uden nogen form for regulering, dvs. i laissez-faire tilfældet. (8) er af central betydning, idet den i det følgende vil blive anvendt som sammenligningsgrundlag for vurdering af de samfundsøkonomiske konsekvenser af reguleringstiltag.

### *Regulering*

Antag nu, at der fra samfundets side til tid  $t_0$  overvejes at indføre en af to reguleringsformer til tid  $t_1$ :

- 1) Fredning af arealer, der henlå med græs i periode 1
- 2) En tilskudsordning, som sikrer, at arealer, der henlå med græs i periode 1, også vil gøre det i alle perioder fremover.

I det følgende analyseres konsekvenserne af de to reguleringsformer for landmandens strategi og den samfundsøkonomiske værdi af arealerne. Reguleringsformerne sammenlignes indbyrdes og med situationen uden regulering behandlet ovenfor (laissez-faire alternativet).

#### *Ad. 1. Fredning*

Antag nu at arealer, der henlå med græs i periode 1 vil blive fredet fra og med periode 2, hvilket indebærer, at de skal vedblive at henligge med græs i alle perioder fremover. Fredningen antages at være begrundet i, at den forventede samfundsøkonomiske værdi af arealerne er størst, når de henligger med græs.



*Landmandens strategi:* Landmandens valg af strategi for periode 1 til tid  $t_0$  afhænger af produktionsværdierne af græs og salgsafgrøder i periode 1, værdier han kender til tid  $t_0$ .

Hvis  $v_{s1} > v_{g1}$ :

I dette tilfælde vil det være fordelagtigt at dyrke salgsafgrøder, hvorved landmanden samtidig vil undgå en fremtidig fredning af arealet. Fredningen får dermed ingen effekt på landmandens strategi.

Hvis  $v_{s1} \leq v_{g1}$ :

Uden en fredning ville det i dette tilfælde bedst kunne betale sig at anvende arealet til græsning. Imidlertid vil dette valg nu betyde, at arealet vil blive fredet fra og med periode 2, således at landmanden mister muligheden for at dyrke salgsafgrøder fremover. Han vil derfor kun vælge at have græs i periode 1, hvis merindtægten fra græs sammenlignet med dyrkning af salgsafgrøder i periode 1 er tilstrækkelig til at opveje tabet af optionsværdien af at kunne dyrke salgsafgrøder i alle efterfølgende perioder. Med andre ord vil landmanden med sikkerhed dyrke salgsafgrøder i periode 1, hvis merindtægten fra græs i periode 1 er mindre end af optionsværdien af at kunne dyrke salgsafgrøder i alle efterfølgende perioder, dvs. hvis:<sup>7</sup>

$$\frac{1}{(1+r)} [v_{g1} - v_{s1}] < \Pi^{op} \quad (9)$$

Fredningen indebærer derfor et økonomisk incitament for landmanden til at dyrke salgsafgrøder i stedet for græs i periode 1. Hvor landmanden uden en fredning ville have græs i periode 1, hvis blot produktionsværdien af græs i perioden var større end af salgsafgrøder, skal produktionsværdien af græs med en fredning således ikke bare være større end værdien af salgsafgrøder men også være tilstrækkelig til at opveje tabet af optionsværdien. Fredningen indebærer således et incitament stik imod det ønskede; nemlig at bevare græsarealerne.

*Samfundsøkonomisk:* Hvis betingelsen i (9) er opfyldt, vil landmanden dyrke salgsafgrøder i periode 1, og fredningen vil ikke blive aktuel. Nutidsværdien af den forventede samlede samfundsøkonomiske værdi med en fredning bliver så:

$$W^F = \frac{1}{(1+r)} E(V_{s1}) + \sum_{t=2}^T \frac{1}{(1+r)^t} [E(\max(V_{st}, V_{gt})) + P(V_{st} < v_{gt})N] \quad (10)$$

I periode 1 bliver den forventede samfundsøkonomiske værdi den forventede produktionsværdi af salgsafgrøder. I de øvrige perioder bliver værdien den forventede

7. Hermed er hjælpesætning 1 i appendix bevist.

produktionsværdi af den mest profitable afgrøde plus den forventede naturværdi ( $N$  vægtet med sandsynligheden for at landmanden dyrker græs:  $P(V_{st} < v_{gt})$ ).

Sammenlignes værdien under en fredning (10) med værdien uden en fredningsordning (8), kan det vises (se sætning 1 i appendix), at hvis (9) er opfyldt, er nutidsværdien af den forventede samfundsøkonomiske værdi uden en fredning større end værdien med en fredning.

Bemærk at fredningen kun vil træde i kraft, hvis landmandens merindtægt ved dyrkning af græs i periode 1 er tilstrækkelig til at opveje tabet af optionsværdien (svarende til at betingelsen i (9) ikke gælder). I dette tilfælde dyrker landmanden græs i periode 1 og alle perioder fremover, og den forventede samfundsøkonomiske værdi bliver

$$W^F = \sum_{t=2}^T \frac{1}{(1+r)^t} [E(V_{gt}) + N] \quad (11)$$

Hvis fredningen skal give samfundsøkonomisk mening, må den være begrundet i at udtrykket i (11) er større end udtrykket i (8), dvs. at  $W^F > W$  i dette tilfælde. Fredningen vil så være at foretrække fremfor en laissez-faire politik set fra et samfundsøkonomisk synspunkt.

Hvorvidt en fredning er samfundsøkonomisk fordelagtig sammenlignet med en laissez-faire politik afhænger af forholdet mellem landmandens merindtægt ved at have græs frem for salgsafgrøder i periode 1 og hans optionsværdi af at kunne dyrke salgsafgrøder i alle efterfølgende perioder.

Hvis merindtægten fra græs i periode 1 er større end eller lig optionsværdien af fremtidige salgsafgrøder, vil en fredning være samfundsøkonomisk bedst, mens en laissez-faire politik vil være at foretrække, hvis merindtægten er mindre end optionsværdien.

### *Ad 2. Tilskudsordning*

Antag nu at der fra og med periode 2 indføres en tilskudsordning for arealer, der henlå med græs i periode 1.<sup>8</sup> Ordningen indebærer, at landmanden ved slutningen af hver periode vil få udbetalt et tilskud, hvis han har anvendt arealet til græs i perioden.

Hvis samfundet skal være sikker på, at landmanden dyrker græs i en given periode, skal landmanden ved hjælp af tilskud sikres en indtægt, der mindst svarer til hans maksimale indtægt ved alternativt at dyrke salgsafgrøder,  $v_y^{\max}$ . Dette skyldes, at regu-

8. Tilskudsordningen kunne uden konsekvenser for modellens resultater udvides til også at omfatte periode 1. Dette ville dog implicere en tidsmæssig asymmetri i forhold til fredningsordningen, hvorfor tilskudsordningen er antaget kun at være gældende fra og med periode 2.

lator ex post ikke kender den værdi af  $V_{gt}$ , der ville være blevet realiseret, hvis landmanden havde dyrket salgsafgrøder i stedet for græs i periode  $t$ .

Lad derfor tilskuddet i periode  $t$ ,  $B_t$ , være givet ved:

$$B_t = \max(v_s^{\max} - v_{gt}, 0) \quad (12)$$

Givet at landmanden er med i tilskudsordningen, kommer hans indtægt ved at dyrke græs i periode  $t$  ( $t \neq 1$ ) dermed til at afhænge udelukkende af  $v_{gt}$  og  $v_s^{\max}$ :

Hvis  $v_{gt} < v_s^{\max}$  bliver indtægten  $v_{gt} + v_s^{\max} - v_{gt} = v_s^{\max}$  (produktionsværdien af græs plus tilskuddet).

Hvis  $v_{gt} \geq v_s^{\max}$  bliver indtægten  $v_{gt}$  (tilskuddet bliver i dette tilfælde 0).

Hans indtægt er således lig med  $\max(v_s^{\max}, v_{gt})$ . Det vil derfor ikke kunne betale sig at dyrke salgsafgrøder, idet han er sikret en indtægt ved græsdyrkning, der er mindst lige så stor som indtægten ved at dyrke salgsafgrøder.

Det skal bemærkes, at tilskuddet medfører, at landmanden vil blive overkompenseret i de tilfælde, hvor både  $v_{gt}$  og  $v_{st}$  er mindre end  $v_s^{\max}$ . Dette er en direkte følge af, at regulator ikke får kendskab til  $v_{gt}$ , når landmanden dyrker græs. Havde regulator kendt  $v_{st}$  ved periode  $t$ 's slutning, ville et tilskud på  $\max(v_{st} - v_{gt}, 0)$  have været tilstrækkeligt til at sikre dyrkning af græs uden at overkompensere landmanden.

*Landmandens strategi:* Til tid  $t_0$  skal landmanden beslutte sig for hvilken afgrøde, han vil dyrke i periode 1. Han har valget mellem at dyrke græs i periode 1 og derved komme med i tilskudsordningen fra og med periode 2 eller at dyrke salgsafgrøder i periode 1 og derved blive udelukket fra tilskud i de kommende perioder.

Hvis han vælger at have græs i periode 1, vil han komme med i tilskudsordningen og derfor vælge at have græs i alle perioder. Dermed bliver nutidsværdien af hans forventede samlede fremtidige produktionsværdi ( $\Pi^g$ ):

$$\begin{aligned} \Pi^g &= \frac{v_{g1}}{(1+r)} + \sum_{t=2}^T \frac{1}{(1+r)^t} [E(V_{gt}) + E(B_t)] \\ &= \frac{v_{g1}}{(1+r)} + \sum_{t=2}^T \frac{1}{(1+r)^t} [E(V_{gt}) + E(\max(v_s^{\max} - V_{gt}, 0))] \\ &= \frac{v_{g1}}{(1+r)} + \sum_{t=2}^T \frac{1}{(1+r)^t} E(\max(v_s^{\max}, V_{gt})) \end{aligned} \quad (13a)$$

I periode 1 vil han få produktionsværdien af græs,  $v_{g1}$ , og i de efterfølgende perioder vil han få den forventede produktionsværdi af græs plus tilskuddet. Vælger han derimod at dyrke salgsafgrøder i periode 1, kommer han ikke med i tilskudsordningen, og nutidsværdien ( $\Pi^s$ ) bliver i stedet:

$$\Pi^s = \frac{v_{g1}}{(1+r)} + \sum_{t=2}^T \frac{1}{(1+r)^t} E(\max(V_{st}, V_{gt})) \quad (13b)$$

Da landmandens forventede indtægter i periode 2 og frem oplagt vil være større, hvis han kommer med i tilskudsordningen, vil han kun dyrke salgsafgrøder i periode 1, hvis merindtægten ved at dyrke salgsafgrøder frem for græs i periode 1 er tilstrækkelig til at opveje det fremtidige indkomststab ved at stå uden for tilskudsordningen. Er dette ikke tilfældet, dvs. hvis<sup>9</sup>

$$\Pi^s \leq \Pi^g \Leftrightarrow \frac{(v_{s1} - v_{g1})}{(1+r)} \leq \sum_{t=2}^T \frac{1}{(1+r)^t} [E(\max(v_s^{max}, V_{gt})) - E(\max(V_{st}, V_{gt}))] \quad (14)$$

vil landmanden vælge at dyrke græs i periode 1 og i alle perioder fremover, idet han så kommer med i tilskudsordningen.

Tilskudsordningen giver således landmanden et økonomisk incitament til at dyrke græs i periode 1. Hvor han i laissez-faire tilfældet ville dyrke salgsafgrøder, hvis mer-værdien ved dyrkning af salgsafgrøder frem for græs var positiv, skal den med et tilskud ikke bare være positiv men også tilstrækkelig til at opveje det fremtidige indtægtstab ved at stå uden for tilskudsordningen. Modsat fredningen vil en tilskudsordning dermed øge sandsynligheden for, at landmanden dyrker græs i periode 1.

*Samfundsøkonomisk:* Hvis betingelsen for at landmanden dyrker græs i periode 1 er opfyldt (dvs. (14) gælder), vil landmanden vælge at dyrke græs i alle perioder. Nutidsværdien af den forventede samlede samfundsøkonomiske værdi med en tilskudsordning bliver dermed:

$$\begin{aligned} WB &= \frac{1}{(1+r)} (E(V_{g1}) + N) + \sum_{t=2}^T \frac{1}{(1+r)^t} [E(V_{gt}) + N - E(B_t)] \quad (15) \\ &= \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+r)^t} [E(V_{gt}) + N] - \sum_{t=2}^T \frac{1}{(1+r)^t} E(B_t) \end{aligned}$$

---

9. Se note 6.

I alle perioder vil arealerne bidrage med produktionsværdien af græs og naturværdien, mens tilskuddet vil blive udbetalt i alle perioder på nær den første.

Der er her set bort fra omkostninger forbundet med tilvejebringelse af provenuet til dækning af det offentliges udgifter til tilskuddet. Disse omkostninger kunne være inkluderet i modellen ved at lade naturværdien i subsidietilfældet blive reduceret med et beløb svarende til omkostningerne, men dette vurderes ikke at have afgørende indflydelse på modellens resultater (se også diskussionen).

Sammenholdes den samfundsøkonomiske værdi ved en tilskudsordning med de tilsvarende værdier ved henholdsvis en laissez-faire politik og en fredning, kan det vises (se sætning 2 i appendix), at hvis (9) og (14) er opfyldt, og hvis nutidsværdien af de samlede tilskud er mindre end nutidsværdien af den samlede forventede samfundsøkonomiske gevinst ved at landmanden dyrker græs med sikkerhed, vil værdien med en tilskudsordning være større end værdien ved en laissez-faire politik, der igen vil være større end værdien med en fredning.

Intuitionen bag resultatet er klar. Hvis prisen for at få landmanden til at dyrke græs er mindre end gevinsten, kan det naturligvis betale sig for samfundet at indføre en tilskudsordning.

Det bemærkes, at hvis (14) ikke er opfyldt, vil landmanden dyrke salgsafgrøder i periode 1 og tilskudsordningen dermed ikke træde i kraft. Den samfundsøkonomiske værdi bliver i dette tilfælde den samme som i laissez-faire tilfældet.

#### **4. Konklusion og diskussion**

Analysen viser, at i en situation hvor det er muligt for landbrugsproducenterne at undgå en fredning ved at ændre dyrkningspraksis forud for fredningens ikrafttrædelse, vil naturbeskyttelse gennem tildeling af subsidier under visse rimelige antagelser være samfundsøkonomisk fordelagtig sammenlignet med såvel en laissez-faire politik som en fredning. Ligeledes vil en laissez-faire politik give en højere samfundsøkonomisk velfærd end fredning. Den helt centrale årsag til dette resultat er, at tilskudsordningen indebærer et økonomisk incitament til bevaring af naturværdier, mens fredningen omvendt giver et økonomisk incitament til at eliminere naturværdierne ved en alternativ arealanvendelse for at undgå en fremtidig fredning.

To forhold er afgørende for dette resultat. Dels det tidsmæssige perspektiv i at reguleringen varsles i perioden før den implementeres, og dels den asymmetriske information, som indebærer, at de regulerede agenter har mere information om resultatet af deres handlinger end myndighederne. Det tidsmæssige problem kan naturligvis elimineres, hvis fredning indføres »over night«, dvs. med øjeblikkelig virkning. I den politiske beslutningsproces er det imidlertid en realitet, at reguleringstiltag som oftest indebærer en tidsmæssig forsinkelse fra det øjeblik, de kommer til offentlighedens

kendskab til tidspunktet for deres ikrafttrædelse. Dette er netop tilfældet med den betragtede case omkring naturbeskyttelse i marsken og naturbeskyttelse i øvrigt.

En tredje væsentlig parameter for validiteten af konklusionerne er, at der reelt er forbundet en optionsværdi med anvendelsen af arealerne – dvs. at det i fremtiden kan vise sig muligt at opnå en positiv jordrente ved alternativ anvendelse som eksempelvis salgsafgrødedyrkning. I modsat fald er der i sagens natur ikke noget direkte økonomisk incitament for landmændene til at modsætte sig fredningen, omend holdningsmotererede handlinger begrundet i modvilje mod erstatningsfri fredning formodentligt også spiller en rolle i den aktuelle sag.

I analysen er der taget udgangspunkt i den fredningssag som udspillede i marsken i efteråret og vinteren 1996. Modellen kan dog let generaliseres, og konklusionernes gyldighed begrænser sig derfor ikke kun til landbrugserhvervet men kan generelt forventes at gælde i situationer med asymmetrisk information, hvor den potentielt regulerede part kan undgå fredning ved at ændre adfærd i perioden mellem reguleringens varsling og effektivering. Eksempler herpå kan være beskyttelse af eksisterende naturskov i privat eje, etablering af fuglebeskyttelsesområder og lignende.

Det blev i indledningen motiveret, hvorfor en alternativ afgift på dyrkning af salgsafgrøder ikke er præsenteret. Principielt kan dette reguleringsalternativ nemt håndteres i modellen, og hvis en afgift skal modelleres parallelt til subsidieordningen, skal det svare til, at der pålægges en afgift på dyrkning af salgsafgrøder, såfremt det dyrkede areal var udlagt som vedvarende græsmarker i perioden før. Under forudsætning af at tidshorisonten er den samme, og landmanden således har mulighed for at undgå afgiften ved at ændre dyrkningspraksis inden reguleringens ikrafttrædelse, vil indførelsen af en prohibitiv afgift på salgsafgrøder have samme effekt som en fredning: Hvis optionsværdien af at kunne dyrke salgsafgrøder i fremtiden er tilstrækkelig stor, vil landmanden pløje græsarealerne og dyrke salgsafgrøder i periode 1, hvorved han undgår en fremtidig afgift på salgsafgrøder. I sammenligningen er der ikke taget hensyn til ordningernes administrative omkostninger, men de må forventes at være ensartede for de betragtede reguleringsalternativer, idet behovet for registrering og løbende monitoring af de berørte arealer må skønnes at være ens (og iøvrigt allerede iværksat).

Som omtalt er det antaget i modellen, at problemstillingen er reversibel, dvs. at naturværdien kan realiseres umiddelbart ved et skift fra salgsafgrødedyrkning til vedvarende græs. Dette betyder i teorien, at selv om landmanden reagerer mod en fremtidig fredning ved at pløje engen op, vil en alternativ fredningsordning, der pålægger ham at omlægge til vedvarende græs igen, genskabe naturværdien, omend der herved opnås en mindre samfundsøkonomisk gevinst end ved subsidieordningen. I praksis vil der ikke være tale om reversibilitet i stærk forstand for naturværdien af marskarealerne. Succesionsforløbet på de marginale jorde er typisk meget langt, og det vil derfor vare

en længere årrække før den tidligere flora og fauna er genetableret. Desuden kan sjældne arter, man oprindeligt ønskede at beskytte, være gået voldsomt tilbage eller ligefrem være forsvundet. Dette forstærker reelt konklusionerne af den gennemførte analyse, idet det tilbagediskonterede tab af naturværdierne øges, hvis modellen udbygges til at omfatte en mindre grad af reversibilitet.

Afslutningsvis skal det bemærkes, at selv om resultaterne af analysen i sig selv ikke er overraskende, er det dog interessant, at regulering gennem subsidier i den skitserede situation har en højere samfundsøkonomisk værdi end en fredningsordning. Ligeledes er der grund til at tro, at regulering gennem subsidier generelt giver en bredere opslutning om naturbeskyttelsessager end fredning. Endvidere er det værd at bemærke, at de finansielle omkostninger ved en subsideordning næppe er af væsentlig størrelse målt efter national skala, idet de berørte arealer ofte er marginale jorde, hvor den alternative anvendelsesværdi kan være beskednen. Sidstnævnte indikerer også, at de forvridende effekter af at finansiere subsidierne vil være negligele.

#### Litteratur

- Baumol, W.J og W.E. Oates. 1988. *The Theory of Environmental Policy*. 2. udg. Cambridge.
- Brøndsted, A. 1988. *Konveksitet – noter til Matematik 2 OK*. Københavns Universitet.
- Hanley, N., H. Kirkpatrick, D. Oglethorpe og I. Simpson. 1997. Principles for the provision of public goods from agriculture: Modelling Moorland conservation in Scotland. *Land Economics* (under udgivelse).
- Hoffmann-Jørgensen, J. 1994. *Probability with a View towards Statistics*, Bd. 1-2, New York.
- Xepapadeas, A.P. 1991. Environmental policy under imperfect information: Incentives and moral hazard. *Journal of Environmental Economics and Management*. 20:113-26.

## Appendix

### Hjælpesætning 1:

Hvis nutidsværdien til tid  $t_0$  af merindtægten ved at have græs fremfor at dyrke salgsafgrøder i periode 1 er mindre end nutidsværdien af optionsværdien af at kunne dyrke salgsafgrøder i alle efterfølgende perioder, dvs. hvis

$$\frac{1}{(1+r)}[v_{g1} - v_{s1}] < \sum_{t=2}^T \frac{1}{(1+r)^t} \Pi_t^{op} \quad (10)$$

vil landmanden med sikkerhed dyrke salgsafgrøder i periode 1.

Bevis: Se side 8-9 og fodnote 8.

### Hjælpesætning 2:

Funktionen  $\max(z): \mathfrak{R}^2 \rightarrow \mathfrak{R}$  er konveks.

en længere årrække før den tidligere flora og fauna er genetableret. Desuden kan sjældne arter, man oprindeligt ønskede at beskytte, være gået voldsomt tilbage eller ligefrem være forsvundet. Dette forstærker reelt konklusionerne af den gennemførte analyse, idet det tilbagediskonterede tab af naturværdierne øges, hvis modellen udbygges til at omfatte en mindre grad af reversibilitet.

Afslutningsvis skal det bemærkes, at selv om resultaterne af analysen i sig selv ikke er overraskende, er det dog interessant, at regulering gennem subsidier i den skitserede situation har en højere samfundsøkonomisk værdi end en fredningsordning. Ligeledes er der grund til at tro, at regulering gennem subsidier generelt giver en bredere opslutning om naturbeskyttelsessager end fredning. Endvidere er det værd at bemærke, at de finansielle omkostninger ved en subsideordning næppe er af væsentlig størrelse målt efter national skala, idet de berørte arealer ofte er marginale jorde, hvor den alternative anvendelsesværdi kan være beskednen. Sidstnævnte indikerer også, at de forvridende effekter af at finansiere subsidierne vil være negligele.

#### Litteratur

- Baumol, W.J og W.E. Oates. 1988. *The Theory of Environmental Policy*. 2. udg. Cambridge.
- Brøndsted, A. 1988. *Konveksitet – noter til Matematik 2 OK*. Københavns Universitet.
- Hanley, N., H. Kirkpatrick, D. Oglethorpe og I. Simpson. 1997. Principles for the provision of public goods from agriculture: Modelling Moorland conservation in Scotland. *Land Economics* (under udgivelse).
- Hoffmann-Jørgensen, J. 1994. *Probability with a View towards Statistics*, Bd. 1-2, New York.
- Xepapadeas, A.P. 1991. Environmental policy under imperfect information: Incentives and moral hazard. *Journal of Environmental Economics and Management*. 20:113-26.

## Appendix

### Hjælpesætning 1:

Hvis nutidsværdien til tid  $t_0$  af merindtægten ved at have græs fremfor at dyrke salgsafgrøder i periode 1 er mindre end nutidsværdien af optionsværdien af at kunne dyrke salgsafgrøder i alle efterfølgende perioder, dvs. hvis

$$\frac{1}{(1+r)}[v_{g1} - v_{s1}] < \sum_{t=2}^T \frac{1}{(1+r)^t} \Pi_t^{op} \quad (10)$$

vil landmanden med sikkerhed dyrke salgsafgrøder i periode 1.

Bevis: Se side 8-9 og fodnote 8.

### Hjælpesætning 2:

Funktionen  $\max(z): \mathfrak{R}^2 \rightarrow \mathfrak{R}$  er konveks.



*Bevis:*

Lad  $x = (x_1, x_2) \in \mathbb{R}^2$  og  $y = (y_1, y_2) \in \mathbb{R}^2$

Ifølge definitionen på konveksitet (se f.eks. Brøndsted (1988)) er  $\max(z)$  konveks på  $\mathbb{R}^2$ , hvis der for alle  $x, y \in \mathbb{R}^2$  og alle  $\lambda \in ]0, 1[$  gælder at

$$\max((1-\lambda)x + \lambda y) \leq (1-\lambda)\max(x) + \lambda\max(y)$$

$$\begin{aligned} \text{Idet } \max((1-\lambda)x + \lambda y) &= \max((1-\lambda)x_1 + \lambda y_1, (1-\lambda)x_2 + \lambda y_2) \\ &\leq \max((1-\lambda)x_1 + \max(\lambda y_1, \lambda y_2), (1-\lambda)x_2 + \max(\lambda y_1, \lambda y_2)) \\ &= \max((1-\lambda)x_1, (1-\lambda)x_2) + \max(\lambda y_1, \lambda y_2) \\ &= (1-\lambda)\max(x) + \lambda\max(y) \end{aligned}$$

er hjælpesætning 2 vist.

*Sætning 1:*

Hvis (9) er opfyldt, er  $W^F < W$ .

*Bevis:*

Hvis (9) er opfyldt, følger af hjælpesætning 1, at landmanden med sikkerhed dyrker salgsafgrøder i periode 1. Af (8) og (10) fås:

$$\begin{aligned} W^F - W &= \frac{1}{(1+r)} [E(V_{s1}) - (E(\max(V_{s1}, V_{g1})) + P(V_{s1} < V_{g1})N)] \\ &\leq \frac{1}{(1+r)} [\max(E(V_{s1}), E(V_{g1})) - (E(\max(V_{s1}, V_{g1})) + P(V_{s1} < V_{g1})N)] \\ &\leq \frac{1}{(1+r)} [E(V_{s1}, V_{g1}) - (E(\max(V_{s1}, V_{g1})) - P(V_{s1} < V_{g1})N)] \\ &= - \frac{1}{(1+r)} P(V_{s1} < V_{g1})N \\ &< 0 \end{aligned}$$

Det andet ulighedstegn følger af at  $\max(E(V_{s1}), E(V_{g1})) \leq E(\max(V_{s1}, V_{g1}))$  iflg. hjælpesætning 2 og Hoffmann-Jørgensen (1994).

Det sidste ulighedstegn følger af at  $P(V_{s1} < V_{g1})N > 0$ .

*Sætning 2:*

Hvis (9) og (14) er opfyldt, og hvis nutidsværdien af de forventede samlede tilskud

er mindre end nutidsværdien af den forventede samfundsøkonomiske gevinst ved dyrkning af græs:

$$\sum_{t=2}^T \frac{1}{(1+r)^t} B_t < \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+r)^t} [E(V_{gt}) + N - (E(\max(V_{st}, V_{gt})) + P(V_{st} < v_{gt})N)] \quad (*)$$

er  $W^B > W > W^F$ .

Bemærk at højresiden af (\*) udtrykker forskellen mellem den forventede værdi af arealerne, hvis dyrkning af salgsafgrøder var udelukket, og den forventede værdi i situationen, hvor regulator ikke på forhånd ved, hvilken afgrøde der vil blive dyrket.

*Bevis:*

Givet (14) følger af (15) og (8) at:

$$\begin{aligned} W^B - W &= \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+r)^t} [E(V_{gt}) + N - (E(\max(V_{st}, V_{gt})) + P(V_{st} < v_{gt})N)] \\ &\quad - \sum_{t=2}^T \frac{1}{(1+r)^t} E(B_t) \end{aligned}$$

Givet (\*) følger så, at  $W^B > W$ .

Givet (10) følger af sætning 1, at  $W > W^F$ .

Q.E.D.