

Til Landbrugsstyrelsen

---

### **Levering af "Effekt af skovlandbrug på miljø, klima og biodiversitet, del 2"**

Landbrugsstyrelsen har i en bestilling sendt d. 30. januar 2019 bedt DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug – om at vurdere effekten af skovlandbrug på miljø, klima og biodiversitet. Opgaven er delt i to. I del 1 ønskes en overordnet vurdering af effekterne, mens der i del 2 ønskes en vurdering af fire specifikke scenarier. Nærværende besvarelse er del 2.

Besvarelsen i form af vedlagte notat er udarbejdet af seniorforsker Martin Jensen, specialkonsulent Hanne Lindhard Pedersen og seniorforsker Marianne G. Bertelsen fra Institut for Fødevarer ved Aarhus Universitet, seniorforsker Paul Henning Krogh og seniorforsker Beate Strandberg fra Institut for Bioscience ved Aarhus Universitet og professor Tommy Dalgaard, seniorforsker Anne Grete Kongsted, seniorforsker Uffe Jørgensen og professor Jørgen E. Olesen fra Institut for Agroøkologi ved Aarhus Universitet. Seniorforsker Troels Kristensen fra Institut for Agroøkologi og seniorrådgiver Morten Tune Strandberg fra Institut for Bioscience har været fagfællebedømmere, og notatet er revideret i lyset af deres kommentarer.

Besvarelsen er udarbejdet som led i "Rammeaftale om forskningsbaseret myndighedsbetjening mellem Miljø- og Fødevareministeriet og Aarhus Universitet" under ID 8.04 i "Ydelsesaftale Planteproduktion 2018-2021".

Venlig hilsen

Lene Hegelund  
Specialkonsulent, DCA-centerenheden



# Scenarier for skovlandbrug i Danmark - effekter på miljø, klima og biodiversitet

---

Af Tommy Dalgaard<sup>1</sup>, Martin Jensen<sup>2</sup>, Anne Grete Kongsted<sup>1</sup>, Uffe Jørgensen<sup>1</sup>, Paul Henning Krogh<sup>3</sup>, Beate Strandberg<sup>3</sup>, Hanne Lindhard Pedersen<sup>2</sup>, Marianne G. Bertelsen<sup>2</sup> og Jørgen E. Olesen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet

<sup>2</sup>Institut for Institut for Fødevarer, Aarhus Universitet

<sup>3</sup>Institut for Bioscience, Aarhus Universitet

## Indledning

Skovlandbrug (*Agroforestry*) dækker over dyrkning af træer og/eller buske i kombination med traditionelle landbrugsafgrøder, i rotation eller i mere vedvarende drift, og herunder græsarealer og hold af dyr på friland. Skovlandbrug er ikke særlig udbredt i Danmark, hvilket bl.a. kan skyldes at der i dag ikke er mulighed for støtte til skovlandbrug inden for grundbetalingsordningerne under CAP'en. Dog kan der generelt ydes støtte på lige fod med andre afgrøder, og i det omfang arealerne lever op til de almindelige betingelser for støtteudbetaling.

I forbindelse med udformningen af den nye EU landbrugspolitik (CAP2020) bliver der i højere grad mulighed for at støtte skovlandbrug, hvis driftsformen kan forventes at have positive effekter for miljø, klima og biodiversitet. Landbrugsstyrelsen har derfor ønsket en vurdering af disse effekter ved skovlandbrug; herunder hvor store effekterne er, og hvilke minimumskriterier der kunne sættes inden for støttereglerne, for at sikre opnåelsen af den ønskede effekt.

På baggrund af en overordnet vurdering af skovlandbrug i Danmark (Jensen et al. 2019) og de forventede positive effekter på miljø, klima og biodiversitet, har Landbrugsstyrelsen ønsket nærværende, uddybende redegørelse, med fokus på følgende fire scenarier fra Økologisk Landsforenings (2018) skovlandbrugskatalog:

1. Hestbjerg Økologi: Sohold + poppeltræer til dyrevelfærds- og energiformål.
2. Katrinelunden: Sohold med svineproduktion og gæs + frugt- og nøddetræer til foder, dyrevelfærdsformål, konsum og jordforbedring.
3. Kjærsgaard: Traditionel økologisk planteavl + solbær- og ribsbuske til konsum.
4. Yduns Have: Blandede grøntsager og høns + bærbuske og frugt- og nøddetræer til konsum og biodiversitetsformål.

I de kommende afsnit sammenfattes først, på baggrund af de vigtigste litteraturhenvisninger, effekterne af skovlandbrug i Danmark. Herefter gennemgås, i det omfang det er muligt, ovenstående scenarier i separate afsnit, med en vurdering af deres effekter på miljø, klima og biodiversitet, idet vi må pointere at de enkelte scenariers effekt kompliceres af manglende data og undersøgelser, ikke mindst ift. påvirkningen af kulstofindholdet i jord samt udslippet af kuldioxid og andre klimagasser såsom lattergas (se også nedenstående uddybende afsnit). Desuden diskuteres andre relevante scenarier for skovlandbrug, som supplement til de fire overstående scenarier. De nuværende regler for tilskud og støtte til skovlandbrug fremgår i oversigtform af skovlandbrugskataloget fra Økologisk Landsforening (2018), idet kriterierne for at modtage støtte afhænger af, om der er tale om omdriftsarealer, plantager eller lavskov, og om arealet drives økologisk.

Til slut gennemgås, som ønsket i Landbrugsstyrelsens bestilling, andre relevante scenarier for skovlandbrug, som supplement til de fire overstående, og afslutningsvist gives en vurdering af de minimumskriterier, som kunne tilknyttes de nye muligheder for støtte, for at opnå de ønskede målbare effekter af skovlandbrug. Herunder vurderes hvor vidt effekterne ændres, hvis der opstilles restriktioner i henhold til f.eks. gødsning og sprøjtning.

## Effekter af skovlandbrug i Danmark

I Jensen et al. (2019) er den generelle konklusion omkring skovlandbrug, at der er en effekt i form af reduceret jorderosion og en potentiel øgning af jordens frugtbarhed gennem bedre jordstruktur og øget infiltration af vand. Skovlandbrug medfører desuden en reduktion i tab af næringsstoffer fra udvaskning og overfladeafløb, samt en mulig reduktion af pesticidforbruget. Ift. klimaet er der generelt et mindre potentiale for reduktion af drivhusgas-udledninger ved øget kulstofbinding i jord og vedmasse, samt et mellemstort potentiale for tilpasninger til et ændret klima, særligt i form af forbedret mikroklima gennem skygge for græssende dyr. Også ift. understøttelse af biodiversiteten er der generelt store eller mellemstore positive effekter.

Referencen for konklusionerne i Jensen et al. (2019), ift. effekterne af skovlandbrug, er et traditionelt dyrkningssystem, hvor produktionen af markafgrøderne (herunder arealer med fritgående husdyr) og skovafgrøderne (dvs. vedplanter) foregår hver for sig. Den samme reference benyttes i nærværende notat. Effektvurderingerne i de to notater har derimod ikke undersøgt effekter på arealproduktiviteten i et skovlandbrug sammenlignet med traditionel omdrift. Hvis der samlet skal bruges et større (eller mindre) areal til at producere det samme, vil der således kunne være en effekt af, at der vil skulle anvendes (opdyrkes) et tilsvarende areal et andet sted. Dette vil kræve en mere omfattende analyse, der overstiger omfanget i denne redegørelse.

I forbindelse med vurderingen af effekten ved scenarier for skovlandbrug er der særligt behov for en uddybende beskrivelse af sammenhænge ift. påvirkning af jordens kulstofindhold, samt ift. de meget forskellige facetter af biodiversitet, som påvirkes af de varierende scenarier for skovlandbrug. Disse gennemgås derfor først i de følgende to generelle afsnit, hvor effekterne på biodiversiteten er opdelt på effekter relateret til jordbunds-fauna, vilde planter, bier, nyttedyr, fugle og pattedyr. På den baggrund gennemgås så efterfølgende de fire specifikke scenarier.

### *Påvirkning af jordens kulstofindhold*

Der findes en hel del litteratur på effekten af forskellige typer af skovlandbrug på jordens kulstofindhold. Det er dog af flere grunde vanskeligt at sige noget sikkert om den generelle effekt. Dels er litteraturen overvejende fra andre klimazoner end i Danmark – ofte fra Central- og Sydeuropa. Dels er der store metodiske udfordringer ved at måle disse effekter (svært at finde en troværdig reference; der skal gå lang tid inden effekten kan måles; det er nødvendigt at inddrage en evt. effekt af ændret densitet af jorden som følge af ændrede dyrkningsmønstre, hvilket kun sjældent sker). Det er således nødvendigt med dansk forskning på området, hvis mere præcise effekter skal dokumenteres. Med ovennævnte forbehold tyder litteraturen på at:

- Skovlandbrug opbygger et højere kulstofindhold end traditionel planteavlsproduktion i omdrift, mens der ikke er tydelig forskel til græsarealer (fx Cardinal et al. 2017,2018, Shi et al. 2018, Shresta et al. 2018). Christensen og Olesen (2018) har anslået effekten af skovlandbrug på kulstof i jord til 0,2 ton C/ha/år under danske forhold.
- Den samlede kulstofopbygning stiger med alderen af træbeplantningen. Kulstofopbygningen er højest tæt på træækkerne, men kan for ældre træer give effekter i betydelig afstand (Pardon et al. 2017)
- Management, fx beskæring af træerne, har betydning for produktivitet af træ og afgrøder samt formentlig på kulstoflagring (Grant et al. 2017).

### *Påvirkning af biodiversiteten*

Skovlandbrug er generelt anerkendt for at bidrage til forbedret biodiversitet i områder med landbrugsproduktion (Jose 2012), men dette dækker over en stor variation i såvel plantevalg (træer, buske og andre afgrøder) som dyrkningssystem, herunder kombination med husdyrhold. Som baggrund for en kvalificeret vurdering af biodiversitetseffekterne beskrives derfor, hvordan forskellige organismegrupper påvirkes af dyrkningsforholdene, og hvilke krav det stiller til dyrkningssystemerne, hvis de forskellige grupper skal tilgodeses. Det er på den baggrund at effekterne af ovenstående fire scenarier er vurderet, og den efterfølgende vurdering af de minimumskrav, der kan stilles for at tilgode biodiversiteten.

I det omfang skovlandbrug bidrager til øget mangfoldighed i plantearter, hvad enten det er arter af træer og buske, andre afgrøder eller vilde planter, vil det generelt gavne faunadiversiteten. Dyrkningspraksis i det enkelte dyrkningssystem vil dog vekselvirke med dette og påvirke omfanget af den gavnlige effekt. Som dele af dyrkningssystemet vil jordbearbejdning og forstyrrelser forårsaget af store pattedyr, som grise og køer, eller hønsefugle have markant effekt på alle vilde arter, planter såvel som dyr. Brug af pesticider vil generelt mindske biodiversiteten. Således viser undersøgelser en 30% reduktion i biodiversiteten for konventionelt drevet landbrug (uden pesticider) sammenlignet med økologisk landbrug (Strandberg et al. 2015).

Basale grundbetingelser for jordbundslivet er uforstyrrelse og fødetilgængelighed. Organisk materiale som førne og humus skaber både fødegrundlag og habitat for jordbundsdyrene, hvilket er grunden til at der generelt er højere diversitet i træbevoksninger uden jordbearbejdning og med sub-habitater, der fremkommer ved vertikale lagdelinger og horisontal heterogenitet. Sammenlignet med en dyrket mark vil der være mindst en fordobling i mikrolededyrenes

diversitet og det samme for regnorme, men gradueret efter grad af forstyrrelse og alder af vedbeplantningen. I vedbaserede blandingsafgrøder (Tree-based Intercropping) er der målt større diversitet, antal og biomasse af regnorme i trærækkerne sammenlignet med landbrugsafgrøden (Cardinael et al. 2019). Træsarten er også af betydning, hvor poppel havde den største regnormebiomasse sammenlignet med løn og hvidask i blanding med soja (Price and Gordon 1999). I rækkerne med sojabønne var der flere orme sammenlignet med askerækkerne. I en fire år gammel dansk pileplantage etableret midt på en dyrket mark var biomassen af den anektiske regnorm, *Lumbricus herculeus*, der laver dybe gange lodret ned i jorden, 2-3 gange højere i pileplantagen sammenlignet med den omgivende dyrkede mark (Krogh et al. 2018).

Vilde bier er vigtige bestøvere både af vilde planter og afgrøder. Skal et område være et godt levested for vilde bier, skal en række basale behov være opfyldt (fx Strandberg et al. 2015; 2018 a,b). For det første skal der være egnede rede-steder; for det andet skal der være føderessourcer (pollen og nektar) gennem hele sæsonen; og for det tredje skal der være egnede overvintringssteder. Endelig har mange bier behov for adgang til rede-materiale, fx blade af udvalgte plantearter, som reden fores med. Langt hovedparten af de vilde bier flyver ikke særlig langt, max. 200-400 m, dog kan flere humlebiarter flyve længere – op til 1,5-2 km. For at bierne skal have gavn af plantning af træer eller buske, som fx æble, kirsebær, hassel eller frugtbuske, der alle er gode pollen og nektarkilder, skal der altså inden for selve dyrkningsarealet være områder, som er friholdt for jordbearbejdning, hvor bierne kan have deres reder (langt hovedparten af vilde bier er jordboende) og desuden skal der være andre planter, der supplerer fødeudbuddet når der ikke er blomster på de dyrkede arter, således at der ikke opstår perioder uden tilgængeligt pollen og nektar. Selvom vilde bier bidrager signifikant til bestøvningen af afgrøder, er det i sig selv ikke et argument for bevarelsen af biodiversiteten, idet det kun er et begrænset antal arter, der er af betydning for økosystemtjenesten og de fleste arter besøger kun sjældent afgrøder (Kleijn et al. 2015).

Nyttedyr eller naturlige fjender er en samlebetegnelse for en række organismegrupper som fx rovinsekter, rovmidler, edderkopper, snyltehvepse og løbebiller, der har det tilfælles, at de bidrager til den naturlige bekæmpelse af skadevoldere i jordbruget. Naturlige fjender stiller på tværs af organismegrupper krav om at der skal være egnede levesteder til at gennemføre hele livscyklus, det rette mikroklima og desuden skal der være adgang til alternativt bytte og for flere grupper også pollen og nektar (Strandberg et al. 2015). Afgrøden har afhængigt af hvor godt den opfylder disse krav en varierende værdi som levested for naturlige fjender. I de tilfælde hvor skovlandbrug øger plantediversiteten og giver mere stabile levesteder grundet en væsentligt forøget omdriftstid, kan skovlandbruget bidrage til en forøget tæthed af nyttedyrene og dermed i visse tilfælde til forbedret naturlig bekæmpelse af skadevoldere.

Mange organismegrupper har i en del af deres livscyklus behov for forhold, der normalt ikke findes på dyrkningsfladen. For eksempel har mange insekter behov for uforstyrrede områder til reder (fx jordboende bier) eller til overvintring (fx løbebiller og bier). Ved vurderingen af de fire scenarier har vi forholdt os til, hvorvidt der forekommer områder med uforstyrret jordbund. Ligeledes har mange fugle og pattedyr, der er lever i agerlandet, behov for uforstyrrede forhold i yngletiden. Det gælder fx lærker, viber, agerhøns, harer og råvildt. I forhold til at opnå biodiversitetsforbedringer er det derfor også vurderet i hvilken udstrækning de gennemgåede scenarier bidrager til dette. I vurderingen af biodiversitetsbidraget i de fire scenarier har vi dog

udelukkende vurderet bidraget fra selve skovlandbrugs arealet. Natur- og biodiversitetsværdien af arealet vil generelt afhænge af det landskab, der er omkring dyrkningsfladen i form af fx småbiotoper og større naturområder. Disse varierer naturligvis meget og vil derfor ikke kunne indgå i den generelle vurdering af tiltaget.

Endelig må det bemærkes, at den økologiske dyrkningspraksis er gennemgående for alle ovenfor vurderede scenarier: Dette giver nogle særlige forudsætninger for at opnå biodiversitetsforbedringer. Det er således veldokumenteret, at økologisk jordbrug gennemsnitligt bidrager til i gennemsnit 30 procent mere biodiversitet end konventionelt jordbrug (Strandberg et al. 2015).

## Scenario 1: Hestbjerg Økologi

Siden 2011 er der på et økologisk landbrug med 1.500 søer fordelt på tre lokaliteter, plantet træer i so-foldene, primært med henblik på at etablere skygge og læ til grisene. Træerne (primært poppel) er plantet i bæltet ned gennem markerne. Når træerne er tilstrækkelig store (1-2 år efter etablering) får smågrisene adgang til træerne og siden også søerne (ca. 4 år efter etablering). Til hver so er der en fold på ca. 1.000 m<sup>2</sup> som består af ca. 300 m<sup>2</sup> træer og 700 m<sup>2</sup> kløvergræs. Hvert andet år dyrkes der korn på arealet uden træer med udlæg af nyt kløvergræs. Den seneste etablerede beplantning består af poppeltræer iblandet sitka-gran og mirabeller. Søerne har endnu ikke fået adgang til dette areal.

### *Miljøeffekter*

Nylige danske studier med slagtesvin (Jørgensen et al., 2018) og diegivende søer (Jakobsen et al., 2018; Manevski et al., 2019) i folde med både træer og kløvergræs viser en markant lavere risiko for udvaskning af nitrat på arealer med træer sammenlignet med arealer med ren kløvergræs i folde med 20-30 % arealdække med poppel og piletræer. Resultaterne herfra indikerer dog samtidig, at 20-30 % arealdække med poppeltræer ikke er tilstrækkelig til at reducere den gennemsnitlige udvaskning fra grisefolde markant ved meget høje kvælstofoverskud de år, hvor der er grise på arealet (4-600 kg N/ha). En scenarieanalyse, hvor udgangspunktet er sofolde med et moderat kvælstofoverskud (150-160 kg N/ha, svarende til 1.000 m<sup>2</sup> per so) viser, at 30 % arealdække med primært poppeltræer kan reducere kvælstofoverskuddet med ca. 5 % ved høst hvert 3. år til biobrændsel. Ved høst hvert år i bladsæsonen skønnes dette at stige til 10-15 %, såfremt det høstede materiale (blade og skud) fraføres folden (eller recirkuleres som fourageringsafgrøde, der kan reducere kvælstoftilførsel via reduceret tilskudsfoder). Reduktionen i nitratudvaskning vil formentlig være relativt højere bl.a. som følge af træernes dybere rodsystem, der i højere grad kan opsamle de næringsstoffer, der har bevæget sig fra de øvre til de dybere jordlag sammenlignet med græs eller korn. Ved høst med længere interval, fx hvert 10 år, til biobrændsel, vil den årlige fraførelse af næringsstoffer blive mindre.

Da der er tale om et økologisk system benyttes der ikke pesticider, hvorfor der i modsætning til en konventionel produktion med pesticider vil være en tilsvarende reduktion i den relaterede miljøbelastning. Imidlertid er pesticidforbruget på tilsvarende konventionelle bedrifter med frilandsgriseproduktion lavt, og den relative effekt derfor begrænset.

Den skitserede type skovlandbrug med anvendelse af træer og læhegn i bælte resulterer i mindre overfladeafstrømning og større tilbageholdelse af vand på arealet ved øget infiltrationskapacitet, og dermed en afledt mindre jorderosion og risiko for fosfortab. Denne effekt er størst hvis der er tale om skrånende arealer, og hvis træbælterne følger konturerne i terrænet (se også Christen og Dalgaard, 2013; Torralba et al. 2016).

Systemet forventes at have en generel relativ stor positiv effekt på jordfrugtbarheden, idet indholdet af organisk materiale og næringsstoffer generelt øges i skovlandbrug, sammenlignet med landbrug i omdrift eller skovbrug alene. Herunder er der en stor effekt fra dyrkning af kløvergræs (Dalgaard et al. 2016).

### *Klimaeffekter*

Der vil i forhold til et system med korndyrkning være en øget lagring af kulstof i jord og rødder, som for energiafgrøder er anslået til 0,2 ton C/ha/år (Christensen og Olesen, 2018). Dette forudsættes også at være tilfældet med en bestand af pil/poppel med en græsbevoksning mellem træerne. Denne kulstofopbygning giver en CO<sub>2</sub>-reduktion på 0,7 ton CO<sub>2</sub>/ha/år. Hertil kommer, at lavere tab af kvælstof gennem nitratudvaskning også vil mindske de indirekte udledninger af lattergas.

Ift. klimatilpasning gælder det, at stigende temperaturer som følge af klimaforandringer øger risikoen for at udegående grise udsættes for periodisk varmestress. Adgang til skygge under træer forventes at have positiv betydning for dyrevelfærden i særlig grad i de produktionsfaser, hvor dyrene har en meget høj varmeproduktion (sendrægtigheden og laktationen). En placering af hytten under skyggen fra træerne er formentlig desuden afgørende for en positiv effekt i den meget tidlige laktation, hvor soen er stærkt motiveret for at være i nærheden af pattegrisene i hytten. En række studier viser desuden, at bælte med træer yder beskyttelse mod vind og dermed udtørring, og påvirker jordfugtigheden. Der vurderes således at være en generel gevinst ift. klimatilpasning og større modstandskraft over for klimaekstremer, herunder samspil med ovenstående nævnte modvirkning af erosion.

### *Effekter på biodiversitet*

Hvis poplerne stynes med 10 års mellemrum giver det ingen negativ betydning for jordfauna ift. hvis det gror skov, men omfanget af jordforstyrrelser vil selvfølgelig afhænge af tætheden af grise og hvorvidt søerne har ring i trynen eller ej. På nærværende bedrift er det primært smågrisene der har mulighed for at rode i jorden og dermed æde regnorme, men hvis det foregår ved lav tæthed af grisene, kan regnormepopulationerne bibeholdes. I tilfælde hvor grisenes rodeadfærd medfører, at regnormenes levested og føde på jordoverfladen (førnen) er væk vil faunaen være kraftigt minimeret.

Pga. jordforstyrrelsen etableres sandsynligvis kun få vilde plantearter både under poppel og i græsarealerne. Foto, som er den eneste dokumentation, der er tilgængelig, tyder ikke på, at der er etableret et plantedække under poplerne, og hvis der er, så endevendes det hurtigt når først smågrisene får adgang.

Mirabel er den eneste fødeplante af betydning for bestøvende insekter, herunder bier. Hvis andre arter som hassel og æble indgår udvides fødeudbuddet og en længere del af sæsonen er

dækket, men det er fortsat udelukkende arter med forårsblomstring. Dvs. der mangler føde til resten af sæsonen. Græsarealerne kunne levere føde når der, som det er tilfældet, indgår kløver, eller andre urter. Der mangler uforstyrrede steder til biernes reder. Dette kunne opnås hvis et mindre område hegnes således at grisene ikke har adgang. I vurderingen er ikke taget hensyn til dette da det ikke indgår i scenariebeskrivelsen.

I forhold til nyttedyr gælder det, at et moderat højt antal insektarter er tilknyttet poppel og mirabel. Mirabel har frugter, som en del fuglearter er meget glade for. Den øgede variation i landskabet vil være gavnlig for fuglelivet. Det angives ikke om der er høslæt på græsarealerne. Hvis det er tilfældet kan det påvirke jordlevende fugle negativt med mindre det foregår uden for ynglesæsonen. Blandt pattedyrene vil smågnavere have gavn at den øgede variation i plantedækket især områder med græstuer. Da områderne er hegnede vil større vildt ikke have gavn af områderne.

### *Andre effekter*

En introduktion af træer eller buske på udearealer giver grisene et mere diversitært nærmiljø, som i højere grad afspejler deres oprindelige 'naturlige' nærmiljøer sammenlignet med fx rene græsmarker (Smith et al., 2013). Træer og buske giver husdyrene mulighed for at søge skygge (jf. afsnittet om klimatilpasning), læ for vind og regn samt beskyttelse mod rovfugle. Herudover kan træer på markerne forbedre grisenes muligheder for hudpleje ved at gnubbe sig mod stammer og grene, en normaladfærd der generelt opfattes som et vigtigt element i forhold til at sikre god dyrevelfærd.

Når der går dyr imellem træerne vil belægningsgraden have stor betydning, dels for produktiviteten af afgrøderne, dels for mængden af husdyrgødning afsat på jorden og effektiviteten i husdyrproduktionen, og dermed ikke bare miljøpåvirkningen men også den relaterede udledning af klimagasser. Den producerede træbiomasse kan desuden anvendes til energi, og dermed fortrænge et alternativt energiforbrug (Hermansen et al. 2017).

## **Scenario 2: Katrinelunden**

I 2016 etableredes en økologisk husdyrproduktion bestående af fire Sortbroget Dansk Landrace-søer og gæs (produktionsomfang ikke oplyst) med træer i husdyrfoldene. Træerne (blomme, æble, eg, valnød, kastanje, tjørn og hyld) blev plantet med henblik på at give et ernæringsmæssigt bidrag til husdyrproduktionen og til konsum samt af dyrevelfærds- og jordforbedringsformål. Søerne har endnu ikke adgang til træerne. Det formodes, at søerne produceres i overensstemmelse med *Velfærdsdelikatesser*<sup>®</sup>-konceptet. Dette betyder fx, at hver so kun får ét kuld grise om året (i foråret) samt, at de producerede grise skal slagtes i efteråret, når de er max 6 mdr. gamle. Ligeledes har søerne ikke ring i trynen. Der forventes en omdriftstid på ca. 20 år i træ- og frugtproduktionen.

### *Miljøeffekter*

I og med, at bestanden kun består af fire søer, der hver producerer ét kuld om året kombineret med, at grisene slagtes i efteråret og det samlede produktionsareal tilsyneladende er 6 ha, formodes dyretrykket (DE/ha) at være ganske beskedent, især henover vinteren/tidlige forår,



hvor der er størst risiko for tab af nitrat via udvaskning på arealer anvendt til frilandsgrise. Dog kan der være risiko for, at en relativ stor andel af gødningen afsættes tæt på de stationære telte, hvor der formentlig vil være et ringe græsdække som følge af grisenes rodeadfærd og færdsel. Her kan træerne – i og med at de er etableret tæt på teltene og er mere robuste over for grisenes færden og rodeadfærd end græs – formentlig (når søerne får adgang) bidrage til at reducere risikoen for nitratudvaskning. På sigt kan træernes frugter og nødder udgøre et ernæringsmæssigt bidrag for grisene, men i og med at proteinindholdet i frugt og nødder er relativt lavt, vil det stadig være nødvendigt med et input af kvælstof (protein) via tilskudsfoder for at opfylde proteinbehovet for lakterende søer og grise i vækst. Træerne skønnes således ikke at få stor betydning for kvælstofoverskuddet. En nedklipping af blade fra træerne som foder vil kunne bidrage til at øge recirkuleringen og reducere overskuddet, men dette bør undersøges nærmere for at kunne vurdere den kvantitative effekt heraf.

På arealet, der anvendes til gæs (kombination med frugttræer og græs ifølge den grafiske fremstilling) forventes risikoen for næringsstofftab (N og P) at være ringe, idet input af næringsstoffer i systemet (via kraftfoder) formentlig vil være på et niveau, der kan optages af græsset, hvorfor effekten af træerne skønnes at være relativt lav.

Effekterne ift. pesticider, jorderosion og fosfortab, samt påvirkningen af jordens frugtbarhed vurderes overordnet set at være på samme niveau som i scenario 1.

#### *Klimaeffekter*

Træerne vurderes kun i mindre omfang at bidrage til kulstoflagring i jorden, men effekterne vil i øvrigt følge de samme sammenhænge som beskrevet i scenario 1 ovenfor (se desuden ovenstående generelle tekst og referencer).

#### *Effekter på biodiversitet*

I lighed med scenario 1 gælder, at omfanget af jordforstyrrelser vil afhænge af tætheden af grise, men den uforstyrrede del sikrer høj jordbundsdiversitet, inklusive alternative byttedyr til nytteinsekterne. Tilsvarende etableres pga. jordforstyrrelsen sandsynligvis kun få arter af vilde planter både under og mellem træerne. Foto, som er den eneste dokumentation, viser dog en del vilde plantearter på de frahegnede arealer.

Den relativt store variation i træer og buske giver føde til bier gennem en længere periode (april-juni). Dog vil der fortsat mangle føde i sensommeren med mindre der er tilstrækkelige arealer med vilde planter og der iblandt disse er urter, som er gode pollen og nektarkilder. Der mangler uforstyrrede steder til biernes reder. Dette kunne opnås hvis et mindre område hegnes således at grisene ikke har adgang, hvilket foto tyder på der måske er. I vurderingen er ikke taget hensyn til dette.

Variation i træer og buske er gavnlig for nyttedyr, og eg er en af de arter, der kan rumme en meget varieret insektfauna (Kennedy og Southwood 1984).

Det varierede afgrødevalg og det rige insektliv er gode fødekilder for fugle. Desuden er den øgede variation i landskabet gavnlig for fuglelivet. Det er vanskeligt at vurdere hvor forstyrret, der vil være i ynglesæsonen, men sandsynligvis vil der være langt mindre forstyrret end i en

almindelig omdriftsmark. Ift. pattedyr gælder det, at smånavere vil have gavn at den øgede variation i plantedækket især i områder med græstuer. Da områderne er hegnede vil større vildt ikke have gavn af områderne.

#### *Andre effekter*

Dette scenario kan i lighed med ovenstående bidrage med god dyrevelfærd.

### **Scenario 3: Kjaersgaard**

Det beskrevne system består af 1.700 solbær- eller ribsbuske per ha med 9 m afstand mellem rækkerne, i en økologisk dyrket omdriftsmark med forskellige enårige afgrøder imellem. I alt 9,7 ha skovlandbrug er etableret i 2015. Effektvurderingen afhænger af om omdriftsafgrøden det aktuelle år forbruger kvælstof (korn) eller producerer kvælstof (kvælstoffiksering fra hestebønne). Fuldt etablerede buskrækker er ca. 1 m brede, og på 1 ha dækker solbærbuske derfor et areal på ca. 1.000 m<sup>2</sup>. Dvs. buskdække på ca. 10% af arealet. Som reference er rækkeafstanden i almindelig solbæravl typisk 3,5 m, svarende til buskdække på ca. 25% af arealet. Omdriftstiden er angivet til 1 år for planteavl og 4 år for bærbuskene, selvom solbær og ribs normalt kan holdes produktive i op til 10-14 år ved korrekt beskæring og pasning. Jorden er fuldt renholdt under buskene. Sammenligninger er her med reference til ren kornavl.

#### *Miljøeffekter*

Ribs og solbær har tidlig rodvækst (og meget tidlig topvækst) om foråret og rodnettet er velforgrenet og øverligt liggende, derfor optages N og P tidligt og effektivt. Overfladisk jordbearbejdning (<5 cm dybde) tæt på rækken giver uforstyrret jord i dybere jordlag under buskrækken. Blade og grenafklip bliver på jorden, knuses og nedmuldes og resulterer i øget kulstof/organisk materiale opbygning i jorden og dermed, afhængig af det organiske materiales beskaffenhed, måske en øget jordfrugtbarhed. De flerårige mange-grenede planter reducerer vinderosion og kan udgøre barrierer for vanderosion og reducerer derfor potentielt N og P overfladeafløb i forhold til hvad man vil finde på en ren kornmark.

#### *Klimaeffekter*

Ved optimal dyrkning af solbær kan ny vækst af biomasse typisk være op til knapt 2 tons/ha/år (ca. 1.1 kg netto tilvækst/plante) (ekskl. bær) som angivet i kataloget fra Økologisk Landsforening. Igennem afklip og bladfald tilføres dette til jorden som organisk materiale. Der forventes dog netto kun at være ringe eller ingen effekt på kulstoflagring i jorden sammenlignet med jord i omdrift. Christensen og Olesen (2019) har anslået at der for frugtplantager med græsdække i rækkerne vil være en kulstofopbygning i jorden på 0,2 ton C/ha svarende til 0,7 ton CO<sub>2</sub>/ha, mens der for frugtplantager uden græsdække ikke vil være nogen effekt.

Buskene giver et lavt læ, som kan forbedre dyrkningsklimaet lokalt på marken, reducere vindslid og udtørring.

#### *Effekter på biodiversitet*

Systemet omfatter en intensiv jordbehandling langs bærbuskene og i striberne med planteavl, hvorfor kun de ægte jordlevende dyr vil kunne trives ved den intensive jordbearbejdning, mens

overfladelevende jordbundsdyr vil være fraværende.

Pga. jordforstyrrelsen og den intensive planteavl i omdrift, etableres sandsynligvis meget få vilde planter, ud over hvad der måtte være af ukrudtsarter.

Ribs, solbær og bælgssæd har blomster, der er gode fødekilder for bier (forår + juni), hvilket er godt for bestøvning og frugtsætning. Der vil dog være perioder hvor der mangler føde, og der mangler uforstyrrede steder til biernes reder.

Bærbuskene har i øvrigt et ret begrænset antal øvrige nytteinsekter tilknyttet, og den intensive jordbehandling gør områderne uegnede til rugende fugle, ligesom fødeudbuddet for disse er begrænset.

Smågnavere vil derimod have gavn af den øgede variation i plantedækket, men selv om områderne ikke er hegnede udgør de ikke et velegnet levested for større pattedyr.

Alt i alt øges artsdiversiteten og habitatvariationen kun lidt med en landbrugsafgrøde kombineret med en solbærsort eller ribssort i monokultur på arealet; og effekten på biodiversitet bliver derfor begrænset. Buskene er flerårige og kan give læ og skjul til dyrevildt og fugle på marken, samt tilbud til bestøvere, mens grene, blade eller frugter sjældent spises af fugle eller dyr. Introduktion af buskene tilfører andre sygdomme, skadedyr og nyttedyr på arealet end landbrugsafgrøden, hvilket kan være både positivt og negativt.

## Scenario 4: Yduns Have

Yduns have består af 65 frugt- og nøddetræer samt 200 hindbærbuske/ha indplantet i rækker i et grønsagsareal på 10 ha, der er dyrket økologisk, og med i alt 300 fritgående høns. Der er tale om et meget ungt og nyplantet design, med et relativt lille input fra træer og buske endnu, men med en meget stor variation i afgrøder og plantearter. Omdriftstiden er for grøntsager 1 år, for bærbuske 4 år og for træer 20 år. Alderen på træerne er ikke fuldt ud specificeret (nogle er måske fra 1998 andre fra 2018). Det er dermed ikke muligt at angive et præcist arealdække af træer og buske på det samlede grønsagsareal, men det antages at være ret små træer. De må forventes at have små eller ingen reelle kronedannelser endnu (kroneskøn gennemsnitligt 2 m<sup>2</sup>/træ) og arealdækningsprocenten for træerne må derfor antages at være meget begrænset ud fra de 65 træer/ha (130 m<sup>2</sup>/ha eller 1,3 % dække). Hindbær buske i plantes oftest i rækker med f.eks. 2 planter/m række og dækker ca. 0,5 m<sup>2</sup>/plante eller 100 m<sup>2</sup>/ha for i alt 200 planter/ha, dvs. 2 % af dyrkningsarealet.

### *Miljøeffekter*

Der er plantet så få træer og buske og de står forventeligt med så stor afstand, at der ud fra en øjebliksvurdering ikke vurderes at være en effekt på miljøet i forhold til væsentligt øget kvælstof- eller kulstofbinding, reduceret udvaskningstab eller mindre erosion/overflade afløb af N eller P, og det er svært at vurdere hvad betydningen vil være på sigt.

### *Klimaeffekter*

Med det meget lille antal træer og buske er kulstofopbygningen meget begrænset både over

jorden og under jorden. Betydningen for læ og øget robusthed for produktionen er derfor indtil videre meget lille.

#### *Effekter på biodiversitet*

Det angives at der anvendes begrænset/skånsom jordbehandling ift. traditionel grønsagsproduktion og planteavl, hvilket generelt er godt for jordbundsfaunaen der stimuleres af mindre jordforstyrrelse. Omfang af jordforstyrrelser vil dog afhænge af hvor mange enårige grøntsager, der dyrkes, og er generelt høj ved grønsagsproduktion.

I det omfang der praktiseres en begrænset jordbehandling vil det sandsynligvis betyde at der etableres en del vilde arter. Foto, som er den eneste dokumentation, viser at der er planter omkring træerne, men det ser meget nyetableret ud, så det er vanskeligt at vurdere det fulde potentiale.

Den relativt store variation i træer og buske giver føde til bier gennem en længere periode (april-juni). Dog vil der fortsat mangle føde i sensommeren med mindre der er tilstrækkelige arealer med vilde planter og der iblandt disse er urter, som er gode pollen og nektarkilder. Det er vanskeligt at vurdere om der vil være uforstyrrede steder til biernes reder. Dette vil dog kunne opnås hvis et mindre område afsættes til dette formål. I vurderingen er ikke taget hensyn til dette, da det ikke indgår i scenariebeskrivelsen.

Variation i træer og buske er gavnlig for insektlivet, og dermed nyttedyr, men ingen af arterne har mange insekter tilknyttet. Der mangler sandsynligvis pollen og nektarkilder til fx svirrefluer og snyltehvepse, hvis larver er vigtige bladlusprædatorer, men de voksne insekter behøver pollen og/eller nektar.

Det varierede afgrødevalg giver flere gode fødekilder for fugle, ligesom det forbedrede insektliv udgør en vigtig fødekilde. Desuden er den øgede variation i landskabet gavnlig for fuglelivet. Det er vanskeligt at vurdere hvor forstyrret, der vil være i ynglesæsonen, da der vil sandsynligvis være en del menneskelig aktivitet i grøntsager og bærbuske.

Af pattedyr vil smånavere vil have gavn at den øgede variation i plantedækket især områder med græstuer. Det er vanskeligt at vurdere hvor forstyrret, der vil være i yngleperioden, og der vil sandsynligvis være en del menneskelig aktivitet i grøntsager og bærbuske, hvorfor fx harer og råvildt vil undgå områderne i denne periode.

#### *Andre effekter*

God dyrevelfærd, med god plads til de fritgående høns, er et af de afledte effekter nærværende scenario kan bidrage med.

## **Sammenfatning og minimumskriterier for effekt af skovlandbrug**

Overordnet kan skovlandbrug, hvis det udformes og passes optimalt, give positive effekter ift. både miljø, klima og biodiversitet, og en øget dyrevelfærd ved kombination med husdyr på friland.

Det skal understreges at de fundne effekter er meget afhængig af det konkrete dyrkningsystem, og nærmere konklusioner herfor vil kræve mere specifikke undersøgelser. De fire beskrevne skovlandbrugsscenarier er således i deres øjeblikkelige status ikke udformet med henblik på en optimeret effekt på miljø, klima eller biodiversitet enkeltvis eller med henblik på en optimering mod alle tre effekter samtidig. Effekterne vurderet her anses derfor generelt at være lavere end i tilsvarende systemer, hvor der bevidst er optimeret mod at give optimale effekter. En lav effektvurdering her betyder derfor ikke at et lignende, men optimeret system, ikke kan bidrage med væsentlige effekter.

### *Scenarier for skovlandbrug i Danmark*

De gennemgåede scenarier for skovlandbrug baseret på økologiske produktion viser fire forskellige eksempler på kombinationer af økologisk planteavl, grønsagsproduktion, frugtavl og husdyr på friland i kombination med træer og buske, hvis indikative effekter på miljø, klima, biodiversitet og dyrevelfærd er sammenstillet i Tabel 1.

Selvom de opgjorte effekter jf. Tabel 1 er meget variable, og angivet med stor usikkerhed, er der dog en tendens til særlige muligheder for synergi ved kombination af skovlandbrug og husdyrhold på friland. De viste eksempler omfatter kombination med grise eller gæs (Scenario 1 og 2). Tilsvarende positive effekter kan opnås i kombination med drøvtyggere (fx køer, får og geder) eller heste og kaniner, der alle er bedre til at udnytte energien fra græs og blade, og derfor i princippet er bedre egnede til at opnå en høj udnyttelse af det foder, der står til rådighed i skovlandbrugssystemet. Omvendt er kvælstofoverskuddet ofte lavere på arealer med græssende drøvtyggere sammenlignet med systemer med frilandsgrise, hvorfor effekten på kvælstoftab formentlig vil være lavere. Endelig bør særligt muligheden for kombination mellem skovlandbrug og fjerkræ nævnes, hvilket praktiseres i scenario 4, ligesom Jensen et al. (2018) fremfører kombinationen mellem frugtavl og fx æglæggende høns som et oplagt ekstra scenario, som kunne konsekvensvurderes. Imidlertid viser ovenstående analyser og litteraturgennemgang, at det er meget svært at kvantificere effekterne og dermed differentiere de enkelte scenarier, hvorfor vi har valgt at holde os til nærværende generelle konklusioner, og ikke udbygge ovenstående vurderinger af enkeltscenarier med flere scenarier, såsom de nævnte kombinationer med kvæg- eller fjerkræhold. I den forbindelse konkluderes det, at der er behov for uddybende forskning og afprøvning på området, ift. effekter af skovlandbrug under danske forhold.

Tabel 1. Indikative effekter af de fire gennemgåede scenarier for skovlandbrug i Danmark, målt ift. en situation hvor afgrøderne og skovplanterne var dyrket separat: 0= ingen effekt, += lille effekt, ++= mellem effekt, +++= stor effekt (ingen af de listede tiltag vurderedes at have en negativ effekt på miljø, klima eller biodiversitet). Det må bemærkes at der generel er stor usikkerhed og variation i effekter, afhængig af hvordan det enkelte system implementeres i praksis, særligt for Yduns Have der ikke har kørt i ret lang tid (indikeret med "?"). Ift. klimaeffekterne har det ikke været muligt at differentiere effekterne, hvilket indikeres med intervaller. Desuden omfatter nærværende studie ikke en vurdering af effekter på produktionen, og dermed heller ikke den betydelige effekt dette kunne have på alle andre indikatorer i kraft af ændret arealbehov.

	<b>Scenario 1: Hestbjerg</b>	<b>Scenario 2: Katrinelunden</b>	<b>Scenario 3: Kjærsgaard</b>	<b>Scenario 4: Yduns Have</b>
<b>Miljø:</b>				
<i>Kvælstoftab</i>	+	+	+	?
<i>Pesticider</i>	+	+	+	?
<i>Erosion</i>	++	++	+	?
<i>Jordfrugtbarhed</i>	++	++	+	?
<b>Klimaforandringer:</b>				
<i>Forebyggelse</i>	+ - ++	+ - ++	+ - ++	?
<i>Tilpasning</i>	+ - +++	+ - +++	+ - +++	?
<b>Biodiversitet:</b>				
<i>Jordbunds-fauna</i>	++	+++	0	++
<i>Vilde planter</i>	+	++	0	++
<i>Bier</i>	+	++	+	+++
<i>Nyttedyr</i>	++	+++	+	++
<i>Fugle</i>	+	++	0	++
<i>Pattedyr</i>	+	+	+	+
<b>Andre effekter:</b>				
<i>Dyrevelfærd</i>	+++	+++	0	+++

De samme typer af produktion kunne tænkes som konventionelt jordbrug, med muligheder for nogenlunde de samme effekter, hvis der stilles de samme krav til systemet (dvs. på nær ift. de effekter, der særligt relaterer sig til brugen af syntetisk gødning eller pesticider). Ligeledes er det en mulighed, at skovlandbrug kun udgør en del af bedriftens produktion, eller måske kun omfatter særligt udvalgte marker, bæltter i landskabet eller bræmmer langs vandløb, hvorved effekten jf. ovenstående argumenter kunne optimeres målt per arealenhed.

#### *Minimumskriterier for at opnå de ønskede effekter af skovlandbrug*

Den vigtigste problemstilling, for udvikling af skovlandbrug under den nye CAP2020 reform, er behovet for nye kriterier for at koble støtten til miljø- klima og biodiversitetseffekter. En mulighed var at koble et differentieret pointsystem i lighed med "+'-erne" i Tabel 1, som kriterie for forskellig niveau af støtte, evt. koblet til forskellige prædefinerede typesystemer. Det vurderes imidlertid at både variationen i dyrkningssystemer og effekter heraf er for stor til at det er en realistisk løsning. Derfor er vurderingen at mere simple kriterier koblet til hhv. husdyr- og ikke husdyrbaserede systemer vil være en mulighed.

For skovlandbrug i kombination med husdyrproduktion på friland, gælder det at effekten på kvælstoftab afhænger af, hvor stor en andel af dyrenes gødning, der afsættes på arealet med træer. Det er formentlig vigtigt, at arealet med træer er tilstrækkeligt stort (eller spredt) til både at udgøre et attraktivt hvile-område, der kan anvendes til fx termoregulerende adfærd, foruden et gøde-område, idet bl.a. grise så vidt muligt vil undgå at gøde i deres foretrukne hvileområder. Størrelsen heraf vil formentlig variere afhængig af folddesign herunder placering af træer i forhold til placering af vigtige ressourcer som hytte, vand og foder. Placering af træerne i to eller flere zoner frem for én, eller placering af træerne midt i folden med foder og vand placeret på hver side af træzonen, vil muligvis øge effekten på kvælstoftab. Blot få træer i hver fold vil formentlig markant forbedre mulighed for skyggesøgning, men vil ikke give den samme synergi med næringsstof- og kulstofoptag samt beskyttelse mod erosion, hvorfor det vurderes at være hensigtsmæssigt at stille krav om en vis balance mellem dyrehold og tæthed af træer, fx krav om træmæssigt plantedække på mindst 20 % af arealet og et maksimum husdyrtryk ifølge gældende regulering.

Hvor skovlandbrug er et miks af landbrug og bæravl er det tilsvarende den proportionelle areal blanding (pct. plantedækket areal) der påvirker effekterne. Det vurderes, at skovlandbrug i denne kombination giver mest mening at give tilskud til, såfremt rækkeafstanden ligger i intervallet mellem 4 og 10 m svarende til mellem 3.000 og 1.500 buske/ha for solbær. Over 3.000 planter er det reelt en bærplantage med for lidt input af landbrug og under 1.500 buske/ha bliver bidraget fra buskene for lille til at give væsentlige effekter på miljø, klima og biodiversitet. Et mindre dække med træer og buske vil være for lille og for spredt til opnå de ønskede effekter. Læhegnene omkring arealerne giver her væsentligt større effekt end de interne plantninger, hvilket også kunne inddrages i minimumskriterierne.

Minimumskrav til opnåelse af god biodiversitet kunne i tillæg defineres ved at fx mindst 10% af arealet holdes uforstyrret. Desuden kunne der stilles specifikke krav til afgrødediversitet, kontinuum af blomstrende planter over hele sæsonen, og at tætheden af dyr vurderes i forhold til arealet; dvs. hvis tætheden af dyr er høj i forhold til arealet, skal der ske rotation.

I tillæg til ovenstående kunne et støttekriterie være restriktioner i henhold til brug af gødning og pesticider. Dette vil jf. ovenstående i særligt grad tilgodese biodiversiteten, men også til dels miljø og klima, og kunne kombineres med minimumskriterier ift. begrænsninger i jordbearbejdning/antal år mellem omlægning, og type samt antal af anvendte plantearter.

I bestillingen efterlystes, hvor stor et areal der skal til for at opnå målbare effekter, og om det vil være nok med et areal på f.eks. bare 200 m<sup>2</sup>, herunder ift. effekter af restriktioner på gødsning og sprøjtning. Vurderingen er, at effekten per arealenhed af skovlandbrug generelt ikke er betinget af arealernes omfang men mere deres anvendelse (herunder brugen af gødning og pesticider jf. ovenstående). Imidlertid kan skovlandbrugets placering i landskabet med fordel planlægges mod geografisk målrettede effekter (fx som bræmmer omkring naturarealer og vandmiljø, som særligt ønskes beskyttet).

## Litteratur

Cardinael, R., Chevallier, T., Cambou, A., Béral, C., Barthès, B. G., Dupraz, C., ... & Chenu, C. (2017) *Increased soil organic carbon stocks under agroforestry: a survey of six different sites in France*. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 236, 243-255.

Cardinael, R., Umulisa, V., Toudert, A., Olivier, A., Bockel, L., & Bernoux, M. (2018) *Revisiting IPCC Tier 1 coefficients for soil organic and biomass carbon storage in agroforestry systems*. *Environmental Research Letters*, 13(12), 124020.

Cardinael, R., K. Hoeffner, C. Chenu, T. Chevallier, C. Béral, A. Dewisme, and D. Cluzeau. (2019) *Spatial variation of earthworm communities and soil organic carbon in temperate agroforestry*. *Biology and fertility of soils* 55:171-183.

Christen B and Dalgaard T (2013) *Buffers for biomass production in temperate European agriculture: A review and synthesis on function, ecosystem services and implementation*. *Biomass and Bioenergy* 55 (2013) 53-67.

Christensen, B.T., og Olesen, J.E. (2018) *Estimering af kulstoflagringsværdier på afgrødeniveau for økologiske bedrifter*. DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, 25-9-2018. Journal nr. 018-760-000727. 4 s.

[https://pure.au.dk/portal/files/133365580/Besvarelse\\_ver\\_2\\_Kulstoflagring\\_kologi.pdf](https://pure.au.dk/portal/files/133365580/Besvarelse_ver_2_Kulstoflagring_kologi.pdf)

Dalgaard T, Fredshavn J, Heckrath G, Kristensen IS, Kristensen T, Munkholm L, Taghizadeh-Toosi A (2016) *Effects of green measures in the EU 2015 agricultural reform including crop diversification, permanent grassland management and the related impacts on climate and environment in Denmark*. DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug. [http://pure.au.dk/portal/files/101234799/Effects\\_of\\_green\\_measures\\_in\\_the\\_EU\\_2015\\_agricultural\\_reform030616.pdf](http://pure.au.dk/portal/files/101234799/Effects_of_green_measures_in_the_EU_2015_agricultural_reform030616.pdf). Journal nr. 145419, 3. juni 2016. 29 p.

Grant, R. F., Kinch, T. A., Bradley, R. L., Whalen, J. K., Cogliastro, A., Lange, S. F., ... & Parsons, W. F. (2017) *Carbon sequestration vs. agricultural yields in tree-based intercropping systems as affected by tree management*. *Canadian Journal of Soil Science*, 97(3), 416-432.

Hermansen JE, Jørgensen U, Lærke PE, Manevski K, Boelt B, Jensen SK, Weisbjerg MR, Dalsgaard TK, Danielsen M, Asp T, Ambye-Jensen M, Sørensen C Aa G; Jensen MV, Gylling M, Lindedam J, Lübeck M, Fog E (2017b) *Green biomass - protein production through bio-refining*. DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug. 72 p. DCA Rapport 93.

Jakobsen, M. (2018) *Integrating foraging and agroforestry into organic pig production – environmental and animal benefits*. PhD Thesis. Science and Technology. Department of Agroecology, section for Agricultural Systems and Sustainability.

Jensen M, Kongsted AG, Krogh PH, Pedersen HL, Bertelsen MG og Jørgensen U (2019) *Effekt af skovlandbrug på miljø, klima og biodiversitet – del 1*. DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, 28/2 2019. Journal nr. 2019-760-001216. 5 s.



[https://pure.au.dk/portal/files/145801483/Levering\\_Skovlandbrug\\_del\\_1.pdf](https://pure.au.dk/portal/files/145801483/Levering_Skovlandbrug_del_1.pdf).

Jensen M, Pedersen HL, Bertelsen MG og Jørgensen U og Ejrnæs R (2018) *Vurdering af, hvor mange "andre" træer, der er plads til på arealer med lavskov samt i frugt- og bærplantager uden at produktionsafgrøden i væsentlig grad bliver hæmmet*. DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, 19/11 2018. Journal nr. 2018-760-000916. 7 s.

[https://pure.au.dk/portal/files/136702828/Levering\\_Tr\\_er\\_i\\_lavskov\\_og\\_frugtplantager.pdf](https://pure.au.dk/portal/files/136702828/Levering_Tr_er_i_lavskov_og_frugtplantager.pdf).

Jose, S. (2012) *Agroforestry for conserving and enhancing biodiversity*. *Agroforestry Systems* 85(1), 1-8.

Jørgensen U., Thuesen J., Eriksen J., Horsted K., Hermansen J.E., Kristensen K., Kongsted A.G. (2018) *Nitrogen distribution as affected by stocking density in a combined production system of energy crops and free-range pigs*. *Agroforestry Systems* 92: 987–999.

Kennedy CEJ and Southwood TRE (1984) *The number of species of insects associated with British trees: a reanalysis*. *J Anim Ecol* 53:455-78.

Kleijn, D., Winfree, R., Bartomeus, I., et al. (2015) *Delivery of crop pollination services is an insufficient argument for wild pollinator conservation*. *Nature Communications* 6, 1-8.

Krogh, P. H., U. Jørgensen, and A. Berg Olsen. (2018) *Earthworm short-term response to dairy wastewater applied to a Salix plantation*. Poster at CBIO seminar: New possibilities for interdisciplinary research, industrial cooperation and knowledge exchange in the circular bioeconomy. Aarhus Universitet, Foulum.

Manevski, K., Jakobsen, M., Kongsted, A.G., Georgiadis, P., labouriau, R., Hermansen, J.E. og Jørgensen, U. (2019) *Effect of poplar trees on nitrogen and water balance in outdoor pig production –A case study in Denmark*. *Science of the total environment*, 646, 1448-1458.

Pardon, P., Reubens, B., Reheul, D., Mertens, J., De Frenne, P., Coussement, T., ... & Verheyen, K. (2017) *Trees increase soil organic carbon and nutrient availability in temperate agroforestry systems*. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 247, 98-111.

Price, G., and A. Gordon (1999) *Spatial and temporal distribution of earthworms in a temperate intercropping system in southern Ontario, Canada*. *Agroforestry Systems* 44:141-149.

Shi, L., Feng, W., Xu, J., & Kuzyakov, Y. (2018) *Agroforestry systems: Meta-analysis of soil carbon stocks, sequestration processes, and future potentials*. *Land degradation & development*, 29(11), 3886-3897.

Shrestha, B., Chang, S., Bork, E., & Carlyle, C. (2018) *Enrichment planting and soil amendments enhance carbon sequestration and reduce greenhouse gas emissions in agroforestry systems: A review*. *Forests*, 9(6), 369.

Smith, J., Pearce, B.D., and Wolfe, M.S. (2013) *Reconciling productivity with protection of the*

*environment: Is temperate agroforestry the answer?* Renewable Agriculture and Food Systems 28: 80-92.

Strandberg, B., Bruun, H.H., Hansen, M.D.D. (2018a) *Vilde bier i Danmark*. Kaskelot maj 2018 - nr. 220. Pp. 18-21.

Strandberg, B., Bruus, M., Krogh, P.H., Ravnskov, S., Langer, V., Hansted, L., Sigsgaard, L., Ahrenfeldt, E.J., Andreasen, L. (2015) *Natur og biodiversitet*. Kapitel 3 i Jespersen, L.M. (ed.) *Økologiens bidrag til samfundsgoder*. Vidensyntese 2015. Pp.49-106.

Strandberg, B., Ejrnæs, R., Geldmann, J., Bruun, H.H., Rahbek, C. (2018b) *Status, trusler og bevarelse af vilde bier*. Kaskelot maj 2018 - nr. 220. Pp. 22-26.

Torralba M, Fagerholm N, Burgess PJ, Moreno G, Plieninger T (2016) *Do European agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem services? A meta-analysis*. Agriculture, Ecosystems and Environment 230: 150-161.

Økologisk Landsforening (2018) *Skovlandbrug – et inspirationskatalog*. Rohde J, Kronborg M, Munk Nielsen K og Kudsk Christiansen B (red.). Økologisk Landsforening, Aabyhøj. 48 s.  
<https://issuu.com/okologidk/docs/skovlandbrug>.