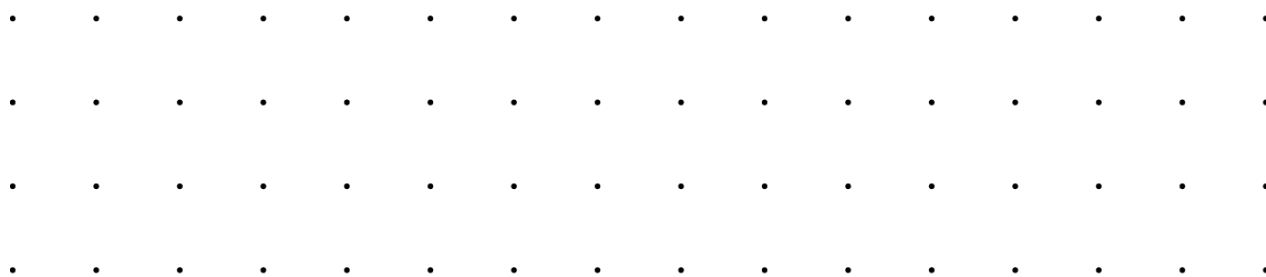


Danmarks fremtidige arealanvendelse

Sådan tager vi hensyn til klima,
vandmiljø og biodiversitet



Indhold

1.	Indledning, konklusioner og anbefalinger	6
1.1	Analysens formål og afgrænsning	6
1.2	Analysens scenarier og resultater	7
1.3	Plan for de danske arealer	9
2.	Udfordringer og muligheder på de danske arealer	12
2.1	Danmarks arealanvendelse i dag	12
2.2	Klimapolitik og arealanvendelsen	13
2.3	Biodiversitet og vandmiljø	15
2.4	Mål og hensyn	16
2.5	Synergi	16
3.	Analysens scenarier	20
3.1	Fokus på synergi mellem målsætninger	20
3.2	Afgrænsning af analysens målsætninger	25
4.	Analysens resultater	28
4.1	Hovedresultater for analysens tre scenarier	28
4.2	Fokus på klima, vandmiljø og biodiversitet	31
4.3	Synergi ved langsigtet planlægning	38
4.4	Drikkevandsbeskyttelse med solceller eller økologi	39
5.	Perspektivering og overvejelser om en samlet regulering af arealanvendelsen	43
5.1	Nye perspektiver for produktionen af fødevarer og biomasse	43
5.2	Kulstoflækage ved arealændringer	47
5.3	Lokale effekter af ændret arealanvendelse	48
5.4	Regulering af arealanvendelsen	50

6.	Model og data	56
6.1	TargetEcon-modellen	56
6.2	Omstillingselementer i analysen	60
6.3	Omkostninger	62
6.4	Kulstofeffekter	64
6.5	Usikkerhed	68
7.	Referencer	71

Hvem er Klimarådet?

Klimarådet er et uafhængigt ekspertorgan, der rådgiver regeringen om, hvordan omstillingen til et klimaneutralt samfund kan ske, så vi i fremtiden kan leve i et Danmark med meget lave udledninger af drivhusgasser og samtidig fastholde blandt andet velfærd og udvikling. Klimarådet skal årligt vurdere, om regeringens klimaindsats anskueliggør, at de danske klimamål nås. Rådet skal desuden bidrage til den offentlige debat og udarbejder også løbende analyser og anbefalinger til klimaindsatsen.

Klimarådets hovedbudskaber

Hensynet til biodiversitet og vandmiljø kan med fordel være retningsgivende for arealplanlægningen

Biodiversitet og vandmiljø skal sikres på specifikke arealer for at give størst mulige gevinster. Fx kræver en effektiv indsats for biodiversitet, at der tages areal ud til natur netop der, hvor dyr og planter får størst gavn af det. Det kræver især større sammenhængende arealer med natur i form af fx urørt skov. Og den største gevinst for vandmiljøet fås, når skove og vådområder etableres, hvor der er behov for en kvælstofindsats. Derimod er det ikke lige så vigtigt for klimaet, hvor der fx rejses ny skov – det vigtige er, at der kommer mere ny skov, men ikke hvor.

Når arealanvendelsen tilrettelægges med biodiversitet og vandmiljø for øje, opnås der samtidig betydelige klimagevinster. Det betyder, at samfundet med fordel kan koordinere arealanvendelsen med udgangspunkt i biodiversitet og vandmiljø. Udpegningen af arealer skal ske centralt, men implementeres lokalt.

Timing for igangsættelse af de enkelte tiltag på arealerne, har også stor betydning for at opnå synergi mellem de forskellige politikområder. Det er altså ikke kun typen af omstillings-elementer, og hvor de placeres, der er vigtig. Det er også, hvor hurtigt de igangsættes og gennemføres.

Biodiversitet og skov skal fylde mere i landskabet

Hvis målene om klima, vandmiljø og biodiversitet alle skal nås, skal areal dedikeres til disse formål. Det betyder, at landbruget skal fylde mindre i landskabet end i dag – men landbruget og fødevarerindustrien skal ikke nødvendigvis fylde mindre i samfundsøkonomien, hvis det lykkes at omstille og udvikle sektoren. I dag lægger landbruget beslag på størstedelen af det danske landskab. Det giver en vis økonomisk aktivitet og beskæftigelse i den sektor, men lægger samtidig også et pres på klima, vandmiljø og biodiversitet.

Analysen viser, at alle tre mål kan opfyldes, hvis arealet anvendt til landbrugsproduktion reduceres med omtrent en tredjedel, og der samtidig skabes mere urørt skov i de nuværende produktions-skove. Det frigivne landbrugsareal bliver primært til beskyttet natur i form af blandt andet overdrev, naturskov og vådområder, men en massiv skovrejsningsindsats forøger også det samlede areal med produktions-skov betydeligt.

Omkostningerne ved en koordineret indsats for klima, vandmiljø og biodiversitet er beskedne

Set i et samfundsperspektiv er den mistede indtjening i land- og skovbruget relativt beskedne, når målsætningerne skal opfyldes. Når arealanvendelsen tilrettelægges med udgangspunkt i at nå målene for biodiversitet og vandmiljø, løber de samlede direkte omkostninger op i cirka 2,8 mia. kr. årligt i form af mistede indtægter. De 2,8 mia. kr. kommer især fra en mindre produktion af fødevarer og foder til husdyrproduktionen.

Samtidig fås en betydelig klimagevinst på næsten 7 mio. ton CO₂e årligt. Det svarer til en samlet direkte omkostning på cirka 400 kr. pr. ton CO₂e. Og så er de betydelige samfundsgevinster, som et bedre vandmiljø og en øget biodiversitet giver, ikke indregnet, hvilket reducerer omkostningerne set fra en samfundsøkonomisk vinkel. Endelig øges de rekreative muligheder i naturen, hvilket også giver værdi for samfundet.

Reguleringen af arealerne bør bygge på tre søjler

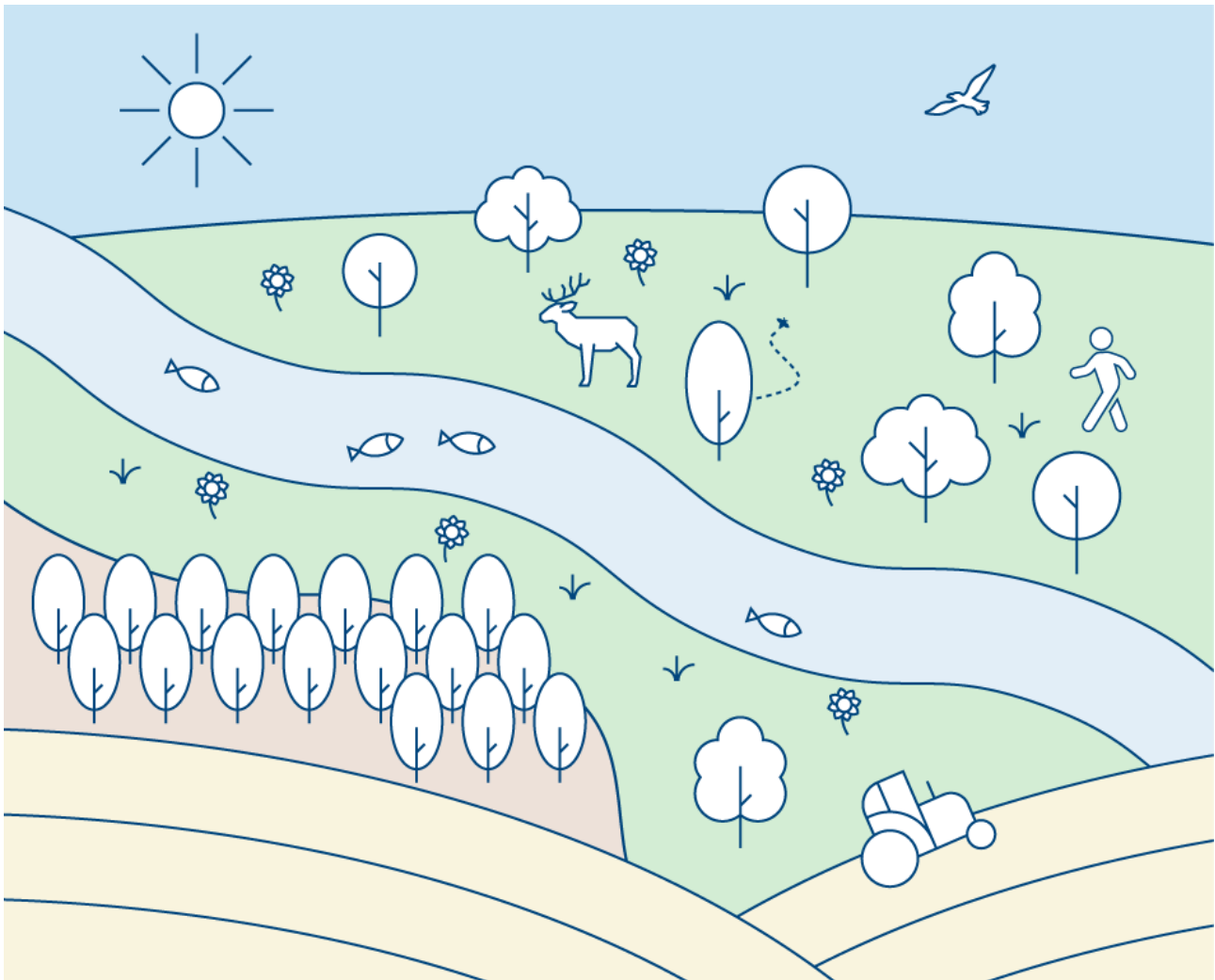
Store ændringer af det danske landskab kræver en samlet regulering, der kan målrette ændringerne, så de udnytter de synergier, som blandt andet denne analyse sætter fokus på. Klimarådet foreslår nogle overordnede principper som oplæg til den igangværende trepart og det videre arbejde:

- **Udpegnings af arealer.** Hensynene til fx vandmiljø og biodiversitet kræver geografisk fokus. Miljøstyrelsen har udpeget arealer, som er særligt kritiske i forhold til vandmiljøet, men en tilsvarende udpegnings for biodiversitet mangler. En målrettet indsats for at styrke natur og dyreliv kræver, at der udpeges

Klimarådet.

sammenhængende arealer, der har særlig værdi til dette formål. Derfor bør regeringen sikre, at arealer reserveret til biodiversitet udpeges hurtigt, så en samlet arealplanlægning kan finde sted.

- **Målrettet indsats.** De udpegede arealer bør danne grundlag for en målrettet indsats for at fremme den ønskede arealanvendelse til gavn for blandt andet vandmiljø og biodiversitet. Det kan være ordninger, der fremmer skovrejsning eller sammenhængende naturarealer gennem tilskud, auktionsordninger eller bedre arbejdsdeling imellem forskellige typer af jordfonde. Ordningerne skal præmiere de indsatser, hvor synergierne er størst. Fx bør skov især plantes, der hvor det også gavner vandmiljøet. Mange af disse elementer findes allerede i den nuværende regulering, og de bør videreføres og styrkes. Det er samtidig vigtigt, at ordningerne udformes, så de tilskynder til hurtig handling.
- **Afgift på drivhusgasser.** Ekspertgruppen for en Grøn Skattereform har i februar 2024 fremlagt modeller for, hvordan man i praksis kan afgiftspålægge store dele af udledningerne fra landbruget og arealerne. Selv om en koordinering af arealindsatsen er vigtig, ser Klimarådet intet til hinder for at implementere én af ekspertgruppens modeller hurtigst muligt. En afgift på landbrugets udledninger fra især husdyr og gødning vil skubbe på for en strukturel omstilling og en mere effektiv arealanvendelse med mindre foderproduktion, mere skovrejsning og udtag af kulstofrige jorder.



1. Indledning, konklusioner og anbefalinger

1.1 Analysens formål og afgrænsning

Danmark har et begrænset areal

Danmarks landareal er på 4,3 mio. hektar. Her skal vi både finde plads til byer og infrastruktur, landbrug og skovbrug, biodiversitet og alle de andre aktiviteter og interesser, som knytter sig til et samfund.

I denne analyse ser Klimarådet nærmere på landbrug og skovbrug, som tilsammen dækker 72 pct. af det samlede danske landareal. Analysen zoomer særligt ind på produktionsarealerne, som er de arealer, hvor der sker en intensiv produktion af landbrugs- og skovbrugsprodukter. Aktiviteterne på disse produktionsarealer er afgørende for tre af de store klima- og miljømæssige opgaver, som Danmark står over for i de kommende år. Opgaverne er:

- At begrænse drivhusgasudledningerne i overensstemmelse med målene i klimaloven
- At sikre god økologisk tilstand i det danske vandmiljø
- At give plads til en mangfoldig biodiversitet i tråd med EU's strategi om, at 30 pct. af EU's landareal skal være beskyttet natur.

De tre opgaver er alle store udfordringer. Det skyldes ikke mindst, at løsninger griber væsentlig ind i den måde, vi anvender landbrugs- og skovbrugsarealerne på i dag.

Denne analyse undersøger synergierne i arealanvendelsen

Klimarådet undersøger i denne analyse, hvordan Danmarks arealanvendelse kan se ud i 2050, hvis vi skal opfylde de tre opgaver. En klog løsning af opgaverne udnytter, at nogle arealanvendelser kan bidrage til flere målsætninger samtidigt, når de placeres rigtigt i landskabet. Dermed opstår der *synergieffekter*. Disse synergieffekter vil samtidig begrænse omkostningerne ved at løse opgaverne.

Analysens primære sigte er at vise, hvilke forandringer de danske arealer kan stå overfor. Det gælder fx omfanget af landbrugsarealer, der skal overgå til anden anvendelse, fx fra landbrugsproduktion til skovproduktion eller natur for at nå vores mål for klima, vandmiljø og biodiversitet. Derudover diskuterer analysen, hvilke politiske virkemidler og tiltag der kan understøtte, at arealanvendelsen sikrer opfyldelsen af mål for klima, vandmiljø og biodiversitet, og hvilke mekanismer politikerne skal være opmærksomme på for at opnå de størst mulige synergieffekter.

Analysen fokuserer primært på klima, biodiversitet og vandmiljø

Denne analyse fokuserer primært på målene for klima, vandmiljø og biodiversitet. Der er dog også mange andre målsætninger og hensyn, som både i dag og fremover knytter sig til arealanvendelsen. Tabel 1.1. viser, hvilke der er omfattet af denne analyse. Analysens hovedfokus er på målene for klima, vandmiljø og biodiversitet. Dertil inddrages de politiske mål for rejsning af ny produktionskov og udtag af eksisterende produktionskov til urørt skov, da disse mål i høj grad er midler rettet mod at opnå de tre mål, som er denne analyses primære fokus.

Tabel 1.1 Afgrænsning af analysen i forhold til mål, hensyn og øvrige anvendelse af arealerne

Målsætninger og hensyn som analyseres med høj detaljeringsgrad i analysen	Målsætninger og hensyn som behandles i analysen med mindre detaljeringsgrad	Anvendelser af arealet som ikke behandles i analysen
<ul style="list-style-type: none"> • Drivhusgasreduktioner på landarealerne • Opfyldelse af EU's vandrammedirektiv • EU-mål for beskyttelse af biodiversitet på 30 pct. af Danmarks landareal • Nationalt mål om skovrejsning • Nationalt mål om omlægning af eksisterende produktionsskov til urørt skov 	<ul style="list-style-type: none"> • Beskyttelse af drikkevandet • Fordobling af det økologiske areal • Placering af solcelleparker • Fødevarerproduktion 	<ul style="list-style-type: none"> • Bosætning og infrastruktur • Klimatilpasning • Råstofindvinding • Udledning af kemikalier til vandmiljøet • Tab af fosfor til vandmiljøet • Rekreative områder • Vindmølleparker på land • Anvendelse af havarealet

Kilde: Klimarådet.

Analysen anvender et nettonulmål for arealernes drivhusgasudledninger

Aktiviteterne på arealerne har konsekvenser for klimaet. De fører til udledninger af drivhusgasser, når jorden dyrkes (fx de kulstofrige jorder), og når afgrøderne gødskes. Omvendt sker der også optag og lagring af kulstof fra atmosfæren i skove og i en del af jorderne.

Hensynet til drivhusgasreduktioner i tabel 1.1 er i analysen formuleret som et mål om nettonuludledning fra de danske arealer. Det svarer til en reduktion på cirka 6,5 mio. ton CO₂e i 2050 hvis der antages uændret politik. Danmark har i klimaloven et samlet nettonulmål for alle drivhusgasudledningerne i 2050, men målet er ikke fordelt ud på sektorer. Det er dog sandsynligt, at arealerne skal bidrage med negative udledninger i 2050. Det skyldes, at arealerne som nævnt har et stort potentiale til at optage kulstof i skove og jorder. Nettonulmålet for arealerne opstillet i denne analyse kan derfor ses som et slags minimumskrav til udledningerne fra arealerne. Klimarådet undersøger i en kommende analyse behovet for kulstofoptag i skove og jorder set i sammenhæng med de nationale klimamål.






Analysen inddrager ikke udledninger fra den animalske produktion

Denne analyse fokuserer kun på arealerne, og derfor tælles andre udledninger fra landbrugssektoren eller tilknyttede erhverv ikke med. Det vil sige, at der fx ikke er regnet på omkostninger og udledningerne i forbindelse med landbrugets animalske produktion. Men det er vigtigt at være opmærksom på, at ændringer i landbrugsarealet kan påvirke husdyrproduktionen. Derfor kan ændringerne også medføre afledte effekter ud over dem, der er medregnet i analysens resultater.

1.2 Analysens scenarier og resultater

Arealanvendelsen i 2050 kan se ud på mange forskellige måder, alt efter hvilke politiske mål man vælger at forfølge. For at illustrere fremtidens arealanvendelse har Klimarådet i denne analyse opstillet tre scenarier, som opfylder forskellige politiske mål.

Tabel 1.2 Analysens tre scenarier

Scenarie	Beskrivelse
Klimascenarie	 Nettonuludledning fra arealerne
Klima- og vandmiljøscenarie	  Klima- og vandmiljømålsætning sammen med mål for skovrejsning og urørt skov
Biodiversitets- og vandmiljøscenarie	  Biodiversitets- og vandmiljømålsætning sammen med mål for skovrejsning og urørt skov

Anm.: Skovrejsning og urørt skov indgår i både klima- og vandmiljøscenariet og i biodiversitets- og vandmiljøscenariet som målsætningerne. Derudover er de også omstillingsselementer som modellen kan vælge i opfyldelsen af målsætningerne.

Kilde: Klimarådet.

Da der ikke foreligger en konkret dansk implementering af EU's biodiversitetsstrategi om en 30 pct. beskyttelse af arealet, benyttes i stedet et oplæg fra Biodiversitetsrådet for, hvordan målet kan imødekommes på de danske arealer. Der lægges til grund, at Danmark skal beskytte 30 pct. af landarealet.

Klimascenariet har kun fokus på klima

Analysens første scenarie har et ensidigt fokus på at reducere drivhusgasudledningerne. Scenariet finder den arealanvendelse, der giver en reduktion af udledningen af drivhusgasser fra arealerne på 6,5 mio. ton CO₂e til de lavest mulige omkostninger.

Drivhusgasreduktionen i scenariet sker primært ved at rejse produktionsskov på landbrugsareal. Ændringerne fører til en samlet direkte omkostning på 110 kr. pr. ton CO₂e reduceret. Analysens omkostninger udgøres af forskellen i årlig økonomisk indtjening mellem den nye og den gamle aktivitet på arealerne.

Scenariet viser, at et rent klimafokus kun i begrænset omfang bidrager til målene for vandmiljø og biodiversitet. Scenariet leverer 42 pct. af de nødvendige reduktioner af kvælstof til vandmiljøet, der skal til for at opfylde vandrammedirektivet i 2027. Der vil desuden kun være udtaget cirka 30.000 hektar ud af det areal på cirka 630.000 hektar, hvor Biodiversitetsrådet skønner, at et stop for land- og skovbrugsproduktion er nødvendigt for at imødekomme EU's biodiversitetsstrategi om en 30 pct. beskyttelse af landarealet.

Der er to årsager til, at et ensidigt klimafokus kun i begrænset omfang bidrager til øget biodiversitet og ikke opfylder målsætningen for vandmiljø:

- 1. Typen af omstillingselement.** Der er flere omstillingselementer, som giver en klimaeffekt uden at bidrage til de andre målsætninger. Det gælder fx produktionsskov. Rejsning af produktionsskov på landbrugsjord kan både bidrage til bedre vandmiljø og kulstofoptag til gavn for klimaet, men det kræver den rette geografiske placering. Derudover kan ny produktionsskov ikke tælle med som beskyttelse af biodiversiteten i henhold til EU's biodiversitetsstrategi.
- 2. Placeringen.** Effekten på drivhusgasudledningerne er ikke afhængig af, hvor i landet et tiltag sker. Derfor placeres tiltagene i et rent klimascenarie der, hvor omkostningerne er lavest. Derimod er effekten på kvælstofudledning og biodiversitet i høj grad afhængig af den geografiske placering. Derfor har en klimaindsats uden hensyn til øvrige mål begrænsede synergieffekter.

I klima- og vandmiljøscenariet koordineres klima og vandmiljø

Det andet scenarie tager ligesom klimascenariet udgangspunkt i en reduktion af drivhusgasudledningen fra arealerne på 6,5 mio. ton. Scenariet indeholder også et krav om, at reduktionsmålet for kvælstofudledninger til vandmiljøet skal

opfyldes. Kvælstofmålet sikrer, at Danmark opfylder EU's vandrammedirektiv. Endelig indeholder scenariet regeringens ønske om at rejse 250.000 hektar ny skov samt de politiske aftaler om mere urørt skov.

I dette scenarie øges den direkte omkostning til 176 kr. målt pr. ton reduceret CO₂e. Forskellen til klimascenariet er, at man ud over reduktionen af drivhusgasser også når reduktionsmålet for kvælstofudledninger til vandmiljøet. Desuden tredobles arealet med beskyttelse af biodiversitet i forhold til klimascenariet bl.a. som følge af det øgede areal med urørt skov. Stigningen i omkostningen skal derfor ses i lyset af disse ekstra gevinster.

Der skal ske koordinering af tiltag på arealerne, for at scenariet på omkostningseffektiv vis kan opfylde både vandmiljømålsætningen og klimamålsætningen. I dette scenarie sker rejsning af produktionsskov på arealer, hvor der samtidig skal ske en vandmiljøindsats. Da en stor del af målsætningen for vandmiljøet kan løses med skovrejsning, opstår altså i dette scenarie synergi ved, at et tiltag kan bidrage til flere målsætninger, når det placeres geografisk rigtigt. Klimascenariet tager ikke dette hensyn.

I biodiversitets- og vandmiljøscenariet koordineres vandmiljø og biodiversitet

Det tredje scenarie inddrager EU-målet om biodiversitet. Scenariet skal opfylde det politisk fastsatte mål for vandmiljø, EU-målet for biodiversitet samt de udmeldte mål for skovrejsning og udtag af eksisterende produktionsskov til urørt skov.

Derimod indeholder scenariet ikke et egentligt klimamål. Alligevel giver scenariet en stor klimagevinst på 6,8 mio. ton CO₂e, som en konsekvens af de tiltag, der skal til for at de opfylder øvrige målsætninger. Det når altså en højere klimaeffekt end det rene klimascenarie. Drivhusgasreduktionerne kommer både fra et ophør af landbrugsproduktion på arealer reserveret til biodiversitet samt fra øget rejsning af produktionsskov, som ud over at hjælpe vandmiljøet fungerer som kulstoflager.

Omkostningerne ved dette scenarie er betydeligt højere end i de øvrige scenarier, nemlig på 409 kr. målt pr. ton reduceret CO₂e. Det skyldes særligt, at 30 pct. af det danske landareal bliver reserveret til biodiversitet. Det vil nemlig kræve, at produktionen ophører på væsentligt flere landbrugsarealer sammenlignet med de to andre scenarier. Når biodiversiteten bliver styrende for, hvilke arealer der skal udtages, opnås til gengæld en række synergieffekter, som også hjælper til at opfylde målsætningerne om forbedret vandmiljø og reducerede drivhusgasudledninger.

Synergieffekterne ses ved, at koordinering af målsætningerne kan reducere omkostningerne med 8-20 pct. i forhold til ikke at koordinere indsatsen. En vigtig konklusion er samtidig, at en politik med rent fokus på klima ikke giver store effekter for vandmiljøet og biodiversiteten, men en politik med fokus på biodiversitet og vandmiljø vil medføre store klimagevinster.

Langsigtet planlægning er vigtig

Hvornår tiltagene bliver bragt i spil på arealerne, har stor betydning for at opnå synergi mellem de forskellige politikområder. Det er altså ikke kun typen af omstillingselementer, og hvor de placeres, der er vigtig. Det er også, hvor hurtigt de igangsættes og gennemføres. Det gælder især for skovrejsning og udtagning af kulstofrige jorder, som skal igangsættes hurtigt, for at de kan bidrage mest muligt til de fremtidige klimamål. Dertil kommer, at gevinsterne for især biodiversitet opstår over en lang årrække. Det lange tidsperspektiv taler ligeledes for en hurtig igangsættelse af indsatsen.

1.3 Plan for de danske arealer

Vi kan se frem til et ændret landskab

Hvis Danmark skal nå de politiske målsætninger for klima, vandmiljø og biodiversitet, vil det føre til, at Danmark frem mod 2050 vil få et mere varieret landskab. Landskabet vil rumme flere hensyn end i dag, hvor det er præget af hensyn til særligt landbrugs-, men også skovproduktion. I 2050 vil der fx være mere skov. Selv om der stadig vil være flest produktionsskove, vil en del af de gamle skove være på vej til at udvikle sig til urørt skov. Der vil stadig være en overvægt af dyrkede marker, men de fleste ådale og andre kulstofrige jorder vil ikke længere blive dyrket. Der vil være flere store arealer reserveret til natur og biodiversitet med grobund for et mere varieret dyre- og planteliv.

Der er behov for en helhedsorienteret regulering

Det er langt fra første gang, der skal ske store ændringer i forvaltningen af Danmarks arealer. Jordreformerne i slutningen af 1700-tallet betød starten på store og afgørende ændringer i ejerskab og ejendomsstruktur i landbruget, som i dag stadig sætter sit præg på landskabet. De mange forskellige ønsker og politiske mål for arealerne betyder, at de danske arealer skal gennemgå endnu en stor ændring. Her viser Klimarådets analyse, at nøglen til at indfri disse politiske mål på en hensigtsmæssig måde er en effektiv og koordineret planlægning.

Geografisk udpegning skal tage hensyn til vandmiljø, biodiversitet og drikkevand

Skal der for alvor tages hensyn til vandmiljø og biodiversitet, kræves der geografisk målrettede virkemidler. Sådanne virkemidler skal baseres på en udpegning af de områder, hvor der er særlige hensyn til vandmiljø, biodiversitet, drikkevand og lignende. Vi har i Danmark længe vidst, hvilke områder der er særligt vigtige for beskyttelsen af vandmiljøet, hvorimod det geografiske overblik halter på andre områder.

Skal der fx tages hånd om natur og biodiversitet, skal de naturområder, der udpeges med henblik på beskyttelse, være sammenhængende. En sådan sammenhængende udpegning er netop, hvad Biodiversitetsrådet har givet et eksempel på til brug for denne analyse. Udpegningen bør ske på baggrund af en national stillingtagen til omfanget af de arealer, som reserveres til biodiversiteten i Danmark og under hensyntagen til de overordnede mål fra EU.

Tilskud og projekter skal målrette indsatsen

Med udgangspunkt i den geografiske udpegning kan virkemidler målrettes de hensyn, der i modsætning til klimaet er geografisk specifikke. Det sker allerede til en vis udstrækning i dag, og det er afgørende at denne indsats fortsætter baseret på et bedre kortmateriale. Virkemidlerne kan rettes mod at skabe ændringer i bestemte områder eller ligefrem hos bestemte lodsejere. Nedenfor nævnes en række muligheder, som kan indgå i en fremtidig arealpolitik:

- **Øget udtag af landbrugsjord.** Der er behov for at øge omfanget af udtag af landbrugsjord gennem flere konkrete projekter. Projekterne skal målrette en del af indsatsen til de områder og arealer, hvor effekterne på vandmiljø og biodiversitet er størst. For at sikre tempo i indsatsen skal der afsættes ressourcer både til at gennemføre projekter ved fx at understøtte kommuner og andre projektere, men også til opkøb af jord og tilskud til lodsejere, som gerne vil bidrage med deres egen jord. Indsatsen kan understøttes af tilskud i regi af EU's miljøordninger samt gennem en jordfond, som skal samarbejde med de eksisterende fonde.
- **Tilskud til frivillige indsatser.** Tilskud er et centralt virkemiddel, når en indsats skal målrettes. Tilskud anvendes ofte i forbindelse med frivillige ordninger, som skal kompensere for de omkostninger, som følger med, hvis man tilvælger den pågældende ordning. De er typisk medfinansieret af EU's landbrugsordninger og skal godkendes af EU-Kommissionen. I Danmark er tilskud i reglen udformet sådan, at alle får det samme tilskud pr. hektar eller lignende for at vælge en given ordning. Tilskud uddelt på grundlag af en auktionsordning kan være mere præcis i forhold til at dække de enkelte omkostninger for at indgå i ordningen. De kan til gengæld også være administrativt mere udfordrende. Tilskud kan målrettes geografisk samtidig med, at der er behov for at udvikle modeller, der også sikrer hurtigt tilvalg fra de relevante aktører.
- **Krav om brug af fx bestemte teknologier.** Krav til anvendelse af bestemt teknologi, udtagning af en andel af det dyrkede areal eller lignende er et alternativ til frivillige tilskud. Krav kan komme med eller uden kompensation. I forhold til landbruget er der en del krav knyttet til udbetalingen af den generelle EU-landbrugsstøtte. Der kan fx nævnes dyrkningspligt, reduceret kvælstoftildeling på marken, sprøjtejournaler eller braklægning. Der har været eksempler på forsøg på at indføre målrettede arealkrav, eksempelvis dyrkningsfri randzoner langs søer og vandløb. Men hvis krav skal indføres uden kompensation, skal de gælde for alle. Det vil sige, at målretning typisk vil følges af et kompensationsbehov.
- **Betinget udbetaling af landbrugsstøtte.** En mulighed for at kombinere krav med økonomiske tilskyndelser er at gøre udbetalingen af landbrugsstøtten betinget af særlige tiltag. Fra 2023 har alle landbrugere fx skulle udlægge 4 pct. af deres landbrugsareal som brak. Man kunne også forestille sig at forbyde dræning på kulstofrige jorder, eller at landbrugere skal have en vis mængde kulstoflagrende

afgrøder i sædskiftet. Det gøres eksempelvis i den nye økologivejledning ved at stille krav om, at 50 pct. af afgrøderne skal være særligt kulstofbindende.

En drivhusgasafgift er et vigtigt klimainstrument på arealerne

En vigtig drivkraft bag den klimamæssige omstilling af land- og skovbruget bør være en afgift på CO₂e-udledninger, som det også er tilfældet i alle andre sektorer. Det er mere kompliceret at indføre en afgift i land- og skovbruget end i andre sektorer. Men det er en opgave, der kan løses, hvilket *Ekspertgruppen for en Grøn Skattereform* har vist for landbruget i sin rapport fra februar 2024. Afgiftens store fordel er, at den giver et klart incitament til handling for de berørte, og at alle mødes af den samme tilskyndelse til at nedbringe CO₂e-udledningerne. Når det bliver dyrere at dyrke arealerne, fx fordi der kommer afgift på gødning, vil det samtidig tilskynde til at ændre arealanvendelsen, hvilket letter nogle af de arealændringer, som er skitseret i analysen.

Analysens struktur

Efter opsummeringen i kapitel 1, beskriver kapitel 2 Danmarks arealanvendelse sammen med en række hensyn, der i fremtiden vil optage mere plads på Danmarks arealer. Analysens scenarier er beskrevet i kapitel 3 og resultaterne er præsenteret i kapitel 4. Resultaterne perspektiveres i kapitel 5, og kapitel 6 præsenterer den anvendte model og data.

2. Udfordringer og muligheder på de danske arealer

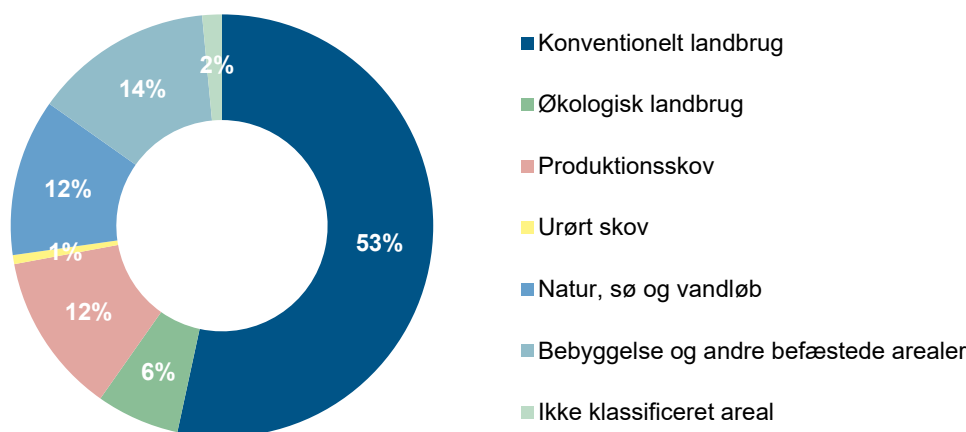
Danmark er et af de lande i EU, der har mindst skov pr. indbygger og færrest arealer med beskyttet natur.^{1, 2} Samtidig er det også det land, der er suverænt mest intensivt opdyrket med landbrugsafgrøder. Det hænger tæt sammen med, at Danmark har mange arealer med jord af høj dyrkningsværdi. Sammen med en intensiv og effektiv produktion medvirker det også til, at Danmark er det land i verden med størst produktion af kød pr. indbygger og tredjestørste produktion af mælk pr. indbygger.³ Anvendelsen af arealerne har betydning for udledningen af drivhusgasser og for både mængden og kvaliteten af naturen, på både land og i vandet.

Dette kapitel ser nærmere på, hvordan Danmarks arealer anvendes i dag, og hvad anvendelsen betyder for vores udledning af drivhusgasser og tilstanden af vores miljø og natur. Dernæst beskrives tre klima- og miljømæssige opgaver, der kan få stor indflydelse på arealanvendelsen i dag og i fremtiden. Til sidst præsenteres nogle typer af synergier, der knytter sig til brugen af arealerne og til forskellige omstillingselementer, der bidrager til flere forskellige mål.

2.1 Danmarks arealanvendelse i dag

Landbruget lægger beslag på mere end halvdelen af det danske areal

Danmarks landareal er på 4,3 mio. hektar. Af det samlede landareal bruges 3,1 mio. hektar til produktion af land- og skovbrugsprodukter. Det svarer til cirka 72 pct. af landarealet. Hovedparten bruges til at producere foder til køer, svin og andre husdyr i landbruget. Lysåben og våd natur uden for skovene fylder 12 pct., mens by og infrastruktur fylder 14 pct., som det fremgår af figur 2.1.



Figur 2.1 Den danske arealanvendelse fordelt på konventionelt og økologisk landbrug, skov, natur samt bebyggelse og andre befæstede arealer

Anm. 1: Biodiversitetsrådet viste i 2023, at 1,6 pct. af det danske landareal kan siges at være beskyttet natur i forhold til definitionen i EU's biodiversitetsstrategi. Arealet findes primært i kategorien med *Urørt skov* og med *Natur, sø og vandløb*.⁴

Anm. 2: Der foregår landbrugsaktiviteter på en betydelig del af arealerne, der her er kategoriseret som natur.

Kilder: Opgørelse af arealer på baggrund af Levin 2019 og *Skovstatistik 2021*.^{5, 6}

Anvendelsen af de danske arealer fører til udledning af drivhusgasser

Danmark bruger 59 pct. af landarealet til intensiv landbrugsproduktion, mens gennemsnittet for hele EU er 25 pct. Intensiv landbrugsproduktion skal forstås som produktion, hvor jorden ofte bearbejdes i form af pløjning og harvning. I Danmark er 90 pct. af landbrugsarealet intensivt dyrket, mens tallet i lande som Tyskland, Holland og Sverige er 64, 55 og 81 pct.⁷

Danmark har en af de højeste udledninger af drivhusgasser relateret til arealanvendelsen pr. hektar i EU. Den danske udledning er mere end tre gange højere end gennemsnittet i EU.⁸ Det er lattergasudledningerne og ændringer i jordens kulstofpulje, som tegner et billede af en udledningsintensiv dyrkningspraksis i Danmark.

2.2 Klimapolitik og arealanvendelsen

Danmark har med klimaloven forpligtet sig til at reducere udledningen af drivhusgasser med 70 pct. på tværs af alle sektorer i forhold til udledningerne i 1990, og senest i 2050 skal Danmark have opnået klimaneutralitet. Regeringen har i sit regeringsgrundlag lagt op til at øge denne ambition til 110 pct. i 2050.⁹ Derudover er der fastsat et mål i 2025 på en reduktion på 50-54 pct.

Klimarådet har i sin *Statusrapport 2024* konkluderet, at det er sandsynligt, at 2025-målets nedre grænse på 50 pct. bliver opfyldt. Men der er stadig for store risici i regeringens plan for opfyldelse af 2030-målet, til at målopfyldelsen kan siges at være anskueliggjort.¹⁰

EU sætter krav til reduktion af udledningen af drivhusgasser

I 2021 vedtog EU's medlemslande en fælles klimalov, der indeholder et mål om 55 pct. reduktion af EU's samlede drivhusgasudledninger i 2030 i forhold til 1990-niveauet. Som et led i at opfylde det fælles EU-mål, pålægges medlemslandene nationale reduktionsforpligtelser i sektorer som fx land- og skovbruget. Forpligtelserne er udformet som budgetmål. Budgetmål indebærer, at Danmark er tildelt et bestemt budget for udledning af drivhusgasser i perioden fra 2021 til 2030, som ikke må overstiges.

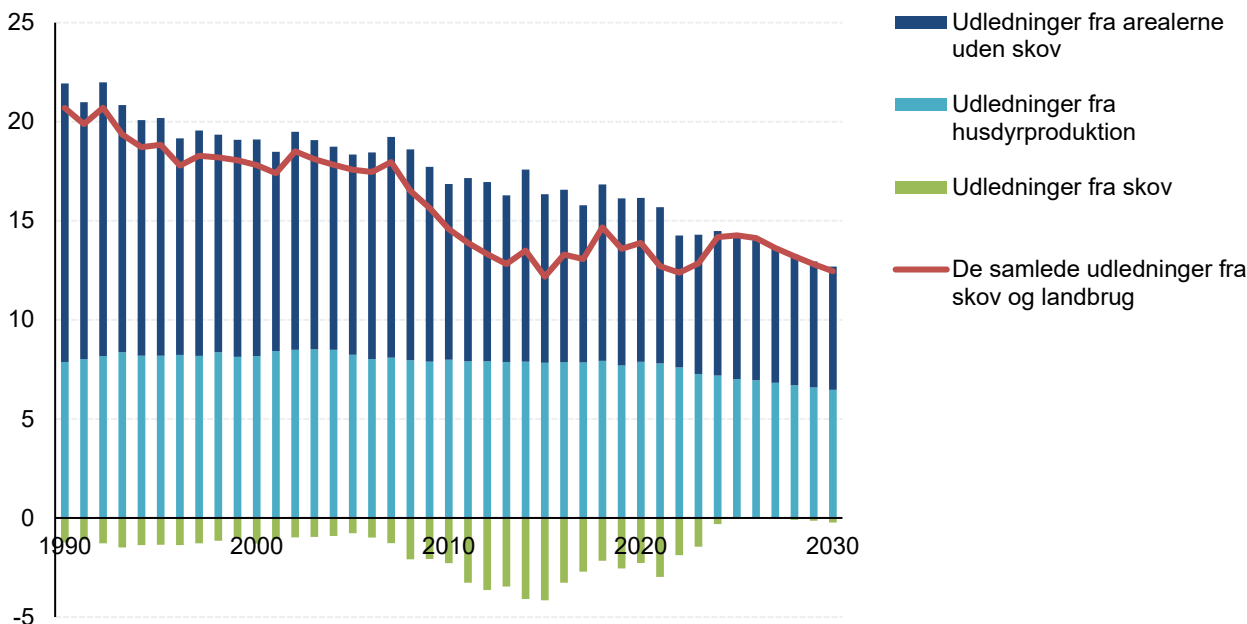
Selv med en indfrielse af Danmarks nationale klimamål i 2030, kan Danmark misse sin EU-forpligtelse, hvis udledningerne ikke bliver nedbragt hurtigt, da alle udledningerne frem til 2030 tæller med.¹¹

Arealanvendelsen i Danmark er en central brik i at nå de danske klimamål

Den danske arealanvendelse er karakteriseret ved at være højproduktiv inden for både land- og skovbrugsprodukter, hvilket giver store udledninger af drivhusgasser fra særligt landbrugsarealerne. Uden den animalske produktion, udgør udledningerne knyttet til land- og skovbrugsarealerne i dag knap 40 pct. af udledningerne i hele land- og skovbrugssektoren og 11 pct. af Danmarks samlede udledninger.

Figur 2.2 viser, hvordan de danske udledninger er knyttet til arealerne. De mørkeblå søjler viser udledningerne fra arealerne fra fx udledning af lattergas fra gødning og CO₂ fra de kulstofrige jorder. Udledningerne fra arealerne er historisk set faldet på grund af et mindre gødningsforbrug, og fordi flere kulstofrige jorder ikke længere klassificeres som kulstofrige. De kulstofrige jorder udleder CO₂, fordi det organiske eller kulstofholdige materiale i jorden omsættes til CO₂, men når der ikke er mere kulstof tilbage, udledes der ikke længere CO₂. Udledningerne fra jorderne er faldet siden 1990 og forventes forsat at falde frem til 2030. Skov optager CO₂ og lagrer det i træernes rødder, stammer og grene. Det kaldes en kulstofpulje. I figuren er det illustreret som negative udledninger. Figuren viser, at skovene forventes at gå fra at bidrage med et optag på 3,0 mio. ton CO₂ i 2021 til et optag på 0,3 mio. ton CO₂ i 2030. Væksten i skovenes kulstofpuljen forventes altså at blive mindsket markant.

Mio. ton CO₂e



Figur 2.2 Udledninger fra land- og skovbrugssektoren fordelt på landbrugsarealer, husdyrproduktion og skovarealer

- Anm. 1: Figuren viser de historiske danske udledninger samt de forventede udledninger frem til 2030 med den politik, der er besluttet. Det sidste historiske år er 2021.
- Anm. 2: Udledningerne fra arealerne er justeret med de seneste opdateringer for antallet af kulstofrige jorder samt de forventede ændringer til jordernes emissionsfaktorer. Fremgangsmåden følger metoden beskrevet i Klimarådets *Statusrapport 2024*. Udledninger fra arealerne er inkl. lattergasudledninger i forbindelse med udbringning af gødning.
- Anm. 3: Udledningerne fra skovene er negative, hvilket vil sige, at de optager CO₂.
- Kilder: Klimarådet, Energistyrelsen.^{12, 13}

Arealernes kulstofbinding er et billigt og effektivt omstillingselement til drivhusgasreduktioner

I dag er naturlig kulstofbinding, gennem fx optag i skovene, den billigste og mest effektive måde at trække kulstof ud af atmosfæren. Både IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) og EU's klimaråd forventer derfor også, at kulstofbinding vil optræde som en central del af et nettonulsamfund, hvor der ikke må udledes flere drivhusgasser, end der optages.¹⁴ Og det forventes faktisk at ske i en sådan grad, at bidraget fra den naturlige kulstofbinding formentlig skal være markant højere end fra teknisk lagring. Men det vil i sidste ende afhænge af prisen for at lave negative udledninger.

Kulstofbindingens rolle i Danmark er også meget tydelig i Klimarådets analyse *Landbrugets omstilling ved en drivhusgasafgift* fra 2023. Næsten halvdelen af denne analyses tekniske reduktioner findes ved et øget kulstofoptag i jord eller skov.¹⁵

Der er ikke specificeret et mål for, hvor meget arealerne skal bidrage til Danmarks klimamål, men arealerne skal formentlig bidrage med stor kulstofbinding i fremtiden, hvis vi skal nå vores langsigtede klimamål.

Klimapolitikken har begrænset fokus på arealanvendelsen

Drivhusgasudledningerne fra skov- og landbrugsarealerne reguleres i dag kun i begrænset omfang. Der har dog været et stigende politisk fokus på udledningerne, og med landbrugsaftalen fra 2021 blev der introduceret initiativer på landbrugsområdet med henblik på at reducere drivhusgasudledninger fra arealerne.¹⁶ Det gælder fx de danske lavbundsordninger, som skal understøtte ophør af produktion på de kulstofrige jorder, også kaldet lavbundsgræsland.

Der er også nye klimatiltag i den fælles europæiske landbrugsstøtteordning (CAP'en). Lavbundsordningerne forventes at give en reduktion på 0,5 mio. ton CO₂e i 2030, mens de øvrige ordninger i landbrugsaftalen samlet set vil give mindre reduktioner.¹⁷

Skovene er gået stort set fri af klimapolitikken, men leverer i dag et nettooptag ved at opbygge store mængder kulstof i biomassen. Det forventes dog at ændre sig på grund af en øget hugst i de kommende år, som figur 2.2 viser. Dette skyldes blandt andet, at der ikke findes regulering for skovforvaltningen, der sikrer klimahensynet i skovene.

Den vedtagne vandmiljøpolitik har også betydning for klimaindsatsen. Navnlig kan indsatsen for at nå det fælles europæiske mål i EU's vandrammedirektiv om god økologisk tilstand i vandløb, søer og indre farvande få betydning for udledningen af drivhusgasser. En dansk indsats, med særligt efterafgrøder, kan reducere udledningerne med cirka 0,6 mio. ton CO₂e i 2030.¹⁸ Disse forventede ændringer i drivhusgasudledningerne fra arealerne er medregnet i figur 2.2.

2.3 Biodiversitet og vandmiljø

Klima er ikke det eneste område, som i stigende grad vil påvirke den danske arealanvendelse. Både et forurenede vandmiljø og truede dyr og planter kan i høj grad komme til at spille en større rolle for den måde, Danmarks landareal forvaltes på.

Der er lang vej igen for biodiversiteten

Biodiversiteten i Danmark er faldende, og det er ikke lykkedes at standse tabet af biodiversitet i Danmark. Det er fastslået gentagne gange de seneste år.¹⁹ Fx er over halvdelen af naturen på landarealet enten fortsat i tilbagegang eller kendetegnet ved ukendt tilstand. 17 pct. af de danske arter er truet af udryddelse i Danmark.²⁰

I EU deler Danmark sidstepladsen sammen med Belgien, når det kommer til tilstanden af vores natur. I begge lande er kun cirka 5 pct. af naturtyperne på land i god økologisk tilstand.²¹ Dertil kommer, at Danmark i 2021 havde klart det laveste areal med beskyttet natur i EU.²² Globalt set er manglende plads identificeret som den største trussel mod landbaseret biodiversitet, og den konklusion må forventes også at gælde for den danske biodiversitet.²³

Det danske havmiljø er også truet

Biodiversitet i havmiljøet er også stærkt udfordret i Danmark. Naturen i det danske havmiljø er kendetegnet ved iltsvind, et reduceret areal med ålegræs, store mængder alger i de kystnære havarealer samt et forringet dyreliv på havbunden. Det skyldes især, at der udledes for mange næringsstoffer til de kystnære havområder. Koncentrationen af både fosfor og kvælstof i havmiljøet har ligget på et højt og nogenlunde stabilt niveau i de sidste mange år, og tilførslen af kvælstof har været uændret og høj siden 2010.²⁴ Hændelser med iltsvind i de indre danske farvande har været stigende i de senere år.²⁵ Det betyder samlet set, at der skal ske forholdsvis store ændringer, hvis tabet af natur på land og i havet skal vendes.

Biodiversiteten skal beskyttes både i Danmark og i EU

Biodiversitetsrådet foreslår, at Danmark påtager sig mål og delmål svarende til de aftaler, Danmark har indgået i EU og i regi af FN.²⁶ Det vil indebære, at Danmark genopretter store dele af vores natur senest i 2030. Derudover er der internationale mål om, at 30 pct. af arealet både på land og i havet skal være beskyttet i 2030. Det er målet i EU's biodiversitetsstrategi, og tallet blev aftalt globalt på det seneste topmøde i FN's biodiversitetskonvention, COP15 i Montreal.²⁷ I april 2023 indmeldte Danmark til EU, at 15 pct. af det danske landareal er beskyttet, hvilket svarer til de arealer, der i dag er under en eller anden form for beskyttelse, herunder Natura2000-beskyttelse, §3-beskyttet natur og naturfredninger.

Kun 1,6 pct. af Danmarks areal er ifølge Biodiversitetsrådet beskyttet i dag

Biodiversitetsrådet har opgjort det beskyttede areal i Danmark i forhold til EU's retningslinjer om, hvad der kan regnes med som beskyttet areal. Rådet finder kun et beskyttet areal på 1,6 pct. Den store forskel mellem ministeriets og Biodiversitetsrådets tal skyldes dels, at de nuværende ordninger ikke beskytter arealerne på lang sigt, og dels at der i

ministeriets opgørelse er områder, der bruges til produktion. Det er ifølge Biodiversitetsrådet i modstrid med EU's definition af beskyttede områder.²⁸

Hvis målet om 30 pct. beskyttet landareal skal realiseres i Danmark, skal beskyttelsen styrkes på de 15 pct. naturareal, der ikke ligger på produktionsarealerne i dag. Dertil skal der skabes ny natur på arealer, hvor der i dag foregår intensiv produktion af fødevarer og træprodukter. Det svarer til yderligere 15 pct. af Danmarks areal og til cirka 630.000 hektar. Til denne analyse har Biodiversitetsrådet for Klimarådet udpeget de relevante arealer, som sammen med naturarealerne udgør et eksempel på, hvor de 30 pct. af Danmarks areal kunne beskyttes. Kortet beskrives yderligere i kapitel 3.

Vandmiljøet skal bringes i god økologisk tilstand i 2027

Danmarks udledning af kvælstof skal reduceres med knap 13.000 ton senest i 2027 for at sikre god økologisk tilstand i vandmiljøet. Det følger af EU's Vandrammedirektiv, som trådte i kraft i 2000 og pålagde medlemsstaterne at opnå god økologisk og kemisk tilstand i deres salt-, fersk-, og grundvandsressourcer senest i 2015 med mulighed for udsættelse til 2027. Det vil kræve betydelige tilpasninger i landbrugsproduktionen, hvis Danmark skal opfylde kravene fra EU.

Danmark har fået den nævnte udsættelse og arbejder nu med den såkaldte *Vandområdeplan 3*, der sigter på målopfyldelse i 2027. Målsætningen indebærer, at Danmark skal reducere udledningen af blandt andet kvælstof til vandmiljøet. Kun 1 pct. af kystvandet var i seneste afrapportering i god økologisk tilstand, og udvaskningen af kvælstof er 25 pct. over det niveau, der er kompatibelt med Vandrammedirektivets målsætning.^{29, 30}

Landbrugsaftalen fra 2021 anviser, hvordan hovedparten af Vandrammedirektivets mål skal opnås, men der er forsat ikke truffet politisk beslutning om, hvordan de resterende cirka 2.500 ton kvælstof skal reduceres.^{31, 32}

2.4 Mål og hensyn

Denne analyse tager udgangspunkt i tre udvalgte klima- og miljøopgaver, som skal løses på Danmarks arealer i de kommende år. Disse mål er:

- **Klima.** Der findes ikke noget dedikeret klimamål for de danske arealer, men analysen tager udgangspunkt i et mål om at opnå klimaneutralitet på arealerne i 2050. Det svarer til en reduktion på 6,5 mio. ton CO₂e fra arealerne i 2050. Målet anvendes som et konservativt bud på, hvad der må forventes af udledninger fra arealerne i 2050. Sandsynligvis er der i 2050 behov for, at udledningerne fra arealerne bliver nettonegative, og dermed bidrager med endnu større mængder af kulstofbinding.
- **Vandmiljø.** Vandrammedirektivet vil beskytte naturen i vandet, blandt andet ved at reducere kvælstofudvaskningen til vandmiljøet. Direktivet foreskriver, at der skal opnås god økologisk tilstand i vandmiljøet senest i 2027. Danske studier viser, at det kræver en reduktion af udledningen af kvælstof til det danske vandmiljø på. cirka 13.000 ton, og det er også udgangspunktet for vandmiljømålet i analysen.
- **Biodiversitet.** Flere arealer skal reserveres kun til naturformål. Ifølge EU's biodiversitetsstrategi skal 30 pct. af EU's landareal beskyttes inden 2030. Analysen lægger til grund, at de 30 pct. også skal gælde for Danmark. Det betyder, at den intensive produktion skal stoppe på cirka 630.000 hektar, så det samlede areal til biodiversitet når 30 pct., svarende til cirka 1,3 mio. hektar.

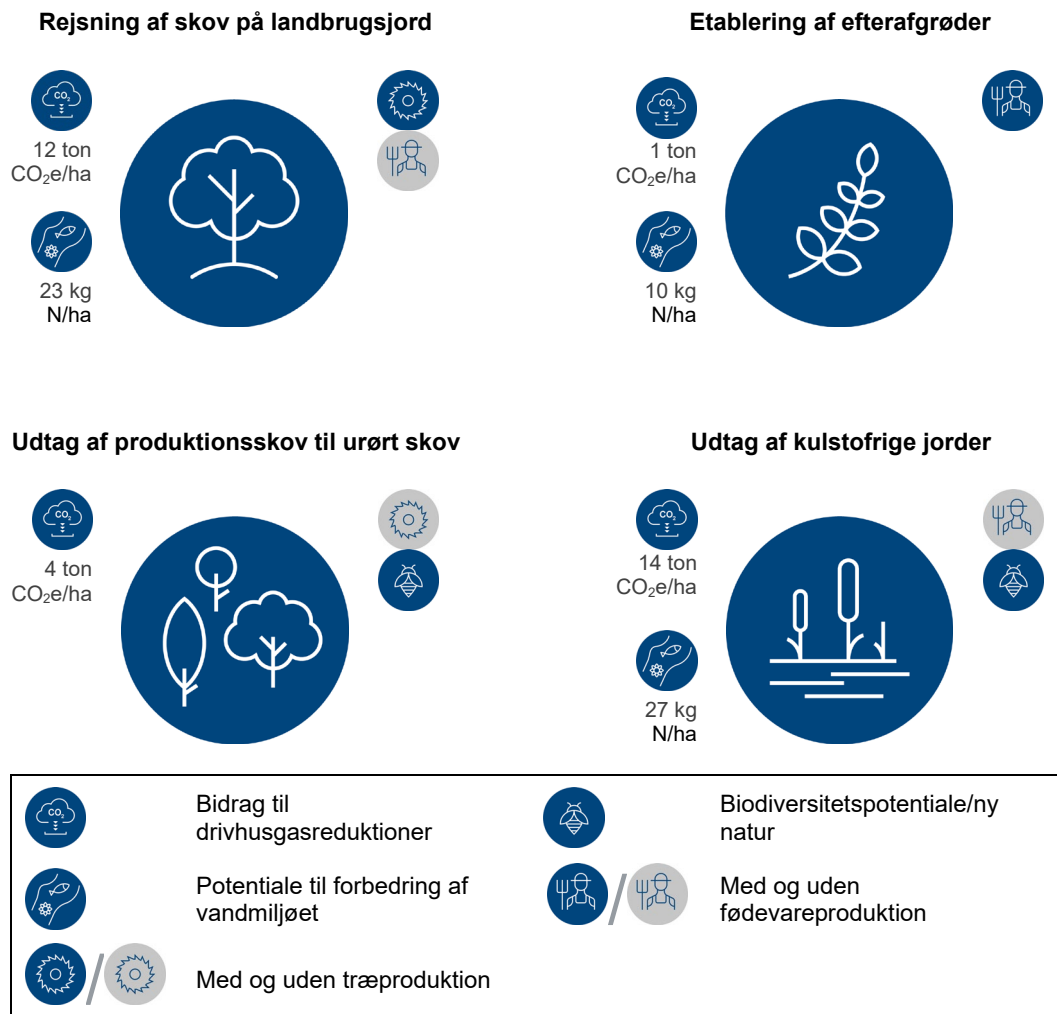
Ud over de tre udvalgte klima- og miljøopgaver regnes også på mål for skovrejsning og urørt skov, mens mål for økologi, drikkevandsbeskyttelse og solcelleanlæg på land diskuteres ud fra analysens resultater.

2.5 Synergi

En stor del af de udfordringer, som Danmark står over for på klima-, vandmiljø- og biodiversitetsområdet, kan løses med de samme omstillingselementer, såsom skovrejsning eller udtagning af kulstofrige jorder. Men de tre områder adskiller sig ved, at de ikke har de samme krav til, hvor og hvornår omstillingselementerne skal benyttes. Eksempelvis betyder placeringen af en skov mindre for klimaindsatsen, hvorimod vandmiljøet er helt afhængig af, at skoven rejses et bestemt sted. Der kan derfor være mange fordele ved at løse forskellige mål samtidigt, så disse fordele kan realiseres. Generelt vil koordinering gøre indsatsen billigere og påvirke land- og skovbrugserhvervet mindre, end hvis målene løses hver for sig. De tre følgende afsnit forklarer, hvordan en koordineret indsats understøtter flere mål samtidigt.

Koordinering af omstillingselementer kan skabe synergieffekter på tværs af mål

I denne analyse arbejdes med 14 forskellige omstillingselementer. Hvert omstillingselement er blandt andet beskrevet ved dets potentiale for at bidrage til flere forskellige politiske mål på samme tid. Omstillingselementerne er nærmere beskrevet i kapitel 6. Figur 2.3 giver et eksempel på fire omstillingselementer, der hver især bidrager til forskellige målsætninger.



Figur 2.3 Fire eksempler på hvordan forskellige ændringer i arealanvendelsen bidrager til forskellige hensyn

Amn. 1: Effekterne for klima og kvælstof er gennemsnitseffekter pr. hektar baseret på resultaterne fra denne analyse og dækker derfor over betydelige variationer afhængigt af hvor de placeres.

Amn. 2: Arealændringen bidrager kun til biodiversitet, hvis land- og skovbrugsproduktion stoppes på arealet. Dermed anvendes de principper, som Biodiversitetsrådet opstiller for beskyttet biodiversitet, der kan bidrage til en 30 pct. beskyttelse af Danmarks areal for at leve op til EU's biodiversitetsstrategi.

Kilde: Klimarådet.

De fire omstillingselementer i figur 2.3 er rejsning af produktionsskov på landbrugsjord, etablering af efterafgrøder, udtag af eksisterende produktionsskov til urørt skov og udtag af kulstofrige jorder fra produktion til natur. Alle omstillingselementer kan bidrage til at reducere udledningen af drivhusgasser, samtidig med at de hver især også bidrager til andre mål om biodiversitet og vandmiljø. Samtidig kan der være nogle afvejninger mellem fødevareproduktion og andre arealanvendelser forbundet med omstillingselementet og mellem træproduktion og natur, som også er vist i figuren. Skovrejsning kan eksempelvis levere store bidrag ved at reducere udledningen af drivhusgas til atmosfæren og kvælstof til vandmiljøet. Til gengæld erstatter skovrejsning fødevareproduktion med træproduktion. Dyrkning af efterafgrøder understøtter derimod fødevareproduktion, men bidrager med en mindre klima- og kvælstofeffekt sammenlignet med skovrejsning. Det ses også fra figur 2.3, at udtag af kulstofrige jorder spiller ind i alle de nævnte målsætninger, men på bekostning af fødevareproduktionen.

Der er altså synergieffekter at hente i flere af omstillingselementerne i forhold til at opnå positive effekter på klima, vandmiljø og biodiversitet, men der skal vælges og prioriteres med omhu. Modellen, der anvendes i denne analyse, foretager netop denne prioritering ud fra input om opfyldelse af forskellige målsætninger og med udgangspunkt i omkostningseffektivitet. Modellen beskrives i kapitel 6.

Geografi er helt central for bedre vandmiljø og øget biodiversitet

Danmarks landareal er mangfoldigt og rummer stor variation på tværs af jordbundsforhold, nedbør og dyreliv. Fx har de kulstofrige jorder omkring Limfjorden, den gamle skov i Gribskov eller de fede lerjorder på Lolland meget forskelligt potentiale til at bidrage til klima, vandmiljø og biodiversitet. Men nogle steder er der rig mulighed for, at en øget indsats kan bidrage til flere forskellige mål samtidigt, hvis indsatsen koordineres.

Figur 2.4 illustrerer, hvordan geografi kan spille en afgørende rolle for, hvorvidt et omstillingselement bidrager til flere dagsordener. Det kunne være et landbrugsareal, hvor alt produktion stopper, som er et omstillingselement med potentiale for effekt på både klima, vandmiljø og biodiversitet. De stiplede linjer på figuren indikerer, at potentialet for at bidrage til de tre forskellige hensyn kun indfries, hvis det rigtige sted i landskabet vælges:

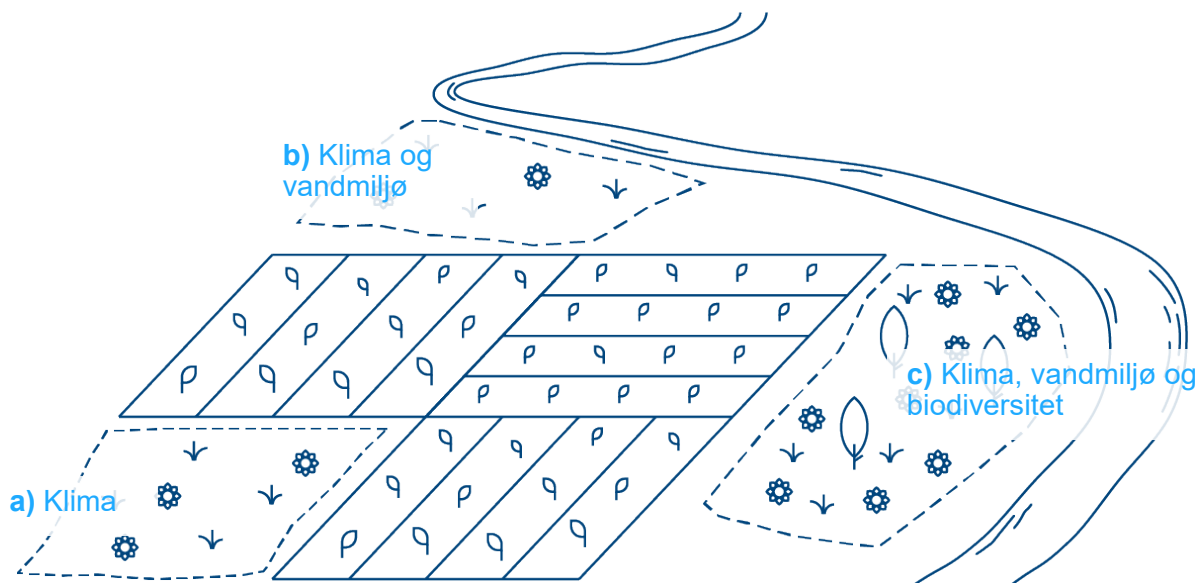
- hvor der ikke er behov for at reducere udvaskningen af kvælstof, og hvis arealet ikke har særlige biodiversitetsegenskaber, så vil den primære effekt være på klimaet.
- hvor der er behov for at reducere udvaskningen af kvælstof, men arealet fortsat ikke har særlige biodiversitetsegenskaber, så vil de primære effekter være på kvælstof og klima.
- hvor der er behov for at reducere udvaskningen af kvælstof, og arealet har biodiversitetsegenskaber, så vil omstillingselementets potentiale påvirke alle tre mål.

Naturlig opbygning af kulstof varierer over tid, og det er afgørende for klimamålsætningen

Der kan være stor forskel på, hvilken effekt et omstillingselement har på klimaet, idet flere omstillingselementer ændrer på kulstofbalancen. Når vi taler om kulstofopbygning i jord eller ved skovrejsning opbygges der kulstof over tid. Efter mange år opnås der en balance, hvor der ikke længere opbygges kulstof. Flere studier indikerer, at 90 pct. af klimaeffekten fra kulstofoptag i jorden vil have indfundet sig efter 20 år.³³ Det gør planlægningen af omstillingselementer på arealerne kompliceret, men det åbner også for store og billige klimatiltag. Skovrejsning i dag kan fx ikke nå at bidrage med store CO₂-optag i forhold til 2025- og 2030-klimamålene. Til gengæld er der store gevinster at hente i forhold til 2050-målsætningen, hvis skoven bliver etableret allerede i dag.

Tid er således en vigtig parameter i arealplanlægningen i forhold til opbygning af kulstof og dermed i forhold til klimamålsætningen.

Klimarådet.



Figur 2.4 Illustration af hvordan geografi kan spille en nøglerolle, hvis en kommende indsats skal have flest fordele

Anm.: De tre stiplede områder illustrerer arealer, hvor det samme omstillingselement kan tages i brug, mens teksten indikerer, at der kan være forskellig effekt afhængigt af, hvor i landskabet arealet befinder sig.

Kilde: Klimarådet.

3. Analysens scenarier

Det danske areal vil uden tvivl ændre sig i løbet af de næste årtier. Men der er mange forskellige muligheder for, hvordan arealerne kan benyttes. I dette kapitel beskrives tre scenarier for arealanvendelsen, som analysen er bygget op omkring.






Scenarierne kombinerer på forskellig vis politiske målsætninger om klima, vandmiljø og biodiversitet og sætter fokus på, hvordan flere målsætninger med gevinster for klimaet og samfundet kan opfyldes samtidigt.

I det følgende gives først et overblik over scenarierne og de målsætninger, som definerer dem. Derefter beskrives scenarierne enkeltvist. Til sidst beskrives afgrænsningen af analysens målsætninger. Resultaterne af scenarierne følger i kapitel 4.

3.1 Fokus på synergi mellem målsætninger

Klimarådet undersøger tre scenarier med forskellige sammensætninger af klima- og miljømålsætninger for at kunne belyse, hvordan forskellige kombinationer af målsætninger kan bidrage til synergi i arealplanlægningen. Tabel 3.1 giver et overblik over scenarierne, mens tabel 3.2 mere detaljeret beskriver scenariernes sammensætning af målsætninger. De enkelte målsætninger er nærmere beskrevet i boks 3.1.

Tabel 3.1 Analysens tre scenarier og sammensætning af målsætninger

Scenarie	Beskrivelse
Klimascenarie	 Nettonuludledning fra arealerne
Klima- og vandmiljøscenarie	  Klima- og vandmiljømålsætning sammen med mål for skovrejsning og urørt skov
Biodiversitets- og vandmiljøscenarie	  Biodiversitets- og vandmiljømålsætning sammen med mål for skovrejsning og urørt skov

Anm.: Skovrejsning og urørt skov indgår i både klima- og vandmiljøscenariet og i biodiversitets- og vandmiljøscenariet som målsætningerne. Derudover er de også omstillingselementer som modellen kan vælge i opfyldelsen af målsætningerne.

Kilde: Klimarådet.

De tre scenarier er kombinationer af mål for klima, vandmiljø og biodiversitet. Derudover indgår der mål om både skovrejsning og udtag af eksisterende produktionsskov til urørt skov, hvilket fremgår af tabel 3.1. Ens for alle tre scenarier er, at arealanvendelsen planlægges fra i dag til 2050. Scenarierne fokuserer dermed på, hvordan arealanvendelsen kan se ud i 2050, hvis vi starter planlægningen allerede i dag. Det giver mulighed for fra start at vælge de omstillingselementer, der løser scenariernes målsætninger billigst muligt. Det betyder ikke, at fx vandrammedirektivet først skal opfyldes i 2050, når målet er sat til senest 2027, men derfor kan der alligevel være stor synergi i at tænke det sammen med de mere langsigtede mål.

Scenarierne arbejder med målsætninger for arealanvendelsen i 2050

Analysen har arbejdet med fem målsætninger, som kombineres forskelligt i de tre scenarier. De fem målsætninger er:

- mål for reduktion i udledningen af drivhusgasser fra arealerne (illustrativt mål)
- vandrammedirektivets mål for opnåelse af kvælstofreduktioner
- mål for reservation af land- og skovbrugsareal til biodiversitet
- mål for rejsning af ny produktionsskov
- udtag af eksisterende produktionsskov til urørt skov.

Nogle af målsætningerne er i dag tænkt sammen i et vist omfang, mens andre ikke er. Et eksempel på koordinering af samtidig opfyldelse af to målsætninger er mål indenfor skovrejsning og vandmiljø. Her er der i dag forskel på det tilskud, der kan opnås til skovrejsning, afhængigt af om skoven rejses i et område, hvor der er behov for kvælstofreduktioner. Hvis der rejses skov i et sådant område, bidrager skoven både til klimamålsætningen og til vandmiljømålsætningen. Det giver synergi i arealplanlægningen.

Tabel 3.2 beskriver scenariernes sammensætning af målsætninger. Scenariens navne fremgår af den mørkeblå kolonne til venstre, mens målsætningerne beskrives i de øverste rækker. Et indsat tal i cellen betyder, at det givne scenarie skal opfylde den specifikke målsætning. Hvis cellen omvendt er tom, er der ikke krav om opfyldelse af den givne målsætning i scenariet, men den kan eventuelt blive opfyldt gennem krav om opfyldelse af andre målsætninger, hvilket uddybes i kapitel 4 (tabel 4.4).

Tabel 3.2 Analysens tre scenarier med arealplanlægning fra i dag til 2050 og fokus på synergi mellem målsætninger

Scenarier	Målsætninger	Mål for drivhusgasreduktion	Mål for kvælstofreduktion	Mål for reservation af areal til biodiversitet	Mål for skovrejsning	Mål for urørt skov
		Mio. ton CO ₂ e	Ton kvælstof	Hektar	Hektar	Hektar
Klima		6,5				
Klima og vandmiljø		6,5	12.955		250.000	61.445
Biodiversitet og vandmiljø			12.955	623.228	250.000	61.445

Anm.: Arealet reserveret til biodiversitet på 623.228 hektar refereres andre steder i rapporten til cirka 630.000 hektar.

Kilder: *Vandområdeplanerne 2021-27, Regeringsgrundlag 2022 – Ansvar for Danmark, Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug 2021, Aftale mellem regeringen og Radikale Venstre, Socialistisk Folkeparti, Enhedslisten og Alternativet om: Finansloven for 2021, EU's Biodiversitetsstrategi for 2030.* ^{34, 35, 36, 37, 38}

Boks 3.1: Beskrivelse af målsætninger der indgår i analysens tre scenarier

De her beskrevne målsætninger indgår ikke i alle scenarier, men indgår i forskellige kombinationer.

Vandmiljø

Danmark har forpligtet sig til at opfylde EU's vandrammedirektiv om sikring af god økologisk tilstand i vandmiljøet inden 2027. Det indebærer, at Danmark skal reducere sin kvælstofudledning med **12.955 ton kvælstof i land- og skovbrugssektoren**. Reduktionsforpligtelsen er baseret på tal fra Aarhus Universitet. Reduktionerne er fordelt på forskellige indsatsområder, som hver især skal opfylde et specifikt kvælstofreduktionsmål. Reduktionsmålene er beskrevet i vandområdeplanerne for 2021-2027.

Urørt skov

Folketinget har i en årrække udformet politiske aftaler, der samlet skal sikre 75.000 hektar urørt skov. De politiske aftaler er Naturpakken 2015, Natur- og Biodiversitetspakken 2020, Ekstra løft 2020 og Finansloven 2021. I Energistyrelsens *Klimastatus og -fremskrivning 2023* antages det, at der i perioden fra i dag og frem til 2050 skal udtages **61.445 hektar eksisterende produktionsskov til urørt skov**.

Skovrejsning

I regeringsgrundlaget fra 2022, *Ansvar for Danmark*, ønsker regeringen at rejse 250.000 hektar skov. Der er dog ikke sat en tidsindikation på. Den langsigtede målsætning frem mod 2050 sættes derfor til **rejsning af 250.000 hektar til produktionsskov**.

Drivhusgasser

Som illustrativ målsætning anvender analysen et mål om, at udledningen af drivhusgasser fra arealerne skal gå i nettonul i 2050. Det svarer til en reduktion på **6,5 mio. ton CO₂e i 2050** sammenlignet med i dag. Opgørelsen er foretaget på baggrund af Energistyrelsens *Klimastatus- og fremskrivning 2023*. Der er altså ikke tale om et politisk vedtaget klimamål.

Biodiversitet

EU's biodiversitetsstrategi indeholder en række mål. Et af de centrale mål er at beskytte mindst 30 pct. af EU's samlede land- og havareal inden 2030. Hvis en beskyttelse af landarealet på 30 pct. skal overføres til Danmark, skal der udtages og beskyttes 623.228 hektar på landarealet, som i dag er i intensiv land- eller skovbrugsproduktion. Biodiversitetsmålsætningen er derfor udtag af land- og skovbrugsproduktion inden for et **sammenhængende udpeget areal på 623.228 hektar**, som anbefalet af Biodiversitetsrådet. Da Danmark endnu ikke har planer for, hvordan målsætningen skal opfyldes, i hvilket omfang og med hvilken finansiering, er mållåret i modellen sat til 2050.

Klimascenarie sætter klimamål for arealerne

I klimascenariet opstilles kun klimamålsætningen. Scenariet undersøger, hvordan et mål om at udledningerne af drivhusgasser fra arealerne skal bringes i nettonul i 2050, kan opnås ved arealændringer, og hvad det vil koste. Scenariet illustrerer også, hvorvidt den fokuserede klimaindsats vil bidrage til målsætningerne inden for vandmiljø og biodiversitet.

Klimamålet i denne analyse er sat ud fra, at der skal opnås nettonuludledninger fra arealerne i 2050. Baseret på tal fra Energistyrelsens *Klimastatus og -fremskrivning 2023* svarer det til, at udledningerne fra arealerne i 2050 skal være reduceret med cirka 6,5 mio. ton CO₂e sammenlignet med i dag. Der er ikke tale om et politisk vedtaget mål, for et sådant findes ikke for udledningen fra arealerne isoleret set. Men målet skal illustrere, hvor mange drivhusgasreduktioner de forskellige indsatser og tiltag bidrager til i klimaindsatsen, og hvor meget klimaindsatsen kan bidrage til opfyldelsen af de andre målsætninger.

Klimaloven har i dag et mål om, at de samlede danske nettoudledninger skal have nået nul senest i 2050. For at nå dette mål skal arealerne sandsynligvis bidrage med negative udledninger. Men i den indeværende analyse holdes målsætningen for arealerne på et konservativt skøn på nettonul.

Klima- og vandmiljøscenariet koordinerer indsats for klima og for vandmiljøet

I klima- og vandmiljøscenariet koordineres klima- og vandmiljøpolitik sammen med mål for skovrejsning og for udtag af produktionsskov til urørt skov. Det vil sige, at målsætningerne om at bringe arealernes udledning af drivhusgasser i nettonul opfyldes, samtidig med at EU's vandrammedirektiv og de danske mål om skovrejsning og urørt skov også opfyldes. Det er ikke defineret, hvordan vandrammedirektivet og klimamålet skal opfyldes, men modellen har mulighed for så vidt muligt at bringe skovrejsning og urørt skov i spil i opfyldelsen af vandrammedirektivet og klimamålet.

Med klima- og vandmiljøscenariet undersøger vi, hvilke synergier der er på tværs af målsætningerne. Det vil sige, vi ser på, hvilke omstillingslementer der er de billigste, når flere mål skal løses samtidigt.

Biodiversitets- og vandmiljøscenariet koordinerer indsats for biodiversitet og vandmiljø

I biodiversitets- og vandmiljøscenariet afsættes 30 pct. af Danmarks landareal til naturformål. Arealet er specifikt udpeget i et kort af Biodiversitetsrådet (biodiversitetskortet) som et eksempel på, hvor 30 pct. beskyttet areal kunne ligge. De 30 pct. svarer til et areal på i alt 1,26 mio. hektar, hvoraf de cirka 630.000 hektar i dag er land- eller skovbrugsareal med intensiv produktion.³⁹ I biodiversitets- og vandmiljøscenariet er det disse cirka 630.000 hektar, der indgår som målsætning for biodiversitet.

Placeringen af de cirka 630.000 hektar er givet med biodiversitetskortet, og inden for kortet tages alle landbrugs- og skovarealer ud af produktion. Således stoppes landbrugsproduktionen på alle jorder i dette scenarie, hvorefter de kulstofrige jorder oversvømmes, og mineraljorderne får lov at gro til naturligt og med tiden springe i skov. Biodiversitetsrådets kort er nærmere beskrevet i boks 3.2.

I dette scenarie skal målene for både biodiversitet, vandmiljø, skovrejsning og udtag af eksisterende produktionsskov til urørt skov opfyldes. Der indgår altså ikke et specifikt mål for klima i scenariet. På den måde er det muligt at se, hvorvidt synergien mellem biodiversitets- og naturmålene også påvirker klimapolitikken. Det vil sige, hvor store reduktioner i drivhusgasudledningen vi får med en politik, som blandt andet sikrer beskyttelse af biodiversiteten i Danmark.

De potentielle klimagevinster i dette scenarie vil dels komme, når de store arealer med intensiv landbrugsdrift udtages, og dels når de store arealer med skove rejses.

Ligesom i klima- og vandmiljøscenariet er det ikke defineret, hvordan vandrammedirektivet skal opfyldes. Scenariet illustrerer derimod synergien til de andre målsætninger ved fx placering af ny skov i områder med behov for kvælstofreduktioner.

Boks 3.2: Biodiversitetsarealer i biodiversitetsudpegningen og i analysen

Der er flere bud på, hvor biodiversiteten i Danmark skal være og fremmes.⁴⁰ Biodiversitetsrådet har udarbejdet et kort til Klimarådet, der viser et eksempel på arealer, der potentielt kan bidrage til 30 pct. beskyttelse af Danmarks arealer. Kortet er udarbejdet med udgangspunkt i analyser og budskaber i Biodiversitetsrådets *Årsrapport 2022* og *Årsrapport 2023*.

Udpegningen skal ikke ses som en konkret anbefaling til, hvor arealerne kan findes, men som et bud på, hvilke arealer der potentielt kunne komme i spil i forhold til at bidrage til et eventuelt fremtidigt nationalt mål for udlægning af 30 pct. af Danmarks landareal til beskyttet natur. Kortet er udarbejdet uden brug af empiriske data om arternes udbredelse i Danmark, men bygger i stedet på generelle økologiske principper om beskyttelse og genopretning af eksisterende biodiversitet, prioritering af store sammenhængende naturarealer og langvarig retlig beskyttelse af eksisterende arealer under eksisterende naturbeskyttelsesordninger.⁴¹ Da kortet netop ikke er et endeligt bud, vises kortet ikke her eller andre steder i analysen.

Tabel 3.3 viser, hvilke arealer udpegningen omfatter (kolonne 1). I kolonne 2 vises de forskellige arealtypers størrelse, hvor meget de fylder i hele Danmark (kolonne 3) og derefter arealernes fordeling i udpegningen (kolonne 4). De grønt markerede rækker i tabellen dækker over arealer, som indgår i TargetEcon-modellen og omfatter 15,7 pct. af Danmarks areal (4,3 + 11,4 pct.) og 53,7 pct. af det udpegede biodiversitetsareal (14,7 + 39,0 pct.). Det er dette areal, som indgår i biodiversitets- og vandmiljøscenariet som del af biodiversitetsmålsætningen. Resten af biodiversitetsarealet omfatter primært arealer, der i dag er ekstensivt forvaltede landbrugs- og naturarealer, og som ligger uden for modellen (de hvide rækker i tabel 3.3).

Tabel 3.3 Fordelingen af arealer inden for Biodiversitetsrådets udpegning af en 30 pct. beskyttelse af landarealet

	Arealfordelingen inden for biodiversitetsudpegningen			Arealfordelingen i Danmark	
	Areal, hektar	Andel af Danmarks areal	Andel af biodiversitetsarealet	Areal, hektar	Andel af Danmarks areal
Skov (urørt og i omdrift)	185.903	4,3%	14,7%	562.406	13,0%
Landbrugsjord i omdrift	492.729	11,4%	39,0%	2.391.943	55,4%
Landbrugsjord, ekstensivt og andre afgrøder	69.918	1,6%	5,5%	186.772	4,3%
Natur, sø og vandløb	477.758	11,1%	37,9%	520.275	12,0%
Bebyggelse og andre befæstede arealer	23.965	0,6%	1,9%	592.106	13,7%
Ikke klassificeret areal	11.960	0,3%	0,9%	66.636	1,5%
Total	1.262.233	29,2%	100%	4.320.138	100%

Kilde: Beregninger foretaget af DCE, AU baseret på Biodiversitetsrådet 2023 og Levin 2019.^{42, 43}

Ifølge EU's biodiversitetsstrategi skelnes der mellem arealer, der skal beskyttes, og arealer, der skal strengt beskyttes. Klimarådets analyse tager ikke stilling til, hvordan beskyttede og strengt beskyttede arealer differentierer sig fra hinanden. Analysen arbejder med en generel antagelse om, at der ikke kan foregå intensiv land- og skovbrugsdrift på de pågældende arealer, hvorfor disse aktiviteter antages at ophøre på arealerne. Der findes mange vurderinger af, hvordan og hvor meget arealerne skal beskyttes, og hvordan de skal forvaltes, men den diskussion ligger uden for rammerne af denne analyse.

3.2 Afgrænsning af analysens målsætninger

I det følgende ser vi kort på en række hensyn, som ikke behandles i analysen, men som alligevel lægger beslag på arealer nu og i fremtiden. Listen er ikke nødvendigvis udtømmende.

Beskyttelse af kyster og arealer mod oversvømmelse

Klimatilpasning bliver mere og mere relevant som følge af klimaforandringerne. Ifølge regeringsgrundlaget skal der udarbejdes en klimatilpasningsplan, som understøtter, at de nødvendige tiltag iværksættes, og i oktober kom regeringens udspil til en *Klimatilpasningsplan 1*.⁴⁴ Det er endnu ikke klart, hvor meget areal der skal bruges til beskyttelse mod oversvømmelse som følge af storme, grundvandsstigninger og mere nedbør. CONCITO har estimeret, at et areal på mindst 86.000 hektar vil blive påvirket af oversvømmelser og dermed ikke kan have samme anvendelse som i dag.⁴⁵ Danske Regioner udkom i 2021 med pjecen *Vandet kommer*, hvori regionerne blandt andet anbefaler, at man ser på naturbaserede løsninger, når det gælder klimatilpasningsprojekter på land og langs kysten. Klimatilpasningsløsningerne kan være i form af fx vådområder og udtag af kulstofrige jorder, der har en effekt på klimaet. Derudover kan projekterne i nogle områder være med til at understøtte biodiversiteten, mens de i andre områder kan komme i konflikt med fx Natura 2000-områder langs de danske kyster.⁴⁶ Ifølge Olesen (2024) kan det være nødvendigt at føre mere end 10 pct. af Danmarks areal tilbage til oversvømmet areal for at sikre andre arealer mod oversvømmelse i fremtiden.⁴⁷

Bosætning og infrastruktur

I *Klimastatus- og fremskrivning 2022* forventes det, at den historiske udvikling i bosætning og infrastruktur fortsætter. Det antages, at cirka 2.677 hektar årligt omlægges til bosætning og infrastruktur, hvilket svarer til den årlige gennemsnitlige omlægning i perioden 2012-2021.⁴⁸ Arealerne, der omlægges til bosætning og infrastruktur, er primært landbrugs- og græsarealer (i og uden for omdrift). Frem til 2050 svarer det til en omlægning af i alt 75.000 hektar i perioden 2023 til 2050.⁴⁹

Råstofindvinding

Med regeringsgrundlaget lægger regeringen op til en råstofplan for Danmark, og med den danske havplan er der lagt en strategi for udvinding på havet.⁵⁰ Planer for grave- og interesseområder på land ligger i regionernes råstofplaner og gælder i en periode på minimum 12 år. Regionerne anslår, at der er råstoffer til mellem 14 og 43 års indvinding, når man tager nutidens råstofudgravninger i betragtning.⁵¹ Ifølge Danmarks Statistik er det samlede areal med råstofindvinding på land 52 km² i 2021 svarende til 0,12 pct. af Danmarks areal.⁵² Med en stigende efterspørgsel på råstoffer forventes yderligere områder at skulle inddrages over tid.⁵³

Rekreative områder

Rekreative områder kan godt håndteres i TargetEcon-modellen. Der foreligger dog ikke konkrete politiske mål for, hvor store områderne skal være, eller hvor de skal ligge. I Termansen m.fl. (2023) er modellen anvendt til også at medtage rekreative områder ved brug af illustrative mål.⁵⁴ I Klimarådets analyse er målsætninger for urørt skov og Danmarks Naturnationalparker indlagt i kortgrundlaget.

Kemikalier i grund- og overfladevand

I analysen har Klimarådet begrænset sit fokus på vandmiljø ved kun at fokusere på opfyldelsen af vandrammedirektivets målsætning for kvælstof til grund- og overfladevand. Vandkvaliteten og biodiversiteten i vandmiljøet bestemmes selvfølgelig også af andre faktorer, såsom mængden af kemikalier, der tabes til økosystemet. Mængden af kemikalier kan begrænses ved fx at omlægge konventionel produktion til økologisk produktion, hvor der ikke anvendes syntetiske pesticider. Økologi håndteres i analysen, mens andre variable med indflydelse på vandmiljøet ikke medtages.

Fosfor

Vandområdeplanerne 2021-2027 stiller krav om reduktion af fosfor til søerne. En stor del af denne indsats ligger i spildevandsindsatsen til vandløb og søer og i etablering af fosforvådområder, opkøb af dambrug og restaurering af søer. Implementeringen er i dag fortsat mangelfuld. Der foreligger en modelversion af TargetEcon (kaldet TargetEconN_P) hvor der er regnet på fosfor som sideeffekt til implementering af vandområdeplanerne 2015-2021 (VP2). Samtidig har Københavns Universitet et udviklingsarbejde i gang med beregning på målene i vandområdeplanerne 2021-2027 (VP3).⁵⁵ Det havde været interessant at inkludere fosformålsætningerne i modelværktøjet til denne analyse, da tidligere analyser viser, at fokus på kvælstof ikke automatisk løser fosformålsætningerne. Derudover er der både synergier og konflikter.

Klimarådet har dog valgt ikke at arbejde videre med fosfor i denne analyse på grund af det arbejde, der fortsat pågår med modellering af fosfor i vandområdeplanerne 2021-27.

Fødevarer- og skovbrugsproduktion indgår implicit i analysen

Analysen indeholder ikke et eksplicit hensyn til fødevarer- og skovbrugsproduktion, men effekterne indgår alligevel i analysen. Det gør de dels ved de omkostninger, som følger af scenarierne, og dels ved opgørelsen af arealet, som er til rådighed for fødevarer- og skovbrugsproduktion.

I det følgende kapitel 4 præsenteres analysens resultater, mens kapitel 5 perspektiverer resultaterne. Den anvendte model og data beskrives i kapitel 6, mens boks 3.3 kort beskriver den anvendte model og de omkostninger, arealer og drivhusgasudledninger, som udregnes og anvendes i analysen.

Boks 3.3: Analysens metode, omkostninger, arealer og drivhusgasudledninger

Analysens metode og de anvendte data beskrives i kapitel 6. Denne boks giver et kort indblik i analysens arealmodel og en beskrivelse af de omkostninger, arealer og drivhusgasudledninger, som udregnes og anvendes i analysen.

TargetEcon-modellen

Analysen anvender en model til at holde styr på arealerne og belyse omkostningerne ved at ændre arealanvendelsen, så de forskellige mål opfyldes. Modellen er udviklet af forskere ved Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi på Københavns Universitet. Modellen kaldes TargetEcon og kan udregne, hvad en ændring i anvendelsen af et areal et bestemt sted i landet betyder for både udledning af drivhusgasser (målt i ton CO₂e), udledning af kvælstof til vandmiljøet (målt i ton N) og beskyttelse af biodiversitet (målt i et specifikt antal hektar). Ændringer i arealanvendelsen kaldes i denne analyse for omstillingselementer og kan fx være etablering af efterafgrøder, rejsning af skov eller udlægning af kulstofrige jorder til natur.

Modellen optimerer arealanvendelsen, så forskellige mål opfyldes til færrest mulige omkostninger. Modellens beregningsenhed er marker og små skovstykker. Modellens optimering bygger på oplysninger om den enkelte enheds nuværende indtjening og anvendelse, herunder om produktionen er økologisk eller konventionel, og om og hvor meget husdyr- og kunstgødning der anvendes. Modellen anvender også oplysninger om blandt andet jordens evne til at tilbageholde kvælstof og om jordtypen.

Omkostninger

De omkostninger, der opgøres i analysen, kaldes de direkte omkostninger. De består af den tabte indtjening ved en ændring i arealanvendelsen og er baseret på de nuværende priser på input, kapital og arbejdskraft, fødevarer og træprodukter. Priserne er opgjort i markedspriser og er fremskrevet til 2023-prisniveau. Omkostningerne tager priserne for givet og tager dermed ikke højde for, at ændret arealanvendelse potentielt kan påvirke salgsprisen på fødevarer eller lønniveauet i landbruget. Med i omkostningerne er også medtaget etablerings- og vedligeholdelsesomkostninger i forbindelse med fx etablering af eftergrøder og fjernelse af dræn ved oversvømmelse af kulstofrige jorder. Men omkostninger til forvaltning af nye naturområder på landbrugsjorder og i eksisterende produktionskove er ikke medregnet.

Arealomlægningen medfører samfundsmæssige gevinster, som ikke modregnes i omkostningerne i denne analyse. De potentielle gevinster knytter sig til det ændrede kulturlandskab, herunder gevinster for blandt andet bedre vandmiljø, rekreativ værdi af urørte skove og anden natur og øget biodiversitet. Disse gevinster har alle en samfundsmæssig økonomisk værdi, som ville reducere de samlede omkostninger betragteligt, hvis de blev medregnet.

Arealer

Arealerne i TargetEcon-modellen omfatter alle danske landbrugsarealer i omdrift. Det er arealer, hvor der produceres afgrøder, og hvor der jævnlige jordbehandles. Landbrugsarealerne i modellen udgør knap 2,4 mio. hektar. Det svarer til 92,8 pct. af det samlede danske landbrugsareal og 55 pct. af Danmarks samlede areal. De ekstensivt dyrkede landbrugsarealer er ikke med i modellen. Derudover omfatter modellen alle skovarealer i produktion samt urørt skov. Samlet set dækker skovarealet godt 0,5 mio. hektar og svarer til 13 pct. af Danmarks areal.

Drivhusgasudledninger

Modellen er opdateret med de nyeste udledningsdata og opgørelsesmetoder for omstillingselementerne. Det betyder, at modellens resultater er understøttet af de nyeste udgivelser inden for drivhusgasopgørelser. Modellen er afgrænset således, at den kun inkluderer effekter, som er direkte relateret til produktionsarealerne. Dette gælder for drivhusgasudledningerne, men for så vidt også for omkostninger, kvælstofudledninger med mere. Det betyder, at modellen i grove træk medregner en drivhusgaseffekt af tre ting: 1) en ændret kulstofbalance i og over jorden, 2) en ændret lattergasudledning fra planterester og gødning og 3) en ændret udledning af metan fra kulstofrige jorder.

4. Analysens resultater




I dette kapitel fremlægges resultaterne af de scenarier, der blev beskrevet i kapitel 3.

Vi diskuterer resultaterne af analysens scenarier i forhold til omkostninger og de ændringer, som skal ske på arealerne for at opfylde de forskellige målsætninger. Derefter ser vi på tre forskellige hensyn, som også er af betydning for arealanvendelsen, men som det ikke har været muligt at inddrage på lige så detaljeret niveau som klima, vandmiljø og biodiversitet. De tre hensyn er beskyttelse af drikkevand, etablering af solceller på landarealerne og omlægning til økologisk produktion.

4.1 Hovedresultater for analysens tre scenarier

Analysens scenarier er en kombination af forskellige målsætninger, som skal opfyldes, og som dermed sætter rammerne for fremtidens arealanvendelse. Scenarierne er gentaget i tabel 4.1 (samme som tabel 3.1).

Tabel 4.1 Analysens tre scenarier

Scenarie	Beskrivelse
Klimascenarie	 Nettonuludledning fra arealerne
Klima- og vandmiljøscenarie	 Klima- og vandmiljømålsætning sammen med mål for skovrejsning og urørt skov
Biodiversitets- og vandmiljøscenarie	 Biodiversitets- og vandmiljømålsætning sammen med mål for skovrejsning og urørt skov

Kilde: Klimarådet.

Analysens vigtigste resultater præsenteres i tre tabeller

Tabellerne 4.2, 4.3 og 4.4 på de næste sider viser analysens vigtigste tal og resultater. De tre scenariers navne fremgår i kolonnen til venstre (den mørkeblå kolonne) og beskrives i hver af rækkerne.




Tabel 4.2 har fokus på omkostningerne

Tabel 4.2 viser de samlede direkte omkostninger, som er de omkostninger, der vil være i 2050 for at opnå den givne arealændring og afspejler ikke omkostningen for den samlede sti på vej mod 2050. Dette er vigtigt, da det antages, at skoven rejses løbende fra i dag til 2050 med en tredjedel hvert tiende år fra 2020 til 2050. Det samme gælder for alle andre omstillingslementer (på nær udtag af kulstofrige jorder og etablering af vådområder), som også etableres løbende med en tredjedel hvert tiende år (dette er beskrevet i kapitel 6). Omkostningerne består af alternativomkostningen i form af ændringen i indtægt på arealet ved at foretage den specifikke arealændring. Det kan være fra fx produktion af fødevarer på et areal til rejsning af skov på samme areal. Gevinsterne for samfundet ved at opnå fx miljømål, biodiversitet og skovrejsningsmål er ikke inkluderet, ligesom markedseffekter af produktionsændringer ikke er medtaget. Efter 2050 vil den samlede direkte omkostning skulle betales hvert år.

De samlede direkte omkostninger er i tabel 4.2 også angivet pr. ton reduceret CO₂e. Dette tal er beregnet ved at dividere de samlede direkte omkostninger med den opnåede reduktion i drivhusgasudledningen. På den måde antages klimamålet at skulle betale hele omkostningen ved arealændringen, selv om den ændrede arealanvendelse også medfører en reduktion i kvælstofudledningen og et større areal til biodiversitet.

Tabel 4.2 viser også de opnåede kvælstof- og drivhusgasreduktioner, samt hvor meget areal der i hvert scenarie reserveres til biodiversitet. De opnåede klima- og kvælstofreduktioner er alle de reduktioner, der opnås i 2050, hvor fx hele den nye produktionsskov er rejst og har opnået en specifik kulstofeffekt ud fra skovens alder.

Tabel 4.2 Analysens resultater: klima, vandmiljø, biodiversitet og omkostninger i 2050 for analysens tre scenarier

Scenarier	Resultater	Klima:	Vandmiljø:	Biodiversitet:	Samlede	Samlede
		Reduktion i udledningen af drivhusgasser	Reduktion i udledningen af kvælstof	Areal reserveret til biodiversitet	direkte omkostninger	direkte omkostninger pr. ton CO ₂ e
		Mio. ton CO ₂ e	Ton N	Hektar	Mio. kr.	Kr. pr. ton CO ₂ e
Klimascenarie		6,5	9.466	30.187	728	110
Klima- og vandmiljøscenarie		6,5	15.831	100.214	1.137	176
Biodiversitets- og vandmiljøscenarie		6,8	17.087	623.228	2.761	409

Anm. 1: Areal reserveret til biodiversitet er opgjort som det areal, der i hvert scenarie tages ud af landbrugs- og skovproduktion, og som ligger inden for Biodiversitetsrådets forslag til udpegnings af 30 pct. af landarealet reserveret til biodiversitet. For biodiversitetsscenarioet er det hele arealet i Biodiversitetsrådets kort, som tages ud af skov- og landbrugsproduktion.

Anm. 2: Arealet reserveret til biodiversitet på 623.228 hektar kan ikke genfindes i tabel 3.3 som følge af justeringer foretaget i forbindelse med databehandling og modelopsætning. Se mere i Termansen m.fl. 56

Anm. 3: Arealet reserveret til biodiversitet på 623.228 hektar refereres andre steder i rapporten til cirka 630.000 hektar.

Anm. 4: Reduktionen i udledningen af kvælstof er inklusive en overopfyldelse af vandmiljømålet flere steder i Danmark. Eventuel overopfyldelse bidrager ikke til kvælstofmålet, da kvælstofmålet har et snævert geografisk fokus, hvor sparet kvælstof et sted ikke kan erstatte en udledning et andet sted. I tabel 4.4 kan scenariets bidrag til målet aflæses.




Kilde: Klimarådet.

Tabel 4.3 viser ændringerne i den danske arealanvendelse

Tabellen beskriver scenariernes betydning for:

- Landbrugsjorder, der tages ud af produktion og overgår til natur eller ny produktionsskov (kolonne 1).
- Landbrugsarealer, hvor der sker en række midlertidige ændringer, men hvor fødevareproduktionen bibeholdes. Det kan fx være etablering af efterafgrøder eller mindre forbrug af kvælstof (kolonne 2).
- Landbrugsarealet hvorpå der rejses ny produktionsskov (kolonne 3).
- Arealer med produktionsskov, der tages ud af produktion og bliver til urørt skov (kolonne 4).
- Det samlede land- og skovbrugsareal, hvor der sker ændringer (kolonne 5). Arealet med ændringer er således summen af kolonne 1, 2 og 4 (skovrejsning i kolonne 3 er inkluderet i kolonne 1).

Tabel 4.3 Analysens resultater: Ændringer på land- og skovbrugsarealerne i 2050 for alle tre scenarier

Scenarier	Resultater	1) Landbrugs- areal taget ud til natur og skovrejsning	2) Landbrugs- areal med midlertidige ændringer	3) Skov- rejsning på landbrugs- areal	4) Produk- tionsskov omlagt til urørt skov	5) Areal med ændringer
		Hektar				
Klimascenarie		474.587	425	449.747	35.840	510.851
Klima- og vandmiljø- scenarie		509.080	163.518	414.471	61.490	728.360
Biodiversitets- og vandmiljø- scenarie		760.730	125.903	250.000	166.650	1.053.283

Anm. 1: Areal med ændringer er alle de arealer, hvor på der sker en ændring i arealanvendelsen. Det er alle ændringer på både land- og skovbrugsarealer og omfatter både midlertidige ændringer som fx etablering af efterafgrøder og permanente ændringer som fx skovrejsning og udtag af eksisterende produktionsskov til urørt skov. Arealet med ændringer fremkommer ved at sammenlægge kolonne 1, 2 og 4.

Anm. 2: I Biodiversitets- og vandmiljøscenariet tages 760.730 hektar landbrugsjord ud til natur og skovrejsning. Landbruget fylder i dag ca. 2,4 mio. hektar, hvilket betyder, at der tages cirka en tredjedel af landbrugsarealet ud af landbrugsproduktion.

Kilde: Klimarådet.

Tabel 4.4 viser, om målene opfyldes

Tabellen viser i procent, hvor langt scenarierne når i opfyldelsen af de forskellige mål. Det gælder målene om:

- biodiversitet i form af reservation af areal til biodiversitet
- opfyldelse af vandrammedirektivet i form af reduceret ton kvælstof
- reduktion i udledningen af drivhusgasser
- mål for skovrejsning
- mål for udtag af eksisterende skov til urørt skov.

Scenarierne består af en kombination af målsætninger, som det givne scenarie skal opfylde. Det er beskrevet nærmere i tabel 3.2. Nogle af målsætningerne nås automatisk, når andre mål opfyldes. Det er indikeret med følgende farver:

- **Mørkegrøn farve** i tabel 4.4 indikerer målsætninger, der skal opfyldes i scenariet. Det er fx mål om opfyldelse af vandrammedirektivet i klima- og vandmiljøscenariet, der skal sikre mål opfyldelse i alle områder med et behov for kvælstofreduktion.
- **Lysegrøn farve** i tabel 4.4 indikerer målsætninger, der skal opfyldes i scenariet, men som bliver opfyldt automatisk uden dedikeret indsats. I stedet opfyldes målet som følge af indsatsen for at opfylde en af de andre målsætninger, der er markeret med mørkegrønt. Det gælder fx mål om skovrejsning i klima- og vandmiljøscenariet. Her bliver klimamålsætningen opfyldt ved, at der bliver rejst mere skov end skovrejsningsmålet sigter efter.
- **Hvid farve** i tabel 4.4 indikerer målsætninger, som scenariet ikke er bundet til at skulle opfylde. Det betyder generelt, at målsætningerne ikke opfyldes (under 100 pct.). Der kan dog ske opfyldelse alligevel som fx i biodiversitets- og vandmiljøscenariet, hvor der sker opfyldelse af klimamålsætningen, men det kommer altså ikke fra et eksplicit krav i scenariet om opfyldelse af mål for klima.

Hvis procenten i tabel 4.4 er mindre end 100 pct., betyder det, at det givne mål ikke er nået. Det kan kun ske for de scenarier, hvor målsætningen ikke er lagt ind som en målsætning, der skal opfyldes. Hvis procenten er større end 100 pct., betyder det, at scenariet overopfylder den givne målsætning. Dette sker blandt andet for opfyldelse af målet om urørt skov i biodiversitets- og vandmiljøscenariet.

Tabel 4.4 Analysens resultater: Opfyldelse af målsætninger i 2050 for analysens tre scenarier

Scenarier	Målsætninger	Biodiversitet: reservation af areal til biodiversitet	Vandmiljø: reduktion i kvælstofudledning	Klima: reduktion i udledning af drivhusgasser	Skov: skovrejsning	Urørt skov: udtag af produktions-skov til urørt skov
Klimascenarie		5%	42%	100%	180%	58%
Klima- og vandmiljøscenarie		16%	100%	100%	166%	100%
Biodiversitets- og vandmiljøscenarie		100%	100%	104%	100%	271%

Bindende målsætninger for scenariet. Det vil sige målsætninger, som scenariet skal opfylde og som driver resultatet.	Målsætninger som er ikke-bindende. Det vil sige målsætninger, som scenariet skal opfylde, men som opfyldes gennem andre af scenariets bindende målsætninger.	Felter uden farve er målsætninger, der ikke er lagt ind som betingelse i scenariet.
--	--	---

Anm. 1: Biodiversitetsmålet baseres på en udpegning af 623.228 hektar, der i dag er i intensiv landbrugs- eller skovproduktion, som skal tages ud af produktion. Procenten er beregnet i forhold til disse arealer. En procentangivelse på 10 pct. viser således, at der tages 62.322 hektar ud af produktion. I biodiversitets- og vandmiljøscenariet tages alle 623.228 hektar ud af produktion, hvilket svarer til 100 pct.

Anm. 2: Mål om vandmiljø baseres på opfyldelsen af vandrammedirektivet med en reduktion af kvælstof på 12.995 ton.

Anm. 3: Klimascenariet opfylder 42 pct. af vandmiljømålet på 12.995 ton kvælstof. Det skyldes, at kun 5.486 ton kvælstof ud af de 9.466 ton kvælstof angivet i tabel 4.2 bidrager til målopfyldelse, da målopfyldelsen har et snævert geografisk fokus.

Anm. 4: Mål om reduktion i udledningen af drivhusgasser er beregnet som den reduktion i drivhusgasudledninger, der opnås i 2050 i hvert scenarie i forhold til en reduktion på 6,5 mio. ton CO₂e. De 6,5 mio. ton CO₂e svarer til, at udledningen fra arealerne går i nettonul i 2050.

Anm. 5: Mål for skovrejsning og urørt skov er scenariernes bidrag til et skovrejsningsmål på 250.000 hektar og et mål for udtag af eksisterende skov til urørt skov på 61.445 hektar.

Kilde: Klimarådet.

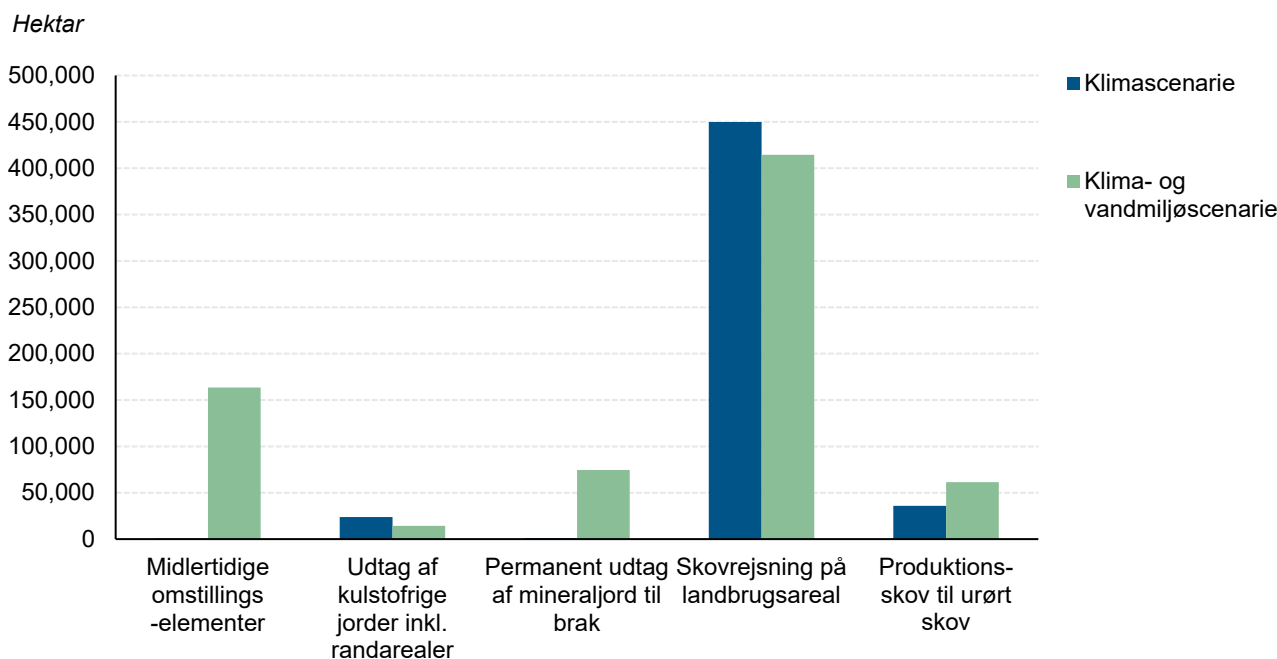
Resultaterne fra tabel 4.2, 4.3 og 4.4 diskuteres i de følgende afsnit.

4.2 Fokus på klima, vandmiljø og biodiversitet

I klimascenariet finder TargetEcon-modellen de billigste drivhusgasreduktioner på arealerne uden at inddrage andre hensyn. Det vil sige, at modellen finder de arealer, hvor det er billigst at opnå de største reduktioner ved hjælp af de forskellige omstillingselementer i modellen. Det anvendte klimamål for arealerne i denne analyse er som beskrevet i kapitel 3, at udledningen fra arealerne går i nettonul i 2050. Det indebærer en reduktion på 6,5 mio. ton CO₂e.

Reduktion i udledningen af drivhusgas fra arealerne er relativt billige

Det er relativt billigt at opnå drivhusgasreduktioner på arealerne. De samlede direkte omkostninger i klimascenariet er på 728 mio. kr. pr. år i 2050. Det giver en samlet direkte omkostning pr. ton reduceret CO₂e på 110 kr., som tabel 4.2 viser. Det er altså billigere at hente store drivhusgasreduktioner på arealerne, end det er at reducere udledningerne i andre sektorer som fx industri og transport. Grunden til de relativt lave omkostninger pr. reduceret ton CO₂e er, at drivhusgasreduktioner i 2050 kan hentes via store arealer til skovrejsning, se figur 4.1. Tabet i indtægt ved at gå fra landbrugsproduktion til skovbrugsproduktion er altså beskedent set i relation til klimaeffekten.



Figur 4.1 Anvendelse af omstillingselementer i hektar i klimascenariet og i klima- og vandmiljøscenariet

Anm.: Midlertidige omstillingselementer er efter- og mellemafgrøder, tidlig såning af afgrøder, mindre brug af kvælstofgødning, energiafgrøder, randzoner og midlertidigt udtag af mineraljorder fra omdrift (brak).

Kilde: Klimarådet.

Klimagevinsten kommer mest fra skovrejsning, urørt skov og udtag af kulstofrige jorder

Med en arealanvendelse fokuseret på opfyldelse af et mål om drivhusgasreduktioner findes langt de fleste drivhusgasreduktioner gennem lagring af kulstof i produktionsskov og urørt skov samt ved udtag af kulstofrige jorder. Således viser figur 4.1, at der ved en reduktion på 6,5 mio. ton CO₂e plantes 449.747 hektar med skov, der udtages 23.801 hektar kulstofrige jorder fra omdrift inklusive randarealer, og der udtages 35.840 hektar eksisterende produktionsskov til urørt skov, som også giver et betydeligt bidrag til klimaet. Det store areal med produktionsskov er næsten en fordobling af det areal på 250.000 hektar, som er det langsigtede mål i *Regeringsgrundlag 2022 – Ansvar for Danmark*, og betyder, at produktionsskov vil fylde 22 pct. af Danmarks samlede areal.

Der udtages ikke mange kulstofrige jorder. Det skyldes, at de kulstofrige jorder ikke er lige så omkostningseffektive at udtage som skovrejsning på lang sigt. På kort sigt er de kulstofrige jorder dog vigtige, da de kan bidrage med reduktioner her og nu. Der bør derfor tages flere kulstofrige jorder ud på det korte sigte end scenariet lægger op til for at komme i mål på både det korte og det lange sigte.

Klimascenariet opfylder ikke målsætningerne for biodiversitet og vandmiljø

Klimascenariet udtager kun en beskedent del af de arealer, der kan bidrage til biodiversitetsmålsætningen. Det skyldes, at placeringen af urørt skov og udtagne kulstofrige jorder kun er styret af kravet om at reducere drivhusgasudledningerne på en omkostningseffektiv måde. Den styring tager ikke hensyn til biodiversitet og vandmiljø. Således er det kun 5 pct. af de udtagne land- og skovbrugsarealer, som bidrager til opfyldelse af målet om reservation af areal til biodiversitet.

Ser man på opfyldelse af målsætningen på vandmiljøområdet, viser tabel 4.4, at der er et stykke til, at målsætningen nås. Således opfyldes 42 pct. af vandrammedirektivets mål i 2050. Klimapolitik og miljøpolitik går ellers i udgangspunktet hånd i hånd, men da effekten for vandmiljøet som for biodiversitet afhænger af placeringen af indsatsen, er det nødvendigt, at reguleringen af vandmiljøet og hensynet til biodiversitet er styrende for lokaliseringen af indsatsen, hvis disse mål også skal tilgodeses.

I dag er en del af klimaindsatsen tænkt sammen med reguleringen af vandmiljøet. Således er der forskel på, hvor længe der gives tilskud til skovrejsning, afhængigt af om indsatsen finder sted i eller uden for områder med behov for at reducere udledningen af kvælstof.⁵⁷

Koordinering af hensyn til klima og vandmiljø kan give store synergieffekter

I klima- og vandmiljøscenariet er indsatsen på vandmiljøområdet og klimaindsatsen tænkt sammen. Derudover indgår mål om skovrejsning og udtag af produktionsskov til urørt skov. Scenariet viser, at de samme omstillingselementer, som løser klimamålsætningen, også kan løse vandmiljømålsætningen, hvis de placeres geografisk rigtigt. Opfyldelse af vandrammedirektivet samtidig med en reduktion i udledningen af drivhusgasser fra arealerne på 6,5 mio. ton CO₂e koster 1,1 mia. kr. pr. år. De samlede direkte omkostninger stiger altså med 409 mio. kr. pr. år, når vandmiljøindsatsen også kommer i mål. Men samlet for løsning af både klimamålsætningen og vandmiljømålsætningen spares omkostninger i forhold til, hvis de to målsætninger løses hvert for sig. Det ses af figur 4.2, hvor netop klima- og vandmiljøscenariet er sammenlignet med en beregning, hvor målsætningerne er løst hver for sig.

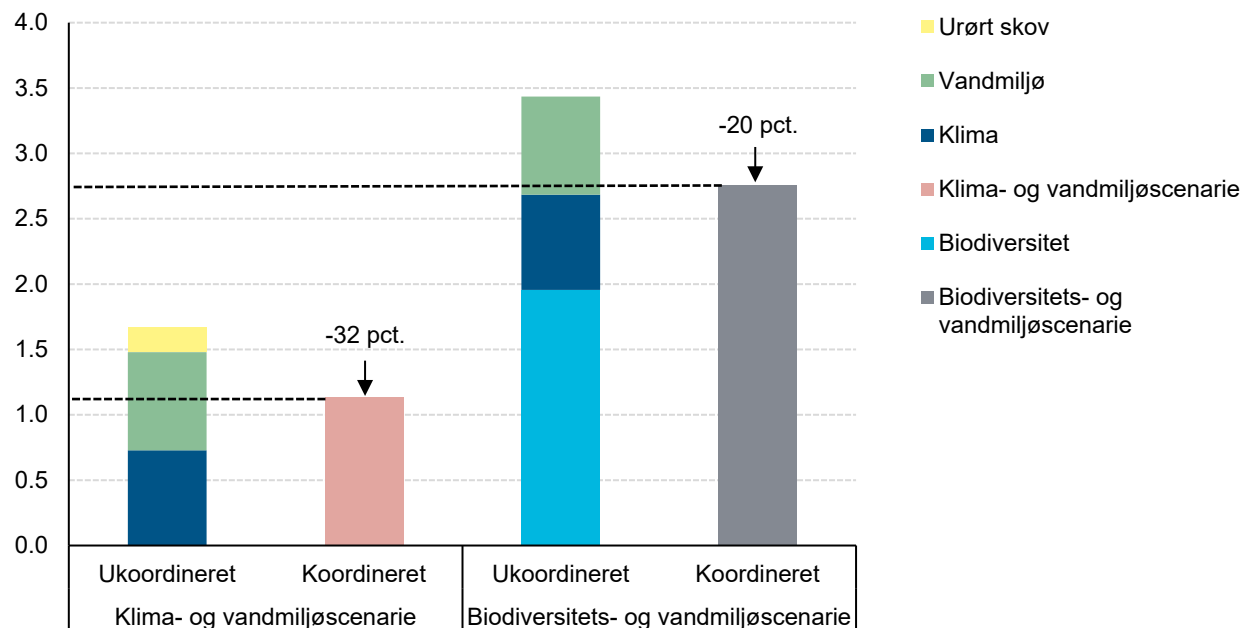
De samlede direkte omkostninger er ved en koordineret indsats på 1,1 mia. kr. pr. år (anden blå søjle i figur 4.2). Skulle målsætningerne løses hver for sig, ville det koste cirka 1,7 mia. kr. (første blå søjle i figur 4.2).

De 1,7 mia. kr. er beregnede priser for at nå klimamålet, vandrammedirektivet og målet om urørt skov (som også er en del af klima- og vandmiljøscenariet) hver for sig. Omkostninger til skovrejsning er ikke lagt til, da skovrejsningen sker automatisk med opfyldelsen af klimamålsætningen. Der er altså en besparelse på cirka 32 pct. ved at koordinere indsatserne.

Beregningen af de 1,7 mia. kr. er et usikkert skøn da vi 1) antager, at alle målsætninger kan løses med de billigste arealer hver for sig. Det er ikke sandsynligt, da prisen på areal vil stige, efterhånden som efterspørgslen på areal stiger. Dermed er beregningen et underkantskøn. 2) fordi opfyldelse af klimamålet også bidrager til både urørt skov og vandmiljø, hvorved beregningen bliver et overkantskøn. Hvis der tages højde for overlap i mål opfyldelse, reduceres besparelsen til cirka 8 pct.

Dermed er besparelsen ved at opfylde målsætningerne for klima, vandmiljø og urørt skov samtidig mellem 8 og 32 pct. i forhold til at opfylde dem hver for sig. Synergien kommer af, at specielt skovrejsning er et omkostningseffektivt omstillingselement, når både klima og vandmiljø skal løses samtidig.

Samlede direkte omkostning, mia. kr. pr. år



Figur 4.2 Sammenligning af omkostninger med og uden koordinering af målsætningerne for henholdsvis klima- og vandmiljøscenariet og biodiversitets- og vandmiljøscenariet.

Anm. 1: Analysen viser, hvad det koster at opfylde målsætningerne om klima, vandmiljø, biodiversitet, skovrejsning og urørt skov hver for sig. Når disse omkostninger lægges sammen, fås søjle 1 og 3, der viser kombinationen af målsætninger for henholdsvis klima- og vandmiljøscenariet og biodiversitets- og vandmiljøscenariet.

Anm. 2: Resultaterne kommer af scenarier, der er kørt med modellen, og som gør det muligt at sammenligne målsætningerne hver for sig.

Kilde: Klimarådet.

Fokus på klima og vandmiljø hjælper ikke meget på biodiversiteten

Heller ikke i klima- og vandmiljøscenariet findes store sammenhængende arealer til biodiversitet. Således er det kun 16 pct. af det intensivt dyrkede land- og skovbrugsareal inden for det udpegede biodiversitetsområde, der tages ud af omdrift. Det svarer til cirka 100.000 hektar. Der er altså meget langt op til en sammenhængende beskyttelse af biodiversiteten i tråd med Biodiversitetsrådets kort, som kræver udtag af cirka 630.000 hektar med land- og skovbrugsareal. Samtidig betyder den manglende koordinering med biodiversitetspolitikken, at rejsning af produktionsskov også finder sted indenfor biodiversitetskortet. Der er altså behov for at koordinere biodiversitetspolitik med vandmiljø- og klimapolitikken.

En kombineret biodiversitets- og vandmiljøpolitik giver store klimaeffekter

I analysens biodiversitets- og vandmiljøscenarie koordineres arealplanlægningen i forhold til alle analysens hensyn. Det betyder, at der udtages sammenhængende arealer på i alt cirka 630.000 hektar med intensiv landbrugs- eller skovproduktion til biodiversitetsformål, samtidig med at vandmiljømålet og målet for skovrejsning opfyldes. Der indlægges ikke et bestemt klimamål, da scenariet har til formål at undersøge, hvor store reduktioner i udledningen af drivhusgasser, der kommer ud af biodiversitets- og vandmiljøpolitikken. Det vil demonstrere effekten og den mulige synergi fra de to andre politikker til klimapolitikken.

Resultaterne viser, at en kombineret biodiversitets- og vandmiljøpolitik, hvori der også tænkes skovrejsningsmål ind i arealplanlægningen, giver store synergieffekter til klimamålsætningen. Faktisk opnås der med den koordinerede biodiversitets- og vandmiljøpolitik en reduktion i udledningen af drivhusgasser på 6,8 mio. ton CO₂e, hvilket betyder, at arealerne samlet set har et nettooptag på 0,3 mio. ton CO₂e. Der sker således en overopfyldelse af målsætningen på 6,5 mio. ton for arealerne, som anvendes i denne analyse. Over halvdelen af de opnåede reduktioner i udledningen af drivhusgasser kommer fra den kombinerede biodiversitets- og vandmiljøpolitik, hvilket betyder, at der med biodiversitets- og vandmiljøpolitik følger store klimaeffekter uden ekstra indsats. Resten af klimaeffekten kommer fra den del af skovrejsningsmålet på 250.000 hektar, som ikke bidrager til vandmiljømålet, og som derfor alene skyldes skovmålet.

Til sammenligning viste det fokuserede klimascenarie, at der ikke opnås nogen væsentlig synergi til biodiversitetspolitikken med en politik, der kun fokuserer på omkostningseffektive klimagevinster.

Indsatserne bliver samlet set billigere, når målene nås med en samlet indsats

Opnåelse af både biodiversitets- og vandmiljømål medfører en stigning i de samlede direkte omkostninger i forhold til kun at opfylde klimamålsætningen. Indsatsen bliver dyrere, jo flere mål som skal realiseres, men dog billigere, når målene nås med en samlet indsats og ikke løses hver for sig i en ukoordineret indsats. Dette er illustreret i figur 4.2 ovenfor.

Omkostningerne til biodiversitets- og vandmiljøscenariet er på 2,8 mia. kr. pr. år, når biodiversitetsmål samt opnåelse af vandmiljø- og skovrejsningsmål opfyldes i en koordineret indsats (anden grønne søjle i figur 4.2). Skulle målsætningerne løses hver for sig, ville det koste 3,4 mia. kr. (første grønne søjle i figur 4.2). De 3,4 mia. kr. er beregnede priser for at nå vandrammedirektivet, målet om biodiversitet og målet om klima hver for sig. Målet for klima er lagt til, idet klimamålsætningen også opfyldes i biodiversitets- og vandmiljøscenariet. Omkostninger til udtag af urørt skov er ikke lagt til, da udtagningen sker automatisk gennem opfyldelse af biodiversitetsmålsætningen.

Det betyder, at der er en omkostningsbesparelse på 20 pct. ved at koordinere målsætningerne. Beregningen af de 3,4 mia. kr. er i klima- og vandmiljøscenariet et usikkert skøn. Tages højde for overlap i mål opfyldelserne reduceres besparelsen til 8 pct. Dermed er besparelsen ved at opfylde målsætningerne for biodiversitet, vandmiljø og skovrejsning samtidig mellem 8 og 20 pct. i forhold til at opfylde dem hver for sig. Synergien kommer af, at opfyldelse af biodiversitetsmålsætningen indebærer udtag af store arealer med land- og skovbrugsdrift fra produktion, som dermed bidrager til både klima- og vandmiljømålsætningen. Derudover bidrager skovrejsning som et omkostningseffektivt omstillingsselement, når både klima og vandmiljø skal løses samtidigt.

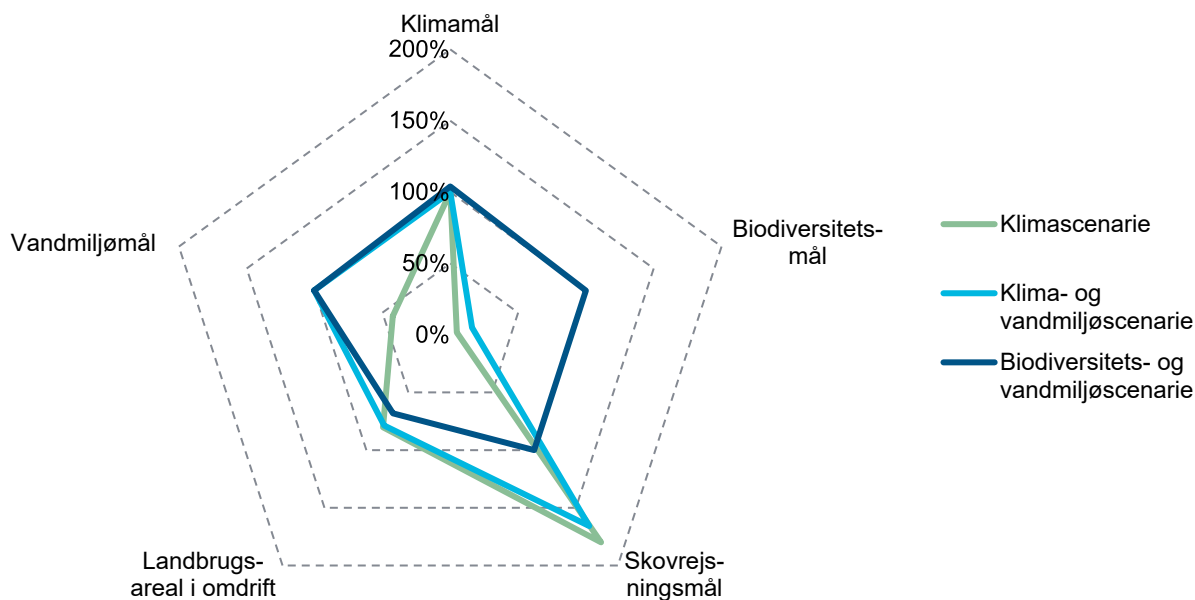
Biodiversitets- og vandmiljøscenariet opfylder flest målsætninger

Mål opfyldelse på klima, vandmiljø, skovrejsning og biodiversitet er illustreret i figur 4.3, og er baseret på tal fra tabel 4.4. Figur 4.3 viser derudover, hvor meget landbrugsareal der forbliver i omdrift efter arealændringerne i de tre scenarier.

Biodiversitets- og vandmiljøscenariet giver selvsagt mest biodiversitet, men også de største reduktioner i udledningen af drivhusgasser og kvælstof til vandmiljøet. Men det er samtidig også det scenarie, hvor der er mindst landbrugsareal tilbage til produktion af fødevarer og biomasse og det scenarie, der er dyrest. At omkostningerne er størst i biodiversitets- og vandmiljøscenariet afspejles netop i mængden af landbrugsareal, der tages ud af omdrift, og i at det samtidig er det scenarie, hvor mindst landbrugsareal erstattes med indtægter fra rejsning af ny produktionsskov.

Figur 4.3 viser, hvor meget landbrugsareal der er tilbage i omdrift efter ændringen i arealanvendelse i hver af de tre scenarier i forhold til i dag. Her er det tydeligt, at et stort landbrugsareal skal omlægges fra fødevarerproduktion til skovrejsning eller naturformål. I biodiversitets- og vandmiljøscenariet er 68 pct. af det intensive landbrugsareal tilbage efter omlægningen, mens det er 80 pct. i begge de to andre scenarier. Forskellen mellem biodiversitets- og vandmiljøscenariet og de to andre scenarier skyldes primært, at der i biodiversitetsarealet skal tages store arealer med intensiv landbrugsproduktion ud af omdrift for at beskytte de sammenhængende arealer reserveret til biodiversitetsformål.

Det ses også i figur 4.3, at det er i biodiversitets- og vandmiljøscenariet, at der rejses mindst ny produktionskov. Det skyldes, at drivhusgasreduktionerne både hentes via skovrejsning og via de store landbrugsarealer, der tages ud af produktion.



Figur 4.3 Sammenligning af analysens scenarier på tværs af målsætninger og ændringer på land- og skovbrugsarealet.

- Anm. 1: Biodiversitetsmålet er det areal, som i scenariet tages ud af produktion, og som ligger inden for det udpegede biodiversitetsområde. Med en udpegning af 30 procent af Danmarks areal svarende til 1,26 mio. hektar vil 623.228 hektar med areal, der i dag er i intensiv landbrugs- eller skovproduktion, skulle tages ud af produktion. Procenten er beregnet i forhold til de 623.228 hektar.
- Anm. 2: Vandmiljømål er opgjort som den reduktion i kvælstofudledningen det pågældende scenarie bidrager til ud af en målsætning i vandområdeplanerne på 12.955 ton kvælstof.
- Anm. 3: Procentbidraget til klimamål er beregnet ud fra det antal ton CO₂e, som det pågældende scenarie bidrager til i 2050 i forhold til en udledning af CO₂e fra arealerne i 2050 på 6,5 mio. ton CO₂e. Klimamålet er anvendt som et illustrativt mål for arealerne.
- Anm. 4: Landbrugsareal i omdrift, er den andel af landbrugsarealet der fortsat er i omdrift sammenlignet med landbrugsarealet i omdrift i dag. Således, vil der fx i klimascenariet være 80 procent af landbrugsarealet der fortsat vil være i omdrift.

Kilde: Klimarådet.

Højere omkostninger giver flere miljø- og naturgevinster

Vi har set, at den samlede direkte omkostning stiger med antallet af målsætninger, der skal opfyldes. Samtidig stiger også den samlede direkte omkostning målt pr. ton CO₂e reduceret. Således stiger omkostningen i biodiversitets- og vandmiljøscenariet til 409 kr. pr. ton reduceret CO₂e fra 110 kr. i klimascenariet og 176 kr. pr. ton reduceret CO₂e i klima- og miljøscenariet.

Biodiversitets- og vandmiljøscenariet er dermed knap fire gange så dyrt som klimascenariet og godt dobbelt så dyrt som klima- og vandmiljøscenariet. Men til gengæld opnås der store gevinster i forhold til opfyldelse af målene for vandmiljø og biodiversitet. I biodiversitets- og vandmiljøscenariet beskyttes 20 gange så stort et areal til biodiversitetsformål sammenlignet med klimascenariet, og der opnås mere end dobbelt så store kvælstofreduktioner i 2050. I forhold til klima- og miljøscenariet beskyttes seks gange så stort et areal til biodiversitetsformål. Med de højere omkostninger fås altså også store kvælstofreduktioner og store sammenhængende arealer til biodiversitet.

Arealerne står overfor store forandringer

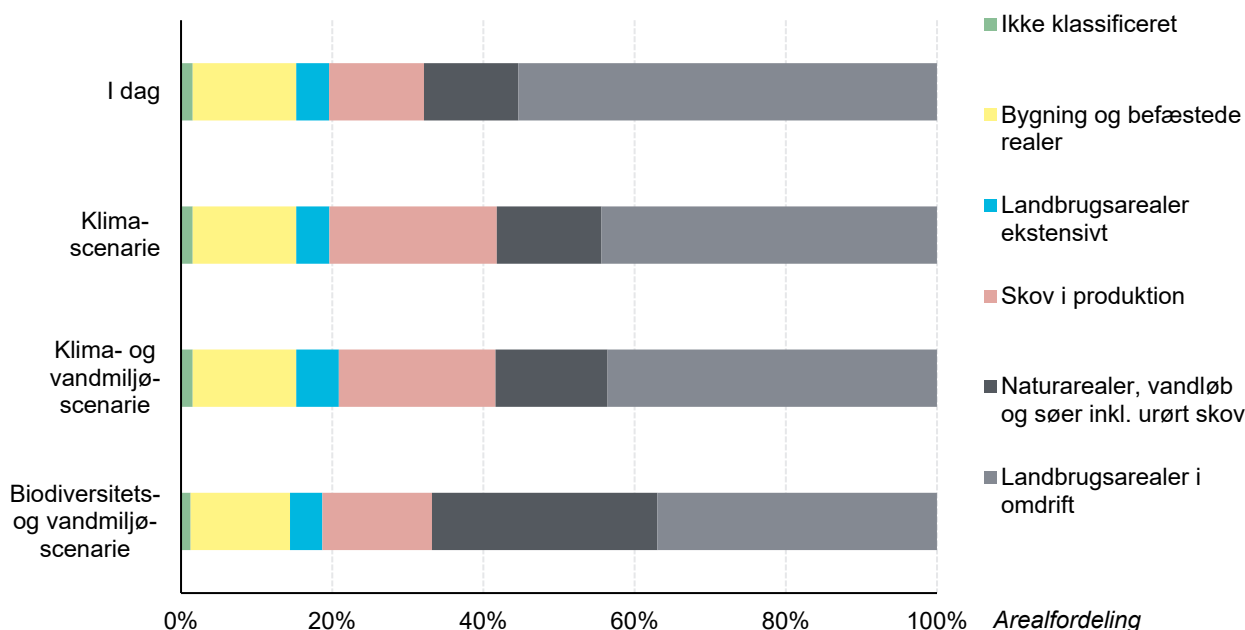
Figur 4.4 viser arealanvendelsen i 2050 i klimascenariet, klima- og vandmiljøscenariet og biodiversitets- og vandmiljøscenariet sammenlignet med i dag.

I biodiversitets- og vandmiljøscenariet udtages cirka 630.000 hektar, hvoraf de cirka 570.000 er landbrugsareal, der i dag er i intensiv landbrugsproduktion, mens de resterende arealer er skovarealer der i dag er i skovproduktion til biodiversitetsformål. Dermed vil der slet ikke være produktion på de arealer. Dertil kommer 64.000 hektar, som tages ud af landbrugsproduktion for at komme helt i mål med vandmiljømålsætningen, og 250.000 hektar landbrugsareal, som afsættes til skovrejsning. I alt reduceres det intensive landbrugsareal med 33 procent i forhold til i dag. I biodiversitets- og vandmiljøscenariet vil der således fortsat være 1,6 mio. hektar landbrugsjord i omdrift efter alle målsætninger er opfyldt.

I klimascenariet tages også store arealer ud af landbrugsproduktion. Disse overgår primært til skovrejsning til produktionsskov, hvilket betyder, at der reelt kun er få arealer, der går helt ud af produktion. I alt tages 475.000 hektar landbrugsareal ud af produktion, mens knap 36.000 hektar med produktionsskov overgår til urørt skov. Det intensive landbrugsareal reduceres i alt med 20 procent i forhold til i dag. I klimascenariet vil der således fortsat være 1,9 mio. hektar landbrugsjord i omdrift efter opfyldelse af klimamålsætningen.

Midt imellem de to scenarier ligger klima- og vandmiljøscenariet, hvor både klimamålsætningen og vandmiljømålsætningen koordineres. I dette scenarie tages 509.000 hektar landbrugsjord ud af omdrift, mens der rejses ny skov på godt 414.000 hektar. Der udtages derudover 61.000 hektar eksisterende produktionsskov til urørt skov. Her sker der altså også store ændringer. I alt reduceres landbrugsarealet med 21 procent, hvilket betyder, at der også i dette scenarie er 1,9 mio. hektar landbrugsjord i fortsat omdrift efter opfyldelse af mål for både klima, skovrejsning og vandmiljø.

De store forandringer i arealanvendelsen vil alt andet lige påvirke produktionen af fødevarer og biomasse fremover. Det diskuterer vi i kapitel 5.



Figur 4.4 Arealfordelingen i dag og i 2050 i analysens tre scenarier

Anm. 1: Biodiversitetsrådet har opgjort, at 1,6 pct. af Danmarks areal er beskyttet i dag. De 1,6 pct. er indeholdt i kategorien "Naturarealer, vandløb og søer inklusive urørt skov".⁵⁸

Anm. 2: Ikke klassificeret areal er areal, hvor de anvendte datasæt ikke indeholder information om arealanvendelse.

Kilde: Klimarådet.

4.3 Synergi ved langsigtet planlægning

Klimalovens målsætninger er definerede som punktmål. Således tages der ikke højde for de udledninger, som sker på vejen mod målet. Hvis der skulle tages højde for det, skulle man regne i de såkaldte budgetmål, hvor den akkumulerede udledning er afgørende. EU's klimamålsætninger for LULUCF-sektoren er budgetmål. Dermed bliver tid vigtig både i forhold til reduktioner her og nu, men også i forhold til planlægningen frem mod 2050-målsætningen om minimum klimaneutralitet. Det samme gælder for opfyldelsen af EU's vandrammedirektiv, som skal ske inden 2027, hvorfor det altså er vigtigt, at der sker en indsats her og nu.

Kulstofrige jorder kræver en fokuseret indsats

Modellen i denne analyse kan kun regne på årene 2030 og 2050 som punktmål. En konsekvens af det ses ved de store klimaeffekter, der opnås i klimascenarierne med skovrejsning. Jo hurtigere der rejses skov, jo større er effekten i 2050. Men det tager tid at opnå den store kulstofeffekt, og derfor er andre indsatser vigtige for at nå de kortsigtede klimamål. Her skal fokus i højere grad være på de omstillingselementer, der relativt hurtigt har en klimaeffekt, fx udtag af kulstofrige jorder fra omdrift. Kulstoffet i jorderne omdannes naturligt til CO₂, når jorden er drænet. Processen går stærkere, desto mere jorderne drænes og pløjes. Kulstofrige jorder i omdrift udleder store mængder af CO₂ årligt og er derfor et vigtigt fokusområde i Danmarks klimaindsats.

I biodiversitets- og vandmiljøscenariet udtages, hvad der svarer til alle kulstofrige jorder i TargetEcon-modellen. Det skyldes, at de kulstofrige jorder, der udtages med Biodiversitetsrådets kort, dækker alle de tilbageværende kulstofrige jorder i modellen. Det vil sige et samlet areal med kulstofrige jorder på 42.578 hektar. Det er de arealer som, i det nye tørvekort, ligger på landbrugsarealer i omdrift og som dermed er omfattet af modellen (dette er beskrevet i kapitel 6 sammen med beregningen af drivhusgasudledninger fra de kulstofrige jorder). Udtag af alle jorderne giver en reduktion i udledningen af drivhusgasser på 1,2 mio. ton pr. år. Det er en vigtig reduktion i forhold til Danmarks klimamål i 2030, men kræver en fokuseret indsats, hvis det skal lykkes inden 2030.

Udtagning af de kulstofrige jorder er også vigtige i forhold til biodiversitetsindsatsen. Ifølge Biodiversitetsrådet kan udtagning og oversvømmelse af kulstofrige jorder bidrage til at opfylde EU's mål om en 30 pct. beskyttelse af landarealet. De fleste af disse jorder har dog i dag ikke noget betydeligt naturindhold i sig selv, men biodiversiteten vil alligevel på sigt kunne forbedres ved at omdanne dem til især ferske enge eller fugtige skove. Det gælder især på arealer tæt på eksisterende natur.⁵⁹

Derudover bidrager udtag af kulstofrige jorder også med store reduktioner i udledningen af kvælstof til vandmiljøet. I biodiversitetsscenariet bidrager udtagning af de kulstofrige jorder inklusive randarealer med cirka 3.500 ton kvælstof ud af et samlet mål på 12.995 ton. De kulstofrige jorder er altså vigtige i forhold til både klima, vandmiljø og biodiversitet.

EU's vandrammedirektiv skal opfyldes allerede i 2027

Selv om planlægningen af arealanvendelsen i analysens scenarier ser frem mod 2050, er det vigtigt at være opmærksom på, at der er en sti på vejen derhen. Således skal opfyldelsen af EU's vandrammedirektiv ske allerede i 2027. Danmark kan derfor ikke vente med at foretage ændringerne i arealanvendelsen til 2050. En stor del af de ændringer, som sker i de forskellige scenarier, skal således foretages allerede nu for at nå vandrammedirektivets mål.

Det er vigtigt at komme i gang med skovrejsning

Manglende langsigtet planlægning kan betyde en mindre klimagevinst. Det gælder specielt for skovrejsning, som for de fleste trætyper får større klimaeffekt i 2050, hvis den plantes allerede i dag, frem for først i fx 2030 eller årene efter. Tid spiller dermed en stor rolle i forhold til at nå klimamålene i 2045 og 2050.

Det viser analysens tre scenarier, hvori der indgår massive arealer med skovrejsning. Således rejses der i klimascenariet knap 450.000 hektar ny skov, mens der i klima- og vandmiljøscenariet rejses 415.000 hektar. I biodiversitets- og vandmiljøscenariet rejses 250.000 hektar med ny produktionsskov. Skovrejsning bidrager altså med store klimaeffekter i 2050 som følge af den kulstoflagring, der sker over tid. Men kulstoflagringen er netop afhængig af tid, hvorfor det er

vigtigt allerede i dag at rette et fokus mod skovrejsning, som det yderligere er vigtigt at koordinere med opfyldelse af vandrammedirektivet.

Beskyttelse af biodiversitet kan ikke vente til 2050

EU's biodiversitetsstrategi indeholder en række mål, hvor af et af de centrale mål er at beskytte mindst 30 pct. af EU's samlede land- og havareal inden 2030. Endnu er der ikke konkrete planer for, hvordan målsætningen skal opfyldes i Danmark, i hvilket omfang og med hvilken finansiering. Alligevel er det vigtigt at komme i gang med at planlægge, hvor og hvordan biodiversitetsmålet kan opfyldes.

Det skyldes ikke blot, at biodiversitet er vigtigt, men også fordi beskyttelse af sammenhængende arealer uden produktion med fokus på biodiversitet bidrager til både store drivhusgasreduktioner og til opfyldelse af vandrammedirektivet. Jo hurtigere kortlægningen af arealer til biodiversitetsbeskyttelse kommer i gang, jo bedre bliver mulighederne også for at koordinere de forskellige målsætninger.

4.4 Drikkevandsbeskyttelse med solceller eller økologi

Der er flere mål og hensyn, som ofte drøftes i forbindelse med arealanvendelsen, men som ikke er behandlet i afsnit 4.1 til 4.3. Det drejer sig især om beskyttelse af områder, hvor der indvindes drikkevand, et ønske om mere økologisk produktion og udbygning af vedvarende energi på land ved placering af solcelleparker i landskabet. Det har ikke været muligt at medtage disse tre hensyn som de andre hensyn i analysens tre scenarier. I det følgende diskuteres de tre hensyn sammen med modellens resultater.

Der er flere fund af pesticider i drikkevandsboringer

Der bliver fundet pesticider i et stigende antal drikkevandsboringer. I 2016 blev der fundet pesticider eller miljøfremmede stoffer i 25 pct. af boringerne, og i årene 2020-2023 har tallet været over 50 pct.⁶⁰ 13 pct. af fundene havde i 2021 koncentrationer over de tilladte grænseværdier.⁶¹ Beskyttelse af drikkevandet kan komme til at kræve en ændring i anvendelsen af pesticider på store dele af landarealet. En samlet vandsektor og en stribe grønne organisationer peger på, at den nuværende indsats ikke er nok til at beskytte drikkevandet mod forurening.⁶² De mener, at et areal på 200.000 hektar landbrugsjord skal beskyttes mod nedsivning af pesticider og miljøfremmede stoffer for at kunne beskytte drikkevandet.⁶³ I *Regeringsgrundlag 2022 – Ansvar for Danmark* har regeringen da også en vision om at forbedre beskyttelsen af drikkevandet. Det fremgår af regeringsgrundlaget, at beskyttelsen af grundvandet skal tænkes sammen med etablering af natur, omlægning af produktion til økologi og udtag af kulstofrige jorder.⁶⁴

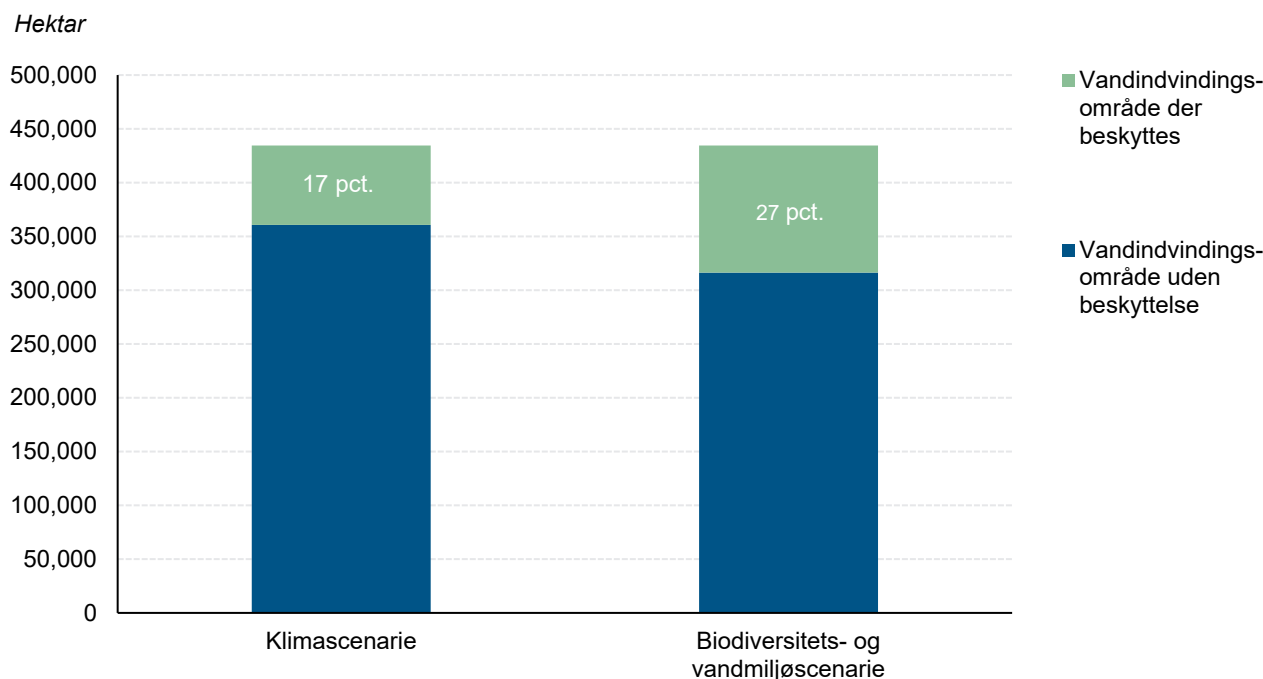
En stor del af drikkevandsbeskyttelsen handler om at skåne arealerne for brug af pesticider og andre kemikalier. Denne analyse undersøger, hvor meget areal der i hvert scenarie kan bidrage til drikkevandsbeskyttelsen, når det er udtaget fra landbrugsproduktion til natur eller skovrejsning. Uden dog at scenarierne er målrettet til beskyttelse af drikkevand.

Opfyldelse af andre mål sikrer ikke nødvendigvis beskyttelse af drikkevandet

Drikkevandsbeskyttelsen er undersøgt ved at tage udgangspunkt i de landområder som er forbundet med drikkevandsboringer til den almene drikkevandsforsyning, de såkaldte vandindvindingsområder. Områderne dækker et areal på knap 840.000 hektar eller næsten 20 pct. af Danmarks landareal. Områderne kan anvendes som en tilnærmelse af arealet med et behov for drikkevandsbeskyttelse.

Arealændringerne foretaget i biodiversitets- og vandmiljøscenariet bidrager til beskyttelse af 27 pct. af arealet inden for vandindvindingsområderne, mens andelen er 17 pct. i klimascenariet. Det fremgår af figur 4.5. Vandindvindingsområderne er dog kun, som tidligere nævnt, en tilnærmelse af det område der skal beskyttes for at sikre rent drikkevand nu og i fremtiden. Hvilke arealer inden for vandindvindingsområderne, der skal prioriteres, er ikke helt klart. Scenarierne viser, at der fortsat er lang vej igen, hvis alle knap 840.000 hektar skal beskyttes; og det kan derfor være nødvendigt tage andre virkemidler i brug i drikkevandsbeskyttelsen som fx målretning af økologisk landbrug.

Det fremgår af figur 4.5, at der findes cirka 430.000 hektar landbrugsjord i vandindvindingsområderne i TargetEcon-modellen og mellem 73.000 og 118.000 hektar ud af dem beskyttes i henholdsvis klimascenariet og biodiversitets- og vandmiljøscenariet.



Figur 4.5 Areal i hvert scenarie hvor arealændringen kan bidrage til drikkevandsbeskyttelse inden for vandindvindingsområderne.

Anm.1: De arealer, der kan bidrage til beskyttelse af drikkevandet, er alle landbrugsarealer, der udgår fra omdrift, og arealer hvor der etableres ny skov.

Anm.2: Der mangler resultater for klima- og vandmiljøscenariet, hvor klima- og vandmiljømålsætningerne koordineres. Det har ikke været muligt at få lavet denne beregning.

Kilde: Klimarådet.

Økologi kan være en medspiller i drikkevandsbeskyttelsen

Regeringsgrundlaget indeholder en vision om at fordoble det økologiske areal i Danmark. Den samme målsætning er en del af udviklingssporet i landbrugsaftalen.⁶⁵ EU's *Green Deal* indeholder desuden et mål om, at 25 pct. af EU's landbrugsjord skal være økologisk dyrket.⁶⁶ Ved økologisk produktion anvendes blandt andet ikke pesticider, og netop det gør økologi til en vigtig komponent i beskyttelsen af drikkevandet. Drikkevandsbeskyttelse handler for en stor del om at skåne arealerne for brug af kemikalier, herunder land- og skovbrugets forbrug af pesticider.

Regeringen har med regeringsgrundlaget som nævnt udtrykt et ønske om at fordoble det økologiske areal i Danmark. I 2021 var det økologiske areal på cirka 313.000 hektar og en fordobling ville altså kunne sikre beskyttelse af en stor del af vandindvindingsområderne, som er placeret på cirka 430.000 hektar af de intensivt dyrkede marker.

Solceller og drikkevandsinteresser kan hænge sammen

I Danmark har solenergi de seneste år vundet betydeligt frem som en vedvarende energikilde, og udbygningen af solcelleanlæg forventes at spille en central rolle i udbygningen af grøn energi.⁶⁷ Med *Klimaaf tale om grøn strøm og varme 2022* vedtog et flertal i Folketinget en ambition om, at den samlede produktion af vedvarende energi på land skal firedobles frem mod 2030. Ambitionen forventes realiseret blandt andet ved en tidobling af solenergikapaciteten fra 2 GW i 2021 til omkring 20 GW i 2030 og næsten fordoble kapaciteten af landvind.⁶⁸ Efter 2030 forventer Energistyrelsen i sine analyseforudsætninger, at solcellekapaciteten vil stige yderligere til en samlet dansk kapacitet på omkring 43 GW i

Klimarådet.

2050. Af de 43 GW forventes cirka 32 GW at komme fra solcelleparker, mens de resterende 11 GW forventes at komme fra solceller på tage.⁶⁹

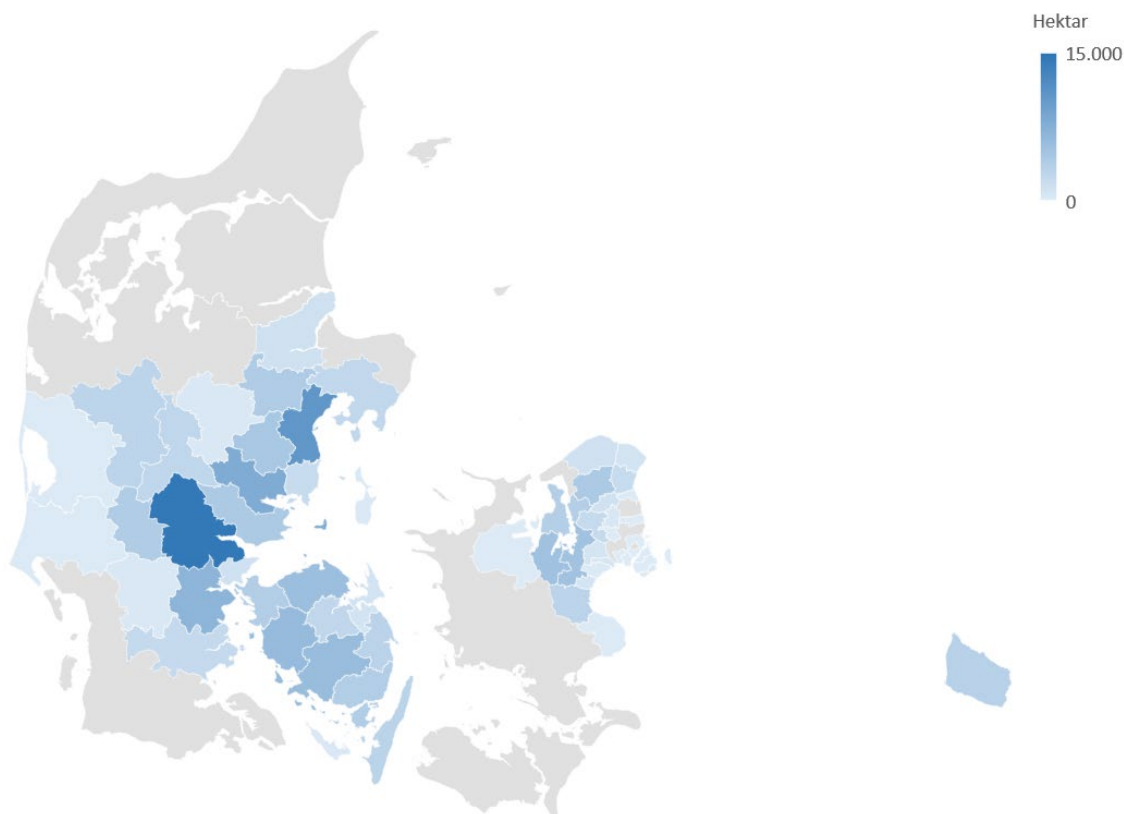
I Klimarådets analyse fokuseres der på placering af solcelleparker på Danmarks landarealer. Dermed ses bort fra både solceller på tage, der ikke er i konkurrence om arealerne, og fra landvind. Vindenergi på land forventes ikke at intensivere konkurrencen om arealerne i lige så høj grad som solcelleparker, da man på nuværende tidspunkt allerede har stor erfaring med at udnytte arealet rundt om og mellem landvindmøller. Ifølge Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet kan cirka 98 pct. af arealet til landvindmøller bruges til andre formål.⁷⁰

I 2021 fyldte solceller på landjorden (solcelleparker) cirka 1.600 hektar i Danmark. Hvis teknologiudviklingen inden for solceller følger Energistyrelsens forventninger, vil solcelleparker i 2050 lægge beslag på cirka 44.000 hektar. Det svarer til cirka 1 pct. af Danmarks areal og knap 2 pct. af landbrugsarealet i dag.⁷¹

Solcelleparker kan spille en rolle i beskyttelsen af drikkevandet, såfremt der ikke anvendes pesticider på arealerne, hvor solcellerne placeres. Det kræver også, at det kan udelukkes, at solcelleanlæg forurener jorden med uønskede stoffer, som kan sive ned til drikkevandet.⁷² Miljøstyrelsen vurderer, at risikoen for afsmitning af miljøfarlige stoffer til grundvandet fra solceller generelt er lille. Risikoen afhænger dog af de materialer, som solcellerne er fremstillet af.⁷³

Områder, hvor der forbruges mere strøm end der produceres, kaldes for forbrugsdominerede områder. I disse områder kan der være behov for mere elproduktion. Områderne er udpeget af Energinet og tager udgangspunkt i de klassiske forbrugscentre: Aarhus, Trekantområdet, Fyn, København og Nordsjælland.⁷⁴ Det samlede kort er vist i figur 4.6.

Omkring 143.000 hektar jord i intensiv landbrugsproduktion, ligger i et forbrugsdomineret område, hvor der er overlap til områder med drikkevandsindvinding, men hvor der samtidig ikke er foreslået biodiversitetsbeskyttelse. Det viser en simpel geografisk analyse, som Klimarådet har foretaget.



Figur 4.6 Kort med synergi mellem solceller, biodiversitet, elforbrug og drikkevand

Anm.: Kortet viser, hvor mange hektar landbrugsjord, der findes i hver kommune, hvor Biodiversitetsrådet ikke har fremhævet særlige beskyttelsesinteresser, hvor der indvindes drikkevand, og hvor forbruget af elektricitet er større end produktionen.

Kilde: Klimarådet.

Klimarådets analyse viser, at der umiddelbart er plads til opstilling af solcelleparker uden for de udpegede biodiversitetsområder, og at der samtidig kan opnås drikkevandsgevinster. Placeringen af solceller kan yderligere koordineres med kvælstofindsatsen, da der her tages arealer ud, der ikke indgår i biodiversitetsområdet, og derfor kunne være mulige at placere solcelleparker på. Det afhænger dog af størrelsen af disse områder, der i mange tilfælde er små arealer spredt i landskabet.

I Danmark foregår der i dag ikke landbrugsproduktion i solcelleparkerne. Flere solcelleparker anvender dog afgræsning til at holde plantevæksten omkring solcellerne nede. På den måde er det muligt fortsat at drive landbrugsdrift med græssende dyr.⁷⁵ Der bliver desuden forsket i muligheden for at dyrke afgrøder i fremtidens solcelleparker. Systemet kaldes agrivoltaics og består af lodrette solpaneler, der kan omsætte solens stråler til energi fra begge sider. På den måde er der plads nok til, at landbrugsdriften kan opretholdes på hovedparten af arealet. For at disse solceller kan indgå i drikkevandsbeskyttelsen kræver det fortsat, at der på landbrugsarealerne ikke anvendes pesticider. Teknologien er under udvikling, og der er flere pilotprojekter i gang i Danmark.⁷⁶

Solceller og biodiversitet kan ikke entydigt siges at hænge sammen

Sammenhængen mellem anlæg til produktion af vedvarende energi og biodiversitet er genstand for en del diskussion. I Biodiversitetsrådets rapport *Fra tab til fremgang* anbefaler rådet, at de 30 pct. af arealet beskyttet af hensyn til biodiversiteten vil medføre, at der ikke sker nogen produktion på arealerne, såkaldt *land sparing*. Det betyder, at arealerne dedikeres til biodiversitet alene.⁷⁷ Et land sparing-princip vil indebære, at solcelleanlæg ikke kan placeres på arealer, som er tiltænkt at skulle indgå i en fremtidig biodiversitetsplan. Det skyldes, at den biologiske funktionelle sammenhæng ifølge Biodiversitetsrådet er en grundbetingelse for, at biodiversiteten kan opretholdes. Biodiversitetsrådet beskriver, hvordan sikringen af arter er helt afhængig af, hvordan og hvor meget arterne er forbundet på tværs af arealerne.⁷⁸ Studier har dokumenteret, at solcelleparker kan være en barriere i landskabet, der påvirker den funktionelle sammenhæng ved at hindre passage gennem landskabet.⁷⁹

Påvirkningen af biodiversiteten afhænger i høj grad af den specifikke udformning af anlægget, og hvad arealet var anvendt til inden etablering af solcelleparken. Det skyldes, at biodiversiteten på fx et areal med intensiv landbrugsdrift allerede vil være begrænset, mens der fx på vedvarende enge og lignende alt andet lige vil være en større biodiversitet og således større risiko for tab af biodiversitet.

Biodiversitet kan dog tænkes på mange måder, og det kan ikke afvises, at der i nogle områder og med specifikke typer af solceller kan ske en kombination af solenergi og biodiversitet.

5. Perspektivering og overvejelser om en samlet regulering af arealanvendelsen

I dette kapitel sættes analysens resultater ind i en større sammenhæng. Perspektiveringen starter i afsnit 5.1 med at se på, hvad resultaterne kan betyde for produktionen af fødevarer i Danmark. Hvis den danske produktion reduceres, er der risiko for, at produktion og udledninger flytter til udlandet. Dette diskuteres videre i afsnit 5.2. Analysens arealændringer har vidt forskellige konsekvenser for forskellige dele af Danmark, fx i forhold til beskæftigelsen, og derfor er dette geografiske aspekt i fokus i afsnit 5.3. Endelig diskuterer afsnit 5.4, hvordan man kan lave en samlet regulering, der når de mange forskellige mål på arealerne på en måde, der bedst muligt udnytter synergierne.

5.1 Nye perspektiver for produktionen af fødevarer og biomasse

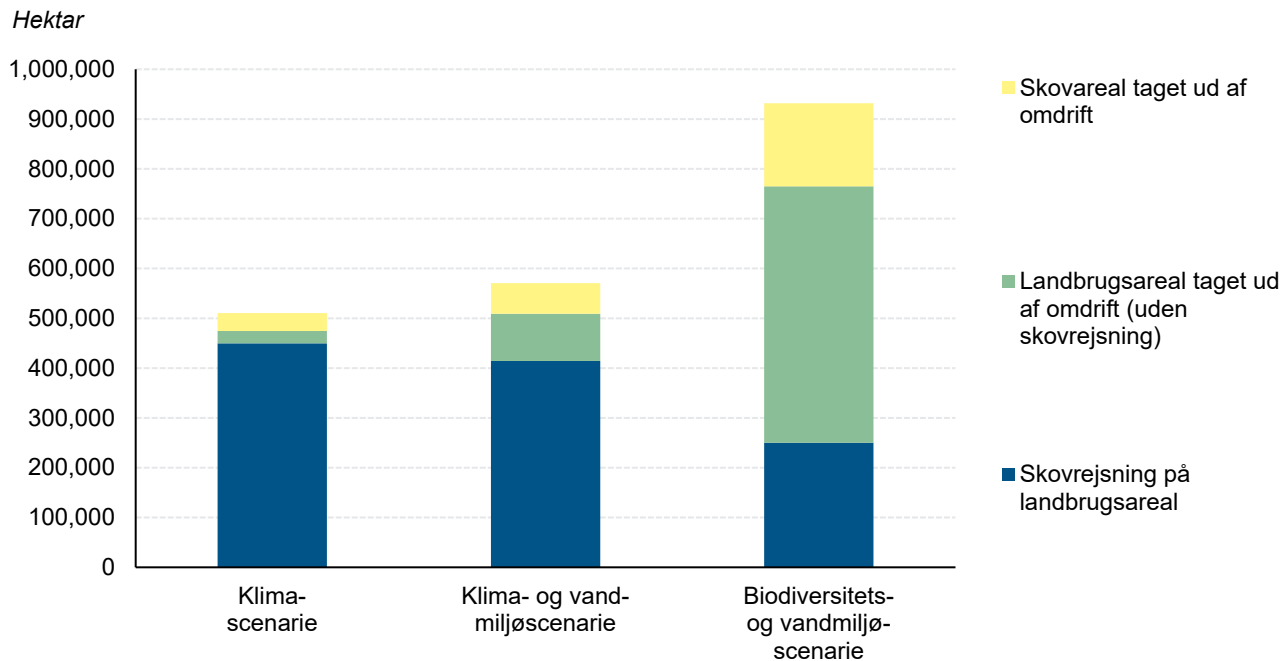
Landbrugsarealet bliver mindre

Analysen viser, at der er et betydeligt potentiale for at opnå reduktioner i udledningen af CO₂e fra landbrugsarealerne, og at omkostningen er ganske lav sammenlignet med prisen på reduktioner i andre sektorer. Men det er også vigtigt at huske på, at gevinsterne har en pris. Prisen er først og fremmest en begrænsning af den del af arealet, som fremadrettet kan anvendes til produktion af fødevarer og foder og til den biomasse, der ikke kommer fra skovene. Den tabte indtjening herfra udgør hovedparten af omkostningerne præsenteret i kapitel 4.

Arealændringerne i tre af analysens scenarier kan ses i figur 5.1. Figuren viser, at der i alle scenarier skal udtages eksisterende landbrugsarealer, som herefter skal bruges til andre formål. Det kan fx være vådlægning af kulstofrige jorder, ny produktionsskov eller permanente naturarealer for at give plads til biodiversiteten.

I biodiversitets- og vandmiljøscenariet bliver der også taget et stort skovareal ud af produktion. Dette areal forvaltes som urørt skov. Der skal med andre ord ske store omvæltninger på arealerne for at finde plads til biodiversitet og opfyldelse af EU's vandrammedirektiv.

Der er også andre hensyn, som ikke er en del af analysens scenarier. Det gælder fx placering af solcelleparker og beskyttelse af vores drikkevand. Disse kan til dels placeres på nogle af de berørte arealer, men vil også kræve, at nogle landbrugsarealer tages ud af produktion.



Figur 5.1 Ændringer af arealanvendelsen i tre af analysens scenarier

Anm.: Danmarks samlede areal er på 4.3 mio. hektar, hvoraf land- og skovbrug i dag udgør cirka 3,2 mio. hektar.

Kilde: Klimarådet.

Nye teknologier og fødevarer kan mindske behovet for landbrugsareal

Behovet for landbrugsareal kan vise sig at blive mindre i fremtiden. Det kan ske ved at nytænke den måde, vi producerer vores fødevarer på, hvis vi skal producere lige så mange fødevarer i fremtiden, som vi gør i dag. En af løsningerne kan være at tænke i helt andre produkter og produktionsteknologier (se boks 5.1). Dette er illustreret i en analyse fra tænketanken KRAKA, som finder, at antallet af mennesker, som brødfødes af dansk landbrug, kan opretholdes selv ved en halvering af den danske husdyrproduktion. Det kræver dog, at en del af landbrugsarealet anvendes til plantebaserede fødevarer frem for foder til husdyrproduktion. Og det kan ske samtidig med, at det dyrkede areal og klimabelastningen reduceres væsentligt.⁸⁰ Klimarådet er i gang med en analyse, som kigger nærmere på, hvordan nye produktions- og reduktionsteknologier kan få indflydelse på den danske arealanvendelse i forbindelse med opnåelsen af vores klimamål. Analysen forventes i skrivende stund at udkomme medio 2024.

Boks 5.1: Ny fødevareteknologi og nye fødevarer typer kan reducere arealefterspørgslen

Udvikling af nye former for fødevarereproduktion kan i fremtiden spille en central rolle i at mindske den danske arealanvendelse til fødevarereproduktion. Dette gælder både nye fødevarereproduktionsformer, som vertikalt landbrug og produktion af mikroalger i bioreaktorer, samt nye, alternative teknologier, som kultiveret kød og præcisionsfermentering. Størstedelen af teknologierne har den fordel, at fødevarerne kan produceres året rundt i lukkede systemer. Dermed kan udbyttet produceres på mindre areal, og hvor det er mest hensigtsmæssigt.

Omlægning af dele af den danske fødevarereproduktion til disse alternative produktionsformer har en række udfordringer:

- Det vertikale landbrugs energiforbrug pr. afgrøde er i overvejende grad højere end ved konventionel produktion. Udviklingen af vertikalt landbrug er desuden hæmmet af, at produktionsformen ikke har rettigheder til blandt andet landbrugsstøtte fra EU i samme grad som konventionelle produktionsformer.
- Produktion af mikroalger i bioreaktorer har en række forskellige potentialer, blandt andet til produktion af protein til fødevarer og foder. Denne teknologi skal dog fortsat videreudvikles, samt accepteres af forbrugerne, før produktionsformen kan ses som et fulgyldigt alternativ til konventionel fødevarereproduktion.
- Produktion af kultiveret kød og præcisionsfermentering kan i fremtiden være en substitut til konventionel animalsk produktion. Udvikling af de to produktionsformer har tidligere været drevet af især industrien, imens der de seneste fem år er blevet etableret flere internationale forskningsmiljøer. Fx har Aarhus Universitet i 2022 lanceret et femårigt forskningsprojekt, CellFood. Det kræver fortsat en accept af produktionsformerne blandt forbrugerne, hvis teknologierne skal vinde større udbredelse samt også yderligere forskning og udvikling. Derudover vil fx udvikling af præcisionsfermentering være påvirket af den nuværende EU-regulering på området, som har en lang godkendelsesproces.

Plantebaserede fødevarer frigiver areal

Der kan frigøres areal, som kan bruges til andre formål, hvis de nævnte produktionsformer iværksættes, og hvis der kommer en højere andel af vegetabilsk produktion. Siden Folketinget indgik landbrugsaftalen i 2021, har regeringen søsat flere initiativer for at fremme planteproduktion. I 2023 har regeringen blandt andet udgivet den første *Handlingsplan for plantebaserede fødevarer*. Handlingsplanen har et bredt fokus på forskning, udvikling, udbredelse, styrkelse af værdikæden samt eksportfremme af plantebaserede fødevarer. Handlingsplanen indeholder dog ingen konkrete målsætninger eller nye initiativer. Samtidig har Plantefonden i 2023 for første gang givet tilsagn på cirka 58 mio. kr. til især eksportfremme.

Bedre inddragelse af havets ressourcer

En helt anden mulighed for at reducere landbrugets behov for areal kunne være at inddrage havets ressourcer mere effektivt end i dag. Det kunne være produktion af muslinger, tang og alger til foder, fødevarer eller biomasse, hvilket samtidig kan bidrage til at fjerne kvælstof og fosfor fra havmiljøet. Det peger på, at planer for hav og areal skal tænkes sammen. Samtidig skal det understreges, at havet – lige som landarealet – er en begrænset ressource, hvor der er målsætninger om fx beskyttelse af biodiversiteten. Hensynet til miljøet i havet sætter en naturlig begrænsning for, hvor meget ressourcerne her kan udnyttes.

Mindre areal skærper dilemmaerne i landbruget

Nye produktionsmuligheder i fremtiden forhindrer næppe, at der bliver øget konkurrence om arealet. Det landbrugsareal, der findes i dag, bruges til flere ting, herunder produktion af foder til husdyr, fødevarer til mennesker (såkaldte salgsafgrøder) og biomasse. Når der skal laves indsatser til gavn for vandmiljø, biodiversitet og klima, bliver det tilgængelige areal til landbrugsproduktion mindre, hvilket skaber et dilemma om, hvad der skal produceres fremover.

Mindre landbrugsareal kan have betydning for antallet af husdyr

Når arealanvendelsen bliver ændret, påvirker det rammerne for husdyrproduktionen. Det er der to grunde til.

1. **Mindre foder til husdyr.** Arealerne anvendes i dag i høj grad til produktion af foder til husdyr. Import af foder er godt nok en mulighed for svine- og fjerkræproducenter, mens kvægproducenter er afhængige af grovfoder, som vanskeligt kan importeres.
2. **Mindre husdyrgødning.** Gødningen fra husdyr bliver spredt på markerne. Men hvis der er færre arealer til rådighed, kan det betyde, at mængden af husdyrgødning må nedbringes. Det skyldes de såkaldte harmoniregler, som stiller krav om, at der skal være harmoni mellem anvendelsen af husdyrgødning og størrelsen på det areal, som det bringes ud på.

Foderproduktionen kan i princippet bevares på færre arealer

Hvis hele det fremtidige landbrugsareal bruges til at producere foder, kan den nuværende foderproduktion principielt set opretholdes, selv under denne analysens arealændringer. Konsekvensen vil i så fald være en reduktion i produktionen af salgsafgrøder fra de danske arealer.

Ud fra Danmarks Statistiks landbrugsstatistik kan det anslås, at godt og vel 70 pct. af det samlede landbrugsareal i 2022 blev benyttet til foderproduktion. Dette stemmer overens med en opgørelse foretaget af Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri i 2022.⁸¹ Landbrugsarealet kan altså groft sagt reduceres med op til 30 pct., samtidig med at den nuværende foderproduktion bibeholdes. Dette skal sammenholdes med, at landbrugsarealet i biodiversitets- og vandmiljøscenariet, som er det scenarie, hvor mest landbrugsjord tages ud af drift, reduceres med cirka en tredjedel.

Hvad så med harmonireglerne?

Klimarådets analyse *Landbrugets omstilling ved en drivhusgasafgift* fra 2023 viste, at det gennemsnitligt vil være muligt at udtage godt halvdelen af landbrugsarealet og stadig have et stort nok harmoniareal til at bringe gødning ud på fra den nuværende husdyrbestand. Men det er forudsat, at Danmark ses som én stor bedrift, hvilket omfordeling via biogasanlæg kan bidrage til. Dog gælder harmonireglerne for den enkelte bedrift. Analysen fandt, at det kan være mellem 10-20 pct. af malkekvægsbedrifternes arealer og cirka 20 pct. af svinebedrifternes, som kan udtage jord, uden at der skal købes ekstra jord til bedriften. Harmonireglerne – sammen med behovet for foderproduktion – gør det således ikke enkelt at fastholde den nuværende husdyrproduktion, hvis landbrugsarealet reduceres betydeligt.

Uændret husdyrproduktion er næppe vejen frem

Selv om der teknisk set kunne være samme antal husdyr på arealerne, så er det næppe rentabelt at fastholde antallet af husdyr. Med en ændring i arealanvendelsen, som skitseret i analysens biodiversitets- og vandmiljøscenarie, må det forventes, at der sker en reduktion i antallet af husdyr og dermed en reduktion i udledningen af drivhusgasser tilknyttet husdyrproduktionen.

En mindre husdyrproduktion vil også være i tråd med Danmarks langsigtede klimamål. Skal vi nå 100 eller ligefrem 110 pct. reduktion af drivhusgasudledningerne i 2050, er det næppe muligt at opretholde den nuværende husdyrbestand. I et 2030-perspektiv er det også konklusionen fra Ekspertgruppen for en grøn skattereform. Ekspertgruppens analyser viser, at det er nødvendigt med strukturel omstilling i form af reduceret husdyrproduktion, hvis vi skal opfylde 70-procentsmålet i 2030.

En fossilfri økonomi vil være afhængig af biomasse, som også vil kunne produceres i Danmark

Produktionen fra arealerne handler ikke kun om fødevarer til dyr og mennesker. Kulstof bundet i fx halm og træ bliver en central del af fremtidens fossilfri energisystem og også en central del af produktion af materialer. Biogent kulstof spiller en central rolle i mange af de tekniske løsninger, som skal binde og lagre CO₂. Det drejer sig blandt andet om lagring af biokul fra pyrolyse, kulstoffangst fra punktkilder baseret på bioenergi, grøn bioraffinering af græs, som skal erstatte importeret foder, og fossilfrie produkter skabt blandt andet med indfanget kulstof.

Færre produktive arealer vil reducere Danmarks kapacitet til at producere det fossilfrie kulstof fra land- og skovbrugsprodukter. Alle scenarierne i figur 5.1 reducerer det produktive landbrugsareal, mens skovarealet stiger, som følge af at store landbrugsarealer afsættes til skovrejsning. Det samlede produktive landbrugs- og skovareal reduceres dog i alle scenarierne.

Dermed skal der foretages en yderligere afvejning i forhold til den resterende arealanvendelse på landbrugsarealerne. Hvis arealerne fx skal anvendes til foder, vil det få betydning for, hvor meget biomasse Danmark skal importere. Omfanget og effekten af arealanvendelsen på biomasseproduktionen bliver undersøgt i en kommende rapport fra Klimarådet om Danmarks klimamål i 2050.

5.2 Kulstoflækage ved arealændringer

Arealændringer kan rykke produktion til udlandet

En ændring af Danmarks arealanvendelse har også betydning uden for Danmarks grænser. Ændringen kan have konsekvenser for produktionen af husdyr, salgsafgrøder og biomasse i Danmark, og dermed kan det forventes, at noget af produktionen vil erstattes af øget produktion i andre lande. Dermed kan udledningerne øges i udlandet. Dette kaldes kulstoflækage.

Klimamål i andre lande begrænser risikoen for lækage

Kulstoflækage vil dog kun opstå, hvis andre lande ikke har klimamål. For hvis andre lande blot overtager den danske landbrugsproduktion, vil de samtidig øge deres egne udledninger af drivhusgasser. Hvis et land med egne klimamål skulle overtage den danske landbrugsproduktion, vil de være nødsaget til at reducere nogle af deres andre udledninger tilsvarende for ikke at øge deres samlede drivhusgasudledninger.

De øvrige lande i EU aftager en stor del af dansk landbrugseksport.⁸² Disse lande har i vid udstrækning bindende klimaforpligtelser, og disse er blevet skærpet med EU's *Fit for 55*-plan. Så selv om øvrige EU-lande ikke nødvendigvis regulerer udledningerne fra deres landbrugssektor, kræver deres overordnede klimamål, at øgede landbrugsudledninger skal føre til reduktioner i andre sektorer. Landbrugets udledninger reguleres ikke specifikt i mange EU-lande, da der ikke er fælles EU-regulering på området. De nuværende danske nationale forpligtelser gælder frem til 2030, og det er endnu uvist, hvordan landbruget bliver omfattet af klimamålene efter 2030.

Lækagen til lande uden for EU vil være bestemt af, hvordan efterspørgslen og fødevarerproduktionen vil udvikle sig fremadrettet. Øget velstand i eksempelvis Indien og Kina antages ofte at føre til øget forbrug af animalske fødevarer, i lighed med den udvikling som eksempelvis Danmark gennemgik efter 2. verdenskrig. Dette fremgår blandt andet af OECD's og FAO's fremskrivning af efterspørgslen efter fødevarer.⁸³ Men spørgsmålet er, om disse lande vil gennemgå samme udvikling, eller om de vil gå i retning af en mere klimavenlig og plantebaseret kost, også set i lyset af arealbegrænsningerne i disse lande. Dette er parallelt til, at opnåelsen af Parisaftalens klimamål også forudsætter, at velstandsudviklingen i mange lande baseres på fossilfri energi og dermed springer direkte til klimavenlige energiformer. Samtidig foregår der aktuelt et forsknings- og udviklingsarbejde for at erstatte animalske proteiner med præcisionsfermenterede produkter som kunstigt kød og mælk. Det kan på den længere bane forventes at begrænse efterspørgslen efter protein, produceret som vi kender det i dag, ikke mindst til brug i fødevarerindustrien.

CO₂e-lækagen ligger mellem 10 og 45 pct.

De seneste vurderinger af lækagerisikoen findes i rapporten fra Ekspertgruppen for en Grøn Skattereform. Ekspertgruppen vurderer lækageraten til at være i intervallet mellem 20 og 45 pct. ved en drivhusgasafgift på 750 kr. pr.

ton CO₂e og mellem 10 og 25 pct., hvis afgiften suppleres med et bundfradrag. Procenterne angiver, hvor meget CO₂e-udledningerne kan forventes øget i udlandet for hvert ton reduktion i dansk landbrug. Lækageraten er dog meget afhængig af, hvordan ændringerne i produktionen konkret sker.

5.3 Lokale effekter af ændret arealanvendelse

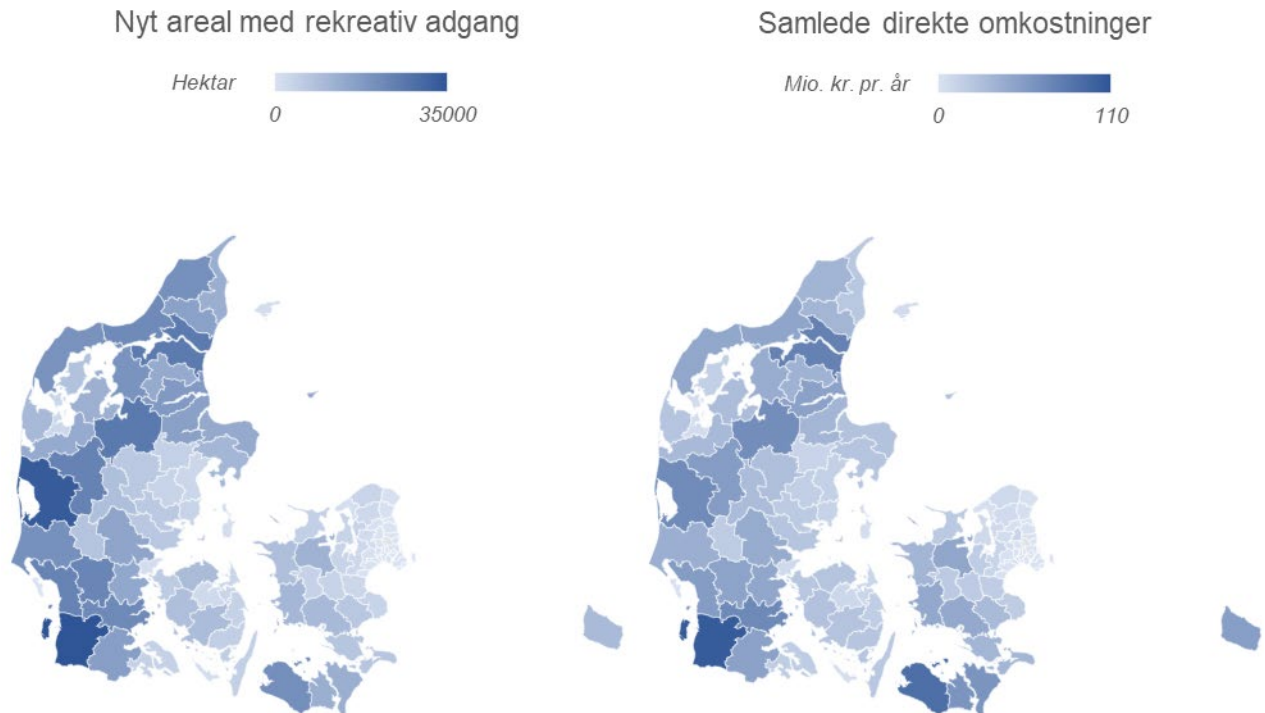
Omkostninger og effekter på beskæftigelse fordeles uens i Danmark

En omkostningseffektiv arealanvendelse vil have forskellige økonomiske konsekvenser i de forskellige landsdele, når der både fokuseres på drivhusgasreduktioner, vandmiljø og biodiversitet. Det skyldes blandt andet, at der vil være store forskelle på, hvor i landet biodiversiteten skal sikres gennem store sammenhængende naturarealer, og dermed hvor landbrugsarealet reduceres. Figur 5.2 viser de samlede direkte omkostninger ved biodiversitets- og vandmiljøscenariet fordelt på de 98 kommuner i Danmark.

Selv om omkostningerne er opdelt efter kommuner, afspejler de ikke den enkelte kommunes potentielle omkostninger ved arealændringerne, da der ikke er taget højde for de eventuelle tilskud eller andre understøttende politikker, der måtte følge med en regulering af arealerne.

Jo større areal der skal omlægges, jo flere arbejdspladser vil potentielt ændre karakter. Den grønne omstilling vil føre til, at nye arbejdspladser opstår, mens andre bliver nedlagt. Det er i dette lys, eventuelle tab af arbejdspladser skal ses.

Et review om arbejdskraft og kompetencer i den grønne omstilling udført for Klimarådet viser, at omstillingen især vil kræve faglærte, ingeniører og ufaglærte, der har erfaring og særlige kompetencer inden for bygnings- og anlægsarbejde.⁸⁴ Nogle grupper vil derimod opleve faldende jobmuligheder. Det gælder især ansatte i landbruget og i brancher og sektorer, der arbejder med fossile brændsler.



Figur 5.2 Nye arealer med rekreativ adgang for offentligheden fordelt på 98 kommuner (tv.), og de samlede direkte omkostninger fordelt på 98 kommuner (th.) i biodiversitets- og vandmiljøscenariet

Anm. 1: Kortet til venstre viser, hvor den offentlige adgang til naturen ændres fordelt på kommuner. De arealændringer, der er medtaget som rekreative, er rejsning af ny produktionsskov, permanent braklægning af mineral- og kulstofrige jorder og ny kvælstofvådområder. Urørt skov vises ikke, da det ikke skaber nye arealer med rekreativ adgang.

Anm. 2: Kortene viser ikke, hvor den præcise indsats skal ske, men illustrerer hvor i landet de rekreative gevinster har mulighed for at blive størst.

Kilde: Klimarådet.

Arealændringer kan føre til flere rekreative muligheder og nye lokale job

Flere skove og lysåbne naturarealer kan forbedre offentlighedens adgang til naturen med store rekreative gevinster. Der er i dag offentlig adgang til både skove og lysåbne naturarealer. I særdeleshed biodiversitets- og vandmiljøscenariet illustrerer, at når vandmiljøet og biodiversiteten forbedres, kan store arealer i Danmark også blive langt mere attraktive for naturoplevelser og rekreative aktiviteter. Men de kommende rekreative arealer vil, ligesom omkostningerne, være meget uens fordelt i landet.

Figur 5.2 viser arealanvendelsens fordeling på tværs af Danmarks kommuner. Der er en klar tendens til, at de områder, som pådrages flest omkostninger i forbindelse med omstillingen, også er dem, der får flest nye rekreative muligheder. Det kan betyde nye arbejdspladser i forhold til fx turisme og beskæftigelse i skovbrugssektoren. Der vil potentielt også kunne opstilles solceller og vindmøller på de udtagne arealer, hvilket kan skabe beskæftigelse i energisektoren. Derudover viser flere studier, at øgede naturgevinster giver højere huspriser. Den større adgang til de rekreative muligheder er altså et gode for lokalsamfundet.⁸⁵ Når der tales om lokale effekter af de potentielt store arealændringer, skal den mulige betydning for klimatilpasning også omtales, særligt når det gælder hensynet til biodiversitet. Men overgangen til en mere naturlig hydrologi og etableringen af flere naturarealer øger potentialet for vandtilbageholdelse i landskabet. Det må forventes at bidrage med en positiv effekt i form af mindre risiko for oversvømmelse, da vandet ikke afledes så hurtigt til bebyggede områder.

5.4 Regulering af arealanvendelsen

Reguleringen af arealer er kompleks. Det er en kompleks opgave at nå de mange mål for klima, vandmiljø og biodiversitet til de lavest mulige samfundsøkonomiske omkostninger. Hertil kommer også hensyn til drikkevand, økologisk produktion og opstilling af solcelleanlæg, som ikke er en del af denne analyses scenarier, men som også er væsentlige.

Opgaven er kompleks af to årsager. For det første skal mange aktører involveres, blandt andet lodsejere, borgere, stat, kommuner og private fonde. For det andet løses problemet ikke med én type regulering. Nogle dele af problemet løses bedst med en generel regulering, fx via en afgift, mens andre dele kræver en geografisk målrettet indsats. Det er ikke en let opgave, hvilket gør det vigtigt at komme i gang nu.

De nationale natur- og biodiversitetsinteresser består i dag af cirka 50 love med mere end 300 bekendtgørelser fordelt på en række ministerielle ressortområder. Boks 5.2 giver en helt kort omtale af planloven, som er en af de væsentligste love på området samt lidt om EU's landbrugsordninger. Desuden er der EU-lovgivningen, der består af diverse EU-retsakter med direktiverne som grundstamme, samt internationale forpligtelser, såsom Ramsar- og Biodiversitetskonventionen. Dette er blandt andet belyst i Biodiversitetsrådets seneste rapport *Mod robuste økosystemer – anbefaling til en dansk lov om biodiversitet*.⁸⁶

Boks 5.2: Centrale elementer i forvaltningen af Danmarks arealer

Planloven

Et helt centralt element i reguleringen af Danmarks arealer er planloven. Planloven danner grundlag for myndighedernes styring af Danmarks arealanvendelse, så samfundsmæssige hensyn kan tilgodeses. Det gælder fx hensyn til landskaber og natur- og miljøbeskyttelse.

I planlovens bestemmelser om zoneinddeling inddeles det danske areal i land-, by- og sommerhuszoner, hvor landzonen som udgangspunkt er reserveret til land- og skovbrug samt rekreation. Denne inddeling indebærer, at der kræves en landzonetilladelse til ændring i anvendelsen af landzonen til andet end disse formål. Det skal tilgodeses både jordbrugerhvervene samt landskabs- og naturværdier.

Planloven blev ændret i 2017, hvor en række generelle lempelser af landzonereglerne om bebyggelse i det åbne land blev gennemført. Ændringen blev gennemført for at skabe vækst og udvikling i landdistrikterne.

Det grønne Danmarkskort

Et af tiltagene i den nye planlov var et såkaldt Grønt Danmarkskort, hvor eksisterende naturområder blev kortlagt samlet for at understøtte synergier med fx vandmiljø og klima. Med en politisk aftale om planloven i 2022 er det desuden besluttet at styrke kommunernes mulighed for at gennemføre en planlægning, der kan mindske udledningen af drivhusgasser og styrke den grønne omstilling. Konkret udvides planlovens formålsbestemmelse til at omfatte klimaindsatsen på linje med vandmiljø, natur samt vækst og udvikling. Det udmønter sig blandt andet i en bekendtgørelse og vejledning for opstilling af solcelleanlæg i det åbne land.

EU's landbrugsordninger

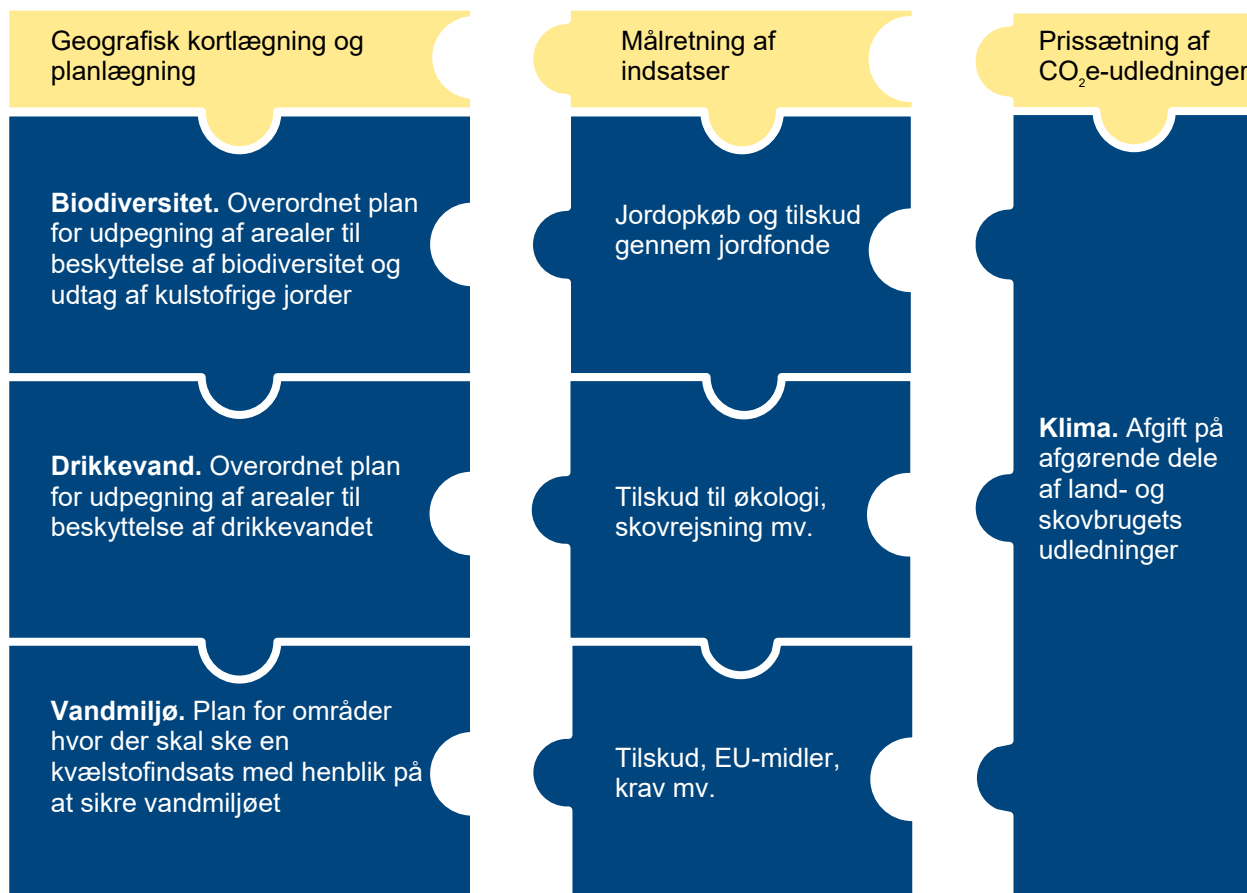
EU's landbrugsordninger har også en væsentlig betydning for anvendelsen af landbrugsarealerne. Der gives et generelt EU-tilskud til stort set alle landbrugsarealer, så der er en tilskyndelse til at opretholde en vis form for landbrugsaktivitet, også på mindre produktive eller marginale landbrugsjorder. Desuden gives der miljøbetingede tilskud i de såkaldte søjle II-ordninger, som især er målrettet opretholdelse af græsning og lignende på marginale arealer, tiltag til reduceret belastning af vandmiljøet samt tiltag til reduceret drivhusgasudledning, fx udtagning af kulstofrige jorder.

Klimarådet diskuterer principper for en samlet forvaltningsramme

Med så mange forskellige love og bekendtgørelser kan man stille spørgsmålet, om det eksisterende lovkompleks og de mange sektorspecifikke planer er hensigtsmæssigt sammensat. Opnåelsen af vores mål for klima, vandmiljø og biodiversitet er store og komplekse opgaver, og der kan være en risiko for, at de mange forskellige love gør det sværere

end nødvendigt at sikre synergi mellem de forskellige mål. Klimarådet har ikke udført en selvstændig analyse af denne problemstilling, men vurderer, at en gennemgang og samlet koordinering af lov- og regelkomplekset vil kunne bidrage til mere smidige og omkostningseffektive løsninger.

I det følgende skitseres principperne for en samlet forvaltningsramme. Det er tænkt som et indspil til en diskussion om et samlet lovkompleks, der kan gå på tværs af flere mål og på tværs af flere ministerielle ressortområder. Figur 5.3 illustrerer rammen, og de enkelte elementer diskuteres i den efterfølgende tekst.



Figur 5.3 Illustration af et bud på en samlet regulering af arealanvendelsen

Kilde: Klimarådet.

Geografisk udpegning skal tage hensyn til vandmiljø, biodiversitet og drikkevand

En drivhusgasafgift er målrettet klimaindsatsen, og den kan derfor ikke tage tilstrækkeligt hensyn til alle de andre hensyn på arealerne. Det ses tydeligt i denne analyses klimascenarie, hvor et rent klimafokus ikke hjælper meget på fx biodiversitet. Afgiften kan således ikke stå alene, men skal suppleres med andre virkemidler, der i højere grad er geografisk målrettede.

Geografisk målrettede virkemidler kræver først og fremmest en udpegning af de områder, hvor der skal tages særlige hensyn til vandmiljø, biodiversitet, drikkevand og lignende. De danske myndigheder har længe haft styr på, hvilke områder der er særligt vigtige for beskyttelsen af vandmiljøet, men det geografiske overblik halter på andre områder:

- **Biodiversitet.** Skal der tages hånd om natur og biodiversitet, kræver det, at der udpeges sammenhængende naturområder med henblik på beskyttelse. Det er netop en sådan udpegning, Biodiversitetsrådet har udarbejdet for Klimarådet til brug for denne analyse. Udpegningen bør ske på

baggrund af en national stillingtagen til biodiversiteten i Danmark og under hensyntagen til de overordnede mål fra EU.

- **Drikkevand.** Der er behov for mere detaljerede kort til at identificere de drikkevandsarealer, der skal beskyttes. Kortmaterialet, der er anvendt i denne analyse, er for generelt, og det gør arealet, der skal beskyttes, for stort. Fx findes der 118.000 hektar, hvor arealer friholdes for anvendelse af pesticider i vandindvindingsområderne i biodiversitetssceneriet, men det er uvist, i hvilket omfang det er de hektar, hvor der faktisk skal ske en beskyttelse. Mangel på det nødvendige kortmateriale gør det svært at koordinere indsatsen med andre centrale områder, som i sidste ende kan sikre den ønskede synergi.

Det Grønne Danmarkskort kan bruges som udgangspunkt

Udpegningen af arealer af særlig værdi for vandmiljø, biodiversitet og drikkevand kan forankres i en ny version af Det Grønne Danmarkskort (se boks 5.2). Kortet kan også pege på arealer, hvor jordbrugsaktiviteter og anlæg med vedvarende energi prioriteres fremadrettet. Dermed vil der være en klar samlet plan, som lodsejere, kommuner og andre aktører kan navigere efter, og som kan danne grundlag for målretning af tilskudspuljer og eventuelle understøttende aktiviteter, som tilskud til projektstyring med videre.

Tilskud og projekter skal målrette indsatsen

Et bedre geografisk overblik over de berørte arealer kan gøre det lettere at målrette indsatsen og virkemidlerne til gavn for vandmiljø, drikkevand og biodiversitet. Det sker allerede til en vis udstrækning i dag, og det er afgørende, at den indsats fortsætter baseret på et endnu bedre kortmateriale. Virkemidlerne kan rettes mod at skabe ændringer i bestemte områder eller ligefrem hos bestemte lodsejere. Nedenfor gennemgås en række virkemidler og deres fordele og ulemper:

- **Øget udtag af landbrugsjord.** Der er behov for at øge omfanget af udtag af landbrugsjord gennem flere konkrete projekter. Projekterne skal målrette en del af indsatsen til de områder og arealer, hvor effekterne på vandmiljø og biodiversitet er størst. For at sikre tempo i indsatsen skal der afsættes ressourcer; både til at gennemføre projekter ved fx at understøtte kommuner og andre projektejere, men også til opkøb af jord og tilskud til lodsejere, som gerne vil bidrage med deres egen jord. Indsatsen kan understøttes af tilskud i regi af EU's miljøordninger og de forskellige former for fonde, der allerede eksisterer.
- **Tilskud til frivillige indsatser.** Tilskud er et centralt virkemiddel, når en indsats skal målrettes. Tilskud anvendes ofte i forbindelse med frivillige ordninger, som skal kompensere for de omkostninger, som følger med, hvis man tilvælger den pågældende ordning. De er typisk medfinansieret af EU's landbrugsordninger og skal godkendes af EU-Kommissionen. I Danmark er tilskud typisk udformet sådan, at alle får det samme tilskud pr. hektar eller lignende for at vælge en given ordning. Tilskud kan målrettes geografisk, men der er behov for at udvikle modeller, der også sikrer hurtigt tilvalg fra de relevante aktører. Tilskud uddelt på grundlag af en auktionsordning kan være mere præcis i forhold til at imødekomme de enkeltes omkostninger ved at indgå i ordningen. De kan til gengæld også være administrativt mere udfordrende. Frivilligheden i tilskudsordninger gør det vanskeligt at anvende dem til at ramme et givet mål. Det tilsiger de mange erfaringer fra miljøordninger under EU's landbrugsordninger. Samtidig vil tilskud sjældent tilskynde til strukturel tilpasning, men derimod fastholde en bestemt produktionsform. Tilskud kan målrettes geografisk samtidig med, at der er behov for at udvikle modeller, der også sikrer hurtigt tilvalg fra de relevante aktører
- **Krav om brug af fx bestemte teknologier.** Krav til anvendelse af bestemt teknologi, udtagning af en andel af det dyrkede areal eller lignende er et alternativ til frivillige tilskud. Krav kan komme med eller uden kompensation. I forhold til landbruget er der en del krav knyttet til udbetalingen af den generelle EU-landbrugsstøtte, fx krav om dyrkningspligt, reduceret kvælstofdeling på marken, sprøjtejournaler eller braklægning. Der har været eksempler på forsøg på at indføre målrettede arealkrav, eksempelvis dyrkningsfri randzoner langs søer og vandløb. Men hvis krav skal indføres uden kompensation, skal de gælde for alle, hvilket gør det vanskeligt at målrette indsatsen geografisk. Et eksempel på kombination af krav og tilskud findes i kvælstofreguleringen, hvilket nævnes i Klimarådets *Statusrapport 2024*. Her bruges en model, hvor vandplanerne fastsætter geografiske miljømålsætninger, som i første omgang forsøges nået med tilskudsordninger og frivillighed. Hvis ikke målet nås, pålægges landbrugerne i området at gennemføre tiltag uden tilskud i de følgende år.

- **Betinget udbetaling af landbrugsstøtte.** En anden mulighed for at kombinere krav med økonomiske tilskyndelser er at gøre udbetalingen af landbrugsstøtten betinget af særlige tiltag. I dag pålægges alle landbrugere fx at udlægge 4 pct. af deres landbrugsareal som brak. Man kunne også forestille sig at forbyde dræning på kulstofrige jorder, eller at landbrugerne skal have en vis mængde kulstofbindende afgrøder i sædskiftet. Det gøres eksempelvis i den nye økologivejledning ved at stille krav om, at 50 pct. af afgrøderne skal være særligt kulstofbindende.

En målrettet kvælstofregulering kan med tiden erstattes af en målrettet arealregulering

Kvælstofindsatsen bør målrettes de enkelte marker. Forskere fra Københavns og Aarhus Universitet har netop færdiggjort en ny kvælstofmodel, som understøtter, at man i fremtiden kan målrette kvælstofindsatsen, der hvor der er behov for det.⁸⁷ Det kan ske helt ned på markniveau.

Landbrugsaftalen fra 2021 indebærer et politisk genbesøg af kvælstofindsatsen senest i 2024.⁸⁸ Her skal partierne bag aftalen vurdere, om den nuværende reduktion af kvælstofudledningerne stemmer overens med målene i vandrammedirektivet, og det forventes også, at partierne kigger på mulighederne i den nye kvælstofmodel. I dag er det sådan, at kvælstofreguleringen tager udgangspunkt i en gennemsnitseffekt på udvaskningen til vandmiljøet, når der fx etableres efterafgrøder, mens den faktiske effekt ikke har været kendt. Den faktiske effekt påvirkes i høj grad af nedbør, jordbundstype og sædskifte med mere.

En mere målrettet kvælstofregulering er stedspecifik og kan sikre de billigst mulige kvælstofreduktioner, men kan også understøtte en mere omkostningseffektiv klimaindsats på arealerne.

En statslig jordfond kan kompensere udtagningen af jorder

Nogle arealprojekter kan indebære værditab for de enkelte lodsejere. Der kan derfor være et politisk ønske om at kompensere disse lodsejere i forbindelse med et konkret projekt. Det kan foregå via en statslig jordfond.

I en national sammenhæng kunne en statslig jordfond opkøbe jorder, som er væsentlige for at opnå målene for vandmiljø, biodiversitet eller klima. Aktiviteterne i en jordfond kan således fx målrettes kulstofrige jorder og/eller arealer med særlig biodiversitetsinteresse. Derudover kan en statslig jordfond med fordel tænkes sammen med de eksisterende fonde, fx Den Danske Naturfond eller Klimaskovfonden, således at der findes en god arbejdsdeling mellem de forskellige typer af fonde.

En drivhusgasafgift bør være et vigtigt klimainstrument på arealerne

En vigtig drivkraft bag den klimamæssige omstilling af land- og skovbruget bør være en afgift på CO₂e-udledninger, som det også er tilfældet i alle andre sektorer. Afgiftens store fordel er, at den giver de berørte aktører et klart incitament til at nedbringe udledningerne, og at alle aktører mødes af den samme tilskyndelse til at nedbringe udledningerne.

Det er mere kompliceret at indføre en afgift i land- og skovbruget end i andre sektorer. I transporten er der fx en meget tæt sammenhæng mellem forbruget af fossile brændsler og udledningen af CO₂. Og det er administrativt let at lægge en afgift på førstnævnte. Men i land- og skovbruget er det sværere at pege på nogle helt konkrete ting, der kan pålægges en afgift, og som samtidig hænger tæt sammen med den enkelte bedrifts drivhusgasudledninger. Det er dog en opgave, der kan løses, hvilket Ekspertgruppen for en Grøn Skattereform har vist i sin rapport fra februar 2024. Ekspertgruppens model er forklaret i boks 5.3.

Boks 5.3: Hovedstruktur i ekspertgruppens afgiftsmodel

Ekspertgruppen for en Grøn Skattereform fremlagde i februar 2024 tre modeller for en drivhusgasafgift i landbruget. De tre modeller har samme struktur og adskiller sig primært fra hinanden i forhold til størrelsen på afgifter og tilskud samt kompenserende tiltag. De vigtigste elementer i strukturen er:

- Afgift på udledninger fra husdyr.
- Afgift på udledninger fra udbragt gødning og landbrugskalk på marker. Alternativt kan afgiften pålægges indirekte gennem omlægning af den direkte landbrugsstøtte.
- Afgift på udledninger fra kulstofrige jorder. I første omgang har afgiften en symbolsk størrelse på kun 10 kr. pr. ton CO₂, men den kan hæves, hvis udtagningen går for langsomt.
- Tilskud til skovrejsning.
- Tilskud til udtagning og vådlægning af kulstofrige jorder.
- Tilskud til pyrolyse (kun i to af modellerne).

Visse udledninger fra landbrugets markdrift er ikke omfattet af ekspertgruppens modeller. Blandt disse er lattergasudledning fra afgrøderester og indirekte lattergasudledninger fra udbragt gødning, som opstår via ammoniakfordampning og efterfølgende deposition af kvælstof, samt kvælstofudvaskning og afstrømning fra marken. Disse udledninger er dog allerede indirekte omfattet af kvælstofreguleringen. Endelig dækker modellerne heller ikke udledninger og optag fra skovenes kulstofpuljer, når der ses bort fra tilskuddet til at rejse ny skov.

Ekspertgruppen anbefaler tilskud frem for afgift på arealer

Det skal bemærkes, at ekspertgruppen ikke medtager en afgift på arealerne i deres forslag. Det skyldes, at de vurderer grundlaget for usikkert, og derfor foreslår de en tilskudsmodel i stedet. Men deres afgiftsmodel kan godt udvides til arealerne, når der opnås bedre viden. Det er blandt andet vist ved forslaget om en symbolsk afgift på dyrkning af kulstofrige jorder på 10 kr. Forslaget skal ses i lyset af, at frivillige ordninger baseret på tilskud historisk har haft svært ved at levere de ønskede effekter, hvilket Klimarådet bemærker i *Statusrapport 2024*. Derfor anbefaler ekspertgruppen, at man evaluerer udtagningsindsatsen senest i 2027 med henblik på at hæve afgiften, hvis indsatsen går for langsomt.

Afgiften bør gennemføres hurtigst muligt

Ekspertgruppens afgiftsmodel er ikke uden huller. Fx indeholder den ikke økonomisk tilskyndelse for skovejeren til at bevare kulstofpuljen i sin skov. Det er dog Klimarådets opfattelse, at afgiftsmodellen udgør et rigtig godt udgangspunkt for en regulering, der kan reducere udledningerne fra land- og skovbruget. Skal afgiften kunne nå at bidrage til Danmarks klimamål på 70 pct. i 2030 og de danske klimaforpligtelser over for EU, der løber i perioden til og med 2030, er det vigtigt at få gennemført afgiften hurtigst muligt. Det skyldes, at lovarbejdet og den konkrete implementering vil tage tid.

Ekspertgruppens forslag om en afgift på husdyr vil ikke bare tilskynde til teknologisk omstilling, men også til en strukturel omstilling. Det skyldes, at der skabes incitamenter til en omstilling fra animalsk produktion til vegetabilsk fødevarerproduktion. Det vil kunne have betydelige afledte effekter på arealanvendelsen i Danmark, blandt andet fordi færre arealer vil skulle bruges til at producere foder til dyr, hvilket vil reducere drivhusgasudledningerne.

Afslutningsvis skal der peges på, at en afgift kan trække i modsat retning af regeringens og EU's målsætning om en øget økologisk andel i landbrugsproduktionen, hvis de økologiske brug har færre omstillingsmuligheder end de konventionelle. Afgiften kan også give tilskyndelse til, at græsarealer med ekstensiv græsning opløjes, såfremt kulstofbinding i jorden ikke er en del af afgiftsgrundlaget. Afgiften bør derfor suppleres af anden lovgivning, som afværger sådanne uønskede effekter, fx gennem ændrede tilskud til økologisk produktion og naturpleje.

En afgift kan mindske lokale koordineringsproblemer

En samlet regulering af arealerne skal også løse de koordineringsproblemer, som kan opstå, når enkelte eller flere lodsejere står i vejen for projekter af væsentlig samfundsmæssig interesse. Et sådant projekt kan fx indebære, at visse

Klimarådet.

marker ikke længere drænes, så de kulstofrige jorder kan vådlægges. Det vil typisk involvere flere lodsejere. Der skal naturligvis være enighed om projektet blandt de involverede aktører, men erfaringer viser, at det ikke altid er tilfældet.

En afgift på jorderne kan skabe større tilskyndelse blandt alle involverede parter til at udtage flere arealer. Som nævnt foreslår Ekspertgruppen for en Grøn Skattereform, at udtagningsindsatsen skal ske ved hjælp af tilskud, men ekspertgruppen anerkender også, at der hurtigt kan blive brug for at supplere tilskud med fx en afgift. En afgift løser ikke i sig selv koordineringsproblemerne, men den kan øge chancen for, at alle lodsejere vil finde et konkret projekt rentabelt.

6. Model og data

Klimarådet ser i denne analyse nærmere på, hvordan Danmark kan opfylde forskellige politiske målsætninger på landarealet i fremtiden. Analysen gennemføres med et modelværktøj, som kan vise, graden af målopfyldelse, og hvad det koster i ændrede indtægter i land- og skovbruget, hvis arealanvendelsen ændres. Værktøjet hedder *TargetEcon* og er udviklet på Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi ved Københavns Universitet.⁸⁹

Dette kapitel er en teknisk gennemgang af modelværktøjet, de centrale forudsætninger og modellens og metodens begrænsninger.

6.1 TargetEcon-modellen

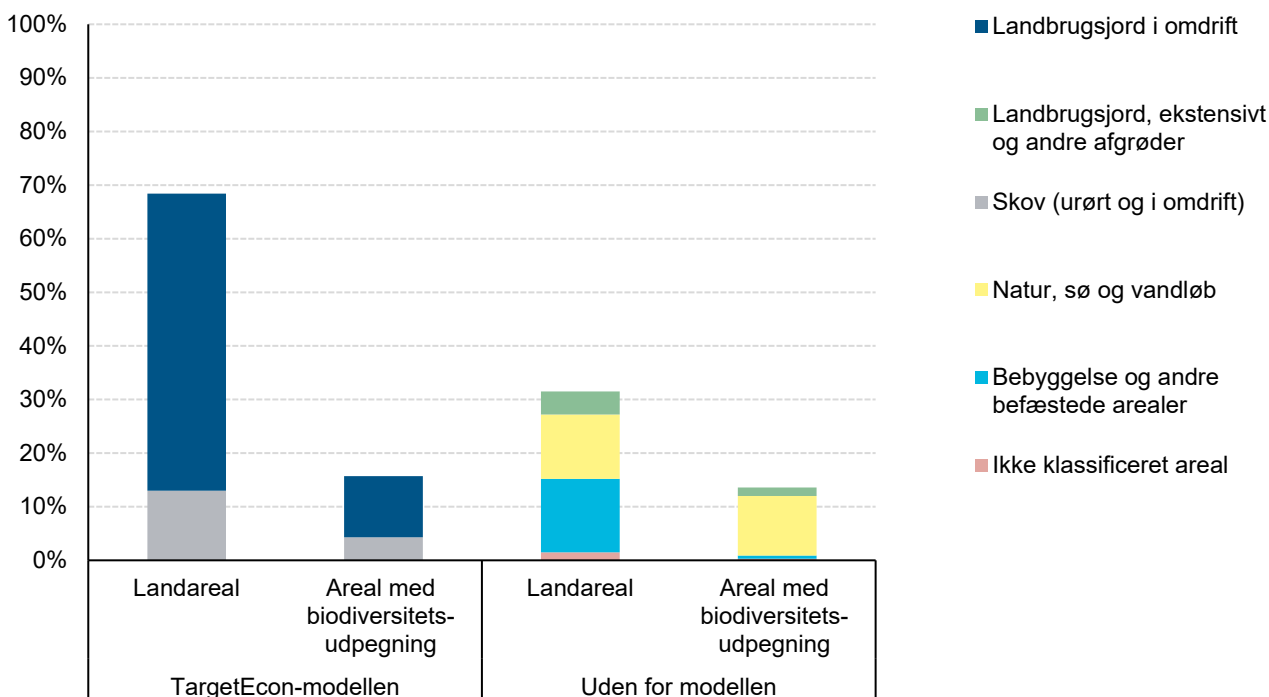
TargetEcon-modellen omfatter landbrugsjord i omdrift og al skov, både produktionsskov og urørt skov. Landbrugsarealer i omdrift er kendetegnet ved, at de – for de fleste afgrøders vedkommende – jordbehandles. Det kan fx være, at jorderne pløjes eller harves hvert år eller med jævne mellemrum. I modsætning til dette ligger nogle arealer uden for omdrift, hvilket også kaldes ekstensive arealer. De har vedvarende plantedække, og de jordbehandles ikke i længere perioder. TargetEcon-modellen behandler altså ikke disse ekstensive arealer. Arealerne i modellen er skitseret i figur 6.1.

Modellen inkluderer langt størstedelen af det danske landbrugsareal

Landbrugsarealerne i modellen udgør knap 2,4 mio. hektar. Det svarer til 92,8 pct. af det samlede danske landbrugsareal og udgør 55 pct. af Danmarks samlede arealer (markeret med mørkeblåt i figur 6.1). De ekstensive landbrugsarealer er ikke med i modellen, og de er markeret med grønt i figur 3.1. Derudover beskriver TargetEcon-modellen alle skovarealer i produktion samt urørt skov fordelt på både stats- og privatejede skovarealer i Danmark. Samlet set dækker skovarealet godt 0,5 mio. hektar og svarer til 13 pct. af Danmarks areal. Skovarealet er markeret med gråt i figur 6.1. De resterende arealer omfatter natur og bebyggelse, og de ligger alle sammen uden for TargetEcon-modellen. Disse arealer er markeret med gul, lyseblå og lyserød i figur 6.1.

Arealopgørelsen i TargetEcon-modellen tager udgangspunkt i kort fra *Basemap03*, som indeholder markkort fra 2018.⁹⁰ Beregningsenheden for landbrugsarealerne er marker med en gennemsnitlig størrelse på 4,3 hektar, mens den for skovarealer er små enheder med en gennemsnitsstørrelse på 1,6 hektar. Med konkret viden om så forholdsvis små enheder i arealanvendelsen, er det muligt at regne på synergi mellem forskellige anvendelser af arealerne.

Andel af Danmarks landareal



Figur 6.1 Danmarks areal inddelt i arealkategorier og hvordan arealerne er fordelt i og uden for TargetEcon-modellen

Anm.: Figuren viser, hvordan biodiversitetsarealet fordeler sig i og uden for modellen. Biodiversitetsarealet er udpeget af Biodiversitetsrådet for Klimarådet til brug for denne analyse.

Kilde: Opgørelse af arealer foretaget af DCE, AU på baggrund af Biodiversitetsrådet 2023 og Levin 2019.^{91, 92}

Landbrugsjord i omdrift og skov har det største klimapotentiale

Landbrugsjord i omdrift og skovene er de arealer med klart det største potentiale for klimaindsatsen i forhold til de andre arealanvendelser. Det skyldes, at disse arealer kan binde mere kulstof end de ekstensive arealer og reducere udledningen af drivhusgasser. Klimapotentialet er desuden stort, fordi arealernes udledninger primært stammer herfra i dag. Derudover er det på arealerne i omdrift, at der primært kan ske store ændringer i arealanvendelsen med den nuværende regulering. TargetEcon-modellen dækker altså både størstedelen af de danske arealer, og samtidig de arealer som har det største klimapotentiale blandt de forskellige arealer i Danmark.

Potentialet for at skabe ny natur på landbrugsarealer i omdrift og i skoven inddrages også

Analysens formål er at belyse synergien mellem klima, vandmiljø og biodiversitet. Derfor har Klimarådet anvendt et kort, som viser et eksempel på en udpegning af 30 pct. af Danmarks areal, som kunne indgå i opfyldelsen af EU's biodiversitetsstrategi. Kortet er udarbejdet af Biodiversitetsrådet. Arealet er et bud på, hvor der kunne udtages land- og skovbrugsarealer, og hvordan det kunne indgå i et sammenhængende areal med eksisterende natur.

Figur 6.1 viser, hvordan Biodiversitetsrådets udpegning fordeler sig på arealer i og uden for TargetEcon-modellen. Det fremgår af figuren, at halvdelen af de udpegede områder findes på arealer, som håndteres i modellen, og som består af mark- og skovarealer, der i dag er i intensiv produktion eller allerede står som urørt skov. Det er disse arealer, som indgår i analysens biodiversitetsmålsætning. Arealerne uden for modellen håndteres ikke videre, men det er vigtigt at huske på, at der på disse arealer også skal ske en indsats, for at de kan tælle med i de 30 pct. beskyttede arealer.

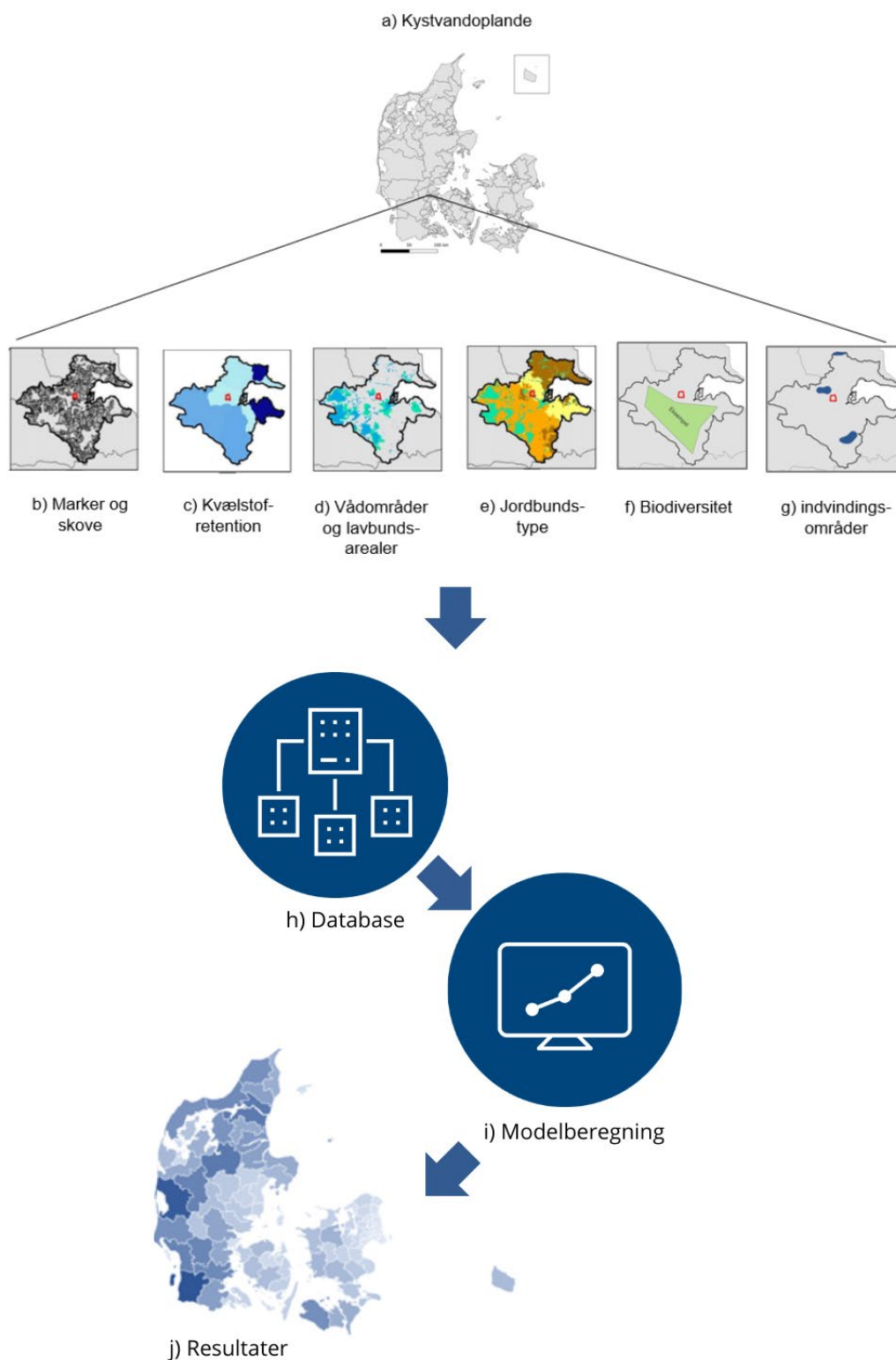
TargetEcon-modellen regner på data om specifikke aktiviteter på arealerne

TargetEcon-modellen kan beregne indtjeningen på den enkelte mark, potentialet for at anvende et bestemt omstillingselement og dettes effekt på udledningen af drivhusgasser. Det kan den, fordi modellen indeholder specifikke oplysninger om arealerne, som de så ud i 2018. Det kan være oplysninger om aktiviteten på et areal, afgrøder og skovtyper samt viden om mængden af udbragt husdyrgødning for hver mark og hvert stykke skov. Ud over de specifikke mark- og skovdata er der i TargetEcon-modellen indlagt en række andre kort med oplysninger om Danmarks arealer på et mere overordnet niveau.

Figur 6.2 viser, hvordan de mange kortdata tilsammen bidrager til en database. TargetEcon-modellen kan hive data ud fra databasen for herefter at lave en række beregninger, som resulterer i et endeligt kort. Figurens forskellige elementer er beskrevet her:

- **Kort (a)** viser, hvordan Danmark er inddelt i kystvandoplande. Kystvandoplandene refererer til opfyldelsen af EU's vandrammedirektiv, hvor der for hvert kystvandopland er fastsat et kvælstofreduktionsmål. Der er i alt 108 kystvandoplande.
- **Kort (b) og (c)** viser, hvordan et kystvandopland er inddelt i marker og skove (b) med forskellig kvælstofretention (c). Markerne og skovområder er modellens mindste niveau. Kvælstofretention er et udtryk, som bruges om jordens evne til at tilbageholde kvælstof i at nå vandmiljøet. Kvælstofretentionen angiver dermed, hvor meget kvælstof der tilbageholdes under transporten fra marken til havet. Er retentionen fx 70 pct., betyder det, at 30 pct. af det kvælstof, der udledes fra marken, ender i kystvandoplandet. Den enkelte mark (den røde firkant i kortet) får den retention tilknyttet, som gælder for det område, hvori den er placeret.
- **Kort (d) og (e)** illustrerer, hvordan vådområder og kulstofrige jorder (d) samt jordtype (e) er tilknyttet markerne. Informationen kendes kun for et større område end marken (hvilket ses af den røde firkant) i figur 6.2. Marken får tildelt en jordtype, herunder om det er en kulstofrig jord eller et område med potentiale for vådområder.
- **Kort (f)** illustrerer udpegningen af sammenhængende arealer med biodiversitetspotentiale. Arealerne kommer fra Biodiversitetsrådets udpegnings og omfatter arealer, der kunne indgå i en samlet udpegnings af 30 pct. af Danmarks areal. Arealet er kun illustreret med en grøn figur, da arealet netop er et eksempel og ikke udgør en endelig udpegnings.
- **Kort (g)** illustrerer indvindingsområderne til drikkevandsforsyningen, som tilsammen dækker et samlet areal på cirka 840.000 hektar, hvoraf de 430.000 hektar ligger i TargetEcon-modellen og indgår med varierende størrelser.
- **Database (h)** illustrerer, hvordan alle data, både de mark- og skovspecifikke og alle andre oplysninger, lægges ind i en database, hvorfra TargetEcon-modellen trækker oplysningerne til beregningen (i). Hvis man forestiller sig, at alle kortene lægges oven i hinanden, vil de kunne bruges til at give omfattende information på specifikke marker og skovstykker.
- **Modelberegning (i)**. Ud fra viden om den enkelte mark og skovstykke finder TargetEcon-modellen den løsning for arealerne, der er billigst mulig ved at vælge mellem forskellige omstillingselementer, der kan bidrage til forskellige målsætninger. Beregningsmetoden er nærmere forklaret i boks 6.1.
- **Resultater (j)** viser, hvordan modellen leverer resultater, der kan opdeles på fx kommuner, som afbilledet.

Resultaterne af modellens beregninger kan vises for hver mark og skovstykke. Men fordi der er usikkerheder forbundet med modellen, når man arbejder på så lavt et geografisk niveau, vises resultaterne for analysen ikke på mark- og skovstykniveau, men kun som summer på tværs af Danmark. Derudover præsenteres enkelte resultater i kort på kommuneniveau. Resultaterne præsenteres i kapitel 4. Modellens usikkerheder er beskrevet i slutningen af dette kapitel.



Figur 6.2 Konceptuelt overblik over TargetEcon-modellen og hvordan forskellige datalag anvendes i modellens beregninger

Kilde: Klimarådet med udgangspunkt i Termansen m.fl. 2023a og b og Hasler m.fl., 2022.^{93, 94, 95}

Modellen finder de billigste måder at opnå ønskede arealændringer

TargetEcon-modellen vælger de kombinationer af arealer og tiltag, hvor der mistes mindst indtjening i land- og skovbrugsproduktionen, samtidig med at klima-, vandmiljø og biodiversitetsmålene nås.

Eksempelvis kan man bede modellen om at reducere udledningen af kvælstof med en bestemt mængde, samtidig med at der findes en bestemt reduktion i udledningen af drivhusgasser. TargetEcon-modellen finder nu de arealer, hvor målsætningerne kan løses til lavest mulige omkostninger ved at bruge de omstillingselementer, der er lagt ind i modellen. De laveste omkostninger findes ved at vælge de omstillingselementer, der kan bidrage til flere målsætninger på en gang og placere dem geografisk der, hvor synergien er størst. I eksemplet med en reduktion af både udledningen af kvælstof til vandmiljøet og udledningen af drivhusgasser, vil omstillingselementet skovrejsning kunne bidrage til begge dele ved primært at etablere ny skov på arealer inden for kystvandområder med et kvælstofreduktionsmål. Modellens beregningsmetode er beskrevet i boks 6.1, og omstillingselementerne er beskrevet i tabel 6.1.

Boks 6.1 Arealforvaltningsværktøjet TargetEcon

TargetEcon-modellen bygger på en række kort og oplysninger hentet fra forskellige databaser. Alle data samles i en række regneark, hvor hver mark og skovareal så vidt muligt beskrives med udgangspunkt i den eksisterende aktivitet på arealet. Regnearkene indeholder også det beregnede potentiale for at anvende hvert af modellens omstillingselementer på hver mark eller hvert skovstykke, og de indeholder omkostningen ved anvendelsen af omstillingselementet samt dets effekt på miljøet. Miljøeffekten kan fx være en kvælstofreduktion til vandmiljøet, en ændret drivhusgasudledning eller en kulstofopbygning.

For hver mark og skovareal er det yderligere beskrevet, om arealet ligger inden for enten Biodiversitetsrådets kort eller inden for vandindvindingsområderne. Arealets geografiske placering og kvælstofretentionen er også beskrevet. Kvælstofretention er jordens evne til at tilbageholde kvælstof, så det ikke udledes til fjorde og indre danske farvande.

TargetEcon-modellen kan nu anvendes til at beregne, hvilke omstillingselementer der skal anvendes på hvilke marker og skovarealer for billigst muligt at opfylde analysens målsætninger. Modellen er forenklet fremstillet i ligningen nedenunder. Modellen er yderligere beskrevet i Hasler m.fl. 2022.⁹⁶

$$\min \sum_i \sum_o C_{i,o}(x_{i,o}) \text{ st. } \sum_o x_{i,o} \leq 1 \text{ og } \sum_i \sum_o E_{i,o} * P_{i,o} \geq T_m$$

TargetEcon-modellen minimerer summen af omkostninger, C , på tværs af hver enkelt mark og skovareal, i , ved at anvende omstillingselementet o . Omkostningerne skal minimeres under opfyldelse af målsætningerne, T_m .

Målsætningerne beregnes ved effekten, E , og potentialet, P , for hver mark og omstillingselement. TargetEcon-modellen holder øje med, at der på hvert areal kun anvendes et omstillingselement ved funktionen x .

Målsætningerne i modellen er sat ind som begrænsninger og er dermed styrende for valget af omstillingselementer, geografisk placering og omkostninger. Målsætningerne i analysen, $T_m = \{T_N, T_{Skov}, T_{CO_2}, T_{USkov}\}$, som kan kombineres på forskellig vis, hvor N er et kvælstofmål, $Skov$ er mål for skovrejsning, CO_2 er klimamålet, og $USkov$ er mål for urørt skov.

Bemærk, at opfyldelse af mål om biodiversitet lægges ind som et krav om, at alle hektar inden for Biodiversitetsrådets kort skal tages ud af produktion, landarealer såvel som produktionsskov. Kort med vandindvindingsområder lægges ind i TargetEcon-modellen, og det beregnes, hvor meget af arealet i hvert scenarie der tages ud inden for dette kort. Der optimeres således hverken direkte på biodiversitet eller vandindvinding. Kort og målsætninger er yderligere beskrevet i kapitel 3.

6.2 Omstillingselementer i analysen

Arealændringer kan være midlertidige eller permanente

I TargetEcon-modellen indgår en række omstillingselementer, som ændrer arealanvendelsen midlertidigt eller permanent. Fx er efterafgrøder kun en midlertidig ændring, fordi den er etårig, mens skovrejsning er en permanent ændring af arealanvendelsen. Omstillingselementerne kan enten implementeres på landbrugsarealer i omdrift, det vil

sige de arealer, der anvendes aktivt til produktion af fødevarer, foderafgrøder og biomasse eller på arealer med produktionsskov. Tabel 6.1 viser, hvilke omstillingselementer analysen indeholder.

Tabel 6.1 Omstillingselementer i modellen fordelt på midlertidige og permanente ændringer

Omstillingselementer på landbrugs- og skovbrugsarealer i omdrift	
Midlertidig ændring	Permanent ændring
1. Efterafgrøder	8. Permanent udtag af areal til græs
2. Mellemafgrøder	9. Permanent udtag af areal til biodiversitetsformål
3. Tidlig såning	10. Skovrejsning
4. Reduceret anvendelse af kvælstofgødning	11. Udtag af kulstofrige jorder (oversvømmelse og permanent græs)
5. Randzoner	12. Genskabelse af vådområder
6. Flerårige energifgrøder	13. Minivådområder
7. Kortvarigt udtag af areal	14. Udtag af eksisterende produktionsskov til urørt skov

Anm.1: Permanent udtag af areal til biodiversitetsformål er arealer, hvor al produktion ophører, og vegetationen får lov til fx springe i skov eller udvikle sig til et vådområde.

Anm. 2: Det har med den valgte model ikke været muligt at inddrage skovrejsning på kulstofrige jorder, da der er betydelig usikkerhed omkring effekten.

Kilde: Klimarådet baseret på Termansen m.fl. 2023.⁹⁷

De forskellige omstillingselementer kan ikke anvendes samtidigt på den samme mark eller skovareal. Det vil sige, der kan ikke både være efterafgrøder og en reduceret tildeling af kvælstofgødning. Dette er en begrænsning ved modellen, som dog ikke er afgørende for resultaterne. Det skyldes, at det i de fleste tilfælde ikke vil være omkostningseffektivt at kombinere omstillingselementer frem for at vælge nye arealer.

Modellen kan opdele marken, så kun dele af marken tages ud til fx randzoner eller vådområder, mens resten anvendes til fx fortsat landbrugsproduktion med efterafgrøder.

Hvorvidt TargetEcon-modellen udvælger det ene eller det andet omstillingselement på den enkelte mark eller skovareal afhænger af tre ting:

1. Omkostningerne ved at anvende omstillingselementet.
2. Tiltagets potentiale.
3. Tiltagets effekt på hver enkelt af analysens målsætninger. Jo flere målsætninger et tiltag bidrager med, jo billigere bliver det samfundsøkonomisk at opfylde en samlet pakke af målsætninger.

Omstillingselementernes betydning for miljø, natur og klima varierer på tværs af Danmark

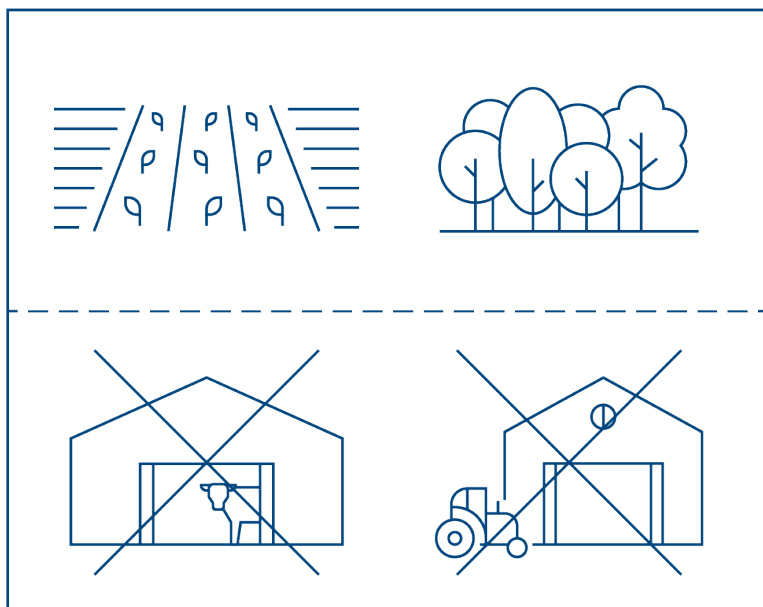
Omstillingselementerne har forskellige betydninger for klima, kvælstofudvaskning, biodiversitet og drikkevand. Det skyldes dels, at omstillingselementerne bidrager forskelligt til forskellige målsætninger, fordi de er fundamentalt forskellige. Og dels skyldes variationen, at effekten af omstillingselementet afhænger af, hvor i landet omstillingselementet er i brug. Modellen tager hånd om, at effekten varierer fx afhængigt af, om marken ligger i et kystvandområde med et kvælstofmål, om jorden er en sand- eller lerjord, om der udbringes husdyrgødning på arealerne og afhængigt af jordens evne til at tilbageholde kvælstof i at nå vandmiljøet. På samme måde bidrager udtag af produktionsskov til urørt skov forskelligt med kulstofoptag afhængigt af skovens alder og typen af træer. For hver mark

Klimarådet.

og skov er det i modellen opgjort, hvorvidt der er potentiale for at anvende hvert af modellens omstillingslementer. Effekten på de forskellige målsætninger i modellen og deres omkostninger er også beregnet. Opgørelse af potentiale og effekter er beskrevet i Termansen m.fl.⁹⁸

De drivhusgasudledninger, som indgår i TargetEcon-modellen, inkluderer kun de direkte effekter relateret til produktionsarealerne. Dette er illustreret i figur 6.3. De øverste to figurer illustrerer omkostninger, udledninger og arealer, der er med i TargetEcon-modellen. Det betyder, at modellen i grove træk medregner drivhusgaseffekter fra arealændringer 1) en ændret kulstofbalance i og over jorden, 2) en ændret lattergasudledning fra planterester og gødning og 3) en ændret udledning af metan fra kulstofrige jorder. Se mere i Termansen m.fl.⁹⁹

De to figurer nederst i billedet viser de omkostninger og udledninger, der ikke er med i TargetEcon-modellen. Det omfatter omkostninger og udledninger i forbindelse med stald og gødningslager samt udledninger i forbindelse med brændstofforbrug. Opgørelsen af drivhusgasser omfatter således ikke udledninger i forbindelse med husdyrproduktionen, hverken metan fra stald og lager eller metanudledningen fra udbringning af husdyrgødning på marken. De omfatter heller ikke udledning af CO₂ i forbindelse med forbrug af brændstof. Derudover er udledningerne ligeledes afgrænset til de direkte udledninger, således at udledninger i forbindelse med fx produktion af kunstgødning og dyrkning af foder uden for Danmarks grænser ikke er taget med.



Figur 6.3 Illustration af hvilke arealer, drivhusgasudledninger og omkostninger der er med i TargetEcon-modellen

Kilde: Klimarådet.

6.3 Omkostninger

En ændring af arealanvendelsen er typisk forbundet med en omkostning. Eksempelvis kan der være omkostninger forbundet med at tage landbrugsjord ud af drift, fordi der herefter ikke tjenes penge på den produktion, der før fandt sted på arealet. Dette afsnit uddyber, hvilke omkostninger der er med i analysen.

Analysen beregner omkostningen ved ændring i arealanvendelsen

Omkostningen ved at ændre arealanvendelsen på det enkelte areal, opgøres som forskellen i indtjening mellem den gamle og den nye aktivitet. Forskellen i omkostning mellem de to aktiviteter kaldes alternativomkostningen.

Alternativomkostningen dækker over en mistet indtjening i fremtiden ved ændret arealanvendelsen. Eksempelvis har landbrugeren ikke længere en afgrøde at sælge fra arealet, hvis et areal med vårbyg tages ud til brak. Dermed mistes en indtjening for landbrugeren. Hvis vårbyg til gengæld udskiftes med skovproduktion gennem et skovrejsningsprojekt, opnås en indtjening fra salg af træprodukter.

Ud over ændret indtjening fremover kan der også være omkostninger i forbindelse med prisen for etablering og vedligeholdelse af fx et brakareal eller andre nye anvendelser. Men omkostningen ved forvaltningen af arealerne, som udlægges til biodiversitetsformål, er ikke medtaget i beregningerne. Det skyldes, at der ikke aktuelt er tilstrækkelig afklaring af, hvordan – og i hvilket omfang – denne forvaltning skal foregå. For eksisterende lysåbne naturtyper, som er afhængige af græsning, er omkostningerne tidligere estimeret til godt 2.000 kr. pr. hektar, men denne omkostning er sandsynligvis ikke repræsentativ for fremtidige naturarealer, idet den fremtidige forvaltning af disse arealer ikke kendes. Biodiversitetsrådet ser på dette i deres kommende rapport.¹⁰⁰

Omkostningerne knyttet til de enkelte omstillingslementer er beregnet på mark- og skovstykkenniveau i modellen og er yderligere beskrevet i Termansen m.fl.¹⁰¹

For hver mark indgår den gennemsnitlige indtjening fra dyrkning af den specifikke afgrøde på marken i perioden 2013-2017. Priserne er justeret til 2023-prisniveau. Indtjeningen er således specifik for marken og de afgrøder, der har været på marken i den femårige periode. For et areal med skov i udgangspunktet gælder derimod, at omkostningen ved at lægge skoven urørt blandt andet er baseret på den forventede indtjening af træproduktion, som ejeren går glip af, ved at skoven går fra at være produktionsskov til urørt skov. Der indgår ikke de omkostninger, der måtte være i forbindelse med en påvirkning af husdyrproduktionen eller andre udgifter på bedriften. Således indgår udelukkende udgifter og indtægter i forbindelse med dyrkning af afgrøder og skovproduktion. I figur 6.3 er det illustreret, hvilke omkostninger der indgår i opgørelsen af omkostninger i denne analyse, og hvilke der ikke gør.

Alle omkostninger opgøres i markedspriser

Alle omkostninger i analysens model er opgjort som den ændrede indtjening uden skatter, afgifter og tilskud. Det kaldes faktorpriser. Faktorpriserne omregnes herefter til markedspriser ved anvendelse af nettoafgiftsfaktoren, som viser andelen af det danske forbrug, der består af indirekte skatter og afgifter, fx moms. Derved fås en værdi, som kan sammenlignes med den udgift, forbrugeren er villig til at betale for et markedsgode.

Analysen sikrer, at alle økonomiske nøgletal er sammenlignelige med nutidens prisniveau

Nogle priser skal justeres til 2023-niveau, fordi modellens data er historiske gennemsnit. Alle priser reguleres derfor til 2023-prisniveau ved brug af en såkaldt BVT-deflator. BVT-deflatoren er baseret på bruttoværditilvæksten (BVT), som beskriver den samlede værditilvækst i samfundet og er en måde at justere for den historiske prisudvikling. Deflatoren stammer fra Energistyrelsens samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger. Da forudsætningerne er udgivet før den markante stigning i inflationen i 2022, korrigeres indekset på kort sigt på baggrund af *Økonomisk redegørelse marts 2023*.¹⁰²

Omkostningerne opgøres som direkte omkostninger

Omkostningerne, der opgøres i analysen, kaldes de direkte omkostninger. De består som nævnt af den tabte indtjening ved en ændring i arealanvendelsen og er baseret på de nuværende priser på input, kapital og arbejdskraft, fødevarer og træprodukter. Priserne er opgjort i markedspriser og fremskrevet til 2023-prisniveau. Omkostningerne tager priserne for givet og tager dermed ikke højde for, at ændret arealanvendelse potentielt kan påvirke salgsprisen på fødevarer eller lønniveauet i landbruget.

Arealomlægningen medfører samfundsmæssige gevinster, som heller ikke modregnes i omkostningerne i denne analyse. De potentielle gevinster knytter sig til det ændrede kulturlandskab, herunder gevinster for blandt andet bedre vandmiljø, rekreativ værdi af urørte skove og anden natur og øget biodiversitet. Disse gevinster har alle en samfundsøkonomisk værdi, som ville reducere de samlede omkostninger betragteligt, hvis de blev medregnet. Hvis der blev udført en fuld samfundsøkonomisk analyse, hvor der er sat pris på alle effekter (en såkaldt benefit-cost-analyse), ville alle positive og negative effekter skulle medtages. Dette har ikke været formålet her.

I beskrivelsen af analysens resultater opgøres omkostningerne også pr. ton CO₂e. Dette er den samlede direkte omkostning ved scenariet divideret med det reducerede antal ton CO₂e. Det er, som følge af ovenstående, vigtigt at være opmærksom på, at der i tillæg til denne omkostning leveres en række miljø- og naturforbedringer, som giver befolkningen en positiv nytte.

Ekspertgruppen for en grøn skattereform omtaler omkostningen pr. ton reduceret CO₂e for en skyggepris, og beregner denne både med og uden opgørelse af gevinsterne ved bedre miljø og øgede rekreative muligheder. Når disse effekter regnes med, reduceres skyggeprisen i deres model 1, hvor der opnås en drivhusgasreduktion på 5,9 mio. ton CO₂e i 2045, fra 450 kr. pr. ton CO₂e til 150 kr. pr. ton CO₂e. Det svarer til, at de positive gevinster i forbindelse med reduktion af udledningen af kvælstof, ammoniak og rekreation bidrager med en gevinst på 770 mio. kr. pr. år.¹⁰³

6.4 Kulstofeffekter

Jorden indeholder store mængder kulstof. Kulstoffet er bundet i jordens organiske materiale, og det udledes og bindes, når det organiske materiale nedbrydes eller opbygges. Denne balancen mellem nedbrydning og opbygning udgør jordens kulstofbalance. Så fx når denne balance hælder til større nedbrydning end opbygning, så er jorden en kilde til en CO₂-udledning, som optræder i vores drivhusgasregnskab.

Når der laves ændringer i arealanvendelsen, kommer der over tid en ny kulstofbalance i jorden. Det sker, fordi en ny afgrøde måske opbygger mere kulstof end den tidligere, og så kommer der langsomt en ny kulstofbalance i jorden. Kulstofbalancen i jorden indfinder sig typisk i løbet af de første 20 år.¹⁰⁴ Det betyder, at efterafgrøder, der etableres i dag, har betydning for udledningen af drivhusgasser i 2030, men ikke i 2050, hvor de ikke længere optager betydelige mængder af CO₂, i forhold til hvad de udleder igen. Derimod skal der regnes med en udledning af CO₂, hvis driften med efterafgrøderne stopper. Det skyldes, at jorden igen vil gå mod en ny kulstofbalance, som i dette eksempel lagrer mindre CO₂. Når driften lagrer mindre kulstof i jorden, end der omsættes, betyder det, at der samlet set udledes CO₂ fra jorden, indtil en ny balance indfinder sig.

I Klimarådets analyse regnes på kulstofeffekter i 2050. Stien fra i dag til 2050 regnes som lineære ændringer mellem årene. Det vil sige, at der ikke er taget højde for det specifikke kulstofoptag i skoven eller i jorden i et givent år, men i et gennemsnit over den specifikke periode. Dette er beskrevet i boks 6.2.

Boks 6.2: Kulstofeffekter i analysen¹⁰⁵

Generelt antages det, at implementeringen af omstillingselementer sker løbende i den periode, scenarierne afspejler. Det er en nødvendig antagelse, fordi kulstofeffekten forbundet med mange omstillingselementer afhænger af, hvilket tidsperspektiv omstillingselementet ses i. Fx ændres kulstofeffekten fra skovrejsning over tid, og derfor afhænger klimaeffekten i et givent år af, hvornår skovrejsningen er foretaget. Antagelsen er ikke et udtryk for Klimarådets holdning til, hvilken implementeringssti scenarierne skal følge, men en nødvendig modelforudsætning.

Skovrejsning

Skovrejsning opbygger kulstof i jorden og i træerne. Der er store forskelle på, hvor meget kulstof skoven opbygger hen over sin levetid. Analysen tager hånd om klimaeffekten ved skovrejsning ved at forudsætte, at skovrejsningsindsatsen sker løbende i perioden, og altså ikke alt sammen på en gang. Det betyder, at etableringen sker med en tredjedel hvert tiende år i perioden fra i dag til 2050. Forudsætningen betyder, at når analysen regner fra 2018-2050, bruges der en gennemsnitlig klimaeffekt for denne periode.

Udtag af skov til urørt skov

Når produktionsskov lægges urørt, spares klimaet på kort sigt for, at træet i skoven fældes, og at kulstoffet, som er bundet, frigives. På lidt længere sigt vil tilvæksten i skoven være aftagende. Til denne analyse beregnes klimaeffekten og de økonomiske konsekvenser ved udlægning af urørt skov efter disse fire principper:

1. Hvis det forventes, at der ville være blevet fjernet træ fra skoven i perioden, så regnes det som en sparet udledning.
2. Hvis skovens alder gør, at skoven når et økonomisk optimalt tidspunkt for at fjerne træet i perioden, så regnes hele skovens kulstoflager som en sparet udledning.
3. Hvis skoven ville være blevet ryddet i perioden og tilplantet igen med opbygning af nyt kulstoflager, så medregnes det tabte kulstoflager også.
4. Hvis skoven består af nåletræer, så regnes der med, at der bliver gennemført en såkaldt klargøringshugst. Det gøres for at fjerne uønskede oversøiske arter såsom sitkagran. Baseret på praksiserfaringer fra Naturstyrelsen regnes der med en 30 pct. fjernelse af træerne ved udlægning og en tilsvarende reduktion i kulstoflageret.

Kulstof i jord ved andre omstillingselementer end skov

Flere af omstillingselementerne bidrager til ophobning af kulstof i jorden. Men det er ikke en proces, der bliver ved. Det nye klimavirkemiddelkatalog for landbrug viser, at hovedparten af kulstofændringerne i jorden sker de første 20 år efter ændringen af landbrugsdriften (Andersen m.fl. 2023).¹⁰⁶ Det antages derfor, at kulstofeffekten fortsætter i 20 år, hvorefter jorden opnår en balance.

Vi antager, at omstillingselementerne med en kulstofeffekt i jorden etableres løbende hen over hele perioden fra i dag til 2050, hvorefter effekten beregnes frem til 2050. Det betyder, at etableringen sker med en tredjedel hvert tiende år i perioden fra i dag til 2050. Det antages også, at kulstofeffekten i jord fortsætter i en 20-årig periode fra etablering. Det betyder, at effekterne kun tæller med to tredjedele effekt i 2050.

Arealerne kan også have en betydning for drivhusgasreduktionen

Det er ikke alle arealer, der har lige gode muligheder for at binde kulstof. Derfor er det heller ikke helt uden betydning for klimaindsatsen, hvor fx landbrugsarealerne bliver udtaget. De mere produktive arealer og de jorder, der mere effektivt kan binde kulstof, vil alt andet lige have en større betydning for klimaet. Hvis en skov fx vokser under gode jordbunds- og klimavilkår, vil den gro hurtigt og dermed binde meget kulstof pr. år med direkte betydning for klimaregnskabet. Men analysens resultater viser tydeligt, at det geografiske hensyn er mindre betydningsfuldt for klima end andre hensyn.

Data for de kulstofrige jorder er ved at blive opdateret

Jorder med et højt indhold af kulstof kaldes kulstofrige jorder eller lavbundsjorder, og de udleder store mængder af CO₂ over tid. Det sker i en mineraliseringsproces, hvor mikroorganismene i jorden nedbryder det organiske materiale, hvilket frigiver CO₂. Processen går hurtigere, hvis der er ilt til stede, og det er tilfældet, hvis jorden drænes for vand og pløjes. Derfor er det en vigtig del af landbrugets omstilling, at disse kulstofrige jorder bliver udtaget fra omdrift og oversvømmet, så udledningerne kan reduceres.

TargetEcon-modellen tager ikke udgangspunkt i den nyeste opgørelse af kulstofrige jorder fra december 2023. Derimod tager brugeren modellen en opgørelse baseret på målinger i 2010-11.

I det ældre kort har antallet af kulstofrige jorder frem til 2023 været sat til 171.603 hektar. I det nye kort er antallet af kulstofrige jorder nedjusteret til 116.802 hektar. Nedjusteringen er sket som følge af dels øget mineralisering og dels en forbedring af målemetoden.¹⁰⁷

Nedjusteringen i antallet af kulstofrige jorder ændrer alt andet lige potentialet for udtag i dag og fremover og dermed også på potentialet for udtag af kulstofrige jorder i Klimarådets analyse. I boks 6.3 er det beskrevet, hvordan Klimarådet håndterer ændringen i arealet med kulstofrige jorder i analysen.

Ud over en ændring i antallet af kulstofrige jorder forventes det også, at udledningen fra den enkelte kulstofrige jord skal opdateres. Det hedder emissionsfaktoren. De nye emissionsfaktorer var endnu ikke offentliggjort i afslutningen af Klimarådets arbejde med modelberegningerne til denne analyse, men emissionsfaktorerne er opdaterede i denne analyse ud fra fremgangsmåden beskrevet i Klimarådets *Statusrapport 2024*. I boks 6.3 er det også beskrevet, hvordan vi tager højde for en ændring i emissionsfaktorerne.

Ny data om kulstofrige jorder spiller ingen rolle for hovedkonklusionerne

Udtagning af kulstofrige jorder har effekt for klimaet, for kvælstofudledningen og for biodiversitetsmålet. I flere af analysens scenarier kommer de kulstofrige jorder i konkurrence med andre drivhusgasreducerende omstillingselementer, som efterafgrøder og skovrejsning. En ændring i emissionsfaktorer for de kulstofrige jorder vil derfor ændre på, hvor attraktive de forskellige omstillingselementer er i forhold til hinanden, men ikke i en grad hvor der vil ændres på analysens konklusioner. Ændringerne formodes desuden ikke at have indflydelse på kvælstofeffekterne ved udtagning af de kulstofrige jorder.

På bagkant af modellens optimering justeres arealerne med kulstofrige jorder på baggrund af de nye data, samtidig med at udledningerne justeres med udgangspunkt i forventningerne til de kommende justeringer, jf. boks 6.3.

Boks 6.3: Antallet af kulstofrige jorder i analysen

I slutningen af 2023 udgav Beucher m.fl. (2023) et opdateret kort over Danmarks kulstofrige jorder og en tilhørende dokumentationsrapport.¹⁰⁸ Kortet kaldes for *Tørv2022* og erstatter det hidtil anvendte kort med kulstofrige jorder, *Tekstur2014*. På baggrund af det nye kort har Gyldenkærne & Callisen (2024) udarbejdet et notat om konsekvenserne for udledningerne fra de kulstofrige jorder.¹⁰⁹ Tallene i denne boks bygger på dette notat og tilhørende bilag.

Nedskrivningen af arealet med kulstofrige jorder betyder, at potentialet for at tage areal med kulstofrig jord ud med klimaeffekt reduceres, både i dag og i fremtidige år (jf. tabel 6.2).

Tabel 6.2 Arealet med kulstofrige jorder fremskrevet i både historiske og i fremskrevne år (uden udtagningsordninger)

	Arealer med kulstofrige jorder, hektar					Ændring pr. år	
	1990	2022	2030	2040	2050	2022-30	2030-40
Dyrket jord, 6-12% OC	75.897	28.217	19.571	13.865	8.159	-1.081	-571
Dyrket jord >12 pct. OC	52.502	10.741	9.726	8.870	8.014	-127	-86
Vedvarende græsarealer, 6-12% OC	36.038	43.000	33.834	26.710	19.585	-1.146	-712
Vedvarende græsarealer >12 pct. OC	48.636	34.844	33.246	31.913	30.580	-200	-133
I alt	213.073	116.802	96.377	81.357	66.338	-2.553	-1.502

Anm.: Fremskrivning til 2050 er Klimarådets egne beregninger med udgangspunkt i samme nedskrivning som i perioden 2030-40.

Kilder: Gyldenkærne, S. & Callisen, L.W. 2024 samt Beucher m.fl., 2023.^{110, 111}

Opgørelsen af kulstofrige jorder i TargetEcon-modellen er, som tidligere beskrevet, baseret på det gamle kort med kulstofrige jorder, *Tekstur2014*. Dermed skal kortet ideelt set opdateres til det nye *Tørv2022*. Det har dog ikke været muligt inden for projektets tidsramme at foretage en opdatering med det nye *Tørv2022*, og derfor er der på bagkant foretaget en justering af analysens scenarieresultater.

I tabel 6.3 er de kulstofrige jorder i modellen justeret og fremskrevet på baggrund af *Tørv2022*. Derefter er arealet fremskrevet til 2030 og 2050 på baggrund af samme nedskrivningsfaktorer som i tabel 6.2.

Tabel 6.3 Arealudviklingen for de kulstofrige jorder i TargetEcon-modellen i 2030 og i 2050

	2022	2030	2050
	Hektar	Hektar	Hektar
<6 %	2.255.766	2.265.428	2.278.551
6-12 %	30.592	21.946	10.533
>12 %	11.987	10.972	9.261
>6 %	42.579	32.918	19.794
Total	2.298.345	2.298.345	2.298.345

Anm.1: Arealet i 2050 er fremskrevet med samme nedskrivningsfaktor som for perioden 2030-2040.

Anm. 2: I TargetEcon-modellen indgår kun arealer i omdrift. Tallene i tabellen er derfor kun sammenlignelige til rækkerne i tabel 6.1 med dyrket jord. Tallene er dog ikke fuldstændig sammenlignelige, da der er anvendt forskellige baggrundskort.

Kilder: Opgørelse af arealer på baggrund af Levin 2019 og Beucher m.fl., 2023.^{112, 113}

I analysens scenarier antages det, at der sker en hurtig udtagning af kulstofrige jorder, hvor antallet af kulstofrige jorder i 2022 kan udtages. Her er potentialet 42.579 hektar. Hvis der i scenariet er taget mere areal ud med kulstofrige jord, end det er muligt, nedjusteres summen til 42.579 hektar, og det overskydende areal overgår til permanent udtag af mineraljord (jorder med mindre end 6 pct. kulstofrigt indhold).

Opdatering af emissionsfaktorer og beregning af klimaeffekter fra udtag af kulstofrige jorder

Opdateringen af kortet med kulstofrige jorder er ét ud af tre projekter, der er igangsat af Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet. De andre to projekter omhandler udarbejdelse af nyt grundvandskort, som forestås af De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS), og etablering af nye emissionsfaktorer for de kulstofrige jorder, som forestås af Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug (DCA). Grundvandskortet er udarbejdet og skal indgå i opdateringen af emissionsfaktorerne, da disse afhænger af vandstanden på den enkelte mark. I analysen opdateres emissionsfaktorerne ud fra de følgende tre punkter:

1. Emissionsfaktorerne for omdrifts- og græsarealer slås sammen, da opgørelsen af emissionsfaktorerne fremadrettet vil blive afgjort af vandstanden i marken. Det betyder, at der ikke vil være en effekt af at tage kulstofrige jorder ud af omdrift uden at oversvømme dem.
2. Emissionsfaktorerne for kulstofrige jorder med et organisk indhold på henholdsvis 6-12 pct. og >12 pct. vil fremadrettet være ens, da der i laboratorieforsøg ikke er fundet statistisk signifikante forskelle i udledningerne. Hidtil har det været antaget, at udledningen pr. hektar fra jorderne med 6-12 pct. organisk indhold udgjorde halvdelen af udledningen for jorderne med >12 pct.
3. Udledningen fra jorder med >12 pct. reduceres med 15 pct. i forhold til i dag som følge af nye beregningsmetoder. Her inddrages middelvandstanden, og der anvendes en ikke-lineær emissionsmodel.

Ændringen af emissionsfaktorerne har betydning for scenariernes klimaeffekt. Klimaeffekten justeres derfor på bagkant i Klimarådets analyse ved at følge de tre trin ovenfor. Overordnet set betyder ændringerne, at udledningen for de kulstofrige jorder er mindre.

6.5 Usikkerhed

TargetEcon-modellen samler en lang række geografisk detaljerede informationer, der gør det muligt at analysere arealanvendelsen helt ned til den enkelte mark og skovstykke. Alligevel kan modellens resultater ikke betragtes som en gengivelse af situationen ude i landskabet og på den enkelte mark. Det skyldes, at modellen ikke kan tage højde for hele variationen i omkostninger, effekter og potentialer.

Modellen kan ikke sige noget om husdyrproduktionen

Analysen ser kun på den specifikke indtjening ved afgrøde- og skovproduktionens og ikke sammenhængen med husdyrproduktionen og den samlede bedrifts omkostninger og investeringer. Det vil sige, at det antages implicit i modellen, at ændringer i arealanvendelsen, som fx udtag af areal fra landbrugsproduktion, ikke ændrer på antallet af husdyr i stalden.

Udtag af areal fra produktion kan have økonomiske konsekvenser for den enkelte landbrugsbedrift, hvis der mangler areal til udbringning af gødning (givet det såkaldte harmonikrav) og til produktion af foder. Der kan altså være nogle løsninger, som er billigere eller dyrere, set fra landbrugerens perspektiv, end antaget i modellen. Sammenhængen mellem arealet og husdyrproduktionen diskuteres i kapitel 5.

Skov- og landbrugsvirksomheder optimerer på virksomhedsniveau og ikke på det enkelte areal

De enkelte marker og skovstykker er ikke tænkt ind i en helhed i modellen. Det vil sige, at der potentielt kan være en effekt af at ændre arealanvendelsen på en mark over til en anden, som ikke bliver fanget i scenarierne. Et eksempel kunne være, at der tages et landbrugsareal ud af produktion, hvilket for den specifikke jordejer betyder, at et mindre areal ved siden af bliver dyrere at opdyrke. Der vil komme til at mangle sammenhæng i bedriftens arealer. Men det vil ikke ændre på den generelle sammenhæng mellem de forskellige målsætninger om klima, vandmiljø og biodiversitet, som er det, analysen undersøger. Modellen fanger altså de synergier og trends, som analysen vil undersøge, mens der kan være variation på den enkelte mark og skovstykke i forhold til praksis.

Et andet eksempel er, at der ved udtag af et areal skabes grobund for bedre natur og biodiversitet, men det kræver udtag af nærliggende arealer, hvis der skal skabes sammenhængende naturarealer. Det kan modellen ikke tage højde for. I analysens biodiversitets- og vandmiljøscenarie arbejdes der derfor også ud fra et i forvejen udpeget areal for at skabe de nødvendige landskabelige sammenhænge.

Arealanvendelsen påvirker resten af Danmark – ikke mindst energisektoren

TargetEcon-modellen er en partiel model, der udelukkende ser på land- og skovbrugets arealer i omdrift. Der er dog en lang række andre aktiviteter, som påvirkes, når arealanvendelsen ændres. Fx vil store arealer til skovrejsning bidrage til øget produktion af biomasse i form af restprodukter, som kan få betydning for varmeforsyningssektoren og påvirke potentialet for pyrolyse. Et stort udtag af landbrugsareal til skovrejsning begrænser muligheden for opsætning af solcelleanlæg på land og påvirker dermed også energisektoren. Derudover ses der ikke på effektiv anvendelse af arealerne i forhold til fx bioraffinering, der også påvirker energisektoren.

Klimarådet ser nærmere på nogle af disse sidestrømme i en kommende rapport med scenarier for opnåelse af Danmarks klimamål i 2050.

Jordpriserne vil ændre sig

De økonomiske effekter omfatter ændret indtjening fra arealerne. Den ændrede indtjening på arealerne har stor betydning for jordprisen, dvs. den værdi jorden kan sælges til efter arealændringerne, idet den ændrede indtjening vil sætte sig i jordprisen. Da den anvendte model er en partiel model, er det ikke muligt at tage højde for de adfærdændringer, der vil ske på markedet fremadrettet som følge af analysens arealændringer. Arealændringerne vil eksempelvis påvirke husdyrtætheden, herlighedsværdier og efterspørgsel efter alternative anvendelser af jorden, fx solcelleparker eller bebyggelse. Derfor vil jordprisen sandsynligvis blive påvirket forskelligt på tværs af geografi afhængigt af arealernes mulige fremtidige anvendelse.

Noget data er meget detaljeret mens andre er groft

Kort- og datalag afspejler langt hen ad vejen den enkelte mark og det enkelte skovareal. Men der er også en række informationer, som er givet på grundlag af et højere aggregeringsniveau, eller som er beregnet ud fra en række andre oplysninger. Det handler blandt andet om forbruget af kunstgødning, indtjeningen pr. afgrødetype og hektaromkostninger for de enkelte omstillingselementer, fx vådlægning af kulstofrige jorder. Dermed er det ikke nødvendigvis i overensstemmelse med de reelle muligheder for implementering, når TargetEcon-modellen placerer et omstillingselement.

Modellen arbejder med kendte omstillingselementer

Andre omstillingselementer end de analyserede vil kunne spille en rolle i arealfordelingen. Fx medtager TargetEcon-modellen ikke muligheden for anvendelse af nitrifikationshæmmere, reduceret jordbearbejdning og økologi. Dertil kommer andre tekniske elementer, som har en synergi til arealanvendelsen som fx pyrolyse, der heller ikke er med. At inkludere yderligere omstillingselementer ville kunne ændre på den omkostningseffektive løsning i TargetEcon-modellen og dermed også på blandt andet omkostninger og klimaeffekt. Modellen medtager dog de bedst kendte omstillingselementer.

Klimarådet.

I forhold til klima kunne flere variationer over skovrejsning ændre på omkostninger og ligeledes muligheden for skovrejsning på kulstofrige jorder, men det vurderes ikke at ændre på analysens konklusioner.

Modellen er statisk

Der er også tale om en statisk model, som sammenligner to forskellige situationer, fx et basisscenarie med et alternativt scenarie. Derimod viser modellen ikke noget om tilpasningen imellem de to situationer. Den siger altså ikke noget om stien fra i dag og frem mod 2050. Derudover anviser modellen ikke, hvordan et problem ideelt kunne løses i praksis ved indførelse af forskellige reguleringer og incitament. TargetEcon-modellen er således det, der kaldes en *social* eller *central planner*-model, da den anviser, hvordan en løsning på arealet ideelt kunne se ud givet forskellige målsætninger og disses begrænsninger. Derved kan den vise, hvordan arealanvendelsen optimalt set kunne se ud i 2050 og give grundlag for en diskussion af, hvilke konsekvenser det har for beslutningerne taget i dag.

Som følge af de nævnte afgrænsninger vises resultaterne for analysen ikke for hver enkelt mark og skovstykke, men kun som summer på tværs af Danmark. Derudover præsenteres enkelte resultater i kort på kommuneniveau.

Fordelen ved alligevel at regne på mark- og skovarealniveau er, at det giver et indblik i de afvejninger og det samspil, der er mellem de forskellige målsætninger og behov for arealerne, lokaliseringen af indsatsen, og i hvor stort et omfang synergi i arealanvendelsen kan bidrage til den samlede løsning.

Hvem har vi talt med?

I arbejdet med analysen har Klimarådet og Klimarådets sekretariat haft drøftelser med en række organisationer og eksperter:

Biodiversitetsrådet, CONCITO, Danmarks Naturfredningsforening, Danske Regioner, Region Sjælland, Danske Vandværker, DANVA, Jørgen Eriksen (Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet), Mette Hjort Mikkelsen (Institut for Miljøvidenskab, Aarhus Universitet), Miljøministeriet, Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, SEGES Innovation og Steen Gyldenkerne (Institut for Miljøvidenskab, Aarhus Universitet).

7. Referencer

- ¹ FAOSTAT, *Land Use; arable land; Forest land. Average: 2019-2021*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- ² Eurostat, *Natura 2000 protected areas, 2023*,
- ³ FAOSTAT, *Crop and livestock products. Production; Milk, Total. Meat, Total. Average: 2019-2021. Total population – both sexes. 2020*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- ⁴ Biodiversitetsrådet, *Mod robuste økosystemer – anbefalinger til en dansk lov om biodiversitet, 2023*.
- ⁵ Levin, G., *Technical documentation of the method for elaboration of a land-use and landcover map for Denmark, 2019*, Aarhus Universitet.
- ⁶ Nord-Larsen, T., Johannsen, V. K., Riis-Nielsen, T., Thomsen, I. M., Bentsen, N. S., & Jørgensen, B. B., *Skovstatistik 2021, 2023*.
- ⁷ FAOSTAT, *Land Use; arable land; Forest land. Average: 2019-2021*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- ⁸ Eurostat, *Greenhouse gas emissions by source sector. Average: 2019-2021, 2024*.
- ⁹ Regeringen, *Ansvar for Danmark. Det politiske grundlag for Danmarks regering, 2022*.
- ¹⁰ Klimarådet, *Statusrapport 2024, 2024*.
- ¹¹ Klimarådet, *EU's nye klimamål sætter hockeystaven under pres, 2023*. (<https://klimaraadet.dk/da/nyhed/eus-nye-klimamaal-saetter-hockeystaven-under-pres>(<https://klimaraadet.dk/da/nyhed/eus-nye-klimamaal-saetter-hockeystaven-under-pres>)
- ¹² Klimarådet, *Statusrapport 2024, 2024*.
- ¹³ Energistyrelsen, *Klimastatus og -fremskrivning, 2023*.
- ¹⁴ IPCC, *Global warming of 1.5 C, 2018*; og European Scientific Advisory Board on Climate Change, *Scientific advice for the determination of an EU-wide 2040 climate target and a greenhouse gas budget for 2030-2050, 2023*.
- ¹⁵ Klimarådet, *Landbrugets omstilling ved en drivhusgasafgift, 2023*.
- ¹⁶ Finansministeriet, *Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug 2021, 2021*
- ¹⁷ Klimarådet, *Sektorvurderinger: baggrundsnotat til Klimarådet Statusrapport 2024, kapitel 4, 2024*.
- ¹⁸ Finansministeriet, *Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug, 2021*.
- ¹⁹ Biodiversitetsrådet, *Mod robuste økosystemer – anbefalinger til en dansk lov om biodiversitet, 2023*; og Ejrnæs, R., Nygaard, B., Kjær, C., Baattrup-Pedersen, A., Brunbjerg, A. K., Clausen, K., Fløjgaard, C., Hansen, J. L. S., Hansen, M. D. D., Holm, T. E., Johnsen, T. J., Johansson, L. S., Moeslund, J. E., Sterup, J., Hansen, R. R., Strandberg, B., Søndergaard, M. og Wiberg-Larsen, *Danmarks biodiversitet 2020 – tilstand og udvikling, 2020*, Aarhus Universitet.
- ²⁰ Ejrnæs, R., Nygaard, B., Kjær, C., Baattrup-Pedersen, A., Brunbjerg, A. K., Clausen, K., Fløjgaard, C., Hansen, J. L. S., Hansen, M. D. D., Holm, T. E., Johnsen, T. J., Johansson, L. S., Moeslund, J. E., Sterup, J., Hansen, R. R., Strandberg, B., Søndergaard, M. og Wiberg-Larsen, *Danmarks biodiversitet 2020 – tilstand og udvikling, 2020*, Aarhus Universitet.
- ²¹ Det Europæiske Miljøagentur, *State of nature in EU, 2020*.
- ²² Eurostat, *Natura 2000 protected areas, 2023*.
- ²³ Jaureguiberry, P., Titeux, N., Wiemers, M., Bowler, D.E., Coscieme, L. Golden, A.S., Guerra, C.A, Jacob, U., Takahashi, Y., Settele, J., Sandra, D., Molnár, Z. og Purvis, A., *The direct drivers of recent global anthropogenic biodiversity loss, 2022*, Science Advanced 8 (45).
- ²⁴ Hansen, J.W. og Høgslund, S., *Marine områder 2021, 2023*, Aarhus Universitet; og Thodsen, H., Tornbjerg, H., Bøgestrand, J., Larsen, S.E., Ovesen, N.B., Blicher-Mathiesen, G., Rolighed, J., Holm, H. og Kjeldgaard, A., *Vandløb 2019 - Kemisk vandkvalitet og stoftransport, 2021*, Aarhus Universitet.
- ²⁵ Hansen, J.W. og Rytter, D., *Iltvind i danske farvande, 2023*, Aarhus Universitet.
- ²⁶ Biodiversitetsrådet, *Mod robuste økosystemer – anbefalinger til en dansk lov om biodiversitet, 2023*.
- ²⁷ Europa kommissionen, *EU's biodiversitetsstrategi for 2030. Naturen skal tilbage i vores liv, 2020*; og FN, Convention on Biological Diversity, *Decision adopted by the conference of the parties to the convention on biological diversity, 19. december 2022*.
- ²⁸ Biodiversitetsrådet, *Mod robuste økosystemer – anbefalinger til en dansk lov om biodiversitet, 2023*; og Miljøministeriet, *Biodiversitet i EU og globalt, 2023*.
- ²⁹ Miljøstyrelsen, *Blive klogere på miljøets tilstand, 2024*, (miljotilstand.dk)
- ³⁰ WISE, *Country profile. Denmark, 2024*, (<https://water.europa.eu/marine/countries-and-regional-seas/country-profiles/denmark>).
- ³¹ Finansministeriet, *Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug 2021, 2021*
- ³² Miljøministeriet, *Vandområdeplanerne 2021-2027, 2023*.
- ³³ Andersen MN, Adamsen AP, Hansen EM, Thomsen IK, Hutchings NJ, Elsgaard L, Jørgensen U, Munkholm L, Børgesen CD, Sørensen P, Petersen SO, Lærke PE, Olesen JE, Børsting CF, Lund P, Kjeldsen MH, Maigaard M, Villumsen TM, Dalby FR, Kai P, Nørremark M, Blicher-Mathiesen G, Audet J, Bruus M, Krogh PH, Kronvang B, Winding A, Kristensen HL, *Virkemidler til reduktion af klimagasser i landbruget – 2023, 2023*.
- ³⁴ Miljøministeriet, *Vandområdeplanerne 2021-2027, 2023*.
- ³⁵ Regeringen, *Ansvar for Danmark. Det politiske grundlag for Danmarks regering, 2022*
- ³⁶ Finansministeriet, *Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug 2021, 2021*

- ³⁷ Finansministeriet, *Aftale mellem regeringen og Radikale Venstre, Socialistisk Folkeparti, Enhedslisten og Alternativet om: Finansloven for 2021, 2020*
- ³⁸ EU kommissionen, *EU's biodiversitetsstrategi 2030, 2020*
- ³⁹ Biodiversitetsrådet, *Mod robuste økosystemer – anbefalinger til en dansk lov om biodiversitet, 2023.*
- ⁴⁰ Ejrnæs, R., Bladt, J., Fløjgaard, C., *Potentialet for at reservere 30 % af landarealet til beskyttede og strengt beskyttede områder i Danmark, 2022, Aarhus Universitet; og Brunbjerg, A. K., Bladt, J., Fløjgaard, C. og Ejrnæs, R., Prioritering af biodiversitet ved udtagning og genopretning af kulstofrige lavbundsjord, 2023, Aarhus Universitet.*
- ⁴¹ Biodiversitetsrådet, *Mod robuste økosystemer – anbefalinger til en dansk lov om biodiversitet, 2023.*
- ⁴² Biodiversitetsrådet, *Mod robuste økosystemer – anbefalinger til en dansk lov om biodiversitet, 2023.*
- ⁴³ Levin, G., *Technical documentation of the method for elaboration of a land-use and landcover map for Denmark, 2019, Aarhus Universitet*
- ⁴⁴ Regeringen, *Regeringens udspil til Klimatilpasningsplan 1, 2023.*
- ⁴⁵ CONCITO, *Danmarks arealer – Danmarks fremtid, 2023.*
- ⁴⁶ Danske regioner, *Vandet kommer – Danske Regioners syv anbefalinger til en national klimatilpasningsplan, 2021.*
- ⁴⁷ Jyllands-Posten, *Nu bliver der sat tal på, hvor meget land vi må opgive på et nyt kort over Danmark, 2024.*
- ⁴⁸ Energistyrelsen, *Klimastatus- og fremskrivning 2023, 2023.*
- ⁴⁹ Nielsen, O.-K., Plejdrup, M. S., Winther, M., Hjelgaard, K., Nielsen, M., Mikkelsen, M. H., Albrektsen, R., Andersen, T. A. og Gyldenkerne, S., *Projection of greenhouse gases 2022-2040, 2023, Aarhus Universitet.*
- ⁵⁰ Søfartsstyrelsen, *Havplanredegørelsen, 2023.*
- ⁵¹ Danske Regioner, *Råstoffer - Er der behov for en national strategi?, 2017.*
- ⁵² Danmarks Statistik, *Statistikbanken, ArealDK, 2024.*
- ⁵³ Region Sjælland, *Fremskrivning af råstofforbruget, 2018.*
- ⁵⁴ Termansen, M., Hasler, B., Levin, G., Filippelli, R., Lundhede, T., Strange, N., Nainggolan, D., Blads, J. og Zandersen, M., *National arealforvaltningsmodel for vand, klima, biodiversitet og friluftsliv, 2023, Københavns Universitet.*
- ⁵⁵ Hasler, B., Filippelli, R., Levin, G. og Nainggolan, D., *Økonomiske konsekvensberegninger for vandrammedirektivet i 2027, 2022, Aarhus Universitet.*
- ⁵⁶ Termansen, M., Filippelli, R., Hasler, B., Levin, G., Lundhede, T. og Gyldenkerne, S., *Scenarier for Klimarådets rapport: Dokumentationsnotat, Københavns Universitet, 2024.*
- ⁵⁷ Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, *Privat skovrejsning. Vejledning om tilskud til privat skovrejsning 2023, 2023.*
- ⁵⁸ Biodiversitetsrådet, *Mod robuste økosystemer – anbefalinger til en dansk lov om biodiversitet, 2023.*
- ⁵⁹ Biodiversitetsrådet, *Fra tab til fremgang, 2022.*
- ⁶⁰ Danmarks Naturfredningsforening, *Rekordhøjt niveau af pesticidrester i drikkevandsboringer, 2023, (<https://www.dn.dk/nyheder/rekord-mange-fund-af-giftrester-i-vores-grundvand/>)*
- ⁶¹ Thorling, L., Albers, C. N., Hansen, B., Johnsen, A. R., Kazmierczak, J., Mortensen, M. H., Møller, I. og Troldborg, L., *Grundvandsovervågning. Status og udvikling 1989-2021, 2023, GEUS.*
- ⁶² Regeringen, *Ansvar for Danmark. Det politiske grundlag for Danmarks regering, 2022.*
- ⁶³ Danva, *Ret til rent drikkevand – historisk forslag til sikring af danskernes drikkevand, 2022, (<https://www.danva.dk/nyheder/2022/ret-til-rent-drikkevand-historisk-forslag-til-sikring-af-danskernes-drikkevand/>)*
- ⁶⁴ Regeringen, *Ansvar for Danmark. Det politiske grundlag for Danmarks regering, 2022.*
- ⁶⁵ Finansministeriet, *Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug 2021, 2021*
- ⁶⁶ Europa-Kommissionen, *Organic action plan, 2024, (https://agriculture.ec.europa.eu/farming/organic-farming/organic-action-plan_en); og Landbrugsstyrelsen, Statistik over økologiske jordbrugsbedrifter 2021 – Certificering og produktion, 2022.*
- ⁶⁷ Energistyrelsen, *Energistyrelsen lancerer ny solcelleopgørelse over udbygningen med solceller i Danmark, 2023.*
- ⁶⁸ Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Faktaark – Firedobling af VE på land, 2022.*
- ⁶⁹ Energistyrelsen, *Analyseforudsætninger til Energinet 2023 – VE på land (sol og landvind), 2023.*
- ⁷⁰ Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, *Faktaark – Firedobling af VE på land, 2022.*
- ⁷¹ Energistyrelsen, *Analyseforudsætninger til Energinet 2023 (AF23): Dataark, oktober 2023, <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/analyseforudsætninger-til-energinet>; og Energistyrelsen, Teknologikatalog for produktion af el og fjernvarme: Dataark for el og fjernvarmeproduktion – opdateret februar 2024, 2024, <https://ens.dk/service/fremskrivninger-analyser-modeller/teknologikataloger/teknologikatalog-produktion-af-el-og>*
- ⁷² Danva, *Danva bakker op om politiske drikkevandsudspil, 2023.*
- ⁷³ Miljøstyrelsen, *Grundvandsbeskyttelse, 2022, (<https://mst.dk/erhverv/rent-miljoe-og-sikker-forsyning/drikkevand-og-grundvand/grundvandsbeskyttelse>).*
- ⁷⁴ Energinet, *Energinets eltariffer, 2023, (<https://energinet.dk/el/elmarkedet/tariffer/aktuelle-tariffer/>).*
- ⁷⁵ van de Ven, DJ., Capellan-Peréz, I., Arto, I., Cazcarro, I., Castro, C., Patel, P. og Gonzalez-Eguino, M., *The potential land requirements and related land use change emissions of solar energy, 2021, Scientific Reports 11; og State of Green, Better Energy continues success of solar grazing programme, 2019.*

- ⁷⁶ Bruun, J., *Hvorfor ikke forene landbrug og solenergi på samme areal?*, 2021, Institut for mekanik og produktion Aarhus Universitet, [Hvorfor ikke forene landbrug og solenergi på samme areal? \(au.dk\)](#); og PV4Plants, *About*, 2024, (<https://www.pv4plants.eu/about/>); og van de Ven, DJ., Capellan-Peréz, I., Arto, I., Cazcarro, I., Castro, C., Patel, P. og Gonzalez-Eguino, M., *The potential land requirements and related land use change emissions of solar energy*, 2021, Scientific Reports 11.
- ⁷⁷ Biodiversitetsrådet, *Fra tab til fremgang*, 2022.
- ⁷⁸ Biodiversitetsrådet, *Fra tab til fremgang*, 2022.
- ⁷⁹ Gasparatos, A., Doll, C. N. H., Esteban, M., Ahmed, A. og Olang, T. A., *Renewable energy and biodiversity: Implications for transitioning to a Green Economy*, 2017, Renewable and Sustainable Energy Reviews 70, 161-184.
- ⁸⁰ KRAKA, *Landbruget: omstilling fra animalsk- til plantebaseret produktion kan bidrage stort til at nå de danske klimamål*, 2024.
- ⁸¹ Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri, *Bilag 1: Metode og antagelser for beregninger til besvarelse af spørgsmål nr. 840 (Alm. del) fra Folketingets Miljø- og Fødevarerudvalg*, 2022; Danmarks Statistik, Statistikbanken, tabel FODER1 og tabel HST77.
- ⁸² Landbrug og Fødevarer, *Statisk/statistics 2022. Mejeri/dairy*, 2023; Landbrug og Fødevarer, *Statistik 2022. Okse- og kalvekød*, 2023; Landbrug og Fødevarer, *Statistik 2022. Grisekød*, 2023; Landbrug og Fødevarer, *Årsstatistik. For den danske fjerkræproduktion*, 2021.
- ⁸³ OECD-FAO, *OECD-FAO Agricultural Outlook 2023-2032*, 2023
- ⁸⁴ Klimarådet, *Statusrapport 2024*, 2024.
- ⁸⁵ Panduro, T. E., Schou, J. S., og Thorsen, B. J., *Sæt pris på naturen: Værdien af rekreative områder nær ved boliger*, 2018, Københavns Universitet.
- ⁸⁶ Biodiversitetsrådet, *Mod robuste økosystemer – anbefaling til en dansk lov om biodiversitet*, 2023.
- ⁸⁷ Personlig kommunikation med Jørgen Eriksen, Aarhus Universitet, DCA. Følgegruppemøde den 11. marts 2023 om målrettet kvælstofregulering.
- ⁸⁸ Finansministeriet, *Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug 2021*, 2021
- ⁸⁹ Termansen, M., Hasler, B., Levin, G., Filippelli, R., Lundhede, T., Strange, N., Nainggolan, D., Blads, J. og Zandersen, M., *National arealforvaltningsmodel for vand, klima, biodiversitet og friluftsliv*, 2023, Københavns Universitet.
- ⁹⁰ Levin, G., *Technical documentation of the method for elaboration of a land-use and landcover map for Denmark*, 2019, Aarhus Universitet.
- ⁹¹ Biodiversitetsrådet, *Mod robuste økosystemer – anbefalinger til en dansk lov om biodiversitet*, 2023.
- ⁹² Levin, G., *Technical documentation of the method for elaboration of a land-use and landcover map for Denmark*, 2019, Aarhus Universitet.
- ⁹³ Termansen, M., Hasler, B., Levin, G., Filippelli, R., Lundhede, T., Strange, N., Nainggolan, D., Blads, J. og Zandersen, M., *National arealforvaltningsmodel for vand, klima, biodiversitet og friluftsliv*, 2023, Københavns Universitet.
- ⁹⁴ Termansen, M., Filippelli, R., Hasler, B., & Pedersen, M. F., *Udtagning af lavbundsgrunde: Analyse af mulige synergier med andre miljø- og naturmål*, 2023, Københavns Universitet.
- ⁹⁵ Hasler, B., Filippelli, R., Levin, G. og Nainggolan, D., *Økonomiske konsekvensberegninger for vandrammedirektivet i 2027*, 2022, Aarhus Universitet.
- ⁹⁶ Hasler, B., Filippelli, R., Levin, G. og Nainggolan, D., *Økonomiske konsekvensberegninger for vandrammedirektivet i 2027*, 2022, Aarhus Universitet.
- ⁹⁷ Termansen, M., Filippelli, R., Hasler, B., Levin, G., Lundhede, T. og Gyldenkerne, S., *Scenarier for Klimarådets rapport: Dokumentationsnotat*, Københavns Universitet, 2024.
- ⁹⁸ Termansen, M., Hasler, B., Levin, G., Filippelli, R., Lundhede, T., Strange, N., Nainggolan, D., Blads, J. og Zandersen, M., *National arealforvaltningsmodel for vand, klima, biodiversitet og friluftsliv*, 2023, Københavns Universitet.
- ⁹⁹ Termansen, M., Filippelli, R., Hasler, B., Levin, G., Lundhede, T. og Gyldenkerne, S., *Scenarier for Klimarådets rapport: Dokumentationsnotat*, Københavns Universitet, 2024.
- ¹⁰⁰ Hasler, B., Chistensen, L.P., Martinsen, L., Källström, M., Levin, G., Dubgaard, A. og Jespersen H.M.L., *Omkostninger ved hensigtsmæssig drift og pleje af arealer med naturplejehov indenfor Natura 2000 og Naturbeskyttelseslovens §3. Teknisk rapport vedr. delprojekt 3 i projektet: Sikring af plejekrævende lysåbne naturtyper i Danmark*. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 2012.
- ¹⁰¹ Termansen, M., Hasler, B., Levin, G., Filippelli, R., Lundhede, T., Strange, N., Nainggolan, D., Blads, J. og Zandersen, M., *National arealforvaltningsmodel for vand, klima, biodiversitet og friluftsliv*, 2023, Københavns Universitet.
- ¹⁰² Energistyrelsen, *Samfundsokonomiske beregningsforudsætninger for energipriser og emissioner 2022*, 2022; og Økonomiministeriet, *Økonomisk redegørelse, marts 2023*, 2023.
- ¹⁰³ Ekspertgruppen for en grøn skattereform, *Grøn skattereform. Endelig afrapportering*, 2024.
- ¹⁰⁴ Andersen, M. N., Adamsen, A. P., Hansen, E. M., Thomsen, I. K., Hutchings, N. J., Elsgaard, L., Jørgensen, U., Munkholm, L., Børgesen, C. D., Sørensen, P., Petersen, S. O., Lærke, P. E., Olesen, J. E., Børsting, C. F., Lund, P., Kjeldsen, M. H., Maigaard, M., Villumsen, T. M., Dalby, F. R., Kai, P., Nørremark, M., Blicher-Mathiesen, G., Audet, J., Bruus, M., Krogh, P. H., Kronvang, B., Winding, A., Kristensen, H. L., *Virkemidler til reduktion af klimagasser i landbruget – 2023*, 2023, Aarhus Universitet.

¹⁰⁵ Termansen, M., Fillippelli, R., Hasler, B., Levin, G., Lundhede, T. og Gyldenkærne, S., *Scenarier for Klimarådets rapport: Dokumentationsnotat*, Københavns Universitet, 2024.

¹⁰⁶ Andersen, M. N., Adamsen, A. P., Hansen, E. M., Thomsen, I. K., Hutchings, N. J., Elsgaard, L., Jørgensen, U., Munkholm, L., Børgesen, C. D., Sørensen, P., Petersen, S. O., Lærke, P. E., Olesen, J. E., Børsting, C. F., Lund, P., Kjeldsen, M. H., Maigaard, M., Villumsen, T. M., Dalby, F. R., Kai, P., Nørremark, M., Blicher-Mathiesen, G., Audet, J., Bruus, M., Krogh, P. H., Kronvang, B., Winding, A. og Kristensen, H. L., *Virkemidler til reduktion af klimagasser i landbruget – 2023*, 2023, Aarhus Universitet.

¹⁰⁷ Beucher, A., Weber, P.L., Hermansen, C., Pesch, C., Koganti, T., Møller, A.B., de Carvalho Gomes, L., Greve, M.B. og Greve, M. H., *Updating the Danish peatland maps with a combination of new data and modeling approaches*, 2022, Aarhus Universitet; og Gyldenkærne, S. og Callisen, L.W., *Notat om emissionsestimater for organiske jorder historisk (1990-2022) og i fremskrivningen (2023-2040)*, 2024, Aarhus Universitet.

¹⁰⁸ Beucher, A., Weber, P.L., Hermansen, C., Pesch, C., Koganti, T., Møller, A.B., de Carvalho Gomes, L., Greve, M. B. og Greve, M. G., *Updating the Danish peatland maps with a combination of new data and modelling approaches*, 2023, Aarhus Universitet.

¹⁰⁹ Gyldenkærne, S. og Callisen, L.W., *Notat om emissionsestimater for organiske jorder historisk (1990-2022) og i fremskrivningen (2023-2040)*, 2024.

¹¹⁰ Gyldenkærne, S. og Callisen, L.W., *Notat om emissionsestimater for organiske jorder historisk (1990-2022) og i fremskrivningen (2023-2040)*, 2024.

¹¹¹ Beucher, A., Weber, P.L., Hermansen, C., Pesch, C., Koganti, T., Møller, A.B., de Carvalho Gomes, L., Greve, M. B. og Greve, M. G., *Updating the Danish peatland maps with a combination of new data and modelling approaches*, 2023, Aarhus Universitet.

¹¹² Levin, G., *Technical documentation of the method for elaboration of a land-use and landcover map for Denmark*, 2019, Aarhus Universitet.

¹¹³ Beucher, A., Weber, P.L., Hermansen, C., Pesch, C., Koganti, T., Møller, A.B., de Carvalho Gomes, L., Greve, M. B. og Greve, M. G., *Updating the Danish peatland maps with a combination of new data and modelling approaches*, 2023, Aarhus Universitet.

