

19 Landbrugsarealer og øvrige arealer

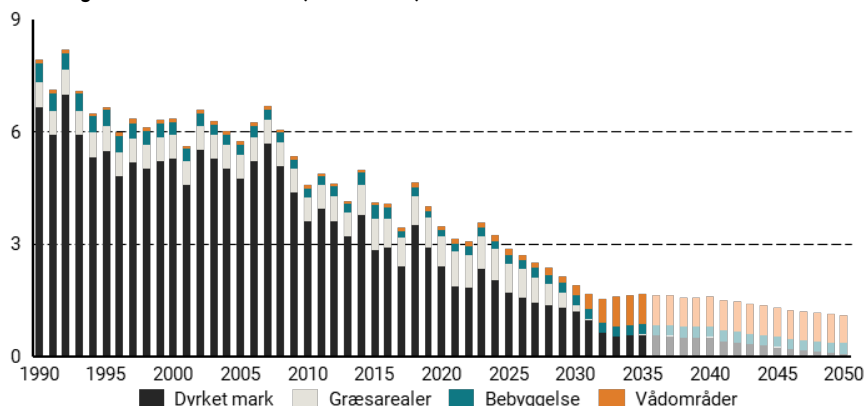
Dette kapitel omhandler udviklingen i landbrugsarealernes og øvrige arealers forventede optag og udledninger af drivhusgasser ekskl. skov, der indrapporteres under den IPCC-definerede LULUCF-sektor (CRT-kategori 4) i den nationale emissionsopgørelse. Kapitlet omfatter landbrugsarealerne, dyrket mark og græsarealer, hvor kulstofpuljeændringer opgøres i hhv. CRT-kategori 4B og 4C. Herudover indeholder kapitlet også arealklasserne reetablerede vådområder (CRT 4D) og omlægning af landområder til by og infrastruktur (CRT 4E). Skov (CRT 4A og 4G) beskrives separat i *kapitel 20 Skov og høstede træprodukter*.¹⁰

Danmark anvender knap to tredjedele af sit areal på landbrug. Dertil kommer, at en del af det landbrugsareal, som opgøres i LULUCF-sektoren, også omfatter udyrkede arealer, læhegn, markkrat mv. Planter optager CO₂ fra atmosfæren, når de vokser. Når planterester, rødder og andet organisk materiale efterlades på marken, vil en del af kulstoffet under nedbrydning indarbejdes i jorden som organisk materiale og bidrage til at vedligeholde jordens samlede kulstofpulje. Afhængig af forholdet mellem den årlige kulstoftilførsel og den årlige nedbrydning vil der ske en nettoudledning eller et nettooptag af CO₂. Der er store mængder organisk kulstof på landbrugsarealerne, som er bundet i både biomasse som kornafgrøder, rødder mv. og især i jorden. Derfor har arealanvendelse inden for landbruget og arealændringer som afskovning, skovrejsning og vådområdeetablering en relativ stor betydning for drivhusgasregnskabet, fordi selv små ændringer i meget store kulstofpuljer fra år til år kan medføre betydelige udledninger eller optag.

Udledninger fra landbrugsarealer og øvrige arealer ekskl. skov, har udgjort en væsentlig del af Danmarks samlede CO₂e-udledninger bl.a. som følge af opdyrkning af moser og vådområder, klassificeret som kulstofrig landbrugsjord. Udledningerne er faldet væsentligt fra 1990 til 2023, og udledte 3,6 mio. ton CO₂e i 2023 svarende til ca. 9 pct. af Danmarks netto CO₂e-udledninger. Frem mod 2030 skønnes udledningerne at falde til 1,9 mio. ton CO₂e svarende til ca. 9 pct. af Danmarks netto CO₂e-udledninger. Dette fald skyldes både at de kulstofrige landbrugsarealer udtages og vådlægges samt at arealerne mineraliseres ved dyrkning af de kulstofrige arealer. Efter vådlægning af kulstofrig landbrugsjord vil der fortsat være en mindre udledning fra arealerne, der ses ved øgede udledninger fra reetablerede vådområder, *jf. figur 19.1*. Samlet set medfører vådlægning af kulstofrige arealer dog betydelig lavere udledninger, end når arealerne dyrkes.

¹⁰ Udledningerne omfatter hovedsageligt CO₂-udledninger og -optag forbundet med ændringer i kulstofpuljerne på arealerne. Herudover inkluderes også metan-udledninger fra kulstofrig jord, som sker som led i en naturlig proces af langsom nedbrydning af organisk materiale under iltfattige forhold samt lattergasudledninger som følge af arealanvendelsesændringer mellem landbrug og skov. Lattergasudledninger fra kulstofrig jord inkluderes i sektor for landbrugets processer som beskrevet i *kapitel 18 Landbrugsprocesser*.

Figur 19.1

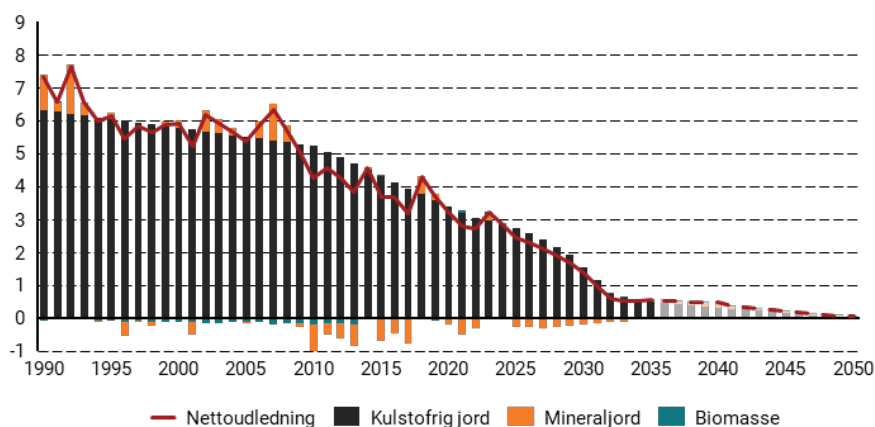
Udledninger fra LULUCF-sektoren, ekskl. skov, mio. ton CO₂e

Anm.: Der er ekstra usikkerhed forbundet med fremskrivningen efter 2035, bl.a. pga. begrænset viden om teknologiske muligheder, omkostninger mv. Muligheden for at anvende dele af fremskrivningen efter 2035 til konsekvensvurderinger vil derfor afhænge af en konkret vurdering. Usikkerheden illustreres ved, at søjlerne i figuren efter 2035 nedtones.

Kilde: Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet på baggrund af tal fra Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) ved Aarhus Universitet.

Landbrugsarealerne står for de største udledninger, og afhænger især af, om det er *kulstofrig jord* eller *mineraljord*, der dyrkes. Det er dyrkningen af kulstofrig jord, der er hovedkilden til udledninger fra arealerne, mens kulstofbalancen i mineralsk landbrugsjord er i nogenlunde ligevægt ved nuværende arealanvendelse. Det er derfor primært andelen af dyrket kulstofrig landbrugsjord, som afgør størrelsen af udledningerne fra landbrugsarealerne, jf. figur 19.2.

Figur 19.2

Udledninger og optag fra landbrugsarealer, mio. ton CO₂e

Anm.: Der er ekstra usikkerhed forbundet med fremskrivningen efter 2035, bl.a. pga. begrænset viden om teknologiske muligheder, omkostninger mv. Muligheden for at anvende dele af fremskrivningen efter 2035 til konsekvensvurderinger vil derfor afhænge af en konkret vurdering. Usikkerheden illustreres ved, at linjen i figuren efter 2035 er stiplede.

Kilde: Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet på baggrund af tal fra Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) ved Aarhus Universitet.

Arealer med kulstofrig landbrugsjord skønnes at udgøre ca. 2 pct. af det samlede danske landbrugsareal i 2030, men skønnes at udlede ca. 1,5 mio. ton CO₂e i 2030 svarende til ca. 113 pct. af de samlede udledninger fra landbrugsarealerne. Altså udleder de kulstofrige arealer mere end den samlede nettoudledning fra landbrugsarealerne. Dette skyldes, at mineraljordene trækker i den anden retning, idet de bidrager til et optag af CO₂, og dermed en lavere nettoudledning. Til landbrugsarealerne hører også udledninger og optag fra biomasse, der omfatter levende og død biomasse i bl.a. frugttræer, bærbusk, markkrat og læhegn, samt afskovning til landbrugsarealer.

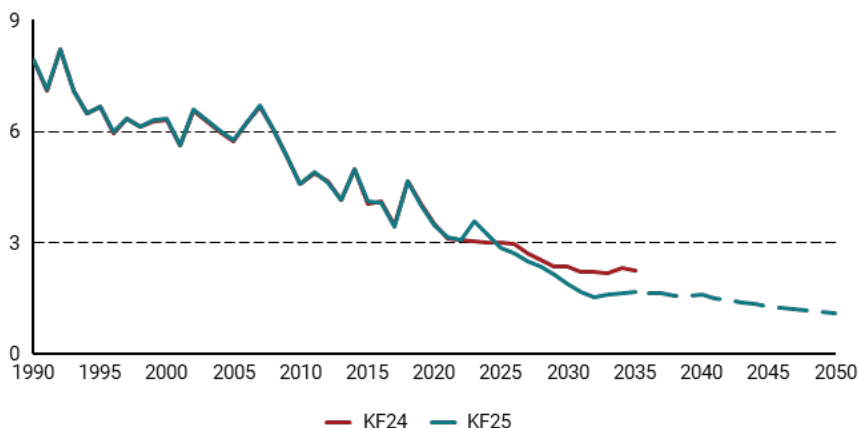
Udledningerne fra vådområder er væsentligt stigende i fremskrivningen, idet vådområdearealet stiger som følge af udtagning og vådlægning af kulstofrig landbrugsjord, da der fortsat er en mindre udledning fra de vådlagte kulstofrige arealer. Samlet set medfører vådlægning af kulstofrige arealer dog betydelig lavere udledninger, end når arealerne dyrkes. Udledninger fra omlægning til bebyggelse skønnes ikke at ændres væsentligt frem mod 2050.

Udledningerne i KF25 er lavere i forhold til KF24, jf. figur 19.3. Til KF24 blev indregnet 1. fase af et forskningsprojekt om revidering af opgørelsen af udledninger fra kulstofrig landbrugsjord, der indeholdt en ny kortlægning af arealer med kulstofrig jord og indebar en væsentlig reduktion af udledningerne fra landbrugsarealerne. Til KF25 er 2. fase af forskningsprojektet indarbejdet med opdaterede emissionsfaktorer. De opdaterede emissionsfaktorer øger udledninger fra de fuldt drænedes arealer, men reducerer udledningerne fra arealer med højere vandstand. Samlet set nedjusteres udledningerne mar-

ginalt fra kulstofrig landbrugsjord med den nye metode ift. KF24. Med *Aftale om Implementering af et Grønt Danmark* opjusteres antal af arealer, der udtages og vådlægges ift. KF24. Indarbejdelse af 2. fase af forskningsprojektet og flere udtagne arealer reducerer dermed udledningerne fra kulstofrig landbrugsjord fra KF24 til KF25.

Figur 19.3

Landbrugs- og øvrige arealers samlede udledninger i KF24 og KF25, ekskl. skov



Anm.: Der er ekstra usikkerhed forbundet med fremskrivningen efter 2035, bl.a. pga. begrænset viden om teknologiske muligheder, omkostninger mv. Muligheden for at anvende dele af fremskrivningen efter 2035 til konsekvensvurderinger vil derfor afhænge af en konkret vurdering. Usikkerheden illustreres ved, at linjen i figuren efter 2035 er stiplede.

Kilde: Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet på baggrund af tal fra Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) ved Aarhus Universitet.

Der er foretaget mindre metodiske ændringer, som kun begrænset har påvirket kulstofpuljeændringer i mineraljord i KF25 sammenlignet med KF24. KF25 indeholder realiserede tal for høstudbytter og temperaturer for 2023, hvilket danner nyt udgangspunkt for fremskrivningerne. 2023 var et ekstremt vejr-år, da det var det mest nedbørrige år siden 1874, men med tørke i slutningen af foråret og starten på sommeren, så høstudbyttet var meget lavt i 2023. Derfor har kulstofinputtet i mineraljordene været lavt i 2023, som har medført en øget udledning i dette år.

19.1 Overordnet udvikling frem til 2050

I Danmark er udbredelsen af landbrugsarealerne faldet over årene samtidig med at arealer med vådområder og bebyggelse er steget som følge af udtagning og vådlægning af kulstofrig jord samt omlægning af landbrugsareal til by og infrastruktur, jf. tabel 19.1.

Tabel 19.2**Landbrugs- og øvrige arealers udbredelse (ha) og udledninger (mio. ton CO₂e) fra 1990 – 2050**

	1990	2023	2025	2030	2035	2050
Landbrugsarealer						
Mineraljord (ha)	2.912.300	2.810.200	2.794.500	2.689.000	2.585.900	2.437.300
Udledninger	1,1	0,2	-0,2	-0,1	0,1	0,0
Kulstofrig jord (ha)	213.100	113.700	105.300	55.700	17.200	700
Udledninger	6,3	3,0	2,7	1,5	0,5	0,0
Samlede udledninger	7,3	3,2	2,5	1,3	0,5	0,0
Øvrige arealer						
Vådområder (ha)	109.300	131.500	139.100	221.600	285.100	285.000
Udledninger	0,1	0,1	0,1	0,3	0,8	0,7
Bebyggelse (ha)	497.800	557.300	559.300	571.600	583.900	620.900
Udledninger	0,5	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3

Anm.: Arealer er opgjort af DCE ud fra principperne i den nationale emissionsopgørelse og kan derfor afvige fra arealopgørelser fra Danmarks Statistik. Tallene i tabellen er afrundede, og summen kan derfor afvige fra totalerne. Årstallene 2025, 2030, 2035 og 2050 er fremskrevne år. Der er ekstra usikkerhed forbundet med fremskrivningen efter 2035, bl.a. pga. begrænset viden om teknologiske muligheder, omkostninger mv. Fremskrivningen for perioden 2035-2050 kan derfor umiddelbart kun i begrænset omkring anvendes til konsekvensberegninger.

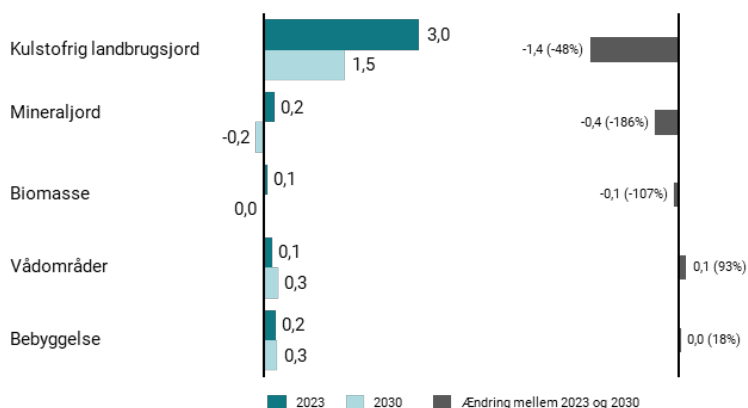
Kilde: Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) ved Aarhus Universitet.

19.2 Ændringer i udledninger fra landbrugsarealer og øvrige arealer frem mod 2030

Udledningerne fra landbrugsarealerne skønnes samlet set at falde frem mod 2030, hvorimod udledninger fra vådområder skønnes at stige frem mod 2030, *jf. figur 19.4.*

Figur 19.4

Udvikling i udledninger fra 2023 til 2030



Anm.: Tallene er afrundede, og summen kan derfor afvige fra summen af de afrundede tal.

Kilde: Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet på baggrund af tal fra Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) ved Aarhus Universitet.

Udviklingen i udledninger skyldes primært de listede grunde herunder, der yderligere uddybes senere i kapitlet:

Landbrugsarealer:

Trepartsaftalen:

- Udtagning og vådlægning af 70.000 ha kulstofrig landbrugsjord ekskl. randarealer skønnes at reducere udledningerne frem mod 2033.
- Tilskudsordning til permanent ekstensivering skønnes at øge omlægning af omdriftsarealer med korn til vedvarende græsarealer. Vedvarende græs indregnes i beregningsmodellen¹¹ med et lavere kulstofinput end omdriftsarealer med korn og skønnes dermed at bidrage til et lille fald i kulstofoptaget i mineraljord i de første fem år efter omlægning, hvorefter kulstofopbygningen skønnes at øges i de omlagte arealer. Ekstensivering reducerer desuden udledninger fra gødningstildeling der indregnes i *kapitel 18 Landbrugsprocesser*.

Øvrige politiske tiltag:

- Tilskudsordningen bioordning for biodiversitet og bæredygtighed samt krav om 4 pct. brak (konditionalitetskrav) fra Landbrugsaftalen og EU's landbrugspolitik for 2023-2027 (CAP 2023-27) skønnes at resultere i øget omlægning af omdriftsarealer med korn til vedvarende græsarealer og brak.
- Måltrettet regulering, som erstattes af ny reguleringsmodel i 2027, skønnes at øge kulstofoptaget i mineraljord fremadrettet ved dyrkning af flere efterafgrøder.

¹¹ Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug (DCA) samt Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) ved Aarhus Universitet arbejder på at konsolidere denne parameterisering til beregningsmodellen C-TOOL.

Naturlige processer på landbrugsarealerne:

- Der pågår en mineralisering af kulstofrig landbrugsjord, når arealerne er drænede ved dyrkning, som betyder, at det organiske materiale i jordene løbende nedbrydes til CO₂. Mineraliseringen indebærer, at arealerne omklassificeres til mineraljord, hvis kulstofprocenten falder under 6 pct., og der forventes derfor en løbende reduktion af arealet med kulstofrig landbrugsjord frem mod 2050. De pågældende arealer vil dermed løbende udlede mindre CO₂ frem mod 2050.
- Stigende temperaturer, som øger nedbrydningshastigheden af organisk stof i landbrugsarealerne, vil reducere optag i mineraljord.
- Forventede stigende udbytter, bl.a. som følge af stigende temperaturer, vil øge input af organisk materiale og dermed optag af kulstof i mineraljord.

Øvrige arealer:

- Øget udtagning og vådlægning af kulstofrig landbrugsjord til reetablering af vådområder vil øge udledninger fra kategorien øvrige arealer.¹²

For en nærmere beskrivelse af forudsætningerne for beregningerne til nærværende Klimafremskrivning, herunder beskrivelse af de politiske tiltag fra Trepartsaftalen, Landbrugsaftalen samt EU's landbrugspolitik CAP 2023-27, henvises til *KF25 Forudsætningsnotat om landbrugsprocesser, landbrugsarealer og skov*.

19.3 Udledninger fra dyrket og drænet kulstofrig jord frem til 2050

Arealer med kulstofrig jord er tidligere moser (såkaldt lavbundsjord) og andre arealer, der tidligere har stået under vand. Jordene har et højt kulstofindhold (>6 pct. organisk kulstof), så når arealerne drænes (og dermed iltes) ved dyrkning udledes store mængder CO₂. Til KF25 er opgørelsesmetoden for udledninger fra kulstofrig landbrugsjord revideret. Med den nye model tages højde for vandstanden samt dybden af det kulstofrige jordlag, som varierer væsentligt på landbrugsarealerne. Vandstanden afspejler vedligeholdelsen af dræn på markerne. Udledningerne reduceres væsentligt, når vandstanden stiger, og det er dermed de fuldt drænede arealer med intensiv dyrkning, der udleder mest.

Siden 1990 er arealet med kulstofrig jord væsentligt reduceret. Det skyldes primært, at kulstofindholdet er blevet mineraliseret (frigivet til atmosfæren pga. iltning) og nogle arealer derfor årligt er blevet omklassificeret fra kulstofrig jord til mineraljord med under 6 pct. organisk kulstof. Udledninger fra dyrket kulstofrig jord er derfor reduceret fra 6,3 mio. ton CO₂e i 1990 til 3,0 mio. ton CO₂ i 2023.

Udtagning af dyrkede arealer med kulstofrig jord

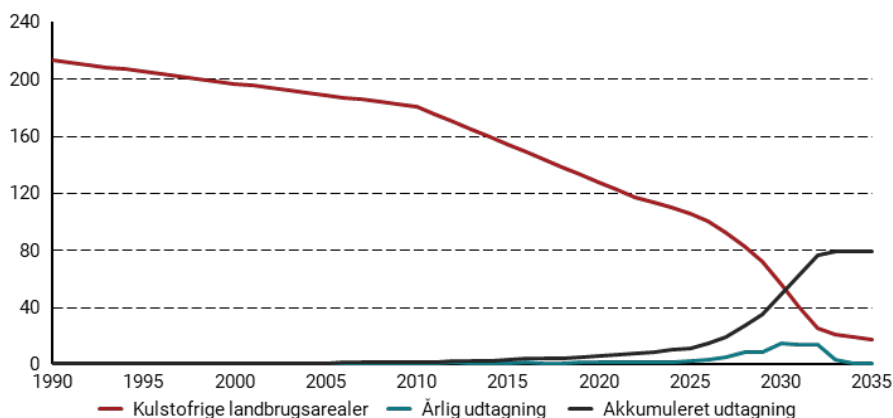
Udledningerne fra kulstofrig jord kan reduceres ved at vådgøre de drænede, kulstofrige arealer. Udover den årlige mineralisering skyldes yderligere reduktion af udledninger fra dyrket kulstofrig jord derfor, at der sker en reetablering af vådområder som resultat af udtagning og vådlægning. I KF25 antages, at der udtages og vådlægges ca. 70.500 ha

¹² De øgede udledninger herfra er dog væsentligt lavere end de reducerede udledninger der samtidig sker på landbrugsarealer ved udtagning og vådlægning af kulstofrig landbrugsjord.

kulstofrig landbrugsjord frem mod 2033, og ikke yderligere derefter, da der på nuværende tidspunkt ikke er afsat yderligere midler. Det svarer til, at der efter udtagning samt årlig mineralisering skønnes at være ca. 20.000 ha kulstofrige landbrugsarealer i 2033, jf. figur 19.5. Dette areal falder til ca. 700 ha i 2050 på grund af årlig mineralisering, hvis der ikke sker yderligere udtag og vådlægning. Da udledningerne afhænger væsentligt af vandstanden på arealerne, afhænger drivhusgaseffekten af hvilke arealer, der udtages. Til KF25 har DCE antaget, at det er de vedvarende græsarealer, der udtages først ud fra en betragtning om, at disse har den laveste dyrkningsværdi for landbruget. Dette gælder både for arealer med tyndt og dybt kulstofrigt jordlag. Arealer med dybt kulstofrigt jordlag vil desuden ofte være mere vandlidende end arealer med tyndt kulstofrigt jordlag. Det bemærkes, at for de eksisterende tilskudsordninger til udtagning af kulstofrig landbrugsjord tager Ministeriet for Grøn Trepert højde for klimaeffekten ved udtagning af de enkelte arealer i prioriteringen af ansøgninger.

Figur 19.5

Forventet udbredelse og udtagning af kulstofrige landbrugsarealer, 1000 ha



Kilde: Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet på baggrund af tal fra Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) ved Aarhus Universitet og Ministeriet for Grøn Trepert.

Når der oprettes vådområder udtages samtidig tilstødende randarealer med mineraljord, hvor nogle arealer er inden for landbrugsarealet, som dermed udtages af produktion og nogle af de tilstødende arealer er uden for landbrugsarealet. Det samlede udtagne areal, kaldet projektarealet, skønnes at udgøre ca. 150.000 ha i 2033, hvoraf ca. 120.000 ha ligger inden for landbrugsarealet.

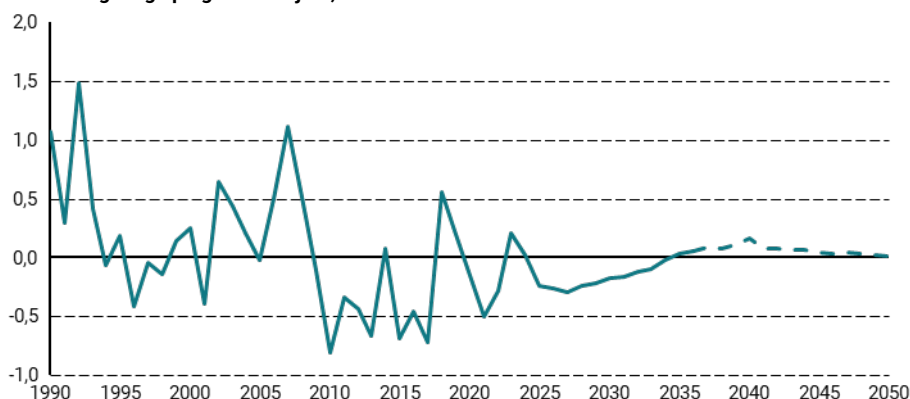
Der er stor usikkerhed forbundet med antagelserne om udtagning og vådlægning af kulstofrig jord. Usikkerheden angår både perioden mellem bevilling og realisering, som antages at være 5 år, størrelsen på udtagningsarealet, herunder fordelingen over årene samt hvilke arealer der udtages.

19.4 Udledninger og optag i mineraljord frem til 2050

For mineraljord, der udgjorde ca. 96 pct. af det samlede danske landbrugsareal i 2023, svinger udledninger og nettooptag over årene, *jf. figur 19.6*. Ændringerne i mineraljords kulstofpulje afhænger af samspillet mellem tilførsel af organisk materiale som plantemateriale og husdyrgødning, vejrforhold, jordtype og dyrkningshistorik. Det er komplekse non-lineære interaktioner, der modelleres, og især udbytter og vejrforhold varierer fra år til år, hvilket medfører en betydelig usikkerhed tilknyttet de fremskrevne årlige udledninger.

Figur 19.6

Udledninger og optag i mineraljord, mio. ton CO₂e



Anm.: Der er ekstra usikkerhed forbundet med fremskrivningen efter 2035, bl.a. pga. begrænset viden om teknologiske muligheder, omkostninger mv. Muligheden for at anvende dele af fremskrivningen efter 2035 til konsekvensvurderinger vil derfor afhænge af en konkret vurdering. Usikkerheden illustreres ved, at linjen i figuren efter 2035 er stiple.

Kilde: Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet på baggrund af tal fra Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) ved Aarhus Universitet.

Siden 1990 ses en tendens til svagt stigende optag i mineraljordene, som overordnet kan tilskrives udbyttetigninger, der skønnes at fortsætte i fremskrivningsårene. I KF25 skønnes en årlig gennemsnitlig udbyttetigning på ca. 0,5 pct. og varierer fra 0,3-0,6 pct. mellem afgrøderne. Den skønnede udbyttetigning er behæftet med usikkerhed og påvirkes af de fremskrevne temperaturændringer i enkelte år. I de fremskrevne år ligger nettooptaget dog relativt jævnt i mineraljordene, da det skønnes, at jordene er i næsten ligevægt ved nuværende arealanvendelse, dog med forskelle mellem jordbundstyperne. Der skønnes dog en svag tendens om et faldende optag frem mod 2040, hvorefter optaget i mineraljordene langsomt forøges igen. I de fremskrevne år er kulstofpuljeændringerne påvirket af modsatrettede forventede tiltag; øget etablering af efterafgrøder skønnes at bidrage til øget optag, hvorimod omlægning af omdriftsarealer med korn til ekstensiverede vedvarende græsarealer og brak vil medvirke til at reducere kulstofoptaget i

de første 5 år efter omlægning, da ugødet græs og brak indregnes med et lidt lavere kulstofinput end omdriftsarealer med korn¹³. Efter 5 år overgår arealerne til vedvarende græsarealer, hvor de bidrager til at svagt øge kulstofinputtet i en årrække på 30 år. Samtidig vil udtagning af landbrugsarealer til skov resultere i et øget optag på disse arealer, der dog regnes med i skovsektoren. I år 2023 var udbytterne meget lave pga. dårligt vejr, som har ført til en øget udledning fra mineraljordene.

Temperatur

Årlige temperaturudsving har stor indflydelse på ændringen i kulstofpuljen i mineraljord i enkelte år. Øgede temperaturer vil alt andet lige medføre større nedbrydning af det eksisterende organiske materiale i mineraljorden og resultere i udledning. Omvendt vil et køligere år medføre en lavere nedbrydning af jordens organiske materiale og dermed øge kulstofbindingen og nettooptaget.

Til KF25 benyttes DMI's opdaterede temperaturscenarier baseret på FN's klimascenarie RCP4.5 og skaleret til danske forhold ved at anvende lokale observerede temperaturer for perioden 1980-2023 for de otte landsdele (Nordjylland, Syddjylland, Østjylland, Vestjylland, Fyn, Hovedstaden / Nordsjælland, Sjælland inkl. Lolland-Falster og Bornholm). DMI's prognose viser stigende temperaturer frem mod 2050.

Tilførsel af organisk materiale til jorden

Øget tilførsel af organisk materiale sker både som konsekvens af en ændret afgrødesammensætning, forventede udbyttestigninger, øget udbredelse af efterafgrøder, brug af husdyrgødning og ved øget halmnedmuldning. Nogle afgrøder optager - og derfor efterlader - mere organisk materiale end andre afgrøder i jorden. Derfor kan en ændret afgrødesammensætning medvirke til både optag og udledning af kulstof afhængig af dyrkningshistorikken og hvad der vælges at dyrke på marken det efterfølgende år. Ligeledes efterlader højere udbytter en højere andel afgrøderester i jorden, der medvirker til kulstofopbygning. Etablering af efterafgrøder sker med henblik på at minimere risiko for kvælstofudvaskning, men øget anvendelse af efterafgrøder bidrager også til jordens kulstofpulje, da plantematerialet efterlades på marken. Ligeledes kan øget tilførsel af halm/husdyrgødning (eller pyrolyseret halm/gylle som biokul) øge jordens kulstofpulje. Klimaeffekten af øget tilførsel af organisk materiale er betinget af jordens aktuelle kulstofindhold og dyrkningshistorik. Hvis et areal allerede har et højt kulstofindhold og en forhistorie med tilførsel af husdyrgødning i et sædskifte med meget græs i omdrift hvor kulstofinput er højt, vil effekten af øget input af organisk materiale, fx halmnedmuldning og efterafgrøder, alt andet lige, være relativt mindre, end hvis forhistorien er en ensidig kornmark uden halmnedmuldning.

Udbringning af pyrolyseret biomasse som biokul på landbrugsarealer

Der er i Trepartsaftalen afsat midler til lagring af biokul i landbrugsjord, som kan produceres fra forskellige råmaterialer, fx halm, afgasset biomasse fra biogasproduktionen, trærester og spildevandsslam ved pyrolyse. Biokul er en stabil kulstofpulje, som på sigt

¹³ Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug (DCA) samt Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) ved Aarhus Universitet arbejder på at konsolidere denne parameterisering til beregningsmodellen C-TOOL.

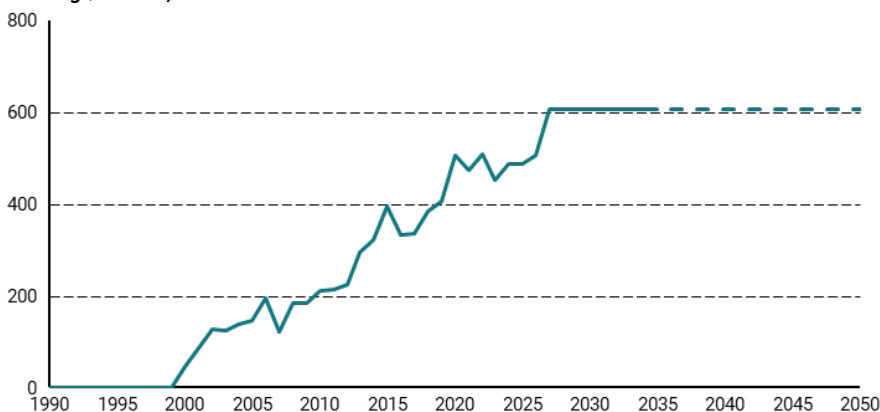
kan bidrage til kulstofoptag på landbrugsarealerne. Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet har igangsat et forskningsprojekt, der skal dokumentere klimaeffekten af udbringning af biokul på landbrugsjord. Resultaterne forventes at kunne medregnes i KF27.

Efterafgrøder

Der skønnes et øget efterafgrødeareal fremadrettet baseret på, at der i Landbrugsaftalen er teknisk budgetteret et kvælstofindsatsbehov under den målrettede regulering, som erstattes af ny reguleringsmodel fra 2027. Disse ordninger skønnes at medføre en gradvis stigning i efterafgrødearealet med fuld udmøntning i år 2027, jf. figur 19.7. Den målrettede regulering samt ny reguleringsmodel har til formål at reducere kvælstofudledningen, men øger også jordens kulstofpulje via øget tilførsel af organisk materiale i form af bl.a. efterafgrøder. Det er beregningsteknisk forudsat, at kvælstofindsatsbehovet overvejende opfyldes med efterafgrøder. Indførelsen af ny reguleringsmodel, der endnu ikke er endelig fastlagt, øger paletten af kvælstofvirkemidler landbrugeren har til rådighed, og kan dermed ændre omfanget af efterafgrøder. Udbredelsen af efterafgrødearealet bygger derfor på skøn med betydelig usikkerhed. Efterafgrødeordninger omfatter også pligtige- og husdyrefterafgrøder, og der udlægges også efterafgrøder uden for ordning i begrænset omfang. Den i KF25 indregnede udvikling i det samlede efterafgrødeareal kan ses af figur 19.7.

Figur 19.7

Efterafgrødeareal, 1000 ha



Anm.: Der er ekstra usikkerhed forbundet med fremskrivningen efter 2035, bl.a. pga. begrænset viden om teknologiske muligheder, omkostninger mv. Muligheden for at anvende dele af fremskrivningen efter 2035 til konsekvensvurderinger vil derfor afhænge af en konkret vurdering. Usikkerheden illustreres ved, at linjen i figuren efter 2035 er stiplede. Da kvælstofreguleringen stadig afventer konkretisering, er der betydelig usikkerhed forbundet med udbredelsen af efterafgrøder allerede fra 2027.

Kilde: Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet på baggrund af tal fra Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) ved Aarhus Universitet.

19.5 Udledninger og optag i levende og død biomasse frem til 2050

Kulstofpuljen i levende biomasse på landbrugsarealerne inkluderer frugttræer, bærbuske, pil og andre flerårige vedplante-afgrøder, samt ikke-produktive elementer såsom læhegn og markkrat. Optag/udledninger herfra betyder meget lidt for landbrugets samlede udledninger, *jf. figur 19.2*. Ifølge IPCCs regneregler opgøres kulstofpuljeændringer årligt, hvorved de årlige ændringer skyldes vækst, tilplantning eller fældning af disse planter. Levende biomasse i ét-årige afgrøder giver derfor ikke anledning til hverken udledninger eller optag på nationalt niveau foruden afgrøderesterne der efterlades i marken, *jf. afsnit 19.4*.

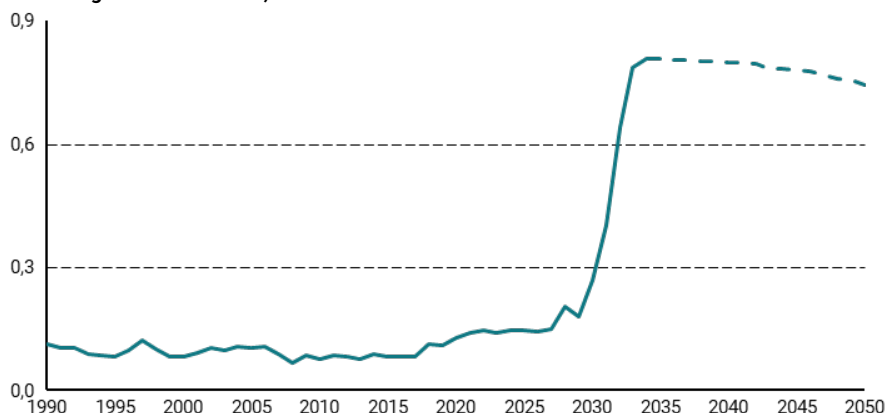
Kulstofpuljen i død biomasse inkluderer nedfaldne blade, kviste og delvist omsatte træstumper i skovbunden. Ændringer i kulstofpuljen af død biomasse på landbrugsarealer skyldes arealændringer, når skov omlægges til landbrug, og den efterladte døde biomasse nedbrydes efterfølgende, hvilket fører til udledning. Disse udledninger afreporteres under landbrugsarealer, hvis afskovningen sker til dyrket mark eller græsarealer.

De samlede udledninger og optag fra levende og død biomasse skønnes at udlede under 0,1 mio. ton CO₂e i fremskrivningen.

19.6 Udledninger og optag fra vådområder og bebyggelse frem til 2050

Udledninger og optag fra vådområder omfatter reetablerede vådområder siden 1990. Disse arealer er enten fuldt vanddækkede områder såsom søer og floder, samt delvis vanddækkede områder med højt grundvandsspejl hvor arealer oversvømmes dele af året, såsom moser. Derudover inkluderes også drænedes områder der anvendes til tørvegravning. CO₂-udledninger og optag fra vådområder skyldes derfor tørvegravning samt udledninger og optag fra levende biomasse ved vådlægning af dyrket mark, græsarealer og skov. Derudover inkluderes metanudledninger fra genvædet kulstofrig jord. Udledningerne fra vådområder stiger fra 0,1 mio. ton CO₂e i 2023 til 0,3 mio. ton CO₂e i 2030 som følge af udtagning og vådlægning af kulstofrig landbrugsjord, *jf. figur 19.8*.

Figur 19.8

Udledninger fra vådområder, mio. ton CO₂e

Anm.: Der er ekstra usikkerhed forbundet med fremskrivningen efter 2035, bl.a. pga. begrænset viden om teknologiske muligheder, omkostninger mv. Muligheden for at anvende dele af fremskrivningen efter 2035 til konsekvensvurderinger vil derfor afhænge af en konkret vurdering. Usikkerheden illustreres ved, at linjen i figuren efter 2035 er stiplede.

Kilde: Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet på baggrund af tal fra Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) ved Aarhus Universitet.

Udledninger fra bebyggelse stammer fra omlæggelse af landområder til by og infrastruktur, disse skyldes fjernelse af levende biomasse samt nedbrydning af jordens kulstofpulje ved etablering af bebyggelse. For allerede etableret bebyggelse antages kulstofpuljerne at være i balance og der rapporteres ikke udledninger herfra. Udledningerne fra omlægning til bebyggelse ligger relativt konstant på 0,2-0,3 mio. ton CO₂e i fremskrivningsperioden, jf. figur 19.1.

19.7 Usikkerhed

Generelt vurderes det, at opgørelsen af udledninger og optag i LULUCF-sektoren er forbundet med en væsentlig usikkerhed. Det skyldes, at nettoudledninger og -optag er et resultat af små ændringer i meget store kulstofpuljer, hvilke både er vanskelige at måle, men også at de biologiske processer bedst lader sig modellere ved relative komplekse modeller (C-TOOL).

Usikkerheder ved udledninger fra kulstofrig jord

Den nye reviderede opgørelsesmodel for kulstofrig landbrugsjord hvor der bl.a. tages højde for vandstanden på arealerne har reduceret usikkerhederne for udledninger fra kulstofrig jord væsentligt i forhold til den tidligere beregningsmetode. Der er dog stadig stor usikkerhed forbundet med udledningerne fra kulstofrig landbrugsjord, da de biologiske processer der styrer udledningerne påvirkes af mange faktorer.

Der er også generel usikkerhed omkring, hvornår effekten af udtaget kulstofrig landbrugsjord vil indfinde sig, bl.a. fordi det er usikkert hvor mange år, der vil gå fra bevilling gives og indtil arealer reelt udtages og vådgøres, og udledningerne dermed reduceres. Til KF25 anvendes ligesom til KF24 en antagelse om, at der i gennemsnit går fem år fra

bevilling til effekten indtræder på baggrund af en analyse foretaget på tværs af Landbrugsstyrelsens, Miljøstyrelsens og Naturstyrelsens erfaringer med udtagnings tid i de nuværende frivillige ordninger. Der forventes at være tilfælde, hvor det kan tage kortere eller længere tid, ligesom løbende justeringer af ordningerne kan påvirke udtagnings hastigheden. Udtagningsarealet, herunder fordelingen over årene, er således behæftet med stor usikkerhed.

Usikkerheder ved udledninger og optag i mineraljord

Der er mange parametre, der påvirker udledninger og optag i mineraljord, og derfor er usikkerhederne med fremskrivningsresultater for mineraljord forbundet med stor usikkerhed. Til KF23 blev foretaget følsomhedsanalyser med udgangspunkt i ingen tilførsel af halm eller husdyrgødning til mineraljord. Dette viste en merudledning på 0,5 mio. ton CO₂e i perioden 2025-2030 ved ingen halmtilførsel, og en merudledning på 2,1 mio. ton CO₂e i 2025 og 1,8 mio. ton CO₂e i 2030 ved ingen tilførsel af husdyrgødning.

Usikkerheder ved implementering af politiske aftaler

Afslutningsvis skal det bemærkes, at Trepartsaftalens enkelte tiltag stadig er ved at blive konkretiserede. Derudover justeres den nationale CAP-plan løbende. Ministeriet for Grøn Trepert har leveret forudsætninger og implementeringsplaner, hvor der forventes fuldt afløb for de frivillige tilskudsordninger. I fremtidige klimafremskrivninger kan forekomme justeringer af forudsætningerne, både i takt med at tiltagenes implementering konkretiseres yderligere samt når der er et bedre vidensgrundlag for tilslutning til ordningerne.