

20 Landbrugsarealer og øvrige arealer

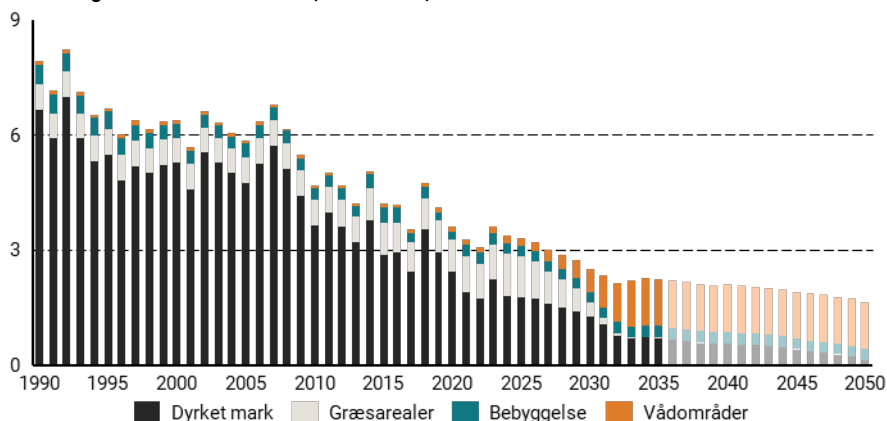
Dette kapitel omhandler udviklingen i landbrugs- og øvrige arealers (ekskl. skovarealers) forventede optag og udledninger af drivhusgasser, der indrapporteres under den IPCC-definerede LULUCF-sektor (CRT-kategori 4) i den nationale emissionsopgørelse. Kapitlet omfatter landbrugsarealerne, dyrket mark og græsarealer, hvor kulstofpuljeændringer opgøres i henholdsvis 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 21 Skov og høstede træprodukter*.¹³

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 nettoudledninger bl.a. som følge af opdyrkning af moser og vådområder, klassificeret som kulstofrig landbrugsjord. Udledningerne er faldet væsentligt fra 1990 til 2024, og udledte 3,4 mio. ton CO₂e i 2024 svarende til ca. 9 pct. af Danmarks nettoudledninger. Frem mod 2030 skønnes udledningerne at falde til 2,5 mio. ton CO₂e svarende til ca. 11 pct. af Danmarks netto drivhusgasudledninger. Dette fald skyldes både at de kulstofrige landbrugsarealer udtages og vådlægges samt at de arealer, som ikke er vådlagte, løbende frigiver kulstof som følge af at arealerne mineraliseres over tid. Efter vådlægning af kulstofrig landbrugsjord vil der fortsat være en mindre udledning fra arealerne, der ses ved øgede udledninger fra reetablerede vådområder, *jf. figur 20.1*. Samlet set medfører vådlægning af kulstofrige arealer dog betydelig lavere udledninger, end når arealerne dyrkes.

¹³ Udledningerne omfatter hovedsageligt drivhusgasudledninger 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 19 Landbrugsprocesser*.

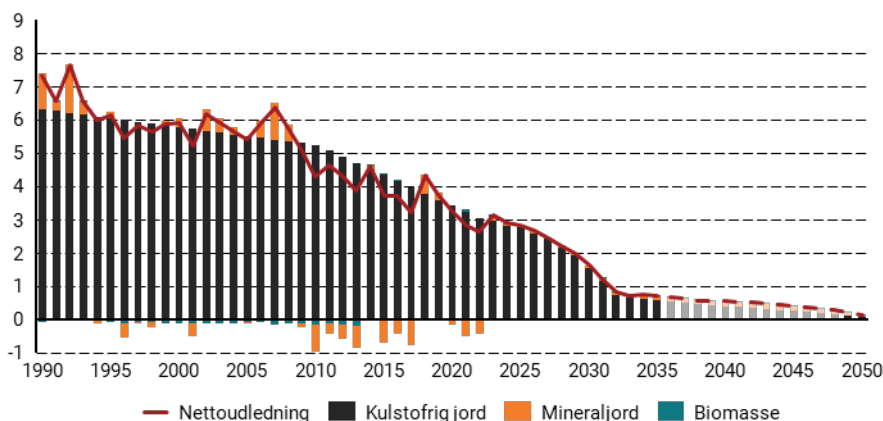
Figur 20.1

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

Anm.: Der er yderligere 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 20.2.

Figur 20.2**Udledninger og optag fra landbrugsarealer, mio. ton CO₂e**

Anm.: Der er yderligere 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. 95 pct. af de samlede udledninger fra landbrugsarealerne. Til landbrugsarealerne hører også udledninger og optag fra biomasse, der omfatter levende og død biomasse i bl.a. frugttræer, bærbuske, markkrat og læhegn, samt afskovning til landbrugsarealer.

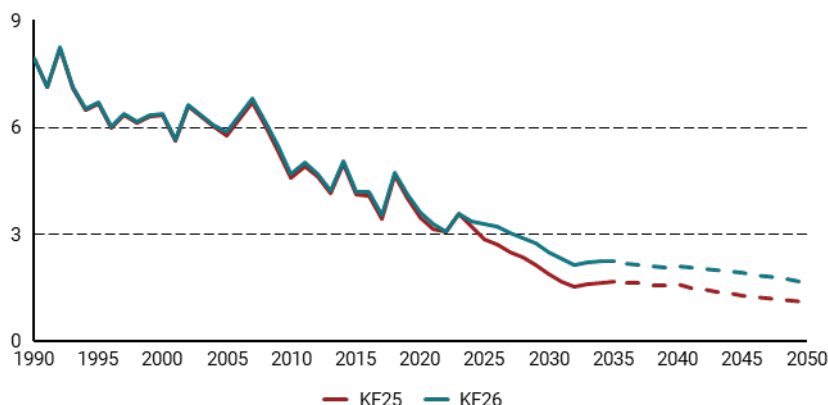
Udledningerne fra vådområder er væsentligt stigende i fremskrivningen, idet vådområdearealet stiger som følge af udtagning og vådlægning af kulstofrig landbrugsjord, da der fortsat er en udledning fra de vådlagte kulstofrige arealer samt fra de vådlagte randarealer der ligeledes oversvømmes ved udtagning af kulstofrig landbrugsjord. 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 KF26 skønnes højere i fremskrivningsperioden i forhold til KF25, jf. figur 20.3 som skyldes flere opdateringer. Fremskrivningen er opdateret ud fra seneste statistiske år (fra 2023 til 2024), så KF26 indeholder realiserede tal for høstudbytter, temperaturer og afgrødefordeling for 2024, hvilket danner nyt udgangspunkt for fremskrivningerne. Til KF25 blev indregnet et for højt areal med græs i omdrift, dette er korigeret til KF26, som har resulteret i at kulstofoptaget i mineraljord er faldet fra KF25 til KF26 i fremskrivningsårene 2025-2040. Derudover er to metodemæssige opdateringer indført for opgørelsen af udledninger fra vådområder til KF26 i forhold til tidligere indberetninger. Dels har der tidligere kun været indregnet udledninger fra vådlagte kulstofrige arealer, der derved er overgået til arealkategorien delvist vanddækkede vådområder. Til KF26

indregnes også udledninger fra vådlagte mineraljorde, som er randarealer der oversvømmes ved udtagning af kulstofrig landbrugsjord. Dels er opgørelsen opdateret med IPCC 2019 Refinement, så fuldt vanddækkede søer indregnes med en metanudledning. Tidligere anvendtes IPCC 2006 Guidelines, hvor der ikke var opgjort en metode for udledningerne fra de fuldt vanddækkede søer, og det derfor var antaget at arealerne ikke gav anledning til udledning når arealerne overgik til denne arealkategori.

Figur 20.3

Landbrugs- og øvrige arealers samlede udledninger i KF25 og KF26, ekskl. skov



Anm.: Der er yderligere 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 stipleet.

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

20.1 Overordnet udvikling frem til 2050

I Danmark er udbredelsen af landbrugsarealet faldet over tid, mens 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 20.1. I fremskrevne år indregnes ligeledes en større omlægning af landbrugsarealer til skov som følge af *Aftale om Implementering af et Grønt Danmark*, hvilket yderligere reducerer udbredelsen af landbrugsarealet.

Tabel 20.1

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

	1990	2024	2025	2030	2035	2050
Landbrugsarealer						
Mineraljord (ha)	2.912.300	2.809.100	2.804.700	2.707.300	2.606.600	2.452.300
Udledninger	1,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0
Kulstofrig jord (ha)	213.100	110.800	108.000	59.000	20.200	2.400
Udledninger	6,3	2,8	2,8	1,5	0,6	0,1
Samlede udledninger	7,3	2,9	2,8	1,6	0,7	0,1
Øvrige arealer						
Vådområder (ha)	109.300	134.000	137.300	217.900	281.700	281.500
Udledninger	0,1	0,2	0,2	0,6	1,2	1,2
Bebyggelse (ha)	497.800	557.300	561.200	571.800	584.600	614.200
Udledninger	0,5	0,3	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 og Landbrugsfremskrivningen fra DREAM. Til Landbrugsfremskrivningen indgår det dyrkede areal, hvor der i den nationale emissionsopgørelse indgår det samlede landbrugsareal, der inkluderer læhegn mm. Tallene i tabellen er afrundede, og summen kan derfor afvige fra totalerne. Årstallene 2025, 2030, 2035 og 2050 er fremskrevne år. Der er yderligere 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.

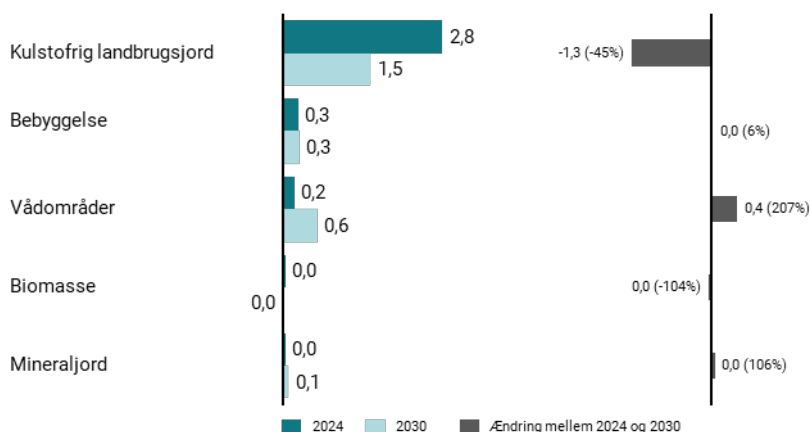
Kilde: Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) ved Aarhus Universitet.

20.2 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 20.4.

Figur 20.4

Udvikling i udledninger fra 2024 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 følgende årsager, der yderligere uddybes senere i kapitlet:

Landbrugsarealer:

Trepartsaftalen:

- Tilskud til udtagning og vådlægning af 70.000 ha kulstofrig landbrugsjord ekskl. randarealer samt CO₂e-afgift på kulstofrige jorder fra 2028, skønnes at reducere udledningerne frem mod 2033.
- Tilskudsordning til permanent og midlertidig ekstensivering skønnes at øge omlægning af omdriftsarealer med korn til vedvarende græsarealer. Vedvarende græs indregnes i beregningsmodellen¹⁴ 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, ligesom øvrigt udtag, desuden udledninger fra gødningstildeling der indregnes i *kapitel 19 Landbrugsprocesser*
- Måltrettet regulering, som erstattes af ny kvælstofreguleringsmodel i 2027, skønnes at øge kulstofoptaget i mineraljord fremadrettet ved dyrkning af flere efterafgrøder.

Naturlige processer på landbrugsarealerne:

- Der pågår en mineralisering af kulstofrig landbrugsjord, når arealerne er dræned ved dyrkning, som betyder, at det organiske materiale i jordene løbende nedbrydes til CO₂. Mineraliseringen indebærer, at arealerne omklassificeres til mineraljord, hvis

¹⁴ 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.

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 skønnes at øge udledninger fra kategorien øvrige arealer.¹⁵

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 *KF26 Forudsætningsnotat om landbrugsprocesser, landbrugsarealer og skov*.

20.3 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. Opgørelsen for udledninger fra kulstofrig landbrugsjord tager 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 drænedes 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 på grund af iltning ved dyrkning) 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 2,8 mio. ton CO₂ i 2024.

Udtagning af dyrkede arealer med kulstofrig jord

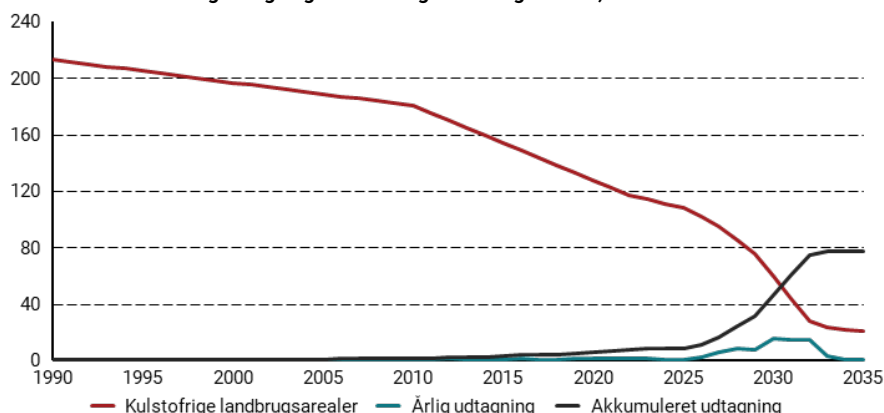
Udledningerne fra kulstofrig jord kan reduceres ved at vådgøre de drænedes, kulstofrige arealer. Udover den årlige mineralisering skyldes yderligere reduktion af udledninger fra dyrket kulstofrig jord derfor, at der sker en reetablering af vådområder som resultat af udtagning og vådlægning. I KF26 skønnes samlede afsatte midler til tilskud til vådlægning af kulstofrige jorder samt afgift på kulstofrige jorder fra 2028 at medføre, at der udtages og vådlægges ca. 69.500 ha kulstofrig landbrugsjord fra 2025 frem mod 2033. Der skønnes ikke at blive udtaget og vådlagt yderligere derefter, da der på nuværende tidspunkt ikke er afsat yderligere midler.

¹⁵ De øgede udledninger herfra er dog væsentligt lavere sammenholdt med udledninger fra dyrkede og drænedes kulstofrige arealer.

Det betyder, at der efter udtagning samt årlig mineralisering skønnes at være ca. 20.000 ha kulstofrige landbrugsarealer i 2033, jf. figur 20.5. Dette areal falder til ca. 2.400 ha i 2050 på grund af årlig mineralisering, jf. tabel 20.1. Da udledningerne afhænger væsentligt af vandstanden på arealerne, afhænger drivhusgaseffekten af hvilke arealer, der udtages, hvormed fremskrivningen er behæftet med usikkerhed.

Figur 20.5

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, nu Ministeriet for Natur og Dyrevelfærd.

Ved udtagning af ca. 69.500 ha kulstofrig landbrugsjord frem mod 2033 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 fra 2025 til 2033, hvoraf ca. 119.000 ha ligger inden for landbrugsarealet (og ud af de ca. 119.000 ha er ca. 69.500 ha kulstofrig landbrugsjord).

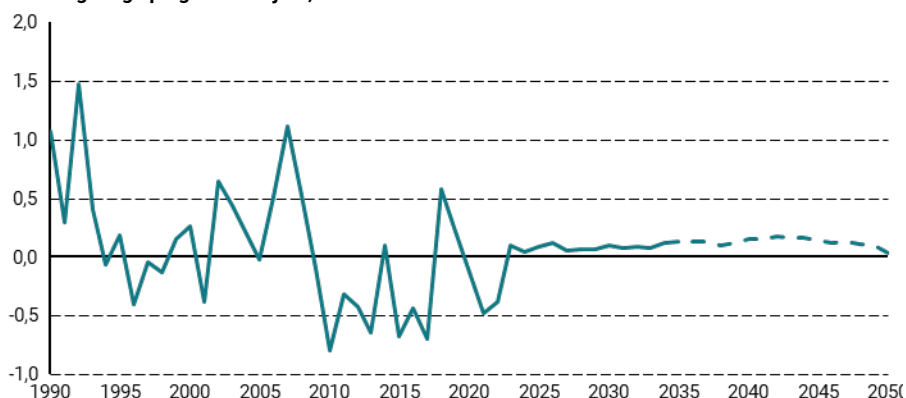
Der er stor usikkerhed forbundet med antagelserne om udtagning og vådlægning af kulstofrig jord. Usikkerheden angår både perioden mellem bevilling og realisering, som antages at være 5 år, størrelsen på udtagningsarealet, herunder fordelingen over årene, samt hvilke arealer der udtages. DCE antager, 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, nu Ministeriet for Natur og Dyrevelfærd, højde for kulstofindhold samt arealanvendelse ved udtagning af de enkelte arealer i prioriteringen af ansøgninger.

20.4 Udledninger og optag i mineraljord frem til 2050

For mineraljord, der udgjorde ca. 96 pct. af det samlede danske landbrugsareal i 2024, svinger udledninger og nettooptag over årene, jf. figur 20.6. 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 20.6

Udledninger og optag i mineraljord, mio. ton CO₂e



Anm.: Der er yderligere 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 har primært udbyttestigninger bidraget til et svagt stigende optag i mineraljordene. I KF26 skønnes en årlig gennemsnitlig udbyttestigning på ca. 0,5 pct., som varierer fra 0,3-0,6 pct. mellem afgrøderne. Den skønnede udbyttestigning er behæftet med usikkerhed og påvirkes af de fremskrevne temperaturændringer i enkelte år.

I de fremskrevne år ligger nettoudledningen relativt jævnt i mineraljordene, da det skønnes, at jordene er i næsten ligevægt ved nuværende arealanvendelse, dog med forskelle mellem jordbundstyperne. 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 eller gødet græs 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 korn og en del lavere kulstofinput end gødet græs¹⁶. Efter 5 år overgår arealerne til vedvarende græsarealer, hvor de bidrager til at svagt øge kulstofoptaget 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.

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 KF26 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 1980-2024 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 udbyttetigninger, 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 samt trærester ved pyrolyse. Biokul er en stabil kulstofpulje, som på sigt kan bidrage til

¹⁶ 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.

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.

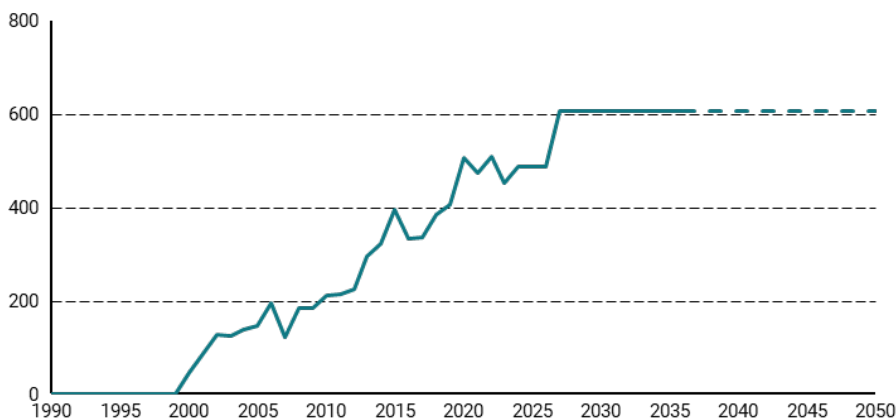
Efterafgrøder og ny kvælstofreguleringsmodel (NRM)

Tiltaget målrettet regulering, som erstattes af ny reguleringsmodel for kvælstof (NRM) i 2027, er indregnet i KF26 på samme måde som til KF25 ud fra et reguleringstryk på 6.500 ton N. Reguleringen reducerer kvælstofudledningen som følge af dyrkning af efterafgrøder og reduceret gødningsanvendelse. Dyrkning af efterafgrøder påvirker lattergasudledninger fra marker, som beskrives i *kapitel 19 om landbrugsprocesser*. Dertil bidrager dyrkning af efterafgrøder til kulstofopbygning på markerne, som øger CO₂-optaget fra landbrugsarealer. Efterafgrødearealet i KF26 fremgår af *figur 20.7*.

Siden KF25 er indgået *Delaftale om overgang til ny kvælstofreguleringsmodel*, som bl.a. indeholder en stigning i reguleringstrykket for NRM til 7.900 t N, mere fleksibilitet i virkemiddelvalg og nye rammer for kvotetildeling og compensation. Det har ikke været muligt at lave et konsolideret opdateret skøn til KF26 for den nye regulering, bl.a. da der er usikkerhed om, hvordan reguleringen spiller sammen med øvrige politisk besluttede ordninger i landbruget som tilskud til reduceret gødningsanvendelse og tilskud til arealudtag. Der pågår et arbejde med at konsolidere effekter af NRM til KF27, hvor der tages højde for overlap med øvrige tiltag.

Figur 20.7

Efterafgrødeareal, 1000 ha



Anm.: Der er yderligere 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.

20.5 Udledninger og optag i levende og død biomasse på landbrugsarealerne frem til 2050

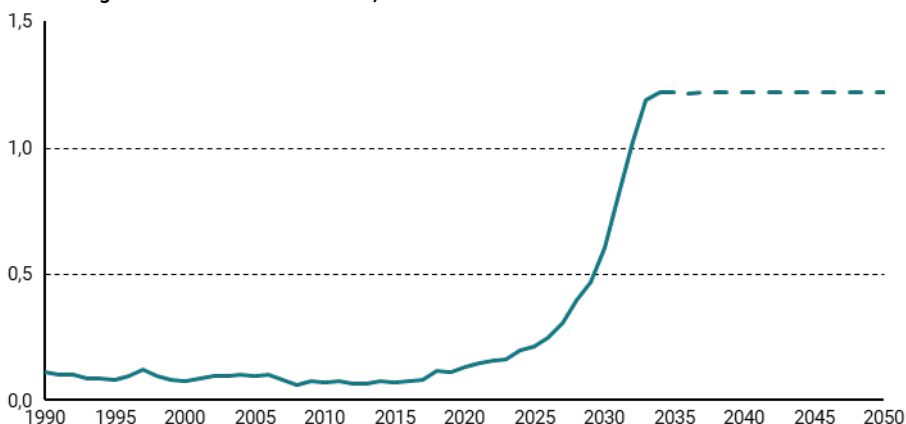
Kulstofpuljen i levende biomasse på landbrugsarealerne inkluderer frugttræer, bærbuske, pil og andre flerårige vedplante-afgrøder, samt ikke-produktive elementer så som læhegn og markkrat. Optag/udledninger herfra betyder meget lidt for landbrugets samlede udledninger. Ifølge IPCCs regneregler opgøres kulstofpuljeændringer årligt, hvorved de årlige ændringer skyldes 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.

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.

20.6 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 drænede områder der anvendes til tørvegravning. Drivhusgasudledninger og optag fra vådområder skyldes derfor tørvegravning samt udledninger og optag fra levende biomasse ved vådlægning af dyrket mark, græsarealer og skov. Derudover inkluderes metan-udledninger fra genvædet kulstofrig jord og til KF26 inkluderes ligeledes metan-udledninger fra genvædet mineraljord, som skyldes vådlægning af randarealer ved udtagning af kulstofrig landbrugsjord. Udledningerne fra vådområder stiger fra 0,2 mio. ton CO₂e i 2024 til 0,6 mio. ton CO₂e i 2030 som følge af udtagning og vådlægning af kulstofrig landbrugsjord inkl. randarealer, *jf. figur 20.8.*

Figur 20.8**Udledninger fra etablerede vådområder, mio. ton CO₂e**

Anm.: Der er yderligere 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. Omlægning til bebyggelse forudsættes at ligge konstant i fremskrivningsperioden og udleder dermed 0,3 mio. ton CO₂e årligt, jf. figur 20.1.

20.7 Usikkerhed

Generelt vurderes det, at opgørelsen af udledninger og optag i LULUCF-sektoren er forbundet med 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 (fx C-TOOL).

Det forventes, at der til kommende klimafremskrivninger vil komme væsentlige ændringer i sektorens udledninger og optag. Danmark skal som følge af en revision af LULUCF-forordningen (EU 2023/839) styrke nøjagtigheden af sin rapportering af drivhusgasudledninger og -optag i LULUCF-sektoren fra indberetningen af emissionsopgørelsen i 2028 og fremefter, så der i større omfang anvendes nationale data og modeller i beregningerne i stedet for anvendelse af standard emissionsfaktorer fra IPCC guidelines. Dette vil medføre igangsættelse af flere forskningsprojekter og dataindsamling som kan bidrage til at udledninger og optag på arealerne samlet set enten vil øges eller reduceres.

Usikkerheder ved udledninger fra kulstofrig jord

Den reviderede opgørelsesmodel for kulstofrig landbrugsjord som blev anvendt allerede til KF25, 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 KF26 anvendes en antagelse om, at der i gennemsnit går fem år fra bevilling til at effekten indtræder på baggrund af en analyse foretaget på tværs af Miljøstyrelsens og Naturstyrelsens og den daværende Landbrugsstyrelses erfaringer med udtagningsstid i de frivillige udtagningsordninger. Der forventes at være tilfælde, hvor det kan tage kortere eller længere tid, ligesom løbende justeringer af ordningerne kan påvirke udtagningshastigheden. 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 som allerede nævnt, 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 udledninger fra etablerede vådområder

Metan-udledninger fra etablerede vådområder som omfatter både vådlagte kulstofrige og mineraljorde opgøres med standard emissionsfaktorer fra IPCC 2013 Wetlands Supplement. Emissionsfaktorerne stammer fra få studier udført over hele verden med meget stort spænd blandt resultaterne, og som ikke nødvendigvis kan overføres til danske forhold. Derfor er udledninger fra vådområder behæftet med særdeles stor usikkerhed.

Usikkerheder ved implementering af politiske aftaler

Afslutningsvis skal det bemærkes, at Trepartsaftalens enkelte tiltag stadig er ved at blive konkretiserede. Derudover udestår konkretisering af ny CAP-plan for 2028-2034. Ministeriet for Grøn Trepert, nu Ministeriet for Natur og Dyrevelfærd, 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. Særlig i forhold til NRM, vil landbrugernes anvendelse af de forskellige virkemidler løbende konkretiseres yderligere, ligesom det i højere grad vil være muligt at indregne effekten af NRM når der forelægges mere viden om hvilke arealer der indgår i arealomlægningen fra Trepartsaftalen. Det forventes derfor, at der vil ske ændringer til effekten af NRM til kommende

klimafremskrivninger. Der pågår et arbejde med at konsolidere effekter af NRM til KF27, hvor der tages højde for overlap med øvrige tiltag.