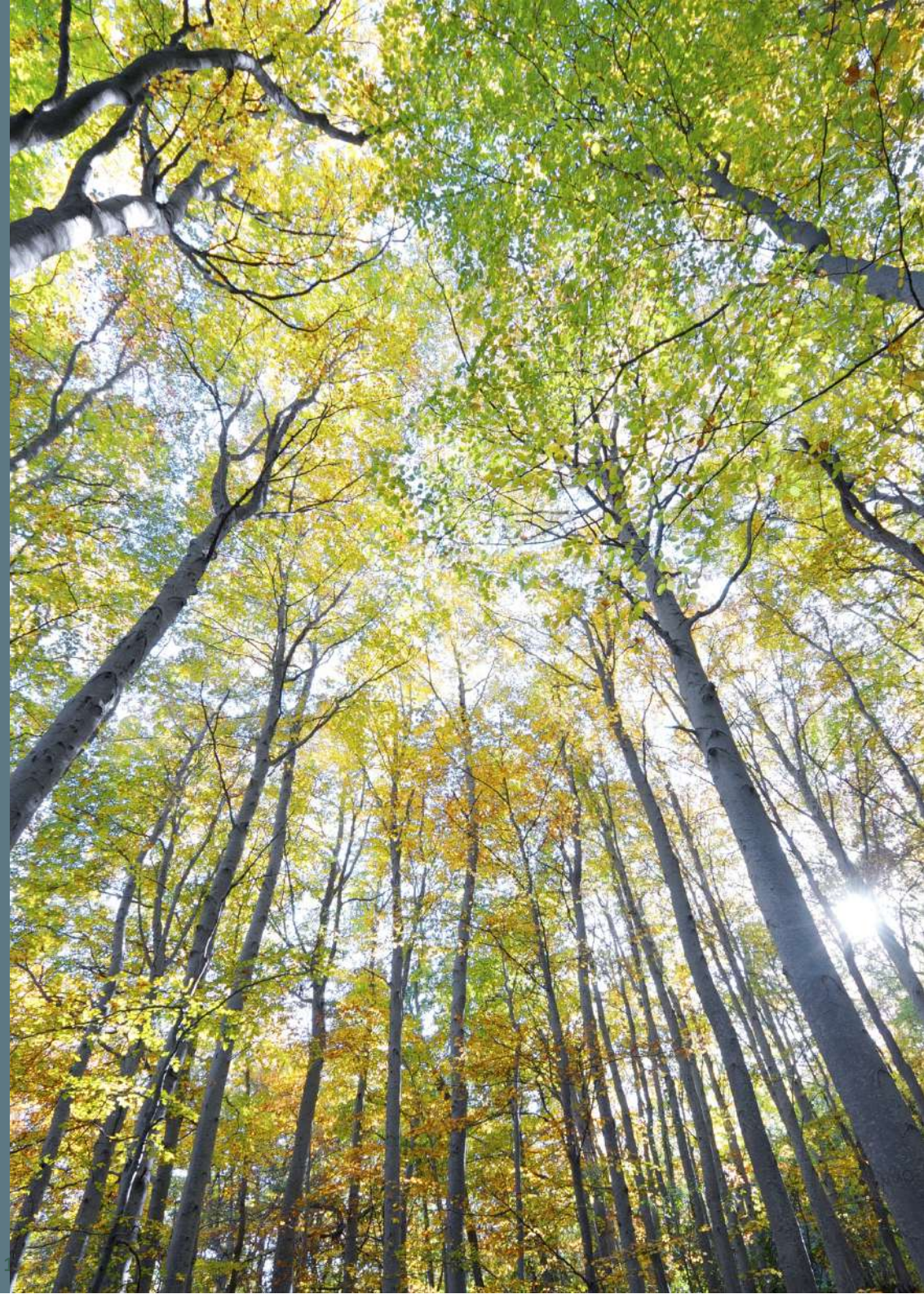


CO₂-optag ved skovrejsning

Baggrund for Klimaskovfondens beregningsmodel

Version 2 - udgivet april 2024



Indhold

3	CO₂-optag ved skovrejsning Baggrund og argumentation Beregningsmetode til optag og lagring af CO ₂	17	Dødt ved, litter og jordbund
8	Anvendte tilvækstoversigter	19	CO₂-binding i mineraljorden
9	Bevoksningens udvikling år 0-20	20	Hugst- og foryngelsesmodeller
10	Baseline for beregningsmodellen	22	Træeffekter og substitutionseffekt ved energiproduktion
11	Fatsættelse af bonitet og jordbundsklasser	23	Projektvariable input i beregningsmodellen
12	Forudsætning i kulturmodeller	25	Resultater af beregningsmodellen



CO₂-optag ved skovrejsning

Klimaskovfondens certificeringsstandard *Bidrag til den danske klimaindsats gennem skovrejsning* hviler på en beregning af skoves evne til at opfange og lagre CO₂. Denne evne vil variere alt efter skovens opbygning og artssammensætning og derfor redegør vi her for, baggrunden for beregningerne, hvilke forudsætninger, de hviler på og argumenterne for dem.

Her kan du således gå i dybden med Klimaskovfondens overordnede principper for beregningsmodellen for, hvor meget CO₂ fondens skovrejsningsprojekter forventes at medføre. Beregningen bygger på den gennemsnitlige varige binding for hvert skovrejsningsprojekt. Det er dette niveau, der vil kunne fastholdes ved god og almen skovdyrkning og det kan derved sikre høj troværdighed og permanens af CO₂-enhederne. Den varige binding defineres som det gennemsnitlige stående CO₂-lager i projektets bevoksninger, ved gentagne omdrifter, beregnet for perioden 100-200 år. Ud af de CO₂-enheder, der fremkommer ved projektet, vil en andel blive fratrukket til en fælles buffer.

Sådan er beregningsmodellen blevet til

Arbejdet med at udarbejde beregningsmodellen for projektering af CO₂-enheder er påbegyndt i juni 2022. Arbejdet er sket i tæt dialog med fondens certificeringsudvalg, der består af medlemmer fra Københavns Universitet og Århus Universitet samt fondens bestyrelse. Der har i certificeringsudvalget været en generel enighed om, at modellen skal være konservativ, simpel og gennemskuelig.

Modellen vil løbende blive revideret i takt med at ny forskning og viden, som kan kvalificere beregningsgrundlaget, bliver tilgængelig. Den nyeste version af dokumentet kan altid downloades fra www.klimaskovfonden.dk.



Baggrund og argumentation

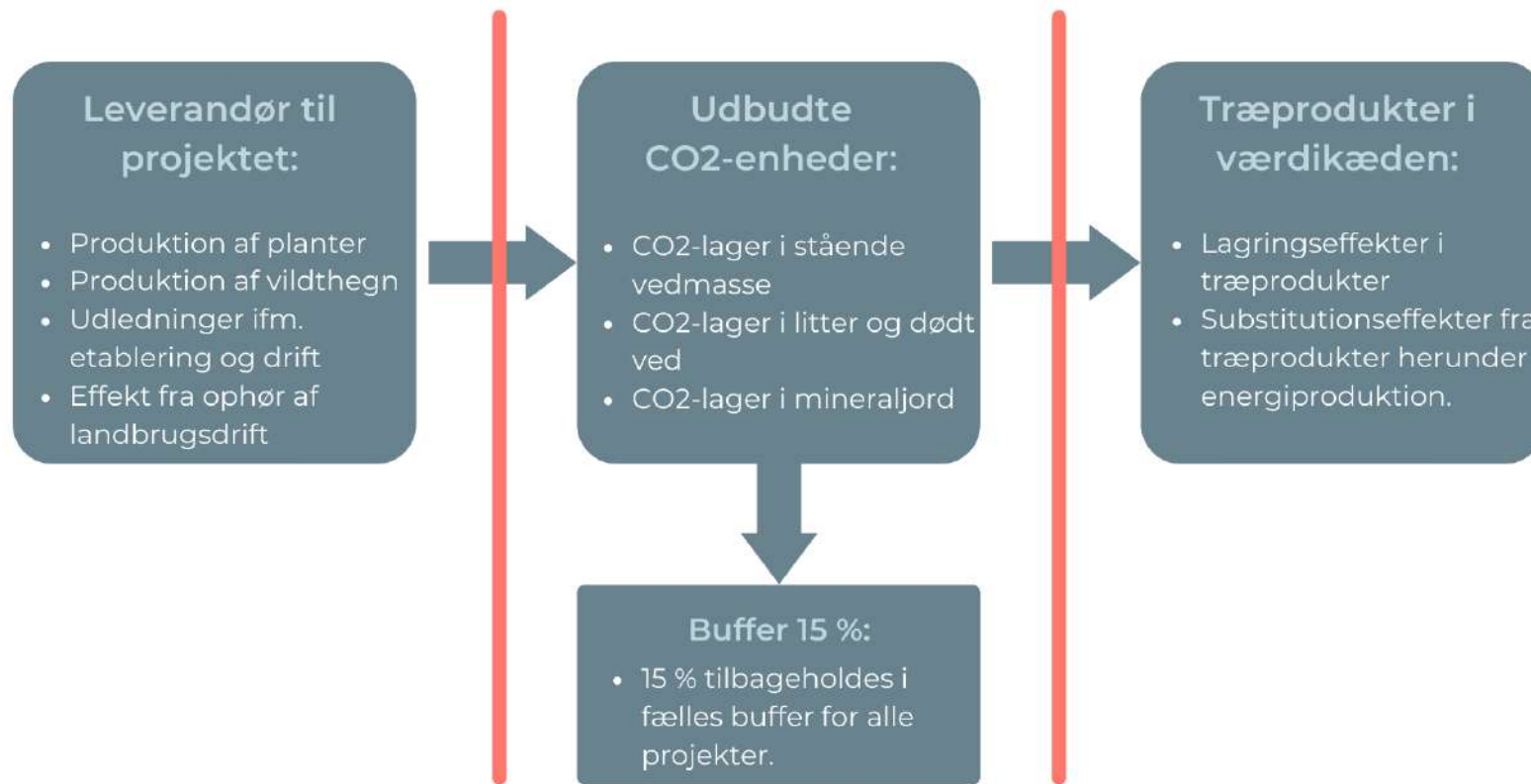
Modellen vil løbende blive revideret i takt med at ny forskning og viden, som kan kvalificere beregningsgrundlaget, bliver tilgængelig.

Beskrivelsen af modellen og antagelser og forudsætninger for denne, tager afsæt i de kulturmodeller, vi stiller til rådighed. Valget af kulturmodeller, bevoksningprocent og arealanvendelsen er udgangspunkt for den beregning af CO₂-enheder, der sker på projektniveau. På trods af den brede baggrund for beregningsmodellen er der i modellen også valg og fravalg, der muliggør mere nøjagtige beregninger.

Modellen fokuserer således på at beregne den binding af CO₂, der vil finde sted på det kommende projektareal, som illustreret i Figur 1. Her ses, at leverandører til projektets CO₂-udledning ikke medregnes.

Det vil sige, at den afværgede CO₂-udledning fra omlægning af landbrug (arealanvendelse og energiforbrug) til skovbrug ikke medregnes. Lagringseffekten i træprodukter, der hentes ud af skoven, samt substitutionseffekten for træprodukter, der udnyttes til energiproduktion, inkluderes ikke i beregningen. Argumentationen for disse valg og fravalg findes i de følgende afsnit.

Det er vigtigt at fremhæve, at modellen udregner de CO₂-enheder, der udbydes som bidragsprodukt, da det er vigtigt for Klimaskovfonden at sikre høj troværdighed i beregningerne. Derfor vil antallet af udbudte CO₂-enheder også være lavere end den samlede akkumulerede CO₂-effekt, som skovrejsningen på lang sigt vil bidrage med.



Figur 1 illustrerer værdikæden for skovrejsning, og hvordan beregningen af den projekterede og forventede CO₂-binding i skoven begrænses til skovrejsningsprojektet. Udledning fra leverandører og træprodukter medregnes ikke i projektets CO₂-effekt.

Beregningerne i modellen er omfattet af usikkerheder og antagelser, som beskrives her. Resultaterne er en projektering af den forventede kulstofbinding og estimater på, hvilken effekt, der kan forventes af den kommende bevoksning, beregnet på plantningstidspunktet.

Foreløbig er der taget en principbeslutning om, at det vil være ansøgere om støtte fra Klimaskovfonden, der skal benytte sig af beregningsmodellen og indsende en opgørelse over det forventede antal CO₂-enheder, sammen med deres ansøgning om tilskud.



Beregningsmetode til optag og lagring af CO₂

Klimaskovfondens beregningsmetode følger IPCC's guidelines for beregning af lagring af kulstof i landbrugsarealer, der omlægges til skov.

Til beregningen af optag og lagring af CO₂ i skov anvendes "biomasseligninger" som beregningsmetode, som beregner den levende over- og underjordiske biomasse. Metoden er beskrevet i notat fra Københavns Universitet: [Fremskrivning af kulstof i skovene i periodeplanen](#)[1]. Derudover baserer beregningen af dødt ved, litter og kulstofbinding i jordbund sig på data fra [Danmarks Skovstatistik](#)[2], som gennemgås i efterfølgende afsnit.

Som indgangsværdi i biomasseligningerne anvendes diameter og højde for enkelttræet i bevoksningen. Output fra biomasseligningerne er enkelttræets samlede biomasse i kg, der kan omregnes til kg. kulstof ved at gange med 0,5. Omregning til CO₂-ækvivalenter (CO₂æ) sker ved anvendelse af den molekylære ratio mellem CO₂ og C på 44/12.

I beregningen af henholdsvis CO₂-indholdet i skovens stående bevoksning og i hugstudstaget, anvendes henholdsvis den stående bevoksning og hugstudstagets grundfladevægtede middeldiameter (Dg) og middelhøjde (Hg), som indgang. Bevoksningens/hugstens samlede CO₂-indhold beregnes ved at gange middeltræets CO₂-indhold med stamtallet for henholdsvis bevoksningen/hugstudstaget.

Biomasseligninger findes for henholdsvis stammemasse, kronemasse og rodmasse, og træernes samlede masse findes ved summen af disse.

[1] Nielsen, A. T., & Nord-Larsen, T. (2021). [Fremskrivning af kulstof i skovene i periodeplanen. IGN Report.](#)

[2] Johannsen, V. K., Nord-Larsen, T., Vesterdal, L., & Bentsen, N. S., (2020). [Kulstofbinding ved skovrejsning, 2020: Sagsnotat, 44 s.](#)

Bevoksningsprocenten for de nyanlagte projekter kan være op til 100 %. Ifølge Skovstatistikken 2020 [3], er ca. 5 % af Danmarks skovareal karakteriseret som "andet", der omfatter midlertidigt ubevoksede arealer og hjælpearealer i skov.

Biomasseligningernes generelle form:

$$BM_{\text{stamme}} = a_0 \cdot (d \cdot 1000)^{a_2} \cdot (h - 0,3)^{a_2}$$

$$BM_{\text{kroner}} = \beta_0 \cdot (d \cdot 1000)^{\beta_2} \cdot (h - 0,3)^{\beta_2}$$

$$BM_{\text{rødder}} = \gamma_0 \cdot (d \cdot 1000)^{\gamma_2} \cdot (h - 0,3)^{\gamma_2}$$

$$BM_{\text{ag}} = BM_{\text{stamme}} + BM_{\text{kroner}}$$

$$BM_{\text{træ}} = BM_{\text{ag}} + BM_{\text{rødder}}$$

I ligningerne angiver " d " er det enkelte træes diameter målt i brysthøjde (dbh), og " h " er enkelttræets totalhøjde. Da formelen bruges på hele bevoksninger efter middeltræmetoden, anvendes Dg og Hg , som hhv. d og h . De variable er angivet i meter.

Modellens parametre: $a_0 - a_2$, $\beta_0 - \beta_2$ og $\gamma_0 - \gamma_2$ er træartsspecifikke.

Parametrene $a_0 - a_2$ findes ikke for alle træarter. For alle løvtræarter anvendes $a_0 - a_2$ for bøg. For alle nåletræarter anvendes $a_0 - a_2$ for rødgran (med undtagelse af sitkagran, der har egne parametre).

[3] Nord-Larsen, T., Johannsen, V.K., Riis-Nielsen, T., Thomsen, I. M., & Jørgensen, B. B. (2021). [Skovstatistik 2020](#). Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet.



Anvendte tilvækstoversigter

Beregningen af CO₂-indholdet tager udgangspunkt i kendte tilvækstmodeller for danske skovtræarter. Her er bevoksningens samt hugstuds-tagets middeldiameter (Dg), middelhøjde (Hg) og stamtal variable indgangsværdier.

Der er primært anvendt data fra [programmet VIDAR](#), hvor de mest gængse tilvækstmodeller er integreret. Fra programmet hentes data for udvikling af totalproduktion, hugst og stående vedmasse for de enkelte træarter. Da der på nuværende tidspunkt ikke eksisterer tilvækstmodeller for nordmannsgran, benyttes en tilvækstmodel for ædelgran.

Tabel 1 redegør for hvilke kilder til tilvækstmodeller, der er anvendt for de enkelte træarter.

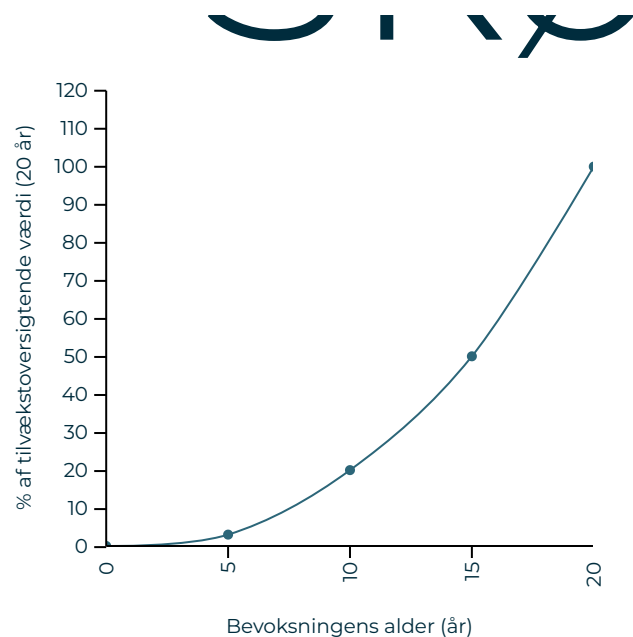
Tabel 1: Kilde til tilvækstmodeller for de enkelte træarter.

Træart	Tilvækstoversigt
Bøg	VIDAR
Eg	VIDAR
Ær	Kjølby, 1958
Birk	Morville og Helms, 1918
Rødel	Morville og Helms, 1918
Douglasgran	VIDAR
Rødgran	VIDAR
Sitkagran	VIDAR
Grandis	Sørensen og Thygesen, 1992
Ædelgran	VIDAR
Skovfyr	K. Morville, 1948
Lærk	Hybridlærk, Hintz, 2013

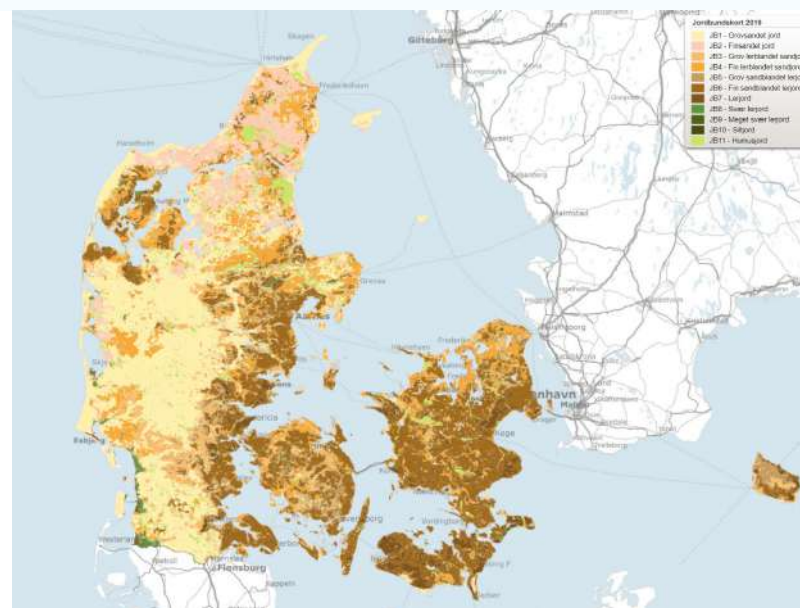
Bevoksningens udvikling år 0-20

De fleste danske tilvækstoversigter for træarter starter først ved 20 år. Det vil sige, at den forventede tilvækst fra år nul til 20 ikke er kendt. På baggrund af det nuværende vidensniveau er der derfor gennemført en ekstrapolation for bevoksningens udvikling fra år 0 til 20 og tilhørende CO₂-binding.

I beregningsmodellen antages det, at den procentvise udvikling af CO₂-indholdet går fra 0 % i år 0 og op til 100 % i år 20, hvor de kendte tilvækstoversigter starter. Det forventes, at udviklingen i bevoksningen vil være lettere konveks, som illustreret i Figur 2 over den skønnede procentvise udvikling af tilvæksten fra år 0 til 20. Antagelsen bygger på notatet [Kulstofbinding ved skovrejsning 2020](#), udarbejdet af Johannsen, V. K., Nord-Larsen, T., Vesterdal, L., & Bentsen, N. S. fra Københavns Universitet.



Figur 2: Kurven viser den skønnede procentvise udvikling i tilvæksten fra år 0 til 20.



Figur 3: Kort over jordbundsklassificering i Danmark fra MiljøGIS.



Baseline for beregningsmodellen

Baselinen er udgangspunktet for beregningerne af det forventede lager af CO₂ i den kommende bevoksning.

Beregningsmodellen for CO₂-enheder medregner ikke afværget CO₂-udledning fra ophørt landbrugsdrift (energiforbrug og arealanvendelse), da det fraregnes grundet lækagerisiko.

På det nuværende vidensniveau betragtes det desuden ikke som troværdigt at inkludere den undgåede udledning fra en eventuel omlægning af landbrugsjord til skov. Usikkerhederne ved disse beregninger vurderes at være for store i forhold til nøjagtigheden af data.

Udledningen fra etablering af skovrejsningen og renholdelsen af bevoksningerne gennem de første vækstsæsoner indgår ikke.

Omfanget af eventuel eksisterende skov på projektarealet defineres og specificeres i beskrivelse af projektplanen. Beregningsmodellen kan indregne CO₂-optaget i eksisterende skov – men det specificeres i beregningsmodellens resultatark, så det ikke indgår i opgørelsen af additionelle CO₂-enheder fra projektet.

Hvis der gennemføres skovrejsning på arealer med vedvarende græs, hvor kulstofmængden i både den overjordiske biomasse og i mineraljorden, er højere end i omdriftsjorder, vil der ske en udledning af CO₂

i forbindelse med omlægningen af græsarealerne til skov.

Den udledte CO₂ vil gradvist blive bundet og lagret igen, efterhånden som skoven udvikler sig. Beregningen af CO₂-effekten tager højde for denne midlertidige udledning af CO₂, samt det højere indhold af kulstof i jordbunden. Det sker ved at den lagring, der forventes i mineraljorden over tid (0,77 tCO₂/ha/år, se afsnittet nedenfor om CO₂ binding i mineraljord), ikke inkluderes i beregningen for arealer, der omlægges fra vedvarende græsdække til skov.

Fastsættelse af bonitet og jordbundsklasser

Forud for beregningen og projekteringen af CO₂-enheder skal der på projekt- og eventuelt helt ned på bevoksningsniveau fastsættes bonitet/boniteter for projektarealet.

Som udgangspunkt fastsættes boniteten af projektejer/projektejers konsulent. Boniteten fastsættes med baggrund i lokalkendskab til den konkrete jordbund og øvrige vækstbetingelser, herunder eventuelt ved sammenligning med kendte vækstvilkår fra omkringliggende skove. Der udarbejdes ved ansøgningen en kort begrundelse for den formodede bonitet.

Boniteten kan angives som høj, middel eller lav, og henviser til, om lokaliteten er henholdsvis højtproducerende, middelproducerende eller lavt producerende.

Som vejledende fastsættelse af bonitet kan der tages udgangspunkt i inddelingen af jordbundstyper fra [Bekendtgørelse om jordbundstypeklassifikation](#). Klimaskovfonden har opstillet forslag til vejledende bonitet for de enkelte jordbundstyper i Tabel 2.

Der er dog tale om en forenkling af virkeligheden, og variationen i bonitet kan variere væsentligt mellem lokationer [med samme jordbundsklassificering](#), bl.a. som følge af kystnærhed, vandforhold, dybereliggende jordlag mv.

Tabel 2: Oplæg til sammenhæng mellem jordbundstyper 1-12, jordtype og forslag til bonitet.

JB nr.	Jordtype	Bonitet
1	Grovsandet jord	Lav
2	Finsandet jord	lav
3	Grov lerblandet jord	Middel
4	Fin lerblandet jord	Middel
5	Grov sandblandet lerjord	Høj
6	Fin sandblandet lerjord	Høj
7	Lerjord	Høj
8	Svær lerjord	Høj
9	Meget svær lerjord	Individuel vurdering
10	Siltjord	Individuel vurdering
11	Humus	Individuel vurdering
12	Speciel jord	Individuel vurdering



Forudsætning i kulturmodeller

Med baggrund af Klimaskovfondens krav til de skovrejsningskulturer, der kan gives støtte til, har Klimaskovfonden udarbejdet foruddefinerede standard kulturmodeller, der beskriver de specifikke træartsblandinger, når der anlægges skov. For hver kulturmodel beregnes den forventede CO₂-binding.

Kulturmodellerne sammensættes, så de med baggrund i de forudsatte dyrkningsmodeller ([beskrevet i afsnittet "hugst og foryngelse"](#)) kan understøtte, at skovrejsningsprojektet på lang sigt udvikler sig henimod robuste, varierede og klimatilpassede skove, der kan forvaltes efter principper for bæredygtig skovdrift.

Der er udarbejdet kulturmodeller, der kan anvendes på henholdsvis høj, middel og lav bonitet.

Ved juletræsbevoksninger der udvikles til skov antages det i kulturmodellerne, at træerne er 15 år fra begyndelsen, da juletræsbevoksningen maksimalt må være 20 år. Juletræerne kan benyttes som hjælpetræart, her antager modellen at træerne er fjernet inden år 20. Juletræerne kan erstatte "NÅL - valgfri", men ikke kombineres, så den samlede andel af nål overstiger procentandelen for "NÅL - valgfri".

I det enkelte projekt vælges specifikke kulturmodeller på bevoksnings-/litraniveau. Ved den praktiske etablering af projektet (plantningen), vil det – indenfor de fastsatte rammer for den enkelte standardmodel - være muligt i mindre omfang at justere og tilpasse træartssammensætningen og indblandingsprocenterne.



Klimaskovfondens kulturmodeller

Navn på kulturmodel	Bonitet den kan anvendes på		
	Høj	Middel	Lav
Skovbryn (lav)			X
Skovbryn (middel/høj)	X	X	
EG/SKOVFYR		X	X
EG/ANDET LØV	X	X	
BØG/ANDET LØV	X	X	X
BØG/NÅL	X	X	X
ÆR/SPIDSLØN	X	X	
RØDEL	X	X	X
BIRK	X	X	X
ANDET LØV	X	X	
DOUGLAS	X	X	X

GRANDIS	X	X	X
ÆDELGRAN	X	X	X
SKOVFYR		X	X
RØDGRAN	X	X	X
SITKAGRAN	X	X	X
LÆRK	X	X	X
Græsningsskov	X	X	X
Skoveng med tilplantning	X	X	X
Naturlig tilgroning/urørt skov	X	X	X

De angivne kulturmodeller er nærmere beskrevet i Excel arket med Klimaskovfondens beregningsmodel for CO₂-optag ved skovrejsning, under fanen "kataloget over kulturmodeller". Antallet af mulige kulturmodeller i Klimaskovfondens projekter vil løbende blive evalueret og eventuelt udvidet.

Den løbende udvikling af CO₂ i det stående lager af træ og den totale produktion for de enkelte kulturmodeller beregnes ud fra den forholdsmæssige træartssammensætning i de definerede kulturmodeller – og på baggrund af data fra de respektive tilvækstoversigter for træarterne i ren-bestand.

I de enkelte bevoksningsmodeller udarbejdes en forholdsmæssig fordeling, der summer til 100 % af de forventede varige bestandstræarter. Denne fordeling kan reguleres senere i bevoksningens livscyklus, hvis træartsfordelingen ændres pga. f.eks. udhugning eller andet.

CO₂-optaget i eventuelle hjælpetræarter (ammetræer, sportræer mv.) medregnes i det omfang og i den periode, hvor træerne er til stede i kulturerne.

Hjælpetræarterne forudsættes afviklet indenfor de første 20 år af kulturernes levetid, hvorefter hjælpetræernes andele i kulturerne tillægges de blivende træarter. Dette gælder også, hvor der benyttes juletræer som hjælpetræart. Her antages det tilsvarende, at hjælpetræerne har en gennemsnits alder på 15 år, da juletræbevoksningne maksimalt må have en alder på 20 år, når den bliver omlagt.

På grund af veje, skovningsspor, mindre ubevoksede arealer mv. har de fleste bevoksninger i danske skove normalt en bevoksningsprocent på under 100. Regulering ift. aktuel bevoksningsprocent foretages for den enkelte bevoksning i det enkelte projekt når projektets inputdata indtastet. Hvis der ønskes en kultur-/bevoksningsmodel med en generelt lavere bevoksningsprocent kan det reguleres ved reduktion af de enkelte træers andele i bevoksningen.

Kulturmodel nr. 3	Kan anvendes på			Art	Indblandingsprocent Interval	Bemærkning
	Høj	Middel	Lav			
EG/SKOVFYR		X	X			
Træart 1:				EG	30-60 %	
Træart 2:				SKOVFYR	10-20 %	
Træart 3:				LÆRK	0-20 %	Bør plantes gruppe- eller holmevis, for at de ikke overgror øvrige arter
Træart 4:				LØV - valgfri	10-20 %	Vælges blandt hjemmehørende arter på Klimaskovfondens liste over godkendte træ- og buskarter
Træart 5:						
Hjælpetræart 1:				Valgfri	0-20 %	
Evt. forkultur af juletræer				Juletræer (NGR)	0-20 %	

Figur 4: Udklip fra beregningsmodellen, der viser hvordan valg af træarter, hjælpetræart, tilvækstmodel og andel af artsammensætning vælges i modellen.

Krav til plantetal, renholdelse og pleje af kulturerne er defineret i Klimaskovfondens skovkriterier. Stamtal fra år 20 og frem er defineret i de enkelte træarteres tilvækstmodeller. For modeller udtrykt af VIDAR er det forudsat, at der ved alderen 20 år er et stamtal på 4.000 stk./ha for løvtræer og 3.000 stk./ha for nåletræer.

Kulturmodel nr. 11	Kan anvendes på			Art	Indblandingsprocent Interval	Bemærkning
	Høj	Middel	Lav			
DOUGLAS	X	X	X			
Træart 1:				DGR	20-50 %	Andel af DGR er ved kulturanlæg relativt lavt - andel forøges gennem omdrift ved hugst
Træart 2:				NÅL - valgfri	0-60 %	Kan erstattes af tidligere juletræer på arealet.
Træart 3:				LØV - valgfri	10-20 %	Vælges blandt løvtræarter på artslisten - plantes i grupper/holme. Kan erstattes af LÆR
Træart 4:				Juletræer (NGR)	0-60 %	Tidligere juletræerne kan erstatte NÅL-valgfri, men ikke kombineres så den samlede andel af nål overstiger 60%
Træart 5:						
Hjælpetræart 1:					10-20 %	
Hjælpetræart 2:					0-20 %	

Figur 5: Udklip fra beregningsmodellen, der viser hvordan valg af træarter, hjælpetræart, tilvækstmodel og andel af artsammensætning vælges i modellen.



Dødt ved, litter og jordbund

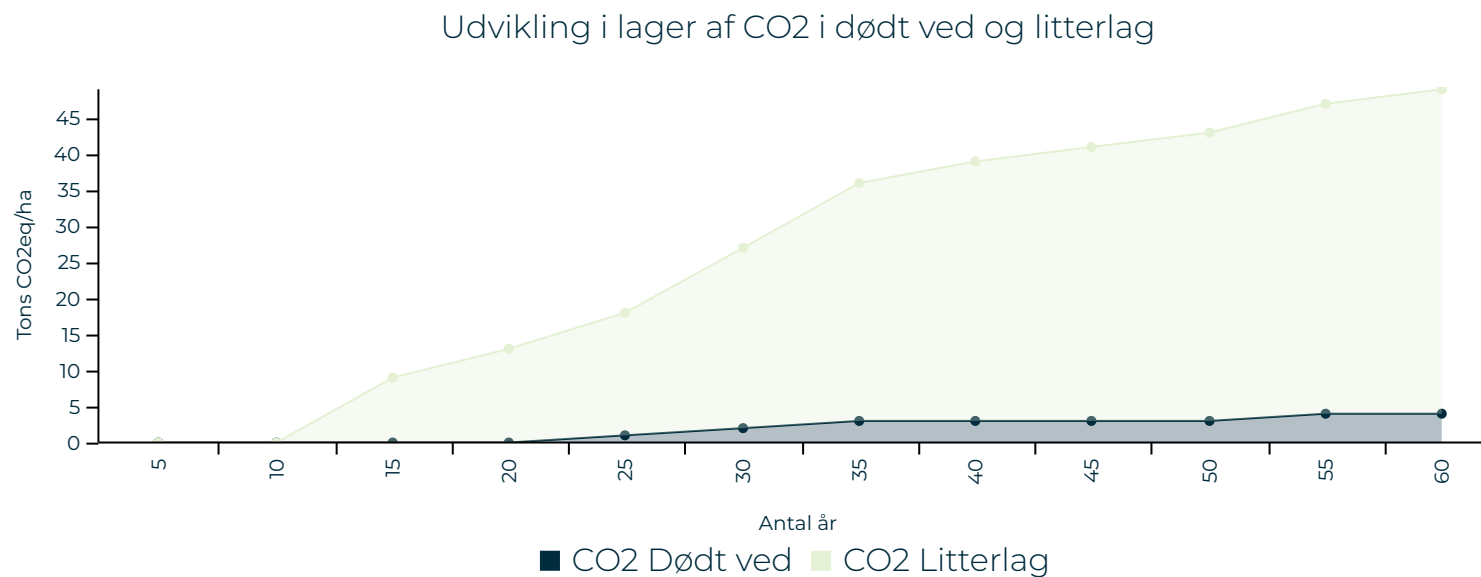
En væsentlig del af kulstofbindingen i skovrejsningsprojekter sker i gradvis opbygning af dødt ved og opbygningen af skovbundens litterlag.

På det nuværende vidensgrundlag kan den akkumulerede kulstofbinding i dødt ved og litterlaget estimeres på baggrund af Danmarks Skovstatistik, som det fremgår af Tabel 3.

Tabel 3 Gennemsnitsværdier for akkumuleret CO₂ bundet i dødt ved og litter. Værdierne er baseret på gennemsnitsdata fra Johannsen, V. K., Nord-Larsen, T., Vesterdal, L., & Bentsen, N. S., (2020), side 17-18.

Alder	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50
Dødt ved tons CO ₂ æ/ha	0	0,3	0,5	2,5	4,4
Litterlag tons CO ₂ æ/ha	0	8,5	17,0	33,3	49,6
I alt tons CO ₂ æ/ha	0	8,8	17,5	35,8	54,0

På baggrund af disse gennemsnitstal fra Danmarks Skovstatistik estimeres udviklingen af CO₂-lageret i dødt ved og litterlaget i de enkelte år ved hjælp af interpolation, hvor den angivne gennemsnitsværdi for aldersintervallerne i tabellen forudsættes opnået midt i intervallet. Udviklingen ses i Figur 6.



Figur 6: Estimeret udvikling af CO₂ i dødt ved og litterlag baseret på data fra Danmarks Skovstatistik.



CO₂ binding i mineraljorden

På tidligere landbrugsarealer vil jordens kulstofpulje øges ved skovrejsning. Stigningen i jordens kulstofindhold er som gennemsnitsværdi angivet til 0,77 t CO₂e /ha/år^[1] til og med år 100.

Effekten af den gradvist øgede kulstofpulje medregnes derfor i hver af de enkelte CO₂-modeller (kulturmodeller), og tæller således med for de områder, hvor der plantes skov.

Ændringer af jordens kulstofindhold medregnes ikke for øvrige arealer i projektområdet, da ændringen for disse områder kun vil være begrænset. Dertil kommer, at det er relativt komplekst at forudsige, hvilke ændringer, der vil forekomme for disse områder.

[1] Johannsen, V. K., Nord-Larsen, T., Vesterdal, L., & Bentsen, N. S., (2020). *Kulstofbinding ved skovrejsning 2020: Sagsnotat*, 44 s.



Hugst- og foryngelsesmodeller

Det løbende hugstudtag for de forskellige træarter, der indgår i modellerne, er defineret af de valgte tilvækstoversigter, jf. afsnittet [Anvendte tilvækstoversigter](#).

For tilvækstmodellerne, der er udtaget af [VIDAR](#), er der valgt et hugstniveau, som vurderes at være en middel hugststyrke. De anvendte tilvækstoversigter har en målgrundflade for bevoksningen, som ses i Tabel 4, næste side.

Hugstudtaget, der er defineret af de respektive tilvækstmodeller, forudsættes at være et middel hugststyrke i et skovbrug med træproduktion som primært driftsformål.

I beregningen af det akkumulerede CO₂-lager i skoven beregnes CO₂-indholdet som et gennemsnit af skovens stående biomasse før og efter hugst.

I beregningsmodellen forudsættes det, at den ved projektstart definerede fordeling af kulturmodeller fortsættes i vedvarende cyklusser. Der er for hver træart defineret en foryngelsesprofil, hvor træarten forynges ved en fladeforyngelse, hvor det forudsættes, at der efterfølgende gentilplantes/forynges med samme art.

For de enkelte træarter er der fastsat følgende omdriftsaldre, som vist i [Tabel 5](#) (side 22).

Table 4: Bevoksningens målgrundflader for træarter hentet fra VIDAR.

Træart	Bonitet	Målgrundflade (m ²)
Bøg	1	22 stigende til 27
	2	20 stigende til 25
	3	18 stigende til 24
	4	16 stigende til 22
Eg	1-4	10 stigende til 15
Rødgran	1	26 stigende til 31
	2	25 stigende til 30
	3	23 stigende til 28
	4	22 stigende til 26
Sitkagran	1	31 stigende til 40
	2	30 stigende til 38
	3	30 stigende til 35
	4	30 stigende til 33
Douglasgran	1-3	25 stigende til 30
	4	20 stigende til 27
Ædelgran	1-2	24 stigende til 50
	3-4	21 stigende til 48

Tabel 5: De enkelte træarters forventede omdriftsalder i forhold til tilvækstpotentialet (beskrevet ovenfor).

Træart	Omdriftsalder efter bonitet		
	Høj	Middel	Lav
Bøg	120	130	140
Eg	140	150	160
Ær	80	80	80
Birk	70	70	70
Rødel	70	70	70
Douglasgran	80	85	90
Rødgran	70	75	80
Sitkagran	60	65	70
Grandis	50	55	60
Ædelgran	70	75	80
Skovfyr	80	80	80
Lærk	80	80	80

Modeller for urørt skov, baseres på enten naturlig tilgroning eller ekstensiv plantning med hjemmehørende løvtræ. Der forudsættes ikke udtaget hugst i urørt skov. Den forventede CO₂-binding i urørt skov er forbundet med stor usikkerhed, og på nuværende tidspunkt er beregningerne baseret på beregninger for forventet kulstoflagring i naturlig tilgroning fra [Kulstofbinding ved skovrejsning: Sagsnotat, 26 s.](#) Ved urørt skov med ekstensiv plantning på jorde med høj og mellem bonitet vil funktionen for naturlig tilgroning med mange frøkilder blive benyttet. Ved jorde med lav bonitet er det funktionen for få frøkilder der vil blive benyttet. Det er på nuværende vidensniveau det bedste estimat for den forventede CO₂-binding i urørt skov.

For hver træart er der defineret en forventet varig CO₂-lagring. Denne er fastsat som det gennemsnitlige stående CO₂-lager pr. ha for træarten i ren bestand, ved gentagne omdrifter, beregnet for perioden 100 – 200 år.

Den varige CO₂-binding for de enkelte kulturmodeller er fastlagt på baggrund af den forudsatte forholdsmæssige fordeling, der er mellem de enkelte træarter i modellen ved alderen 100 år. Det samlede projekts varige binding er fastsat ud fra summen af den varige binding i de enkelte kulturmodeller.

Træeffekter og substitutionseffekt ved energiproduktion

Beregningsmodellen for CO₂-enheder inkluderer ikke det høstede træs mulige substitutionseffekt ift. fossile brændstoffer eller lagringseffekten ved høstede træprodukter.

Projektvariable input i beregningsmodellen

Når modellen skal bruges til at beregne CO₂-effekten af et skovrejsningsprojekt indtaster projektejer følgende oplysninger i beregningsmodellen:

Stamdata med projektinformation (projekt navn, lokalitet, areal og opstartsår), samt kontaktinformation.

Herudover indtastes en projektplan på bevoksning-/litriveau. For hver bevoksning-/litra angives følgende oplysninger:

1. Baseline – arealanvendelse:

2. Nuværende arealandvelse (areal i ha)

- Agerjord i omdrift
- Vedvarende/permanenet græs
- Hede
- Eng
- Overdrev
- Mose
- Eksisterende skov
- Hegn og krat
- Øvrige arealer (vej mv.)

3. Projektplan:

4. Afdeling

5. litra nr. (bevoksningsnummer)

6. Areal (angives i ha)

7. Projekt arealanvendelse (additionalitet) (Eksisterende arealanvendelse, her angives om arealet etableres med:

- "ny skov og natur"
- "Eksisterende skov og natur" eller
- er/bliver et "øvrige areal" (f.eks. vej, bygning o.lign.)

Angivelse anvendes til at fastlægge om CO₂-effekten på arealet er additionelt.

8. Etableringsår: her angives etableringsåret, hvor skovrejsningen eller eventuel anden fremtidig arealanvendelse etableres (for efterårsplantning angives året efter plantningsår). For eventuel eksisterende skov, angives skovens anlægsår.

9. Bevoksningsprocent (fastsætter om arealet indgår op til 100% i CO₂-beregningen).

10. CO₂-binding i jordbunden medregnes (ja/nej), her angives om der i beregningen af CO₂, skal medregnes øget kulstofmængde i mineraljorden på det pågældende areal. Vælges fra drop-down-liste ("ja" = kulstofopgørelse i jordbund medregnes, "nej" = kulstofopgørelse i mineraljorden medregnes ikke). Forøgelsen af kulstofmængden i mineraljorden medregnes for arealer, der etableres med ny skov. For skovrejsning på arealer, der tidligere har været anvendt til vedvarende eller permanent græs, angives dog "nej". For alle andre arealer end nye skovrejsningsarealer angives "nej".

11. Kulturmodel for arealet angiver hvilke af Klimaskovfondens standard kulturmodeller, der forventes anvendt på arealet. Vælges på "drop-down-liste". Det fulde katalog over kulturmodeller kan ses under fanen [Katalog over Kulturmodeller i bilag 5 til ansøgningsrunde 2](#).

Ved indtastningen kan kulturmodeller til det konkrete projekt tilpasses.



Resultater af beregningsmodellen

Det resultat, der fremkommer efter indtastning af ovenstående data i beregningsmodellen, er følgende:

Resultat sammendrag

Under fanen "Resultat -sammendrag" findes følgende resultater:

- **Projektinformation** (hentes automatisk fra fanen med Stamdata-projektplan)
- **Den varige CO₂ binding:**
 - Varig CO₂-binding - i alt (t CO₂ æk) - (**før** fradrag til buffer).
 - Varig CO₂-binding, gns. pr. ha (t CO₂ æk/ha) - (før fradrag til buffer).
 - Varig CO₂-binding - i alt (t CO₂ æk) - (**efter** fradrag til buffer). Dette tal benyttes til indtastning i den digitale ansøgning.
 - Varig CO₂-binding, gns. pr. ha (t CO₂ æk/ha) - (efter fradrag til buffer).

Derefter kommer feltet med den forventede varige CO₂-binding, der skal indtastes i den digitale ansøgning (t CO₂-æk) og svare til den varige

CO₂-binding i alt (t CO₂ æk) – (**efter** fradrag til buffer), og er det tal som benyttes til at beregne projekternes omkostningseffektivitet (kr./t CO₂-æk)

- **Projekterede CO₂-effekter i 5-årsintervaller**

- Tabellen viser de projekterede CO₂-effekter i 5-årsintervaller i perioden år 0 til år 100. Derudover bliver den projekterede CO₂-effekt vist i følgende kolonner:
 - CO₂-effekten i perioden efter buffer er fratrukket (tons CO₂-æk)
 - CO₂-effekt til buffer i perioden (5- årsintervaller) (tons CO₂-æk)
 - CO₂-effekten i perioden efter buffer er fratrukket per ha (tons CO₂-æk/ha)
 - CO₂-effekt til buffer i perioden per ha (tons CO₂-æk/ha).

Derudover vil den samlede sum af de fire ovenstående punkter og gennemsnittet per år fra år 0 til 100 fremgå af tabellen, og endelig fremkommer også en grafisk fremstilling af akkumuleret optag og lagring.

Resultat på bevoksningsniveau

Under fanen "resultat på bevoksningsniveau" er det muligt at få et overblik over den langsigtede, varige CO₂-binding (før fradrag til buffer) på bevoksningsniveauer, fordelt på tons CO₂ æk per ha og i alt, og derunder fordelt på jordbund, dødt ved og litter, levende biomasse (stamme, grene og rødder) og den samlede binding.