



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Aalborg Universitet

Konsekvensvurdering af skovrejsning i Randers Kommune

Aaen, Sara Bjørn; Madsen, Poul Thøis; Løkke, Søren; Kørnøv, Lone

Publication date:
2024

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Aaen, S. B., Madsen, P. T., Løkke, S., & Kørnøv, L. (2024). *Konsekvensvurdering af skovrejsning i Randers Kommune*.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

KONSEKVENSVURDERING AF SKOVREJSNING I RANDERS KOMMUNE



KOLOFON

Titel:	Konsekvensvurdering af skovrejsning i Randers Kommune
Forfattere:	Sara Bjørn Aaen, Poul Thøis Madsen, Søren Løkke og Lone Kørnøv
Institution:	Det Danske Center for Miljøvurdering, Aalborg Universitet
Udgivelsestidspunkt:	28. August 2024
Finansiering:	Randers Kommune
Bedes citeret:	Aaen SB et al. 2024. Konsekvensvurdering af skovrejsning i Randers Kommune, Det Danske Center for Miljøvurdering, Aalborg Universitet
Kan downloades på:	www.dcea.dk

Disclaimer: Denne rapport er udarbejdet i et samarbejde mellem Aalborg Universitet (AAU) og Randers Kommune. Rapporten indeholder et beregningsværktøj, som er udviklet til at vurdere CO₂-effekter samt de økonomiske effekter af skovrejsning. Det skal understreges, at de resultater og anbefalinger, som fremgår af rapporten, er baseret på de forudsætninger og data, der var tilgængelige på udarbejdelsestidspunktet.

Beregningsværktøjet kræver, at brugeren foretager en stillingtagen til og valg af parametres værdi. Valget af disse parametre kan have betydelig indflydelse på de endelige resultater, og det er vigtigt, at brugeren nøje overvejer og vælger de parametre, der bedst afspejler den konkrete situation. Resultaterne fra værktøjet skal derfor ses som estimater, der er afhængige af de input, som brugeren angiver. Det skal desuden bemærkes, at værktøjet er udviklet som et estimationsværktøj og ikke bør betragtes som en endelig eller bindende vurdering. AAU påtager sig derfor intet ansvar for beslutninger truffet på baggrund af rapportens resultater eller beregningsværktøjets output.

Vi anbefaler, at brugeren af værktøjet anvender det som en del af en bredere kvalitativ analyse.

Rapportens indhold, herunder beregningsværktøjet, må frit anvendes og distribueres, så længe der sker korrekt kreditering af Aalborg Universitet og forfatterne.

INDHOLD

1. Formål med rapporten	4
2. Tilgang.....	4
2.1 Beregning af samfundsmæssig værdi	6
3. Miljømæssige, økonomiske og sociale konsekvenser af skovrejsning generelt.....	8
3.1 Miljømæssige konsekvenser	8
3.2 Økonomiske konsekvenser.....	14
3.3 Sociale og sundhedsmæssige konsekvenser	16
4. Overblik over sammenhæng mellem skovkarakteristika og påvirkninger	18
4.1 Skovens størrelse	19
4.2 Skovens placering.....	20
4.3 Substitution.....	21
4.4 Skovtype og drift	21
4.5 Tidligere arealanvendelse	22
5. Vurderingsværktøj “light”	23
6. Anbefalinger til bæredygtig skovrejsning	25
Bilag 1: Kvantificering af miljømæssige, økonomiske og sociale påvirkninger	26
Bilag 2: Kvantificering af CO ₂ emissioner	29
Anvendte skovtyper	29
Modellering af kulstofbalance.....	30
Litteratur	32



1. Formål med rapporten

Hensigten med rapporten er at give Randers Kommune et værktøj til at lave et kvantificeret estimat af den kommunale gevinst ved skovrejsning udtrykt i økonomiske termer. Dette vil gøre det muligt for Randers Kommune at vurdere graden af proportionalitet mellem udgifterne til den kommunale støtte og den kommunale gevinst ved skovrejsningen. En dokumenteret proportionalitet udgør en forudsætning for at sikre en lovlig udmøntning af skovrejsningsprojektet med Randers Kommune som økonomisk bidragsyder (Horten, 2023).

Derudover fokuserer rapporten på de valg og parametre, der er vigtige i beslutnings- og planlægningsprocessen for at sikre en bæredygtig skovrejsning. Her medtager rapporten både de påvirkninger, der kan kvantificeres og de kvalitativt målte påvirkninger ved skovrejsning.

2. Tilgang

Forskerteamet tager udgangspunkt i en økosystemtjenestetilgang. Skove betragtes således som specifikke økosystemer, som i kraft af deres naturlige kapital tilbyder samfundet en række tjenester, som er forudsætninger for menneskelig eksistens og livskvalitet. Disse tjenester omfatter blandt andet en række miljøforhold, såsom kulstoflagring, der bidrager til at indfri den kommunale målsætning om at mindske udslip af CO₂.

Vi har i samarbejde med Randers Kommune og på baggrund af eksisterende forskning vurderet, at følgende faktorer er relevante for at vurdere såvel positive som negative konsekvenser af skovrejsningsprojekter. Disse faktorer omfatter socioøkonomiske, miljømæssige og sociale faktorer, og de vurderes både kvalitativt og kvantitativt for at sikre en nuanceret og balanceret vurdering af skovrejsnings positive og negative konsekvenser.



I analysen arbejdes der med en række faktorer (eller inputvariable), der karakteriserer skoven og det område, som den etableres i, og som er afgørende for de miljømæssige, økonomiske og sociale påvirkninger. De specifikke værdier for disse variable er præsenteret i tabel 2.1.

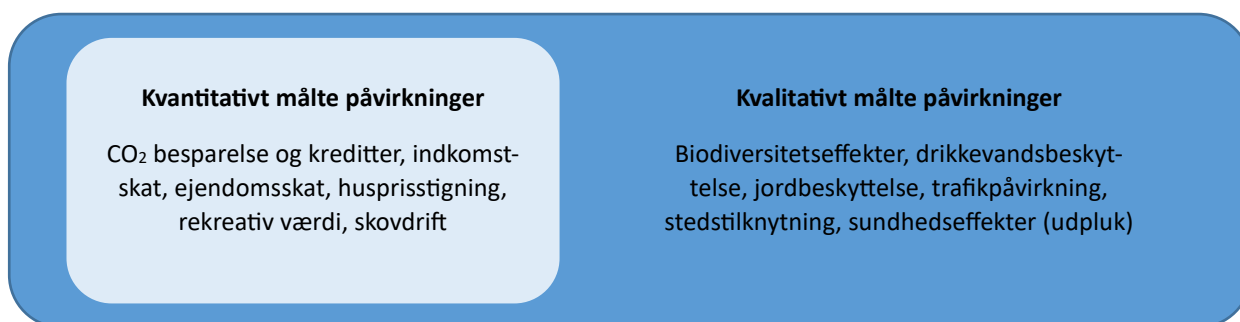
Variabel	Værdi
Størrelse	Størrelse af skovrejsningsprojekt angivet i hektar
Placering	Skov defineres som: Skov der ikke er bynær
	Bynær skov definerer vi som: <i>Skov, der ligger så tæt på en by, at den rent faktisk bruges som udflugtsmål eller kan forventes at blive brugt, hvis skoven indrettes for publikum med fx P-plads og stier (Jf. Miljøstyrelsen, 2015)</i> Værdien afhænger af afstand. For en effekt på huspriser er maksafstanden for effekt 550 m; for rekreativ værdi sættes grænsen ved 10 km.
Skovtype og drift	Naturlig tilgroning
	Græsningsskov
	Urørt skov
	Hjemmehørende skov
	Hjemmehørende klimaskov
Højproduktiv klimaskov	
Skovens levetid	Angives i intervaller 0-10 år, 10-20 år, 40-100 år samt et gennemsnit
Tidligere arealanvendelse	Græsningsarealer
	Almindeligt landbrug Særlige værdifulde landbrugsområder
Jordens bonitet	Høj
	Lav
Attraktivitet jf. Zandersen et al.2020	Består af variablene: Andel af stier, tilstedeværelse af ferskvand(ja/nej), afstand til nærmeste kyst, Natura2000 område (ja/nej), % privatejet, andel dækket af skov, andel vådområde
Befolkningstæthed	Befolkningstæthed inden for 10 km af området
Rekreative substitutionsmuligheder Jf. Zandersen et al. 2020	En kombination af faktorerne: Antallet af alternative områder i en 6 km radius, størrelse af alternative rekreative områder, antal naturområder i kommunen

Tabel 2.1: Oversigt over faktorer, der karakteriserer skov og det område den rejses i, og som har betydning for den miljømæssige, økonomiske og sociale påvirkning af skovrejsning.

2.1 Beregning af samfundsmæssig værdi

Beregningen af den samfundsmæssige værdi af skovrejsningsprojektet bygger på såkaldte 'benefit transfer funktioner'. Oprindeligt betyder 'benefit transfer'-metoden, at man antager, at man kan overføre de monetære værdier af påvirkninger/projekter, der er opgjort i en kontekst, til en anden, men sammenlignelig kontekst (DMU 2008). Det kan imidlertid give nogle skævheder, da man ved en direkte overføring ikke kan tage højde for den nye kontekst.

Ved i stedet at overføre benefit transfer *funktioner* kan man også inkludere kontekstuelle faktorer. Dermed er det udelukkende sammenhængen mellem faktorerne (mekanismerne) og deres betydning for den samfundsmæssige værdi, som overføres fra en kontekst til en anden. Den samfundsmæssige værdi opgøres som de påvirkninger, der kan kvantificeres og beregnes monetære værdier for. Der vil således være en lang række særligt miljømæssige- og sociale konsekvenser, som ikke kvantificeres, men som også bør indgå ved beslutningen om skovrejsning. Disse påvirkninger og tilhørende påvirkninger er illustreret her i figur .1 og diskuteres yderligere i afsnit 4.



Figur 2.1: Oversigt over identificerede samfundsmæssige konsekvenser ved skovrejsning. Den lyseblå kasse indikerer faktorer, der er inkluderet i vurderingsværktøjet.

Samfundspåvirkningerne kvantificeres ved brug af 3 forskellige metoder. Livscyklusvurderinger (LCA) af CO₂-besparelser, rejseomkostningsmetoden og økonomiske påvirkninger, der allerede har en pris, eller hvor der umiddelbart kan beregnes én. Vi ser således bort fra de ellers meget brugte såkaldte 'erklærede præferencemetoder' som fx erklæret betalingsvilje (willingness to pay) grundet de store usikkerheder, som den form for metoder indebærer (DMU 2008).

I de hidtidige danske og internationale vurderinger af samfundøkonomiske konsekvenser ved skov har vægten været på de velfærdsøkonomiske nettogevinsten – ikke de kommunaløkonomiske gevinster. I de velfærdsøkonomiske beregninger er fokus på gevinster (og tab) for hele samfundet og ikke kun for kommunen. I den økonomiske del af nærværende analyse er fokus på de kommunaløkonomiske konsekvenser for, at kommunen kan afgøre, om der er proportionalitet eller ej, medens de miljømæssige og sociale konsekvenser rækker ud over det snævert kommunaløkonomiske perspektiv.

Hvad er proportionalitet?

Proportionalitet i en kommunal investering betyder, at der skal være en rimelig balance mellem de udgifter og indtægter, som investeringen genererer. Kommunen har ansvaret for at vurdere, hvornår en investering er proportional, hvilket betyder, at de skal sikre, at indtægterne står i rimeligt forhold til udgifterne.

I det aktuelle eksempel forudsætter regnemodellen, at så længe de samlede indtægter overstiger de samlede udgifter i en cost-benefit-analyse, så er investeringen proportional. Men Finansministeriet anbefaler også brugen af en diskonteringsrate (også kaldet kalkulationsraten), som justerer fremtidige værdier baseret på en årlig rente for at tage højde for tidens værdi. Diskonteringsraten er sat til 3,5 % for de første 35 år, 2,5 % for de næste 36-70 år, og 1,5 % derefter. Hvis man samtidig tager en inflationsrate på 2 % i betragtning, kræver det en årlig afkast (overskud) på ca. 5,5 %.

Det er derfor nødvendigt at kende fordelingen af udgifter og indtægter fra en investering, fx skovrejsning, over en periode på mere end 70 år for at afgøre, om investeringen kan leve op til dette krav om proportionalitet. Hvis kommunen anvender Finansministeriets metode til at beregne nutidsværdien af overskuddet, vil det fortsat være positivt, men betydeligt mindre end det først så ud til, når man tager diskonteringen med i betragtning.



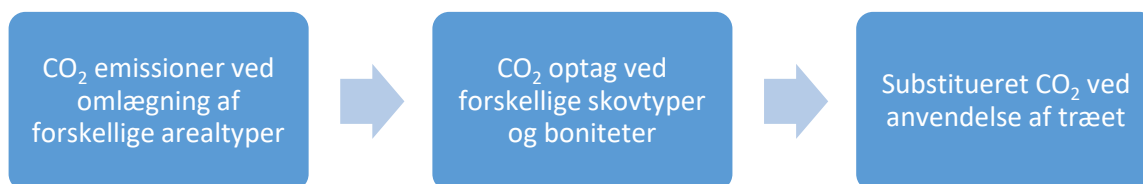
3. Miljømæssige, økonomiske og sociale konsekvenser af skovrejsning generelt

3.1 Miljømæssige konsekvenser

Der vil være såvel positive som negative miljømæssige konsekvenser ved en skovrejsning i Randers Kommune, idet der kan være såvel trade-offs som synergier. Udvalgte miljøkonsekvenser er beskrevet i det følgende.

Kulstoflagring og reduktion af drivhusgasser

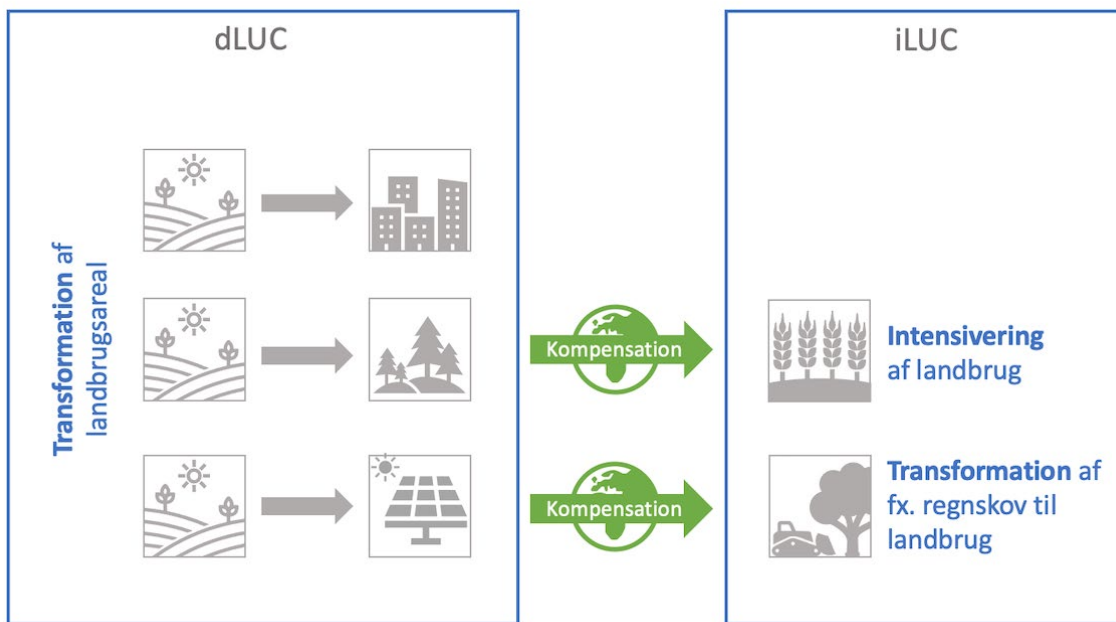
Skovrejsning, genplantning og forvaltning af skove bidrager med CO₂-optagelse fra atmosfæren, lagring i økosystemet og i træprodukter. Figur 3.1 viser de centrale faktorer af betydning for udledning/optag af drivhusgasemissioner knyttet til skovrejsning og brug af træ. Samlet set afhænger effekten af skovrejsning af en kombination af disse faktorer og deres indbyrdes samspil.



Figur 3.1 Centrale faktorer, der påvirker drivhusgasemissioner ved skovrejsning.

Hvor stor kulstofbindingen afhænger af flere forhold:

- Hvilken *eksisterende arealanvendelse*, der ændres til skov og dermed leder til indirekte ændringer i arealanvendelse. Hvis f.eks. landbrugsjord omdannes til skov, vil de afgrøder, der tidligere blev produceret på arealet skulle produceres et andet sted. Det betyder enten, at eksisterende landbrug intensiveres med øget brug af gødning og pesticider som konsekvens, eller at der skabes ny landbrugsareal i f.eks. Brasilien (Schmidt et al., 2015; Hansen et al., 2023; LAND-LCA). Denne indirekte CO₂-udledning (også kaldet iLUC) skal der tages højde for, se figur 3.2.
- Hvilken *type skov, der etableres* (både sammensætning af arter og skovforvaltningsstrategi). Der kan være et CO₂-optag i et spænd gående fra 1 til 42 t CO₂e /ha/år (Johannsen et al., 2019).
- Hvilken *jordbundstype*, der rejses skov på. Jorde med god bonitet giver højere kulstofbinding (Johannsen et al., 2019).
- Hvilken *anvendelse af træet* får efter høstning, herunder om det er til byggeri (Hansen et al., 2023), eller om det er til energimæssige formål. Brugen af træ til materialer og produkter med lang levetid, som erstatter fossilbaserede alternativer, skal i henhold til EU's skovstrategi prioriteres (EU, 2021).



Figur 3.2: Illustration af direkte arealændringer (dLUC) og indirekte arealændringer (iLUC) relateret til transformation af landbrugsarealer (Kilde: Det Danske Center for Miljøvurdering).

Betydningen af *timing* af optag af CO₂ og udledning af klimagasser har betydning for tiltags effekt på vores bekæmpelse af global opvarmning:

- Tidspunktet for CO₂-optag eller -udledning har stor betydning. Et kg CO₂, der optages nu, har en umiddelbar effekt på klimaet, mens et kg CO₂, der først optages om 50 år, først vil have effekt på det tidspunkt. Derfor er et kg CO₂-optag i nu vigtigere for bekæmpelsen af global opvarmning, end det der optages langt ude i fremtiden. I de fleste opgørelser bliver fremtidigt CO₂-optag regnet med samme vægt som nutidigt optag, hvilket overvurderer effekten af tiltag, der involverer forskudt optag.
- Når klimaeffekten af CO₂ og andre klimagasser beregnes, bruges IPCC's GWP100 metode. Denne metode opsummerer den samlede 'isolerings effekt' af den enkelte klimagas over en periode på 100 år og sammenligner den med den samlede isolerings effekt af CO₂. Resultatet af beregningen gives i kg CO₂eq (CO₂-ækvivalenter).
- For at kunne vurdere effekten af at udskyde et CO₂-optag benytter vi samme metode, idet vi sammenligner 'isolerings effekten' af fx 1 kg CO₂ udledt i fremtiden med isolerings effekten af 1 kg CO₂ udledt nu. Vi modellerer altså CO₂ Denne tilgang, som er anbefalet af IPCC til at karakterisere og vurdere klimagasser, er mindre normativ end økonomiske metoder, der vurderer fremtidsværdi. Dette betyder, at den tidskorrigerede CO₂eq for 1 kg CO₂ udledt eller optaget 'nu' er 1 kg CO₂e, mens 1 kg CO₂ udledt om fx 25 år svarer til 0,8 kg CO₂eq.
- At nutidseffekten af fremtidigt CO₂ optag er reduceret sammenlignet med effekten af nutidigt CO₂-optag, betyder *ikke* at det er forkert at planlægge med fremtidigt CO₂-optag. Den lavere

vægtning afspejler blot, at det fremtidige optag har en reduceret effekt i de kommende 100 år, hvilket også afspejles i IPCC's anbefalinger om at reducere klimagasudledningen markant indenfor de nærmeste få år som essentielt for at opnå 1,5- eller 2-gradersmålet. Det er altså allervigtigst at lave reduktioner her og nu for at bremse den accelererende globale opvarmning. Men etableringen af en ny balance med reduceret koncentration af CO₂ i atmosfæren vil tage lang tid, og derfor er det *også* vigtigt at der sikres langsigtet optag og binding af CO₂.

- Når vi ser på optag af CO₂, fx ved skovrejsning, er det vigtigt både at se på skovrejsningens effekt på klimakrisen nu, og på lang sigt. Hvis man er interesseret i at vide skovrejsningens effekt på klimakrisen vi står i nu (som virkemiddel), så er det den tidskorrigerede klimaeffekt målt i tidskorrigeret CO₂eq der er relevant (fx i forhold til at opnå 1,5 gradmålet), og det er derfor vigtigt ikke at forveksle den langsigtede binding af CO₂ med den tidskorrigerede CO₂eq effekt af fremtidigt optag.
- I forhold til den offentlige debat er denne skelnen mellem optag og emission nu og i fremtiden af stor betydning, hvilket der i flere sammenhænge er en gryende forståelse af.



Biodiversitet

Klima og biodiversitet er tæt forbundet og påvirker hinanden gensidigt. Biodiversiteten i forskellige økosystemer er af betydning for reguleringen af drivhusgasniveauer i atmosfæren, hvorfor skovrejsning af hensyn til biodiversitet ikke kun er vigtigt for økosystemer, men også som en strategi for at reducere drivhusgasemissioner.

Af afgørende betydning for den skovlevende biodiversitet er:

- *Størrelsen af sammenhængende naturarealer* (Petersen et al., 2024). Forholdet mellem arter og areal beskriver sammenhængen mellem habitatets størrelse og antallet af arter, det kan understøtte. Jo større et område er, desto flere arter kan det huse, hvilket skyldes større habitatdiversitet og flere ressourcer (Peter et al., 2024; Conor og McCoy, 2017). I henhold til Biodiversitetsrådet bør et naturområde være mindst 1.000 ha og snarere over 5.000 ha (Biodiversitetsrådet, 2022).
- *Kilde-sink dynamikker* der beskriver hvordan lokale økosystemer er forbundet på tværs af områder, og som kontinuerligt modtager og frigiver stof og organismer gennem fx vind, vand, dyrebewægelser og menneskelige aktiviteter (Polis et al., 2004). 'Kilde' refererer til større donorpopulationer, der er selv bærende og kan levere overskudsindivider til mindre modtagerpopulationer (sinks), som er afhængige af individer udefra for at opretholde deres populationer (Petersen et al., 2024; Pulliam, 1988).
- *Omlægning af dyrket skov og landbrug – og etablering nær eksisterende naturområder* (Petersen et al., 2024).

Typen af skov har også betydning. Både løvskove og nåleskove understøtter skovlevende arter, så som dyr, planter og svampe. Mens størstedelen af skovlevende arter findes i løvskov, har nåleskove specialiserede arter som overvejende er tilknyttet her (Petersen et al., 2016). Rejsning og forvaltning af begge skovtyper er derfor vigtige for at bevare en bred vifte af skovlevende arter.

Hertil kommer betydningen af *artsintroduktion*. Introduktion af hjemmehørende arter i en skovrejsning understøtter biodiversiteten i modsætning til introduktion af ikke-hjemmehørende arter. Grundet spredning og konkurrence kan nogle af de ikke-hjemmehørende arter have en negativ påvirkning for de hjemmehørende arter og dermed biodiversiteten samt de økosystemfunktioner og processer i habitater, de bliver en del af. For identifikation og vurdering af effekter ikke-hjemmehørende arter anvendes den seneste konsensus vedrørende ikke-hjemmehørende arter (se Strandberg et al., 2023). På listen indgår f.eks. bjergfyr, sitkagran og kejsrertræ.

Som beskrevet under klimaafsnittet, så kan en reduktion af arealer tilgængelige for landbrugsprodukter have den afledte effekter andre steder i verden. Denne mulige *outsourcing af landbrugsproduktion* til andre regioner er fundet at være forbundet med biodiversitetsskader til artsrige og sårbare regioner udenfor EU (Di Fulvio et al., 2019; Van Vliet). Det vil sige, at omdannelsen af landbrugsjord kan føre til en forøgelse af den lokale og regionale biodiversitet gennem skovrejsning, men samtidig også indirekte bidrage til globalt biodiversitetstab. En vigtig rolle for planlægningen af skovrejsning er at prioritere omdannelsen af landbrugsjord med lavere værdi, eller udnytte braklagt eller tidligere udviklede bymæssige arealer.

Jordbeskyttelse

Skove kan på især skrånende terræn reducere hastigheden af overfladeafstrømning og dermed være med til at forhindre erosion, og dermed bidrage til endnu en økosystemtjeneste. Ifølge FAO bidrager skove til at bevare jordens fugtighed ved at absorbere og regulere vandflow (FAO, 2020). Skovrejsning stabiliserer jordens struktur og reducerer erosionshastighed.

Desuden vil skovrejsning generelt have en positiv påvirkning for jordbunden (EU, 2021b) og bidrage til opfyldelse af EU's skovstrategi for 2030 (EU, 2021a) og jordstrategi for 2030 (EU, 2021b).

Vandkvalitet og bidrag til implementering af vandrammedirektivet

Målrettet placering er af central betydning for skovens potentiale for en forbedring af vandmiljøet (Miljøstyrelsen, 2024). I henhold til Miljøstyrelsens vurdering (2024) vil følgende placeringer have effekt ift. en implementering af vandrammedirektivet og opnåelse af god økologisk tilstand:

- Kystoplande med indsatsbehov.
- Opland til søer med indsatsbehov.
- Nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) eller sprøjtemiddelfølsomme indvindingsområder (SFI).
- Vandløb med fastlagt indsats eller med identificeret behov.

Dertil kommer krav om f.eks. beplantningsdiversitet, introduktion af hjemmehørende arter, minimum størrelse på 0,5 hektar samt fravær af gødsning og/eller brug af pesticider.



3.2 Økonomiske konsekvenser

Der eksisterer allerede flere danske studier af de økonomiske konsekvenser af skovrejsning for en kommune. Vi har valgt at fokusere på Besselmann og Nielsen (2008), som er det studium, der minder mest om nærværende studie.

Besselmann og Nielsen (2008) udregner en lille økonomisk gevinst for Aarhus Kommune ved at etablere True skov på 600 hektar, som vel og mærke er bynær skov. At der er en gevinst, er primært en følge af stigende ejendoms- og indkomstskatter, der igen er en direkte følge af skovrejsning. Den årsagssammenhæng, der antages, er:

- Højere huspriser => boligkøbere med højere indkomst => større ejendoms- og indkomstskatter

Hvor stor, den effekt er, afhænger af, hvor meget huspriserne stiger, hvilket igen er konsekvens af, hvor ofte huse købes og sælges. Derudover påvirkes effekten af, hvor mange nye indbyggere, der køber disse huse, og hvor meget højere indkomst de har end de tidligere indbyggere og netop derfor har råd til at købe de nu dyrere huse. Endelig er det naturligvis afgørende for de økonomiske konsekvenser, hvor stor den kommunale grundskyld, og hvor høj den kommunale beskatning, er.

I Besselmann og Niensens (2008) beregninger indgår endvidere en lille økonomisk gevinst ved, at skoven lagrer eller opfanger CO₂. Gevinsten er så lille, fordi prisen på et tons CO₂ på daværende tidspunkt blev sat så lavt som 100 kr. I 2030 er en pris på 750 kr. mere realistisk og dermed en 7,5 gange større effekt end beregnet i Besselmann og Nielsen (2008). Prisen på CO₂-kreditter fastsættes for nuværende på et privat forholdsvist ureguleret marked. Det kan derfor være ganske vanskeligt at prisfastsætte. Forventningen er, at den vil være stigende. Det skyldes blandt andet, at CO₂-udledningen øges (eller CO₂e, når det er produktionsjord (fx landbrug), der omlægges til skov med eksempelvis biodiversitet som hovedformål), da en del af de planlagte skovtyper har reduceret produktivitet i forhold til den forudgående arealanvendelse. Det vil skabe øget efterspørgsel på kreditter.

Omvendt vil den grønne trepartsaftale formodentlig trække i den modsatte retning som følge af en øget mængde skov og klimakreditter på markedet. Tager man højde for de effekter og fremskriver til 2030, *så vil den sparede CO₂-skat/indkomst ved generering af CO₂-kreditter, være den største enkeltstående kommunaløkonomiske konsekvens for Randers kommune, når der rejses skov.* Med andre ord: hvis man fremskrev regnestykket for True skov til 2030, så ville det i stedet være en stor overskudsforretning. I vores sammenhæng vil den besparelse ved nyanlagt skov først finde sted om lang tid (jf. analysen i afsnit 3.1).

Ved en samlet vurdering er det dog centralt at tage højde for finansieringsformen på det enkelte skovrejsningsprojekt. I tilfælde af privatfinansierede skovrejsningsprojekter vil indkomsten for CO₂-reduktionen ikke være kommunal, men privat.

I den følgende tabel fremgår de forskellige typer af kommunaløkonomiske indtægter og udgifter, der typisk er forbundet med skovrejsning:

Indtægter	Udgifter
Miljøgode (sparet CO ₂ -afgift/salg af CO ₂ -kreditter)	Tilskud til eller opkøb af jord
Stigende kommunal ejendomsskat (grundskyld)	Etablering af skov og faciliteter
Stigende indkomstskatter	Drift af publikumsfaciliteter
Skovdrift	Tabt ejendoms- og kommunal skat fra landbrug og følgerhverv
Jagtleje (ikke relevant ifølge Randers Kommune)	

Table 3.1: Indtægter og udgifter forbundet med skovrejsning.

Det er kun den skov, som direkte grænser op til byerne, der har konsekvenser for ejendoms- og indkomstskatterne. *Eftersom Randers er den eneste større by i Randers Kommune, foreslår vi, at kommunen alene forholder sig til den mulige påvirkning af huspriserne og de deraf afledte økonomiske konsekvenser i Randers by som følge af skovrejsning.*

I værktøjet har vi valgt at se bort på effekten på indkomstskatterne. Der er ikke tvivl om, at de højere huspriser også vil tiltrække mere velstående beboere. Det er muligt at skønne antallet af nye boligejere, men der findes ikke pålidelige metoder til at skønne, hvad deres indkomst vil være.

Ikke-økonomer vil måske også undre sig over den store fokus på huspriser, men det er en følge af, at det er en af de få måder, man kan udarbejde en kvantitativ analyse, som der er belæg for. Højere huspriser er ikke en fordel for købere, og inden for Randers Kommune kan der også være en diskussion af, hvorvidt de fordelings- og lokaliseringmæssige implikationer er hensigtsmæssige. Men man skal se huspriser som en form for temperaturmåler på, hvorvidt det er en samfundsmæssig gevinst med mere skov eller ej.

3.3 Sociale og sundhedsmæssige konsekvenser

Generelt har økosystemer en lang række positive konsekvenser for menneskers sundhed og sociale velvære. Den stærkeste positive påvirkning er på *sikkerhed* (personlig sikkerhed, forsynings-sikkerhed og beskyttelse mod naturkatastrofer), det materielle grundlag for et godt liv (eks. mad, lys) og menneskers sundhed (fx fysisk og mental velvære samt påvirkning af luft og vand). Desuden peger forskningen på en vis påvirkning af muligheden for at skabe sociale relationer som et direkte resultat af de æstetiske, spirituelle og rekreationsrelaterede muligheder, som økosystemer tilbyder (Millennium Ecosystem Assessment 2005).

Isoleret til effekter fra skove er særligt *sundhedseffekter* forholdsvis velundersøgt (Se Konijnendijk et al., 2023; Millennium Ecosystem Assessment, 2005; van den Bosch et al., 2024). Resultaterne er ikke entydige, men der kan dog identificeres både direkte og indirekte positive sundhedseffekter. De *indirekte* dækker skovens tilvejebringelse af sundhedsskabende forhold (exposure pathways) som dækker blandt andet: mulighed for fysisk aktivitet og rekreation (Wang et al., 2022), afstresningsmuligheder (Stoltz et al., 2016) og (større) mulighed for social interaktion i skove (van den Bosch et al., 2024).

De *direkte* sundhedseffekter af skovens økosystemtjenester er eksempelvis, men ikke udelukkende, varmereducerende effekter (Iungman et al., 2023), lyddæmpning (Klingberg et al., 2017) samt reduktion af luftforurening (Diener & Mudu, 2021). Dette er særligt gældende for bynære skove. Direkte sundhedseffekter inkluderer desuden forbedret mental velvære, samt reduktion af udvalgte somatiske sygdomme såsom: hjertekarsygdomme (Donovan et al., 2015), luftvejssygdomme, diabetes og demens (Moyle et al., 2018; van den Bosch & Meyer-Lindenberg, 2019; Yeon et al., 2023).

I tillæg til sundhedseffekter har skove også et socialt aftryk for særligt det omkringliggende lokalområde. Her kan identificeres både negative og positive konsekvenser. Miljørapporter fra lignende skovrejsningsprojekter (Naturstyrelsen Søhøjlandet, 2021, 2022) har bl.a. identificeret følgende potentielle negative påvirkninger:

- Skyggepåvirkning på omkring liggende beboelse
- Landskabspåvirkning, særligt hindring af det lange kig fra beboelse
- Reduceret mulighed for nyetablering af bygninger grundet nyetablerede skovbyggelinjer.
- Mere trafik ved øget rekreativ brug af skov eller skovdrift.

Derudover kan ejendomssammensætning og arealanvendelse ændres ved potentielt opkøb af ejendomme samt nedlæggelse af landbrugsdrift. Det kan ændre stedstilknytningen for individer og skabe fraflytning, der skader sammenhængskraften i mindre samfund. Omvendt kan det skabe mulighed for dem, der gerne vil fraflytte et landligt område, hvor salg af ejendom ellers kan være vanskelig. At ejendom kan sælges, kan være både positiv og negativ for lokalmiljøet (Naturstyrelsen Søhøjlandet, 2021, 2022).



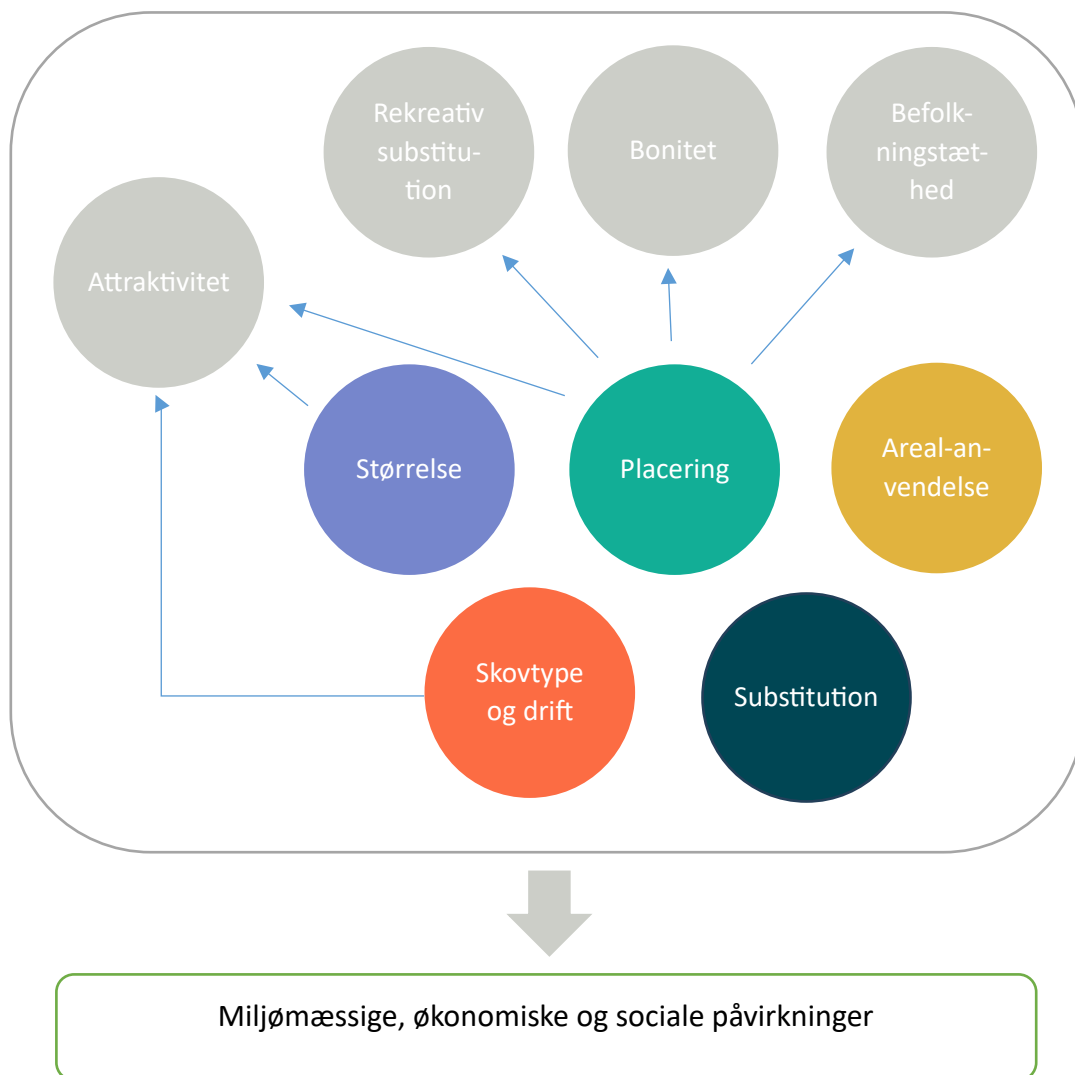
Den rekreative værdi af skovrejsning er en af de væsentligste positive konsekvenser (Vogdrup-Schmidt et al., 2014). Den danske befolkning bruger skovene til en lang række rekreative aktiviteter inklusiv, men ikke udelukkende: jagt, motion, fouragering, overnatning mv. (Jensen & Koch, 1997; Naturstyrelsen Søhøjlandet, 2022). Derfor vil en tilførsel af rekreativmuligheder skabe en positiv påvirkning på et lokalområde, men også det bredere opland. Rekreativværdien påvirkes af en række faktorer bl.a. størrelsen, tilstedeværelsen af andre rekreativmuligheder i nærområdet, tilstedeværelse af faciliteter såsom opholds- og overnatningssteder, skovens sammensætning og drift (Jensen & Koch, 1997; Zandersen et al., 2020).

Endelig kan den blotte tilstedeværelse af skove (ligesom andre naturområder) skabe en ikke-brugsværdi eller eksistensværdi. Det er den værdi et område tillægges alene, fordi det eksisterer. En skov kan skabe værdi for kommunen helt uden at have en konkret brugsværdi tilknyttet. Værdien kan bl.a. udspringe af det bånd, som individer, grupper eller samfund har til et område eller naturtype af historiske, spirituelle, religiøse, kulturelle eller andre grunde. (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).



4. Overblik over sammenhæng mellem skovkarakteristika og påvirkninger

Den miljømæssige, økonomiske og sociale påvirkning af skovrejsningsprojekter er afhængig af både den kontekst skoven rejses i samt hvilke karakteristika, skoven har eller kommer til at have. Der er identificeret en række karakteristika ved skov som gennemgående har betydning for alle tre faktorer; miljø, økonomi og sociale forhold. Nedenstående gennemgår de væsentligste påvirkninger af de 5 faktorer. De grå bobler indikerer karakteristika ved projektet, som i nogen grad er afhængig af en anden faktor. Eksempelvis afhænger skovens rekreative attraktivitet af placeringen, størrelsen og skovtypen (og meget andet).



De specifikke konsekvenser af skovens karakteristika for miljø, økonomi og sociale påvirkninger beskrives i det følgende oversigter. Oversigterne indeholder både kvalitativt- og kvantitativt målte påvirkninger og rækker således ud over det medfølgende vurderingsværktøj. Det er dog ikke desto mindre relevante påvirkninger at medtage i beslutninger om placering og udformning af konkrete skovprojekter.

4.1 Skovens størrelse

BIODIVERSITET



Jo større et område er, desto flere arter kan det huse, hvilket skyldes større habitatdiversitet og flere ressourcer (Peter et al., 2024; Conor og McCoy, 2017). I henhold til Biodiversitetsrådet bør et naturområde være mindst 1.000 ha og snarere over 5.000 ha (Biodiversitetsrådet, 2022).

SOCIAL PÅVIRKNING



Størrelsen vil påvirke den rekreative værdi, da det påvirker omfanget af de rekreative muligheder, som skoven tilbyder. Der er dog en aftagende velfærdsøkonomisk marginalværdi, når skovene kommer over en vis størrelse (Zandersen et al., 2020).

KOMMUNAL ØKONOMI



Der følger en kommunaløkonomisk effekt af størrelsen af skoven for CO₂-optag i form af sparet CO₂-skat i størrelsesordenen 750-1100 kr./ton CO₂. Den kommunaløkonomiske effekt vil afhænge af finansierings- og ejerskabsformen. Privatejede skove vil ikke give mulighed for kommunalt salg eller brug af klimakreditter.

KLIMA



Skovens størrelse påvirker CO₂-optaget. Jo større skovens udstrækning er, desto større er dens kapacitet til at fjerne kuldioxid fra atmosfære.



4.2 Skovens placering

BIODIVERSITET



Skovens effekt på biodiversiteten påvirkes af kilde-sink dynamikker, der beskriver, hvordan lokale økosystemer er forbundet på tværs af områder, og som kontinuerligt modtager og frigiver stof og organismer gennem fx vind, vand, dyre-bevægelser og menneskelige aktiviteter (Polis et al., 2004). 'Kilde' refererer til større donorpopulationer, der er selv bærende og kan levere overskudsindivider til mindre modtager-populationer (sinks), som er afhængige af individer udefra for at opretholde deres populationer (Petersen et al., 2024; Pulliam, 1988).

SOCIAL PÅVIRKNING



Der er en forskel i værdien af bynær skov i forhold til skove beliggende længere fra byområder. Bl.a. ses der systematiske forskelle i sundhedsgevinsten, rekreativeværdien samt stigning i huspriser (Damgaard et al., 2001; Zandersen et al., 2020). Alle tre vil være større jo nærmere skoven ligger på by. Placering påvirker således hvor attraktiv skoven er for rekreativ brug, og det vil også spille ind, hvilket rekreative substitutions-muligheder, der er i nærheden samt hvor stor befolkningstæthed er i området. Det kan også forventes at attraktiviteten vil påvirke huspris-udviklingen og de deraf følgende effekter på indkomstskat mv.

VAND



Måltrettet placering er af central betydning for skovens potentiale for en forbedring af vandmiljøet (Miljøstyrelsen, 2024). I henhold til Miljøstyrelsens vurdering (2024) vil følgende placeringer have effekt ift. en implementering af vandrammedirektivet og opnåelse af god økologisk tilstand:

- Kystplande med indsatsbehov. Opland
- til søer med indsatsbehov.
- Nitratfølsomme indvindingsområder (NFI) eller sprøjte-middelfølsomme indvindings-områder (SFI). Vandløb
- med fastlagt indsats eller med identificeret behov.



4.3 Substitution

KLIMA



Hvilken anvendelse af træet får efter høstning, herunder om det er til byggeri (Hansen et al., 2023), eller om det er til energimæssige formål. Brugen af træ til materialer og produkter med lang levetid, som erstatter fossilbaserede alternativer, skal i henhold til EU's skovstrategi prioriteres (EU, 2021).

4.4 Skovtype og drift

BIODIVERSITET



Mens størstedelen af skovlevende arter findes i løvskov, har nåleskove specialiserede arter som overvejende er tilknyttet her (Petersen et al., 2016). Rejsning og forvaltning af begge skovtyper er derfor vigtige for at bevare en bred vifte af skovlevende arter.

Introduktion af hjemmehørende arter i en skovrejsning understøtter biodiversiteten i modsætning til introduktion af ikke-hjemmehørende arter. Grundet spredning og konkurrence kan nogle af de ikke-hjemmehørende arter have en negativ påvirkning for de hjemmehørende arter og dermed biodiversiteten samt de økosystemfunktioner og processer i habitater, de bliver en del af.

SOCIAL PÅVIRKNING



Brugen af skoven og dermed den rekreative værdi er påvirket af skovtypen. Jensen og Koch (1997) udpeger de tre væsentligste påvirkning for den oplevede kvalitet af rekreation i skove som værende: Publikumsfaciliteter, Gældende regler for brug af skoven til rekreative formål (eksempelvis tilladelse til at ride, overnatte etc.) samt Landskabs- og bioelementerne.

Hvad angår bioelementet, altså her forstået som skovtypen, finder undersøgelsen en præference for bøgeskov frem for granskov, en ældre tilvokset skov frem for en nyetableret og der er desuden præference for en skov, der vedligeholdes ved udtynding og skovhugst, fordi det gør den mere åben og tilgængelig.

KOMMUNAL ØKONOMI



Der følger en kommunaløkonomisk effekt af skovtypen. I og med at ændringer i CO₂-optaget påvirker omfanget af sparet CO₂-skat i størrelsesordenen 750-1100 kr./ton/år. Dertil kommer øget kommunal ejendomsskat som følge af højere huspriser, som igen er en følge af skovrejsningen. Den kommunaløkonomiske effekt vil afhænge af finansierings- og ejerskabsformen. Privatejede skove vil ikke give mulighed for kommunalt salg eller brug af klimakreditter.

KLIMA



Hvilken type skov, der etableres, påvirker CO₂-optaget. Der kan således være et CO₂-optag i et spænd gående fra 1 til 42 t CO₂e/ha/år (Johannsen et al., 2019).



4.5 Tidligere arealanvendelse

BIODIVERSITET



Omlægning af dyrket skov og landbrug - og etablering nær eksisterende naturområder (Petersen et al., 2024).

SOCIAL PÅVIRKNING



Her vil primært ses en påvirkning, hvis området tidligere har været benyttet til landbrugsproduktion. Både for de individer, der har benyttet jorden, hvilket kan være en negativ påvirkning, men også for den omkringliggende beboelse, der kan opleve, at lokalområdet ændrer karakter fra et landbrugskulturlandskab til skovbrug og/eller natur, hvilket kan opleves som såvel positivt som negativt.

KOMMUNAL ØKONOMI



Der følger en kommunaløkonomisk effekt af variationen i CO₂-optag i form af sparet CO₂-skat i størrelsesordenen 750-1100 kr./ton CO₂. Den kommunaløkonomiske effekt vil afhænge af finansierings- og ejerskabsformen. Privatejede skove vil ikke give mulighed for kommunalt salg eller brug af klimakreditter.

KLIMA



Hvilken eksisterende arealanvendelse, der ændres til skov og dermed leder til indirekte ændringer i arealanvendelse. Hvis f.eks. landbrugsjord omdannes til skov, vil de afgrøder, der tidligere blev produceret på arealet skulle produceres et andet sted. Det betyder enten, at eksisterende landbrug intensiveres med øget brug af gødning og pesticider som konsekvens, eller at der skabes ny landbrugsareal i f.eks. Brasilien (Schmidt et al., 2015; Hansen et al., 2023; LAND-LCA). Denne indirekte CO₂-udledning (også kaldet iLUC) skal der tages højde for.

Hvilken jordbundstype, der rejses skov på. Jorde med god bonitet giver højere kulstofbinding (Johannsen et al., 2019).



5. Vurderingsværktøj "light"

På baggrund af de kendte påvirkninger er der sammensat en samlet funktion, der kan beregne den monetære samfundsmæssige nettoværdi ved forskellige scenarier for skovrejsning. Vurderingsværktøjet er en Pivot tabel (se medfølgende excel-dokument), som aggregerer en række værdier, som for nogles vedkommende fremkommer via de identificerede benefit transfer-værdier, mens en del skal tastes ind manuelt.

Der er ikke tale om eksakte værdier, fordi flere af beregningerne er behæftet med usikkerhed. Derfor vil vurderingsværktøjet også fungere bedst som en relativ vurdering af forskellige alternative skovrejsningsprojekter, fordi usikkerhederne således er de samme i de enkelte scenarieberegninger. Deraf navnet "light".

Det er således et værktøj, der kan bruges i beslutningsprocessen til beslutningsstøtte. Det er ikke en eksakt vurdering af de præcise monetære indtægter af det enkelte skovrejsningsprojekt, men en vurdering af alternativer.

Ydermere indeholder værktøjet heller ikke alle samfundsmæssige konsekvenser af skovrejsning, men udelukkende de påvirkninger, som det har været muligt at kvantificere, samt skaffe tilgængelige data for. Der er således rig mulighed for udvidelse af værktøjet med yderligere faktorer. Bilag 1 gennemgår kvantificeringen af de faktorer, som er inkluderet i værktøjet samt beskrivelse af et par faktorer, som det ikke har været muligt at skaffe data på, men hvor kvantificering er mulig.

Vurderingsværktøjets output består af 3 primære værdier: Klima(kredit)værdi, rekreativ værdi samt værdier relateret til husprisstigning. Det er de tre værdier, det har været muligt at kvantificere og beregne en monetær værdi på baggrund af identificerede benefit transfer funktioner. Derudover tilvejebringer værktøjet yderligere 4 værdier relateret til Co2 optag. De 4 værdier inkluderer i beregningen af CO₂-optag hhv. en simpel GhG-balance, den timings-justerede klimaeffekt, betydning af indirekte arealanvendelse (iLUC) samt produktionen. Der er redegjort for forskellen mellem de 4 værdier i afsnit 3.1.



Bonitet	Lav
Skovtype	Græsningsskov
Vækstår	10-20 år

	GHG balance adjusted to take account for the effect of uptake- and emission-timing: ton CO ₂ -teq (based on GWP100 method)	Produktion-total adjusted to take account for the effect of harvest-timing:ton CO ₂ -eq	iLUC udledning ved om-lægning fra almindelig landbrugsdrift 100%	Simple GHG-balance not adjusted to reflect timing of emission/up-take	
Faktor	Sum af t CO₂-teq/ha/år	Sum af t træ-CO₂-teq/ha/år	Sum af t CO₂-eq/ha/år	Sum af t CO₂-eq/ha/år	Sum af kr/ha/år
Anden økonomisk værdi					6.155 kr.
Klimaværdi	5,2	1,8	0,6	5,9	4.455 kr.
Rekreativ værdi					53.567 kr.
Udgifter til anlæg og drift					-32.222 kr.
Hovedtotal	5,2	1,8	0,6	5,9	31.955 kr.
Samlet for hele området	70	24,90	7,6	80,2	431.395 kr.

Figur 5.1: Eksempel på udregning og output fra vurderingsværktøjet

6. anbefalinger til bæredygtig skovrejsning

På baggrund af eksisterende litteratur og identificerede benefit transfer funktioner har rapporten følgende anbefalinger til, hvordan bæredygtighed kan tænkes ind i planlægningen af et konkret skovrejsningsprojekt. Anbefalingerne rækker ud over den beregnede monetære værdi og tager brede holistiske hensyn til såvel økonomisk, miljømæssig og social bæredygtighed.

1. En af de væsentligste sociale effekter af skovrejsning er den rekreative værdi. Adgangsforhold og faciliteter er helt afgørende for at udnytte den rekreative brug af skoven og er derfor relevant at tænke ind i planlægning af skovrejsningsprojekterne for at bidrage til den social bæredygtighed af projektet.
2. Derudover kan det være væsentligt at holde for øje, at skovrejsning på trods af de mange positive effekter også kan have en negativ social påvirkning på lokalområdet, da det kan betyde væsentlige landskabelige ændringer og medfølgende ændringer i stedsidentiteten. Det kan formodentlig håndteres fornuftigt via involvering i beslutningsprocessen, men det kan være fornuftigt at være opmærksom på at tage lokale hensyn, hvad angår placering og rekreative forhold.
3. I hidtidige økonomiske studier af skovrejsning har der været meget vægt på spørgsmålet om prisstigninger på ejerboliger. Men eftersom prisen på CO₂-kvoter og afgifter på CO₂ er blevet en væsentlig udgiftspost, også for en kommune som Randers, og den kan forventes at stige væsentligt fremover, så bliver skovrejsning økonomisk set en stadigt bedre ide over tid. For at spare på de kommunale udgifter til CO₂-kvoter og afgifter så hurtigt, som muligt, så er det vigtigt at anvende landbrugsjord til skovrejsning, som udleder meget CO₂, samtidig med, at der satses på skovtyper, der relativt hurtigt kan absorbere CO₂.
4. Prioriter skovrejsning på marginal landbrugsjord med lav økonomisk og miljømæssig værdi. Dette reducerer risikoen for indirekte arealændringer (iLUC), som kan øge global CO₂-udledning.
5. Trods begrænset kommunal direkte indflydelse, så en langsigtet kulstofbinding at foretrække. Det opnås ved f.eks. at fremme brugen af træ til byggeri eller andre langtidsholdbare produkter, hvor kulstof forbliver bundet i materialer, snarere end at blive frigivet hurtigt ved f.eks. forbrænding til energi.
6. Sikr tidlig CO₂-optagelse gennem plantning af hurtigt voksende arter i klimaskov. Da CO₂ der optages nu, har en større umiddelbar effekt på klimaet, end CO₂, der optages langt ude i fremtiden, er tidlig CO₂-optagelse afgørende for effektiv bekæmpelse af global opvarmning.
7. For at sikre bred bæredygtighed er anbefaling at skabe større, sammenhængende klimaskove med hjemmehørende arter, placeret strategisk nær eksisterende naturområder for at fremme biodiversitet, biologiske korridorer, og samtidig beskytte grundvand i nitratfølsomme områder.

Bilag 1: Kvantificering af miljømæssige, økonomiske og sociale påvirkninger

Kvantificering af sundhedseffekter

Sundhedseffekter fra skove kan kvantificeres vha. en lang række indikatorer (Konijnendijk et al., 2023) eksempelvis:

- Overdødelighed,
- medicinforbrug,
- BMI mv.

De overnævnte mål kan værdisættes, men det kræver dog sundhedsøkonomiske beregninger, som ligger uden for rækkevidden af denne rapport. Derfor indgår sundhedseffekter ikke i værktøjet til at beregne den kvantitative samfundsmæssige gevinst, men det giver god mening at inkludere sundhedseffekter som primært en positiv samfundsmæssig konsekvens.

Kvantificering af rekreativsværdi

Til beregning af værdien af rekreative muligheder benyttes metoden ReCreateEcon udviklet af DCE på Århus Universitet (Zandersen et al., 2020). ReCreateEcon¹ beskriver et alternativ til de nøgletal, som benyttes af Miljø- og Fødevarerministeriet. Den bygger på benefit transfer-funktion og beregner således den rekreative værdi med udgangspunkt i lokale karakteristika som områdets *attraktivitet*, *befolkningstæthed* i projektområdet samt *alternative rekreativsmuligheder* i området (inden for en radius af 6 km).

Attraktivitet beregnes ud fra områdets størrelse, mulighed for rekreation (mængde af stier, nærhed til strand og kyst, badevandskvalitet) samt andelen af ferskvand, vådområde og Nature2000 områder i skovområdet.

Værdisætningen af de uafhængige faktorer i funktionen er baseret på Bjørner og Termansen (2014), som anvender rejseomkostningsmetoden til at beregne værdien af naturområder. Her har et repræsentativt udvalg af den danske befolkning besvaret spørgsmål om deres rekreative brug af forskellige naturområder og områdernes karakteristika samt angivet omkostninger for transport dertil. Det antages i rejseomkostningsmetoden, at personen tager et oplyst valg om områdets kvaliteter og ved at vælge at bruge området, så tillægges det en værdi, der svarer til den omkostning, som personen har ved at transportere sig dertil. Fordelen ved metoden sammenlignet med WTF er, at her forbruger personen faktisk et beløb og viser herigennem, at skoven tillægges en værdi. Ulempen er, at hvis man fx vælger at cykle til skoven, så vil man med den metode tillægge nytten af skovbesøget en værdi på 0 kr.

For en uddybende beskrivelse af metoden se Zandersen et al. (2020) samt Bjørner et al. (2014)

¹ ReCreateEcon kan findes her: https://dce2.au.dk/pub/SR378_nogletal.xlsx

Kvantificering af CO₂-besparelse

Et bud på en besparelse fra 2025-2030, som er baseret på nuværende pris (PWC, 2024), er en afgift svarende til 750 kr. per ton CO₂, hvilket er det, som kommunen ville skulle have betalt for udledning af CO₂ i den periode. Den største besparelse vil imidlertid først opstå på lang sigt (jf. tidligere afsnit), men den kan ikke kvantificeres monetært, da det er helt uvist, hvad prisen på CO₂-kvoter og CO₂-afgiften i fremtiden vil blive. Men alt tyder på, at besparelsen i kroner og ører per ton bliver væsentligt højere.

Kvantificering af stigning i huspriser

Hvor mange boliger, der kan stige i pris, afhænger af, hvor meget skov der kan etableres tæt på Randers by. Kommunen må derfor estimere antallet af private boliger, der får mere bynær skov og/eller kommer tættere på skov.

Derudover skal der estimeres en gennemsnitlig prisstigning på berørte boliger. Besselmann og Nielsen (2008) tager udgangspunkt i Aarhus, hvor boligpriser er steget med mere end det dobbelte over en 10 års periode. Antager, at vi en prisseffekt på det halve af Aarhus, så når vi frem til følgende tabel:

Tabel: prisstigninger i procent ved forskellige afstand til attraktiv og mindre attraktiv skov

	50 m	100 m	150 m	200 m	250 m	300 m	350-550 m
Attraktiv skov	13,5	7	5	4	3	2,5	1-2
Mindre attraktiv skov	5	2,5	1,5	1	0,75	0,5	0,2-0,4

Kilde: Besselmann og Nielsen (2008) tager udgangspunkt i metoden og beregningerne fra Anthon og Thorsen (2002). Tallene i tabellen er udledt af figur 6, p. 32 i sidstnævnte.

Boligerne kan opdeles i private ejerlejligheder, rækkehuse og villaer, som i gennemsnit kan sættes til at have størrelsen 85, 120 og 145 m². Sidstnævnte er et gennemsnit for hele Randers og er derfor lidt større for udkanten af Randers, hvor huspriserne jf. tabellen ovenfor berøres af skovrejsning.

Og tilsvarende for de to andre boformer, hvor det kun er antallet af kvadratmeter, der skiftes ud.

Interessant nok forholder Besselmann og Nielsen (2008) og andre tilsvarende studier sig ikke til lejere. Her skal kommunen i sine regnestykker overveje følgende:

- Vil skovrejsning føre til huslejestigninger i almennyttige boliger?
- At sætte en skyggepris på den nytte, som lejerne vil få ved øget skovrejsning.

Det er med andre ord et vigtigt argument for skovrejsning, at lejere får øget adgang til skov, men det kan argumenteres for, at der ikke skal ske en kvantificering af den nytte, da det vil være noget vilkårligt. Det komplicerer også et evt. regnestykke, at der er social slagside i, hvem der benytter adgang til skov mest. Lejeres gavn indfanges til gengæld af den opgjorte rekreativsværdi.

Kvantificering af indkomststigning

Et af de helt åbne spørgsmål er, hvordan skovrejsning vil påvirke tilflytningen til Randers by fra folk, der ikke bor i kommunen. Eftersom boligerne forventes at blive lidt dyrere, end det ellers ville have været tilfældet, vil tilflyttere, alt andet lige, have en større indkomst end de, der fraflytter. Også fordi mange fraflytterne vil være pensionister med en lavere skattepligtig indkomst og med et større behov for kommunale ydelser.

Det fremgår ikke klart af Besselmann og Nielsen (2008), hvordan de estimerer den stigende indkomst.

Kvantificering af øgede skatteindtægter

Såvel de højere huspriser som de højere indkomster vil føre til større indtægter for kommunekassen. Den kommunale ejendomsskat er grundskylden, som er på 13,9 promille. Prisstigningen skal altså ganges med 1,0139.

Vi kan ikke direkte kvantificere indkomststigningen, men ifølge Besselmann og Nielsen (2008), så vil der, hver gang, der kommer en krone ind i ejendomsskat, så vil der være en samtidig stigning i kommunalskat på 85 ører. Så når vi kender ejendomsskatten, har vi også et meget tentativt, men kvantitativt bud på, hvor mange flere penge, der kommer ind i de kommunale kasser. Det er så tentativt, at vi har valgt *ikke* at sætte det ind i Excel-arket.

Kvantificering af skovdriften

I Randers Kommune er kun en type af skovdrift relevant: produktion af træ. Omfanget heraf afhænger af både, hvor meget skov, der er tale om og naturligvis hvilke typer af skov. Begge dele må kommunen skønne ud fra den viden, de har herom. Tidligere studier peger på, at den indtægt er meget beskedent, og det virker heller ikke realistisk med produktionsskov i større udstrækning tæt på Randers.

Kvantificering af de udgifter, der følger med skovrejsning

Der er fire kategorier af udgifter ved skovrejsning: Tilskud til eller opkøb af jord, etablering af skov og faciliteter, drift af publikumsfaciliteter i skoven og endelig tabt skat fra landbrug. Her må kommune først udarbejde et skøn for, hvor meget skov det drejer sig om, og dernæst skønne, hvor store kommunens udgifter bliver til tilskud til eller kommunalt opkøb af jord. Når kommunen har et bud på, hvor meget skov, der er tale om, vil det også være muligt give skøn for, hvad det koster at gøre skoven tilgængelig og brugbar for borgerne.

En selvstændig, men formentlig beskedent udgift (i Besselmann og Nielsen, 2008, sat til 1 mio. kr. ved etableringen af True skov), er tabt landbrugsproduktion. Metoden til at skønne tabet er først at fastlægge, hvor meget landbrugsproduktion, der er tale om. Dernæst må man finde de pågældende landbrug i regnskabsstatistikken for Randers Kommune og stipulere tabet af indtægter fremover. I Besselmann og Nielsen (2008) foreslås det, at det tab ganges med 1,2 for at tage højde for de tab, der måtte være forfølgeerhverv.

Bilag 2: Kvantificering af CO₂ emissioner

Anvendte skovtyper

Skovrejsnings/-vækstmodeller bygger på modeller fra Johannsen et al. (2019). De principielle typer af skovrejsning i Randers Kommune er udviklet af skovfoged Ivan Guldager til brug for dette projekt, og omfatter seks typer af skov:

1. *Naturlig tilgroning*

Driften på det pågældende areal stopper, og arealet springer i skov naturligt. Det er forventeligt at tage mere end 20 år før skoven er at se.

Beregning: Gennemsnit af de tre modeller for naturlig tilgroning.

2. *Græsningsskov*

Driften på det pågældende areal stopper, og arealet beplantes. Efter mere end 10 år udsættes dyr til at græsse mellem træerne, hvilket giver en lysåben skov. Det vil tage mere end 10 år før der lukkes dyr på arealet. Der anvendes hjemmehørende arter for at opnå høj tilknyttet biodiversitet. Vækster såsom eg (plantet spredt) eller poppel med eg. Poppel for at opnå et CO₂ optag i den mellemliggende periode (10 år), hvorved der opnås en substitutionsgevinst. Der regnes i scenariet med 60% bevoksningsprocent i vækstscenariet med lysåben skov hvor bagvedlæggende model ikke er lysåben.

Beregning: Eg og poppel med eg.

3. *Urørt skov*

Skov uden fældning. Der vil dog formentlig være tale om 2 – 3 udtyndinger for at gøre skoven interessant rekreativt og biodiversitetsmæssigt. Beplantning vil mest være eg, og andre hjemmehørende arter (fx fuglekirsebær, avnbøg, nauer, skovfyr samt buske som fx tjørn, benved).

Beregning: Eg samt blandet løv med indblanding af nål.

4. *Hjemmehørende skov*

Prioritering af hjemmehørende arter med udtynding og pasning ud i fremtiden.

Beregning: Gennemsnit af bøg og eg.

5. *Hjemmehørende klimaskov*

Valg af arter som er hjemmehørende og hurtigt voksende. Dvs. rødgran, skovfyr, ahorn. Biodiversitet tilknyttet og hurtig vækst.

Beregning: 100% hurtigt voksende kultur, sitka/rødgran

6. *Højproduktiv klimaskov*

Ingen binding ift. hjemmehørende arter. Dvs. det fx kan være poppel, grandis, sitka og douglas.

Beregning: 100% hurtigt voksende douglas/sitka, grandis/rødgran.



Modellering af kulstofbalance

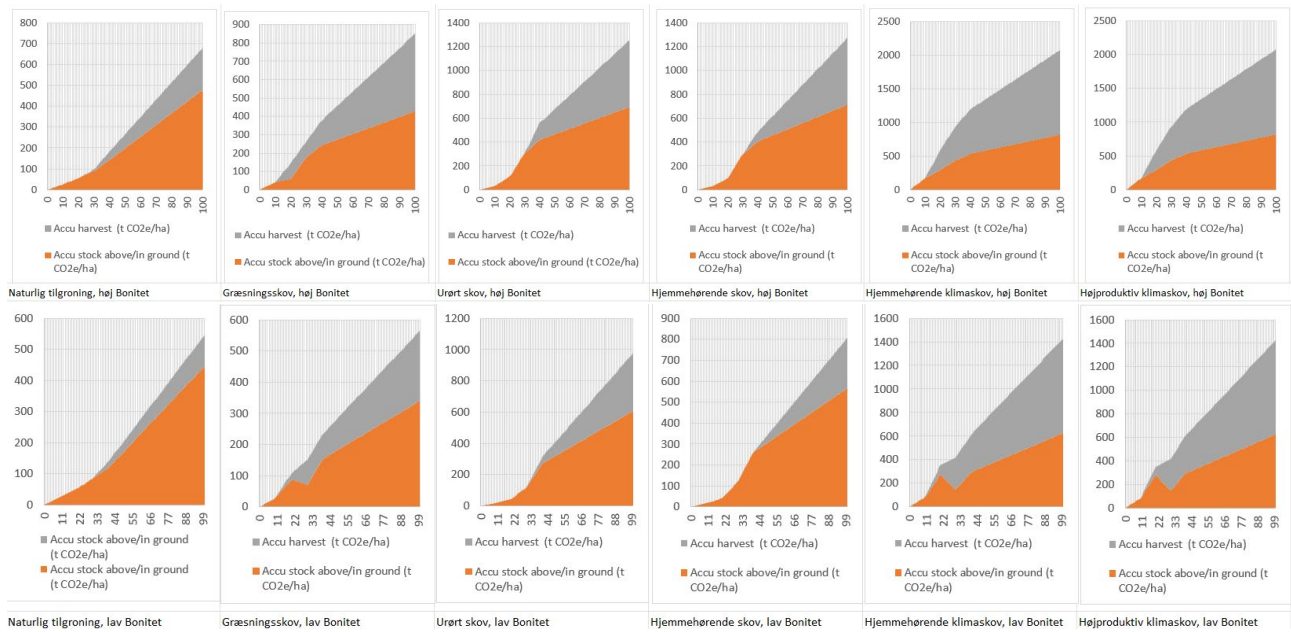
Disse skovtyper modelleres som vist i tabellerne nedenfor

Skovrejsnings/-vækstmodeller*	Naturlig tilgroning, høj Bonitet	Græsnings-skov, høj Bonitet	Urørt skov, høj Bonitet	Hjemmehørende skov, høj Bonitet	Hjemmehørende klimaskov, høj Bonitet	Højproduktiv klimaskov, høj Bonitet
I: Løv, bøg				50%		
I: Løv, eg		30%	50%	50%		
I: Blandet løv med indblanding af nål			50%			
I: Løv, bøg med ekstra brede skovbryn						
II: Hurtigt voksende kultur, poppel med eg		30%				
II: Hurtigvoksende kultur, douglas/sitka/grandis/rødgran					100%	100%
III: Naturlig tilgroning, mange frøkilder	67%					
III: Naturlig tilgroning, Trædække under 50 % og max 5mhøj (fælles for høj og lav bonitet)	33%					

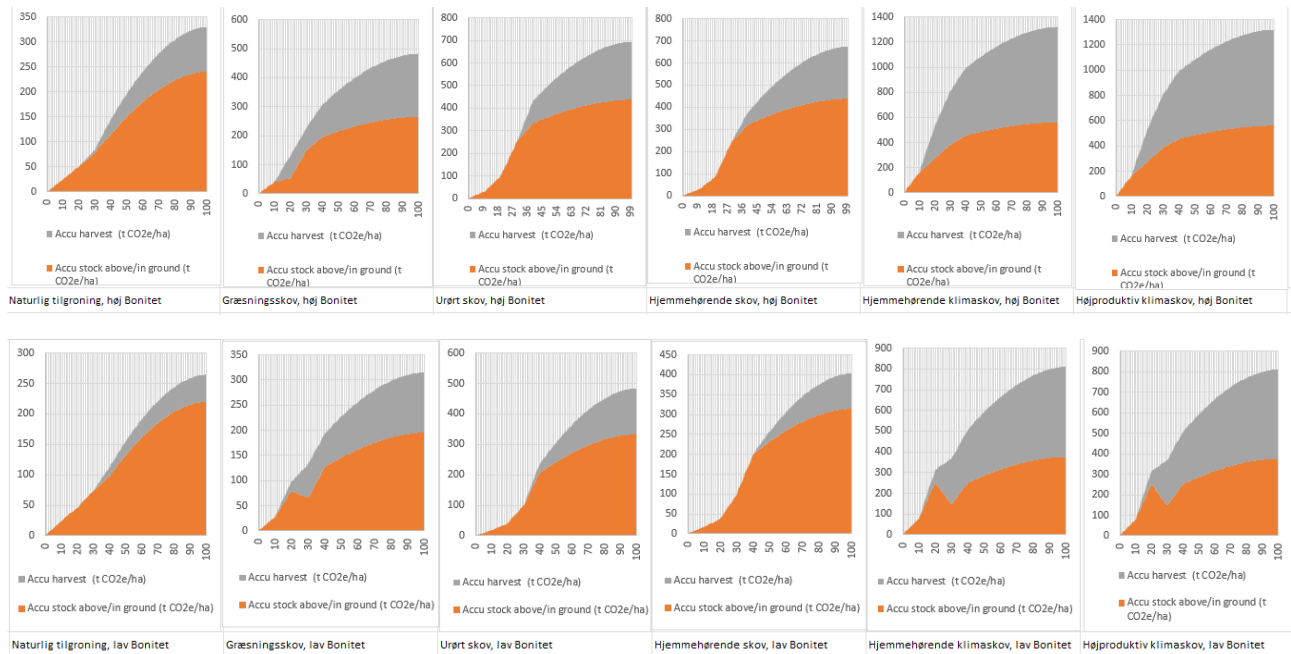
Skovrejsnings/-vækstmodeller*	Naturlig tilgroning, lav Bonitet	Græsnings-skov, lav Bonitet	Urørt skov, lav Bonitet	Hjemmehørende skov, lav Bonitet	Hjemmehørende klimaskov, lav Bonitet	Højproduktiv klimaskov, lav Bonitet
I: Løv, bøg				50%		
I: Løv, eg		30%	50%	50%		
I: Blandet løv med indblanding af nål			50%			
I: Løv, bøg med ekstra brede skovbryn						
II: Hurtigt voksende kultur, poppel med eg		30%				
II: Hurtigvoksende kultur, sitka/rødgran					100%	100%
III: Naturlig tilgroning, få frøkilder	67%					
III: Naturlig tilgroning, Trædække under 50 % og max 5mhøj III: Naturlig tilgroning, Trædække under 50 % og max 5mhøj (fælles for høj og lav bonitet)	33%					



Dette giver de følgende optagsfordelinger på de identificerede skovtyper:



Når der tages højde for timingen af emissionen, ser optagsfordelingen således ud:



Litteratur

- Agimass, F., Lundhede, T., Panduro, T.E., Jacobsen, J.B., 2017. The choice of forest site for recreation: A revealed preference analysis using spatial data. *Ecosyst. Serv.* doi:10.1016/J.ECOSER.2017.11.016
- Anthon, S., & Thorsen, B. J. (2002). Værdisætning af skovrejsning. En husprisundersøgelse. Skov- og Naturstyrelsen.
- Besselmann, A. S. og Nielsen, A.B., Hørsholm (2008), Bynær skovrejsning: en grøn fordel og en god forretning. Københavns Universitet, 28 s.
- Biodiversitetsrådet. 2022. Fra tab til fremgang – Beskyttet natur i Danmark I et internationalt perspektiv.
- Bjørner, T.B., Jensen, C.U., Termansen, M., 2014. Den rekreative værdi af naturområder i Danmark, Arbejdsrapport. The Danish Economic Council.
- Bjørner, T.B., Termansen, M., 2014. Brugsværdien af naturområder i Danmark. *Natl. Tidsskr.* 1, 1–23.
- Damgaard, C., Erichsen, E., & Huusom, H. (2001). Samfundsøkonomisk projektvurdering af skovrejsning ved Vollerup In. København: Wilhjelmudvalget.
- Danmarks Miljøundersøgelser (DMU). 2008.. Værdisætning af natur og kulturgoder: et metodestudie af betydningen for ændringer i skala og betalingsformat. Faglig rapport fra DMU nr. 695, Danmarks Miljøundersøgelser.
- Diener, A., & Mudu, P. (2021). How can vegetation protect us from air pollution? A critical review on green spaces' mitigation abilities for air-borne particles from a public health perspective - with implications for urban planning. *The Science of the total environment*, 796, 148605-148605. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148605>
- Di Fulvio, F., N. Forsell, A. Korosuo, M. Obersteiner, og S. Helwegg. 2019. Spatially explicit LCA analysis of biodiversity losses due to different bioenergy policies in the European Union. *Science of the Total Environment* 651: 1505-1516.
- Donovan, G. H., Michael, Y. L., Gatzolis, D., Prestemon, J. P., & Whitsel, E. A. (2015). Is tree loss associated with cardiovascular-disease risk in the Women's Health Initiative? A natural experiment. *Health & place*, 36, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2015.08.007>
- EU. 2021a. Ny EU-Skovstrategi for 2030. COM(2021) 572 final.
- EU. 2021b. EU Soil Strategy for 2030. Reaping the benefit of healthy soils, for people, food, nature and climate. COM(2021) 699 final.
- FAO. 2020. Global Forest Resources Assessment 2020. Main report. FAO.
- Hansen, Rasmus Nøddegaard, Andersen, Camilla Ernst, Birgisdottir, Hoxha, Endrit, Eliassen, Jonas, Schmidt, Jannick, Weidema, Bo. 2023. Miljømæssige konsekvenser ved ændring af byggeskik. Indledende studie af miljøpåvirkninger ved fortsættelse af nuværende konventionel byggeskik og ved en ændring til øget brug af træ. Build Rapport. Institut for Byggeri, By og Miljø, Aalborg Universitet. <https://lca-net.com/files/Miljomaessige-konsekvenser-ved-aendring-af-byggeskik.pdf>
- Horten. (2023). Notat om skovrejsning.
- lungman, T., Cirach, M., Marando, F., Pereira Barboza, E., Khomenko, S., Masselot, P.,...Nieuwenhuijsen, M. (2023). Cooling cities through urban green infrastructure: a health impact assessment of European cities. *The Lancet (British edition)*, 401(10376), 577-589. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)02585-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)02585-5)
- Jensen, F. S., & Koch, N. E. (1997). Friluftsliv i skovene 1976/77 - 1993/94. In (Vol. Forskningsserien nr. 20). Hørsholm: Forskningscenteret for Skov og Landskab.

- Johannsen, Vivian Kvist, Nord-Larsen, Thomas, Vesterdal, Lars, Niclas Scott. 2019. *Kulstofbinding ved skovrejsning. Sagsnotat*. Københavns Universitet. https://static-curis.ku.dk/portal/files/225664165/Sagsnotat_kulstof_skovrejsning_20190724.pdf
- Klingberg, J., Broberg, M., Strandberg, B., Thorsson, P., & Pleijel, H. (2017). Influence of urban vegetation on air pollution and noise exposure – A case study in Gothenburg, Sweden. *The Science of the total environment*, 599-600(1), 1728-1739. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.051>
- Konijnendijk, C., Devkota, D., Mansourian, S., & Wildburger, C. e. (2023). Forests and Trees for Human Health: Pathways, Impacts, Challenges and Response Options. A Global Assessment Report. In (Vol. 41). Vienna: IUFRO World Series.
- Miljøstyrelsen, 2024. Planer om ny skov? Skovrejsning og vandrammedirektivet. Miljøstyrelsen.
- Miljøstyrelse, 2015. Vejledning om skovloven §11 – Bygninger, anlæg, terrænændringer og affald (del1), Miljøstyrelsen.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). Ecosystems and human well-being. In. Washington DC.: Island Press.
- Moyle, W., Jones, C., Dwan, T., & Petrovich, T. (2018). Effectiveness of a Virtual Reality Forest on People With Dementia: A Mixed Methods Pilot Study. *The Gerontologist*, 58(3), 478-487. <https://doi.org/10.1093/geront/gnw270>
- Naturstyrelsen Søhøjlandet. (2021). Miljøvurdering af samarbejdsaftale om skovrejsning ved Eriksborg. In.
- Naturstyrelsen Søhøjlandet. (2022). Miljøvurdering af samarbejdsaftale om skovrejsning ved Højballe Vandværk. In: Miljøministeriet, Naturstyrelsen.
- Petersen, A.H., T.H. Lundhed, H.H. Bruun, J. Heilmann-Clausen, B.J. Thorsen, N. Strange og C. Rahbek. 2016. Bevarelse af biodiversiteten i de danske skove. En analyse af den nødvendige indsats, og hvad den betyder for skovens samfundsgoder. Center for Makroøkologi, Københavns Universitet.
- Petersen, A.H., B. Hasler, T. Laage-Thomsen, M. Termansen og C. Rahbek. 2024. Mere, bedre og større natur i Danmark, Hvor, hvordan og hvor meget? Center for Makroøkologi, Evolution og Klima, Globe Institute, Københavns Universitet.
- Polis, G.A., Me.E. Power og G.R. Huxel. 2004. Food Webs at the landscape Level. The University Chicago Press.
- PWC. 2024. Afgiftsvejledningen 2024. PWC. <https://www.pwc.dk/da/afgiftsvejledningen/co2-afgift.html>
- Pulliam, H.R. 1988. Sources, Sinks, and Population Regulation. *The American Naturalist*, 132(5): 652-661.
- Stoltz, J., Lundell, Y., Skärbäck, E., van den Bosch, M. A., Grahn, P., Nordström, E.-M., & Dolling, A. (2016). Planning for restorative forests: describing stress-reducing qualities of forest stands using available forest stand data. *European journal of forest research*, 135(5), 803-813. <https://doi.org/10.1007/s10342-016-0974-7>
- Strandberg, B., Anersen, P., Bruhn, A, Buur, H., Carl, H., Elmeros, M, Fox, A., Holmstrup, M., Kjær, C. Kristensen, H.V., Slotsbro, S., Strandberg, M.T., Wiberg-Larsen, p. 2023. Konsensus omkring vurdering af ikke-hjemmehørende arter I Danmark I. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 48 s. – Teknisk rapport nr. 271.
- Termansen, M., McClean, C.J., Jensen, F.S., 2013. Modelling and mapping spatial heterogeneity in forest recreation services. *Ecol. Econ.* 92, 48–57. doi:10.1016/j.ecolecon.2013.05.001

- van den Bosch, M., Bartolomeu, M. L., Williams, S., Basnou, C., Hamilton, I., Nieuwenhuijsen, M.,...Tonne, C. (2024). A scoping review of human health co-benefits of forest-based climate change mitigation in Europe. *Environment International*, 186, 108593. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.108593>
- van den Bosch, M., & Meyer-Lindenberg, A. (2019). Environmental Exposures and Depression: Biological Mechanisms and Epidemiological Evidence. *Annual review of public health*, 40(1), 239-259. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-040218-044106>
- Vogdrup-Schmidt, M., Strange, N., Olsen, S. B., Ravensbeck, L., Panduro, T. E., & Thorsen, B. J. (2014). *Værdisætning af økosystemtjenester i et nationalt naturnetværk i Danmark: eksempel for Haderslev Kommune*. K. U. Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi.
- Wang, Y., Chang, Q., Fan, P., & Shi, X. (2022). From urban greenspace to health behaviors: An ecosystem services-mediated perspective. *Environmental research*, 213, 113664-113664. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113664>
- Yeon, P.-S., Kang, S.-N., Lee, N.-E., Kim, I.-O., Min, G.-M., Kim, G.-Y.,...Shin, W.-S. (2023). Benefits of Urban Forest Healing Program on Depression and Anxiety Symptoms in Depressive Patients. *Healthcare (Basel)*, 11(20), 2766. <https://doi.org/10.3390/healthcare11202766>
- Zandersen, M., Abay, A., & Termansen, M. (2020). Forslag til forbedring af miljø- og fødevarerministeriets nogletal for den rekreative værdi af natur. In: DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi.

