BILAG 1

Biodiversitetspåvirkning fra 50 bygninger

Forslag til metode og baseline for måling af byggeriets biodiversitetspåvirkning i værdikæderne

BBV Rapport 1 – Bilag 1

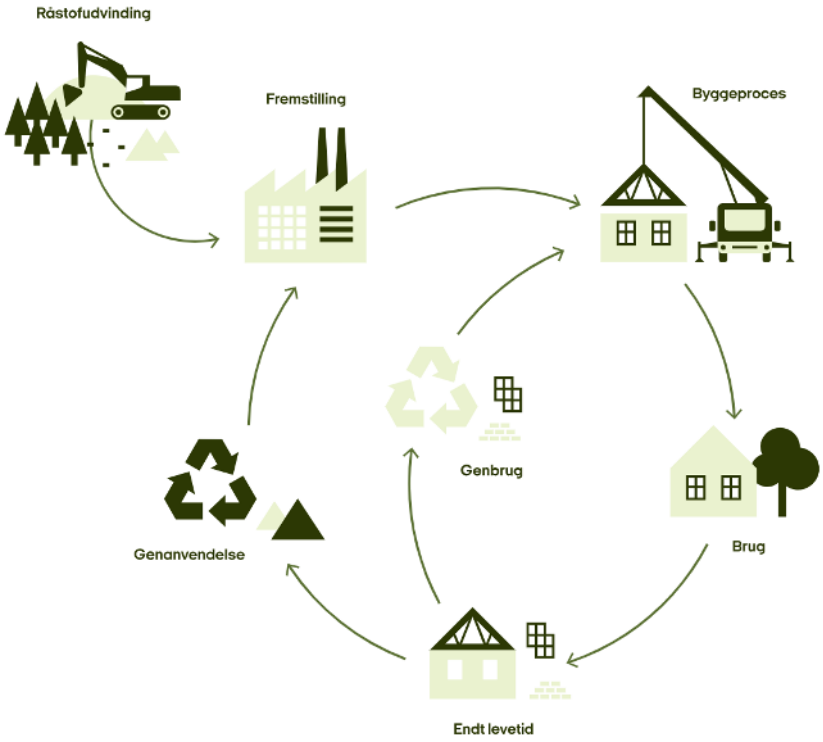
Metodebeskrivelse til måling af byggeriets biodiversitetspåvirkning i værdikæderne

Indhold

Introduktion 2
Måleenhed 3
Betragtningsperiode 5
Referenceenhed 5
Systemafgrænsning 6
Faser og moduler i livscyklusvurderingen 7
Byggevarer (A1-A3, B4, C3-C4) 7
  Generisk miljødata 8
  Produktspecifikt miljødata 9
Byggeprocessen (A4-A5) 12
Energi til bygningsdrift (B6) 13
  Emissionsfaktorer for energi til bygningsdrift 13
Fortolkningsenhed – Tabte danske naturækvivalenter 16
Biodiversitetspåvirkning på byggefeltet 17
Beregningsværktøj 20
Litteraturliste 22

Introduktion

En livscyklusvurdering (LCA) er en standardiseret metode til vurdering og evaluering af miljøpåvirkninger og ressourceforbrug knyttet til et produkt eller en service, herunder byggeri. En LCA medregner påvirkninger fra hele bygningens livscyklus inddelt i faser. Disse faser dækker over råstofudvinding og fremstilling af materialer, transport, opførelse, drift, vedligehold og behandling af materialerne ved endt levetid. Faseinddelingen er visualiseret i Figur 01 jf. EN 15978. På samme vis som livscyklusvurderinger kan anvendes til at evaluere byggeriets klimapåvirkning, kan de også anvendes til at evaluere byggeriets biodiversitetspåvirkning.



Figur 01: Visuel illustration af livscyklusvurdering jf. EN 15978 (bæredygtighedsklasse, 2025)

I modsætning til byggeriets klimapåvirkning, findes der i dag ikke nogen officielt vedtaget standard og metodebeskrivelse til beregning af byggeriets biodiversitetspåvirkning i et livscyklusperspektiv.

Et afgørende skridt i denne retning blev taget i publikationen Byggeriets Doughnut, som foreslog en konkret metode til beregning af byggeriets biodiversitetspåvirkning, og udviklede et værktøj til beregning heraf, med afsæt i den bedst tilgængelige data på daværende tidspunkt, metodisk funderet i det daværende bygningsreglement.

Siden da er der sket en markant udvikling i både datakvalitet og metodegrundlag for beregning af byggeriets klima- og biodiversitetspåvirkning.

Regeringen og dens støttepartier har vedtaget en tillægsaftale til den Nationale Strategi for Bæredygtigt Byggeri, som træder i kraft den 01/07/2025, og som indbefatter en opdatering af metodegrundlaget for beregning af byggeriets klimapåvirkning.

Parallelt hermed, er der sket en væsentlig udvikling i forskning og datakvalitet omkring byggeriets biodiversitetspåvirkning. LCIA-metoden Impact World+ har gennemgået en serie af opdateringer som har styrket metodens evne til at regne på global, regionaliseret biodiversitetspåvirkning.

Desuden har det europæiske initiativ Global Guidance for Life Cycle Impact Assessment (GLAM) publiceret en metode, som nuancerer og regionaliserer biodiversitetspåvirkningen fra ændring og brug af land, afhængigt af arealanvendelsens lokation og intensitet.

Som følge af denne udvikling, har dette projekt til hensigt at udarbejde et opdateret forslag til en branchestandard for måling af byggeriets biodiversitetspåvirkning, i metodisk overensstemmelse med det opdaterede bygningsreglementet, og med anvendelse af den bedst tilgængelige data for byggeriets biodiversitetspåvirkning.

Ambitionen er at denne metodebeskrivelse vil blive anvendt bredt i branchen, for at skabe et fælles grundlag for beregning af byggeriets biodiversitetspåvirkning. Den langsigtede målsætning er, at denne metodebeskrivelse kan danne grundlag for udvikling af en officielt vedtaget standard og metodebeskrivelse til beregning af byggeriets biodiversitetspåvirkning i et livscyklusperspektiv, som kan danne grundlag for regulering og grænseværdier.

I det følgende præsenteres den foreslåede metodebeskrivelse til beregning af byggeriets biodiversitetspåvirkning i et livscyklusperspektiv.

Måleenhed

Der findes forskellige måleenheder for biodiversitetspåvirkning i LCA. En af de mest udbredte er miljøpåvirkningsindikatoren PDF.yr. Indikatoren beskriver den relative påvirkning på artsrigdom som følge af en aktivitet hen over tid. Indikatorens delpunkter er beskrevet i nedenstående oversigt:

Enhed for biodiversitetspåvirkning:

PDF.yr

***PDF**: står for Potentially Disappeared Fraction of Species, og udtrykker det relative tab af artsrigdom relativt til et referencescenarie. En PDF på 1 svarer til, at 100% af arter er uddøde som følge af en aktivitet. En PDF på 0 svarer til, at 0% af arter er uddøde som følge af en aktivitet.*

***yr**: udtrykker den tidsperiode i år som evalueres. Den typisk målte tidsperiode for påvirkninger på jordsystemet er 100 år.*

Biodiversitetspåvirkningen er givet ved produktet af de to delpunkter. Det betyder, at en biodiversitetspåvirkning på 1 PDF.yr enten kan beskrive:

- At der er forekommet et 100% tab af artsrigdom på et år.
- At der er forekommet et 10% tab af artsrigdom per år, over 10 år.

Figur 02: Måleenheden for biodiversitetspåvirkning: PDF (ISS, 2025)

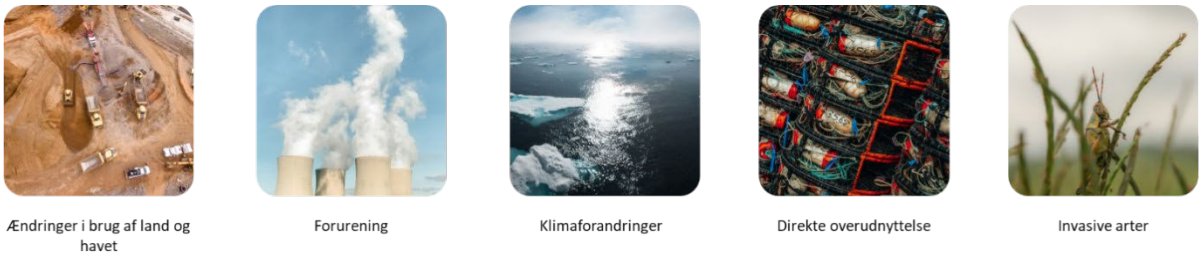
Impact World+ måler biodiversitetspåvirkningen i enheden PDF.m^2.yr, hvor biodiversitetspåvirkningen desuden er ganget med det globale landbaserede areal, givet ved 108,4 mil. km^2. De fleste andre LCIA-metoder medregner dog ikke dette landbaserede areal i deres måleenhed for biodiversitetspåvirkning, så for at gøre resultaterne lettere sammenlignelige med andre LCIA-metoder, er landarealet divideret ud, resulterende i måleenheden PDF.yr.

Afhængig af LCIA-metode kan PDF.yr enten betegne et globalt tab af artsrigdom, hvor arter endeligt uddør (e.g. i GLAM-metoden), eller et regionalt tab af artsrigdom, hvor arter forsvinder fra en region, men ikke nødvendigvis er helt uddøde (e.g. i Impact World+ metoden). Vores beregningsmetode er baseret på Impact World+ metoden, og foreslår således at anvende enheden for biodiversitetspåvirkning PDF.yr, som i denne metode betegner et regionalt tab af artsrigdom.

Biodiversitetspåvirkningens indikator er tidsafhængig, fordi den er en måleenhed for biodiversitetens sundhed, og fordi sundhedspåvirkninger forekommer over tid. Vi kender tilsvarende tidsafhængige måleenheder fra folkesundheden. Her måles sundhedspåvirkning typisk i måleenheden sygdomsjusterede leveår eller disability-adjusted life years (DALYs), som kan forstås som tabet af "et års fuld sundhed". På samme vis kan PDF.yr forstås som tabet af "et års fuld artsrigdom".

Biodiversitetspåvirkningen er givet ved summen af en lang række påvirkningskategorier, som modelleres i livscyklussen. Disse påvirkningskategorier kan groft inddeles i tre hovedkategorier: ændring og brug af land, klimaforandringer og forurening.

Disse hovedkategorier udgør tre af de fem primære drivere for biodiversitetspåvirkning. De to resterende primære drivere: direkte overudnyttelse og invasive arter, er lige nu ikke indeholdt i livscyklusvurdering af byggeriets biodiversitetspåvirkning, da der ikke findes tilstrækkeligt gode data for dem.



Figur 03: De fem primære drivere for biodiversitetspåvirkning

Ved at underopdele biodiversitetspåvirkningen i de tre primære drivere, er det muligt at opnå indsigt i, hvilke skadespåvirkninger som ligger til grund for biodiversitetstabet, og dermed hvilke tiltag der skal implementeres i værdikæden for at minimere og på sigt reversere denne biodiversitetspåvirkning.

Betragtningsperiode

For at sikre sammenlignelighed i beregning af byggeriets klimapåvirkning, anvendes som standard en betragtningsperiode på 50 år. Dette gælder uanset, om bygningen i praksis vil have en kortere eller forhåbentlig længere levetid. Samme betragtningsperiode foreslås anvendt til beregning af byggeriets biodiversitetspåvirkning.

Referenceenhed

Ligesom det gælder for livscyklusvurdering af bygningers klimapåvirkning, foreslås det at opgøre livscyklusvurdering af bygningers biodiversitetspåvirkning relativt til bygningens referenceareal og betragtningsperiode.

Biodiversitetspåvirkningen foreslås opgjort i enheden PDF.yr/m² byggeri/år. Den samlede biodiversitetspåvirkning opnås ved at summere biodiversitetspåvirkning fra henholdsvis bygningsdele og drift som vist nedenfor:

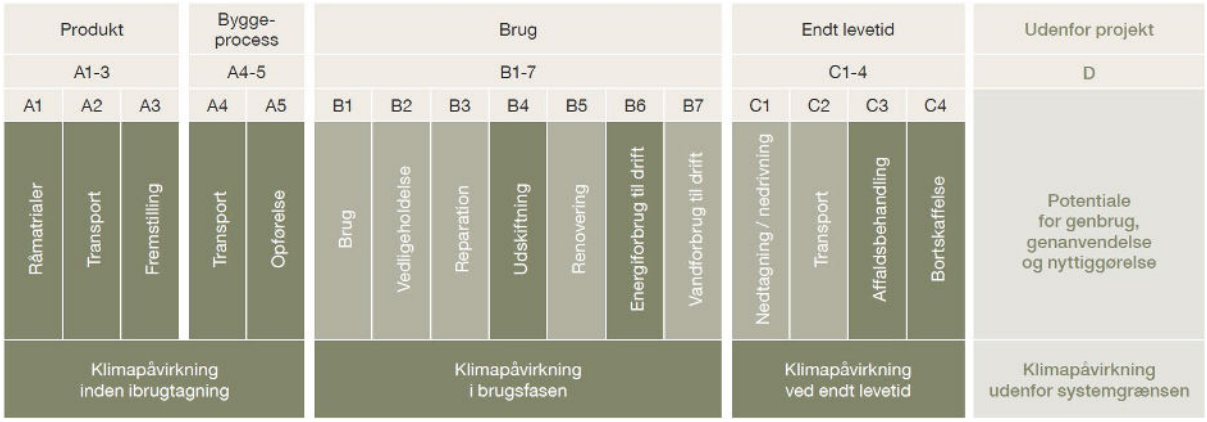
$$Biodiversitetspåvirkning\ i\ værdikæden = Bygningsdele + Drift$$
$$= \frac{(A1 + A2 + A3) + (A4 + A5) + B4 + (C3 + C4)}{A_{Ref} \cdot 50år} + \frac{B6}{A_{Opv} \cdot 50år}$$

Hvor A_{Ref} er bygningens bruttoetageareal, og A_{Opv} er bygningens opvarmede areal.

Systemafgrænsning

Byggeriets livscyklus beregnes med afsæt i den europæiske standard DS/EN 15978:2012. Livscyklussen består af fem faser, som er inddelt i 17 moduler. Standarden stiller ikke krav til rapportering af byggeriets biodiversitetspåvirkning, men den metodiske tilgang er veloplagt til evaluering af byggeriets miljøpåvirkninger generelt set, herunder biodiversitetspåvirkningen.

Standarden sætter de overordnede rammer for, hvilke processer der indgår i faserne, og hvordan de skal beregnes. Disse rammer er præciseret i bygningsreglementets systemafgrænsning, som specificerer hvilke moduler der skal indgå i beregning af byggeriets klimapåvirkning. Samme systemafgrænsning foreslås anvendt til beregning af byggeriets biodiversitetspåvirkning. Systemafgrænsningen omfatter modulerne A1-A3, A4-A5, B4, B6 og C3-C4.



Figur 04: Bygningsreglementets systemafgrænsning for byggeriets livscyklusvurdering

Faser og moduler i livscyklusvurderingen

I produktfasen (livscyklusmoduler A1-A3) vurderes biodiversitetspåvirkninger forbundet med udvinding af råmaterialer, transport til fabrikken samt processer for fremstilling af den færdige byggevarer.

I transportfasen (livscyklusmodul A4) vurderes biodiversitetspåvirkninger forbundet med transport af byggevarer fra den færdige byggevare til byggepladsen samt transport af materiel til og fra byggepladsen.

I byggeprocesfasen (livscyklusmodul A5) vurderes biodiversitetspåvirkninger forbundet med energiforbrug på byggepladsen, spild og byggeaffald genereret på byggepladsen, samt transport af spild, affald og affaldsjord fra byggepladsen til affaldsmodtager.

I brugsfasen vurderes biodiversitetspåvirkninger forbundet med udskiftning af byggevarer, hvis levetid er kortere end betragtningsperioden (livscyklusmodul B4) og energiforbrug til opvarmning, ventilation, belysning og anden bygningsdrift (livscyklusmodul B6).

I fasen endt levetid vurderes biodiversitetspåvirkninger forbundet med forbehandling af affald (livscyklusmodul C3) og bortskaffelse (livscyklusmodul C4).

Ved affaldsbehandlingen kan der være en gavnlig effekt ved genbrug, genanvendelse eller anden nyttiggørelse, som evalueres i fase D. D-fasen skal i forhold til beregning af byggeriets klimapåvirkning rapporteres separat, men skal ikke regnes med i LCA-resultatet. Det foreslås derfor at fase D heller ikke regnes med i LCA-resultatet for byggeriets biodiversitetspåvirkning.

Der findes på nuværende tidspunkt ikke tilgængeligt data for den gavnlige effekt på biodiversitet i fase D. Derfor foreslås det, at der i modsætning til byggeriets klimapåvirkning ikke rapporteres separat på biodiversitetsgevinsten ved fase D, indtil denne datakvalitet forbedres.

I det følgende gennemgås delkomponenterne i byggeriets livscyklusvurdering, og den foreslåede metode til at regne på deres biodiversitetspåvirkning.

Byggevarer (A1-A3, B4, C3-C4)

I BR18 bilag 2, tabel 6, ”Bygningsdele til beregning af klimapåvirkning” fremgår en liste over, hvilke bygningsdele der skal indgå i den obligatoriske LCA-beregning for byggeriets klimapåvirkning, og hvilke forenklinger der er tilladt. Denne liste opdateres pr. 1. juli 2025. Samme bygningsdele foreslås anvendt til beregning af byggeriets biodiversitetspåvirkning.

Byggevarers levetider indgår i livscyklusvurderingen for byggeriets klimapåvirkninger for at beregne det forventede antal af udskiftninger i betragtningsperioden. Byggevarers generiske levetider fremgår i BUILD-rapport 2021:32. Samme levetider foreslås anvendt til beregning af byggeriets biodiversitetspåvirkning.

Generisk miljødata

I BR18 bilag 2, tabel 7, "Generisk datagrundlag" findes et dokument med generisk miljødata for klimapåvirkningen forbundet med materialers produktion (A1-A3) og affaldsbehandling (C3-C4). Dette dokument opdateres pr. 1. juli 2025.

Som alternativ til den generiske miljødata, kan man ved beregning af byggeriets klimapåvirkning også benytte branchespecifikke eller produktspecifikke miljøvaredeklarationer (Environmental Product Declarations, EPD), som muliggør en mere præcis beregning. Anvendelse af EPD'er er dog ikke et lovkrav.

Der findes på nuværende tidspunkt ikke offentligt tilgængeligt generisk miljødata for biodiversitetspåvirkningen forbundet med materialers produktion (A1-A3) og affaldsbehandling (C3-C4).

I stedet findes der 'Life Cycle Inventory' (LCI) databaser, som indeholder generisk data i form af 'Elementary Flows', som er alle de delelementer der skal til for at producere eller bortskaffe et materiale. Ved at koble disse delelementer med deres påvirkninger på tab af biodiversitet, kan materialets samlede biodiversitetspåvirkning beregnes.

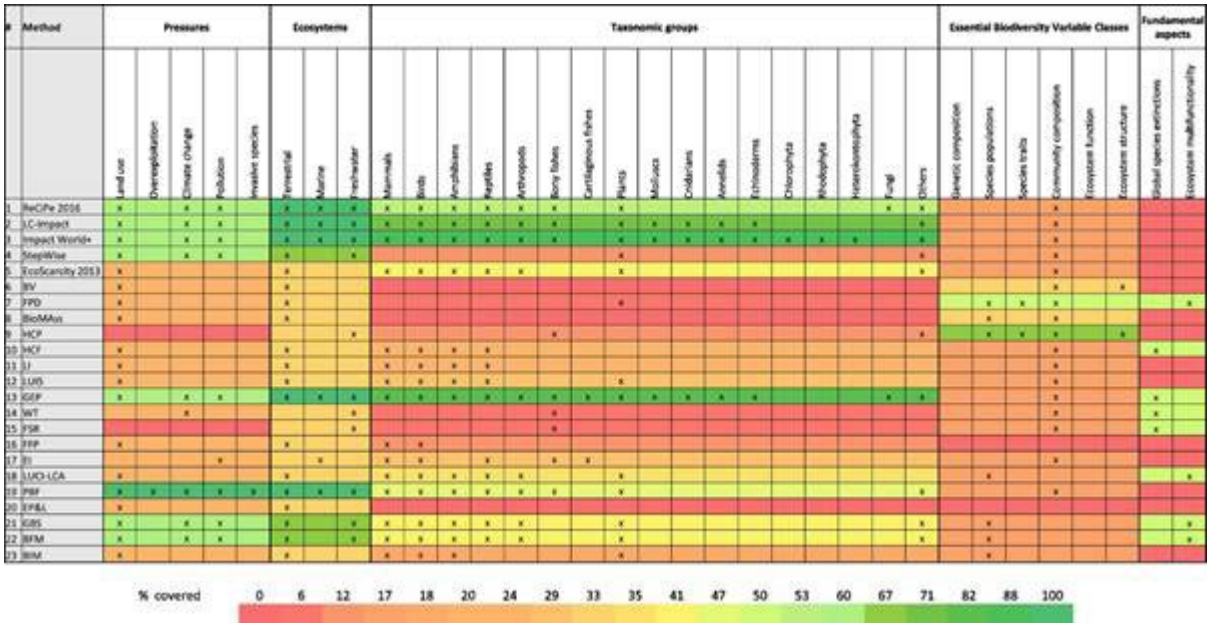
Delelementernes påvirkning på tab af biodiversitet er beskrevet ved karakteriseringsfaktorer, som er baseret på forskning i tab af biodiversitet. En karakteriseringsfaktor beskriver hvor stort et tab af biodiversitet der forekommer, som følge af et Elementary Flow.

Forskningen i karakteriseringsfaktorer er kompleks, og der findes ikke en entydig videnskabelig konsensus om, hvordan man måler og vurderer tab af biodiversitet. Derfor findes der en række forskellige metoder til beregningen, som tilsvarende resulterer i forskellige karakteriseringsfaktorer. Sammenkoblingen mellem en LCI-database og en metode til beregning af tab af biodiversitet kaldes en LCIA-metode.

I dette projekt er der foretaget en evaluering af de tilgængelige LCIA-metoder, for at undersøge hvad det bedst tilgængelige datagrundlag til vurdering af byggeriets biodiversitetspåvirkning er. Dette er undersøgt i studiet 'Critical Review of Methods and Models for Biodiversity Impact Assessment and their Applicability in the LCA Context' (Damiani et. al, 2023), hvis konklusioner er opsummeret i Figur 05, som viser en oversigt over de evaluerede LCIA-metoder.

I tabellen markerer krydser hvilke kategorier af biodiversitetspåvirkning som er evalueret i metoden, og farvegradienten markerer hvilken procentdel af kategorien som er evalueret. Jo flere krydser i en mørkegrøn farve som LCIA-metoden inkluderer, jo mere omfangsrig og detaljerig er metodens evaluering af biodiversitetspåvirkningen.

Som det ses af tabellen, er det LCIA-metoden Impact World+ (IW+) som har den højeste kombination af omfang og detaljerigdom af de evaluerede metoder. Det er derfor denne LCIA-metode, som foreslås anvendt til evaluering af byggeriets biodiversitetspåvirkning.



Figur 05: Sammenligning af LCIA-metoder (Mattia Damiani, 2023)

LCI-data, og deres tilhørende LCIA-metoder, er tilgængelige gennem LCI-databaser. Den mest udbredte LCI-database i forskningsmiljøet hedder Ecoinvent, hvis data er tilgængeligt gennem en licens til databasen.

Med en licens til Ecoinvent har man adgang til LCIA-metoden IW+, samt en lang række øvrige LCIA-metoder. På den måde får brugeren adgang til generisk miljødata til beregning af biodiversitetspåvirkningen forbundet med materialers produktion (A1-A3) og affaldsbehandling (C3-C4). Dette generiske miljødata kan hernæst importeres i et simpelt excel-værktøj, som kobler miljødata med de relevante materialer, og lader brugeren hurtigt og effektivt beregne byggeriets biodiversitetspåvirkning. Dette er nærmere beskrevet i afsnittet 'Beregningsværktøj'.

Produktspecifikt miljødata

I modsætning til byggeriets klimapåvirkning, findes der på nuværende tidspunkt ikke branche- eller produktspecifikt miljødata for byggevarers biodiversitetspåvirkning.

Produktspecifikke miljøvaredeklarationer (EPD'er) inkluderer information om byggevarers klimapåvirkning og en lang række øvrige miljøpåvirkninger, men rapporterer på nuværende tidspunkt ikke på biodiversitet.

Det faktum til trods, har det været et fokus i projektet at tilbyde den bedst tilgængelige mulighed for at nuancere og specificere en stedsspecifik biodiversitetspåvirkning, fordi biodiversitet i sig selv er meget stedsspecifikt. I modsætning til klimaforandringer, hvor det ikke har nogen betydning for CO2-koncentrationen i atmosfæren om en klimapåvirkning forekommer i Danmark eller Brasilien, har det alt at sige for påvirkningen på vores biodiversitet hvor og hvordan vi påvirker økosystemer. Det gælder i særdeleshed for den primære driver af biodiversitetstab ændring og brug af land.

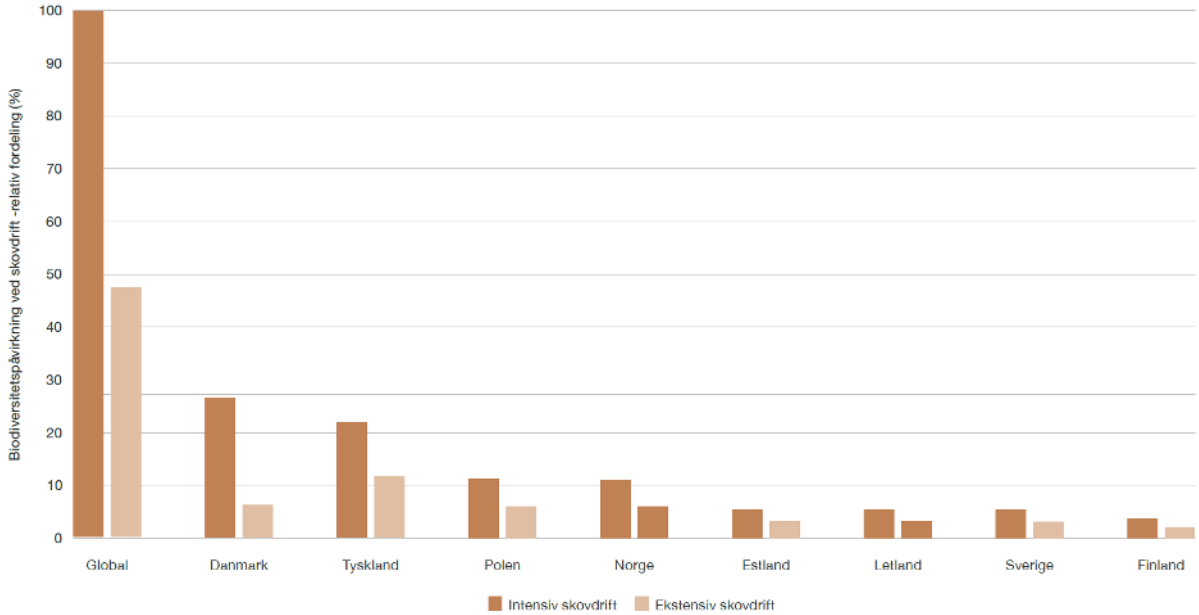
I LCIA-metoden 'Global Guidance for Life Cycle Impact Assessment Indicators and Methods' (GLAM) (Laura Scherer, 2023), er der udarbejdet karakteriseringsfaktorer for ændring og brug af land, som varierer afhængig af arealanvendelsens geografiske lokation og påvirkningsgraden på økosystemet.

Med karakteriseringsfaktorerne fra GLAM er det således muligt f.eks. at sammenligne biodiversitetspåvirkningen ved skovdrift i Danmark versus skovdrift i Brasilien, og tilsvarende at sammenligne biodiversitetspåvirkningen ved intensiv skovdrift med renafdrift (hvor man fælder og planter store skovarealer på en gang), versus ekstensiv, naturnær skovdrift (hvor træernes naturlige foryngelse og udskillelse danner rammerne for en gradvis fældning).

GLAM er en ny LCIA-metode, som fortsat er under udvikling og implementering i LCI-databaser. Når metoden er fuldt implementeret, vil det være oplagt at opdatere beregningsgrundlaget, så GLAM anvendes som LCIA-metode i stedet for IW+, da metoden da vil repræsentere det bedst tilgængelige datagrundlag.

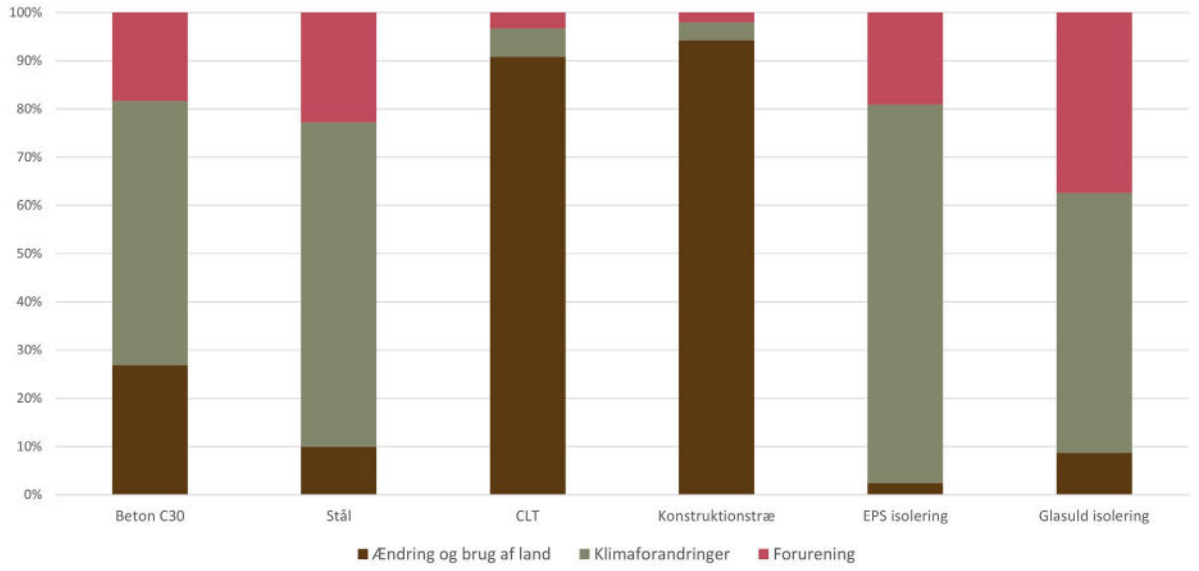
I dette projekt er GLAM i stedet implementeret som en lande- og intensitetsspecifik vægtningsfaktor for ændring og brug af land, til anvendelse i sensitivitetsanalyser. Sensitivitetsanalyserne er implementeret for biogene byggevarer, da ændring og brug af land er den primære driver af biodiversitetstab for disse byggevarer. Med sensitivitetsanalysen kan man sammenligne den relative påvirkning på et biobaseret materiales eller en bygnings samlede biodiversitetspåvirkning, afhængig af hvor og hvordan ens biobaserede materiale er udvundet.

Som eksempel illustrerer Figur 06 den relative forskel i biodiversitetspåvirkningen fra 1 m^3 CLT ved forskellige lokationer og skovdriftspraksisser. Af figuren ses det, at biodiversitetspåvirkningen er langt større for global skovdrift end ved skovdrift i f.eks. Danmark. Tilsvarende ses det, at biodiversitetspåvirkningen er langt større ved intensiv skovdrift (renafdrift) end ved ekstensiv skovdrift (naturnær skovdrift).



Figur 06: Variation i biodiversitetspåvirkning ved skovdrift for 1 m^3 CLT, afhængig af lokation og intensitet

Sensitivitetsanalyserne er for nuværende implementeret for byggeriets biogene byggevarer, da det er for disse byggevarer, at vægtningsfaktoren for ændring og brug af land har den største påvirkning. Dette er illustreret i Figur 07, som viser den relative fordeling mellem de tre primære drivere for biodiversitetspåvirkningen af seks forskellige materialer. Her ses det, at den primære driver ændring og brug af land udgør klart størstedelen af biodiversitetspåvirkningen for de biogene materialer CLT og konstruktionstræ, og en væsentligt mindre andel af biodiversitetspåvirkningen fra ikke-biogene materialer som beton, stål, EPS og glasuld.



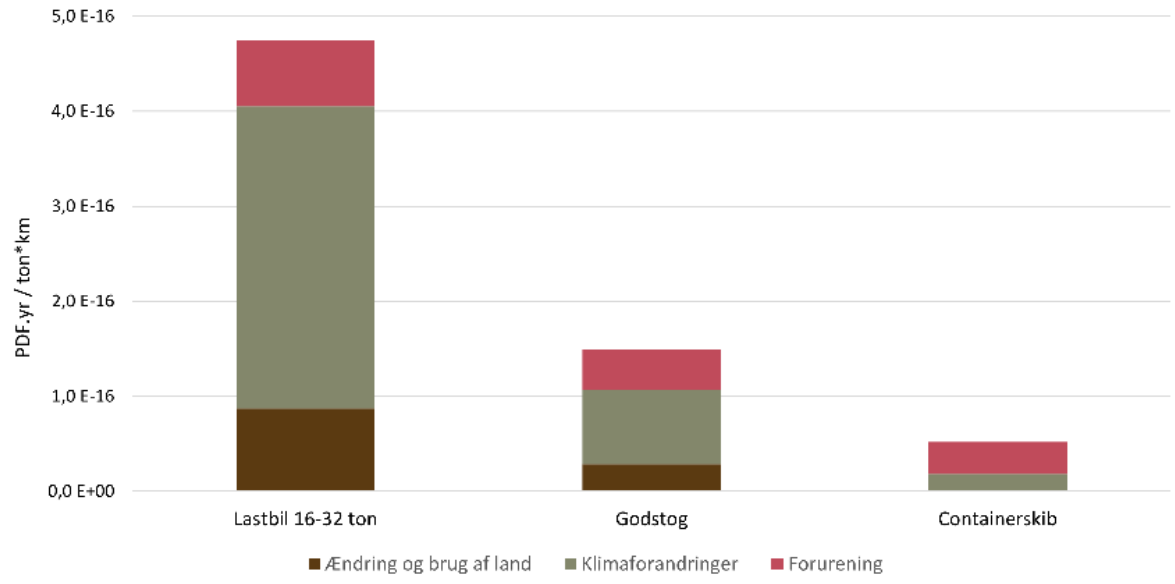
Figur 07: Relativ fordeling i biodiversitetspåvirkningens primære drivere, illustreret for seks udvalgte byggematerialer

Byggeprocessen (A4-A5)

Klimapåvirkningen af byggeprocessen er omfattet af klimakravene fra 1. juli 2025. Der er i den forbindelse blevet udarbejdet generiske miljødata for klimapåvirkningen forbundet med transport af materialer til byggepladsen (A4), energiforbrug i byggeprocessen og bortskaffelse af byggeaffald (A5). De generiske miljødata vil kunne findes i BR18 bilag 2, tabel 10 og 11.

Der findes på nuværende tidspunkt ikke offentligt tilgængeligt generisk miljødata for biodiversitetspåvirkningen forbundet med transport af materialer til byggepladsen (A4), energiforbrug i byggeprocessen eller bortskaffelse af byggeaffald (A5). I stedet anvendes data fra LCI-databasen Ecoinvent, hvor biodiversitetspåvirkningen forbundet med byggeprocessen modelleres med LCIA-metoden Impact-World+.

Biodiversitetspåvirkningen fra transport til og fra byggepladsen (i modul A4 og A5) beregnes ved en opgørelse af materialers transportafstande og transportformer. De opgjorte transportmængder kobles hernæst med biodiversitetspåvirkningen for transportformerne per kørt kilometer. Denne biodiversitetspåvirkning er modelleret i IW+ for tre transportformer: lastbil (16-32 tons læs), godstog og containerskib i enheden PDF.yr / ton*km, illustreret i Figur 08.



Figur 08: Biodiversitetspåvirkning ved transport med lastbil, godstog og containerskib

Biodiversitetspåvirkningen fra energiforbrug på byggepladsen (i modul A5) beregnes ved opgørelse af brændstof- og elforbrug på byggepladsen. Det opgjorte forbrug kobles

hernæst med biodiversitetspåvirkningen for el og brændstof, som er modelleret i Impact-World+.

Biodiversitetspåvirkningen fra bortskaffelse af byggeaffald (i modul A5) beregnes ved en opgørelse af materialespild, givet ved en spildprocent for hver materialekategori. De opgjorte affaldsmængder kobles hernæst med biodiversitetspåvirkningen for fremstilling og bortskaffelse af det spildte materiale (modulerne A1-A3 og C3-C4).

Energi til bygningsdrift (B6)

Klimapåvirkningen fra energi til bygningsdrift beregnes for byggeriets klimapåvirkning på baggrund af byggeriets energibehov jf. energirammeberegningen. Samme metode foreslås anvendt til beregning af byggeriets biodiversitetspåvirkning.

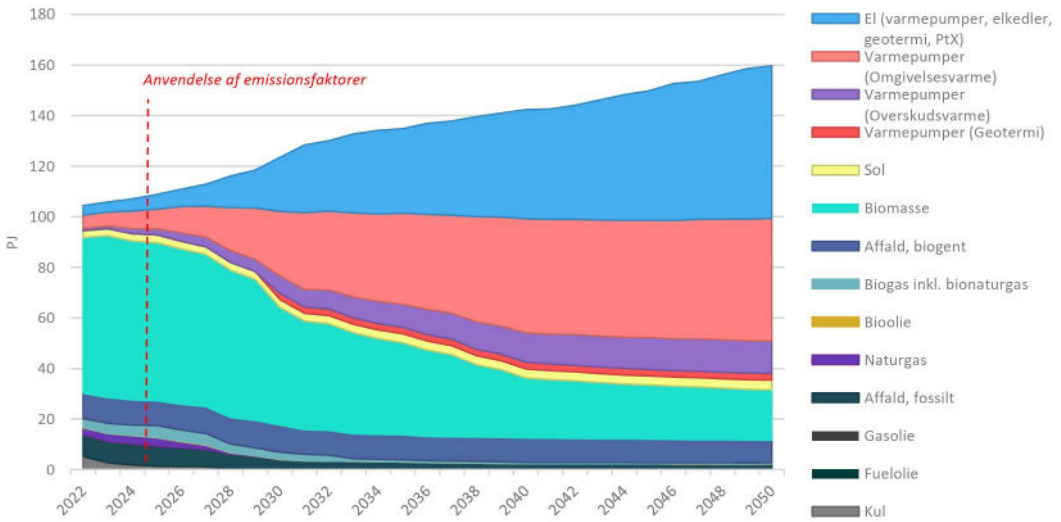
Klimapåvirkningen forbundet med energiproduktion regnes på baggrund af en fremskrivning af energiformernes emissionsfaktorer, på baggrund af den forventede udvikling af energiforsyningen i Danmark. Denne fremskrivning opdateres pr. 1. juli 2025.

Der findes på nuværende tidspunkt ikke en tilsvarende fremskrivning af energiformernes biodiversitetspåvirkning. I stedet har dette projekt modelleret den forventede udvikling af energiforsyningen i Danmark, aflæst ud fra bedst tilgængelige data, med LCIA-metoden Impact-World+, for at beregne biodiversitetspåvirkningen fra energi til bygningsdrift.

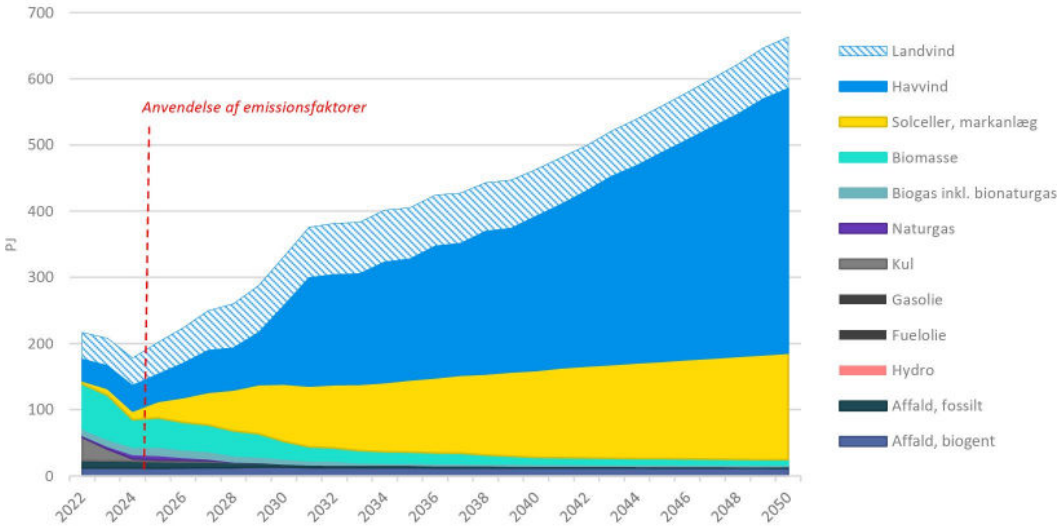
Emissionsfaktorer for energi til bygningsdrift

Fremskrivningen for klimapåvirkningen af energiformernes emissionsfaktorer er beskrevet i rapporten 'Emissionfaktorer for el, fjernvarme og ledningsgas for 2025-2075'. (Mathilde Sørensen Nilsson, 2023) Samme beregningsgrundlag er anvendt til at opstille en fremskrivning for biodiversitetspåvirkningen af energiformerne.

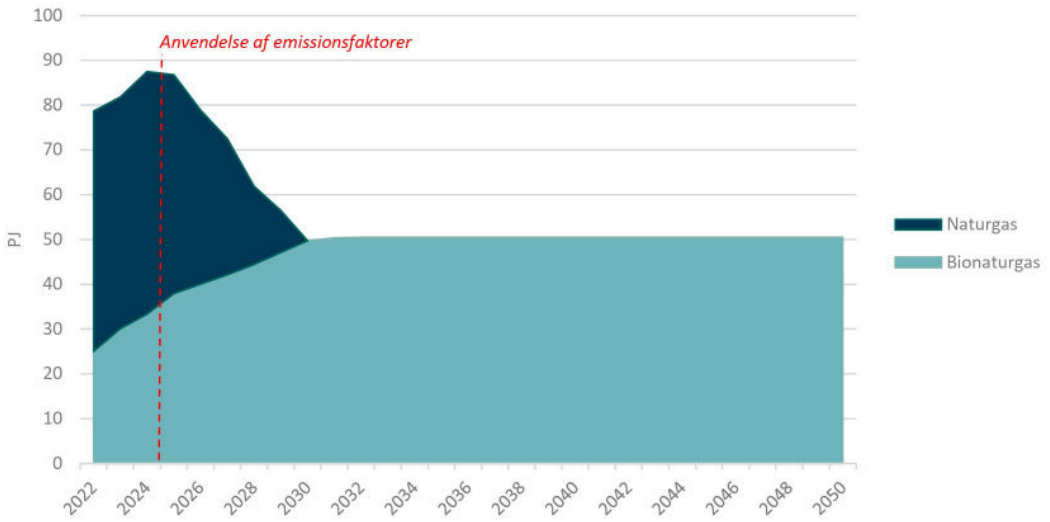
I samarbejde med rapportens forfattere er de anvendte processer til de forskellige energikilder defineret og fremskrivningen for energikildernes fordeling er aflæst fra Energistyrelsens grafer. For fjernvarme ses fremskrivningen for fordelingen mellem energikilder i Figur 09, for el ses det i Figur 10 og for ledningsgas i Figur 11. Da datafremskrivningen ikke rækker længere end 2050, antages fordelingen at være uændret fra 2050-2075.



Figur 09: Fremskrivning for energisammensætning af fjernvarme i Danmark (Energistyrelsen, 2023)



Figur 10: Fremskrivning for energisammensætning af elektricitet i Danmark (Energistyrelsen, 2023)



Figur 11: Fremskrivning for energisammensætning af ledningsgas i Danmark (Energistyrelsen, 2023)

Til baggrundsdata anvendes Ecoinvent, med processer modelleret i SimaPro med Impact World+ Expert 2.0.1. For at sikre overensstemmelse med bygningsreglementets emissionsfaktorer, er baggrundsdata tilpasset så direkte afbrænding af biomasse betragtes som klimaneutralt.

Biomasse til energiproduktion regnes som klimaneutralt i Bygningsreglementets beregningsforudsætninger, jævnfør FN's bogføringsregler, hvor klimabelastningen for biomasse afrapporteres i sektoren for "arealanvendelse, ændringer i arealanvendelse og skovbrug" (LULUCF) i det land, hvor biomassen er høstet.

I rapporten 'Effekten af biobrændslers klimabelastning på el- og fjernvarmesektorens emissionsfaktorer – En del af veje til biobaseret byggeri' (Rasmus Søgaard, 2024) er det imidlertid undersøgt, hvilken betydning afbrænding af biobrændsler har for energiforsyningens emissionsfaktorer, med fokus på den faktiske udledning af drivhusgasser, når biomasse til energiformål ikke betragtes som klimaneutralt.

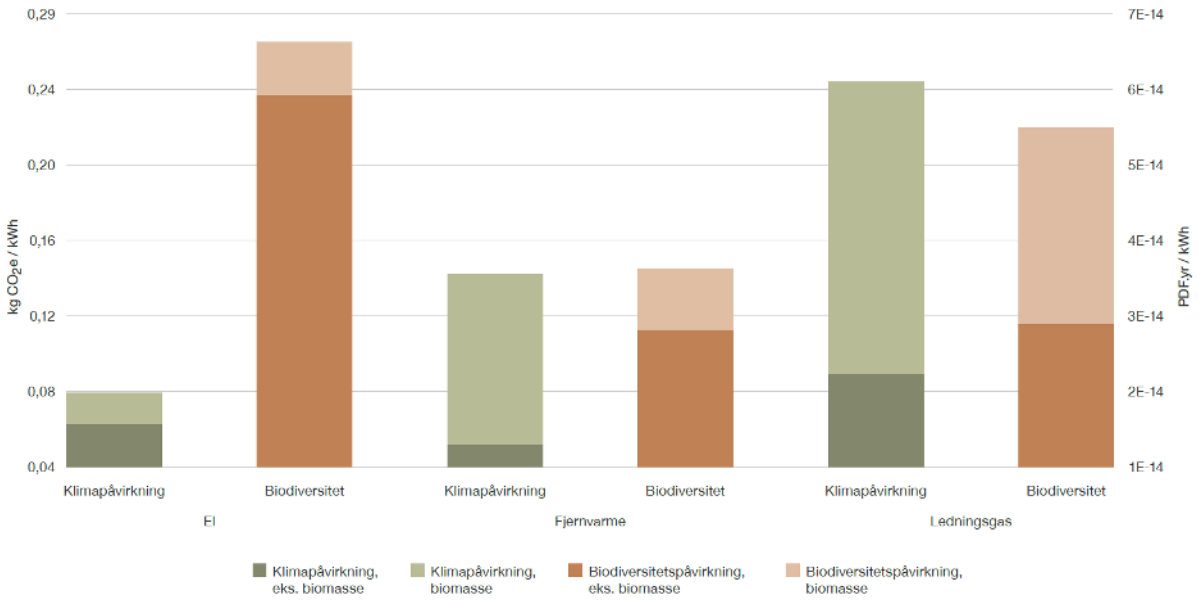
Rapporten konkluderer, at de gennemsnitlige emissionsfaktorer for byggeriets klimapåvirkning (gældende fra 2025 ifølge Bygningsreglementet) over en 50-årig periode stiger med hhv. en faktor 1 for el, en faktor 10 for fjernvarme og en faktor 3 for ledningsgas, når de direkte emissioner fra afbrænding af biomasse medregnes.

Rapporten opstiller en alternativ fremskrivning for energiformers emissionsfaktorer, som understreger behovet for en mere nuanceret tilgang til rapportering af biomasse, og som kan anvendes som sensitivitetsanalyse til bygningsreglementets emissionsfaktorer, til at få dybere indsigt i klimapåvirkningen af forskellige energiformer.

Samme alternative fremskrivning foreslås anvendt som sensitivitetsanalyse til beregning af byggeriets biodiversitetspåvirkning. Med afsæt i samme metodiske tilgang, og bedst tilgængelige data, er der udarbejdet en tilsvarende fremskrivning for energiformers biodiversitetspåvirkning, som medregner biodiversitetspåvirkningen forbundet med den direkte afbrænding af biomasse.

Disse alternative emissionsfaktorer kan ligeledes anvendes som sensitivitetsanalyse, til at få dybere indsigt i biodiversitetspåvirkningen af forskellige energiformer.

Figur 12 viser de gennemsnitlige emissionsfaktorer for el, fjernvarme og ledningsgas for perioden 2025-2075, for henholdsvis klimapåvirkning og biodiversitetspåvirkning per energienhed. Emissionsfaktorerne er opdelt i klima- og biodiversitetspåvirkning regnet jævnfør bygningsreglementets metode, hvor biomasse betragtes som klimaneutralt, samt klima- og biodiversitetspåvirkningen forbundet med den direkte afbrænding af biomasse.



Figur 12: Klima- og biodiversitetspåvirkning for fjernvarme, el og ledningsgas, med og uden direkte afbrænding af biomasse medregnet

Resultaterne viser, at de gennemsnitlige emissionsfaktorer for byggeriets biodiversitetspåvirkning over en 50-årig periode stiger med hhv. 10% for el, 40% for fjernvarme og 140% for ledningsgas, når de direkte emissioner fra afbrænding af biomasse medregnes.

Fortolkningsenhed – Tabte danske naturækvivalenter

Byggeriets biodiversitetspåvirkning foreslås opgjort i måleenheden PDF.yr, som udtrykker det relative tab af artsrigdom som følge af aktiviteterne i byggeriets livscyklus. En PDF på 1 beskriver en tilstand hvor alle arter er uddøde som følge af aktiviteten. En PDF på 0 beskriver en tilstand hvor ingen arter er uddøde som følge af aktiviteten.

Talværdien af denne måleenhed kan være svær at fortolke intuitivt, da der typisk vil være tale om et meget lille tal. Mens dette ikke er noget problem når enheden anvendes til at sammenligne materialer eller byggerier med hinanden, kan det give udfordringer hvad angår forståelsen af omfanget af skadespåvirkning på biodiversiteten.

Derfor foreslås det at måleenheden PDF.yr suppleres med en fortolkningsenhed, som gør det mere intuitivt at fortolke biodiversitetspåvirkningens omfang. Den foreslåede fortolkningsenhed kaldes Tabte Danske Naturækvivalenter. Fortolkningsenheden er forklaret i nedenstående oversigt:

Fortolkningsenhed for biodiversitetspåvirkning:

Kvadratmeter tabte danske naturækvivalenter

En kvadratmeter Tabt Dansk Naturækvivalent er et mål for størrelsesomfanget af biodiversitetspåvirkningen ved at transformere en kvadratmeter beskyttet dansk natur til et bebygget areal.

1 m² Tabt Dansk Naturækvivalent = 2.45 E-13 PDF.yr

***OBS!** Denne enhed inkluderer ikke påvirkningen fra materialer og energi til ændring af arealanvendelsen. Påvirkningen er således kun den påvirkning der forekommer på biodiversiteten hvis der var en kvadratmeter mindre beskyttet dansk natur og en kvadratmeter mere bebygget areal.*

Det er vigtigt at understrege, at fortolkningsenheden ikke beskriver livscyklusvurderingens faktiske arealpåvirkning. Byggeriets biodiversitetspåvirkning består af en lang række påvirkninger, hvoraf ændring og brug af land i Danmark blot er en af mange. Fortolkningsenheden skal altså i stedet bruges til at forstå omfanget af skadespåvirkningen, i en letforståelig, håndgribelig konverteringsenhed.

Som eksempel: hvis den samlede biodiversitetspåvirkning af et byggeri er beregnet til 10 hektar Tabte Danske Naturækvivalenter, så betyder det at byggeriets samlede biodiversitetspåvirkning svarer til skadespåvirkningen ved at fælde og asfaltere et beskyttet dansk naturareal på 10 hektar.

Biodiversitetspåvirkning på byggefeltet

Til at sætte byggeriets off-site biodiversitetspåvirkning i værdikæderne i relation til byggeriets on-site biodiversitetspåvirkning på byggefeltet, foreslås en metode til at kortlægge og måle biodiversitetspåvirkningen på byggefeltet som følge af byggefeltets ændrede arealanvendelse.

Dette gøres ved at kortlægge byggefeltets habitatkategorier for byggefeltets udgangspunkt før byggeriet, og for det færdige byggefelt. Disse habitatkategorier er hernæst oversat til arealklasser for ændring og brug af land i Impact-World+, ved at identificere det bedste match i arealtype. Biodiversitetspåvirkningen på byggefeltet beregnes som påvirkningen ved denne ændring og brug af land, målt over en 50-årig betragtningsperiode.

I projektet arbejdes der med to typer af biodiversitetspåvirkning fra ændring og brug af land på byggefeltet: påvirkningen ved at optage et areal til anden anvendelse end naturligt habitat (occupation) samt den påvirkning der forekommer, når et areal transformeres fra en arealklasse til en anden (transformation).

Påvirkningen fra occupation beregnes for byggeriets 50-årige betragtningsperiode. Der vil altid være tale om en skadespåvirkning, da biodiversitetspåvirkningen fra occupation regnes relativt til en baseline med oprindelig naturligt areal. For transformation kan biodiversitetspåvirkningen være både gavnlig og skadelig, afhængigt af om et areal transformeres fra et biodiversitetsmæssigt ringe areal til en bedre arealtype eller omvendt. Det betyder altså at hvis et industriareal omlægges delvist til grønt byområde (fx en park) vil transformationen være gavnlig for biodiversiteten, idet der ændres fra et belagt areal til et grønt areal, men occupation vil være skadelig, idet en park har ringere biodiversitet end oprindelig natur. Biodiversitetspåvirkningen beregnes som præsenteret i nedenstående ligning:

$$\begin{aligned} &Biodiversitetspåvirkning\ på\ projektgrund\ (PDF.yr) \\ &\quad = \sum \Big(\big(habitatareal_{projekt} - habitatareal_{baseline} \big) \times CF_{transf} \\ &\quad + habitatareal_{projekt} \times CF_{occup} \times 50år \Big) \end{aligned}$$

Til vurdering af biodiversitetspåvirkning på byggefeltet anvendes karakteriseringsfaktorer fra Impact World+ Expert 2.0.1, vægtet med en landespecifik vægtningsfaktor for Danmark fra GLAM. Den landespecifikke vægtningsfaktor er givet ved forholdet mellem den danske og globale karakteriseringsfaktor i GLAM, og tilsvarer metoden anvendt til beregning af biodiversitetspåvirkningen ved landespecifikke byggevarer beskrevet i 'Produktspecifikt miljødata'.

Denne tilgang anvendes, fordi påvirkningen finder sted i Danmark og ikke globalt. Samtidig muliggør vægtningen en tilnærmelse til den metodiske tilgang, som forventes anvendt i fremtidige beregninger med GLAM, når dette datasæt bliver endeligt implementeret i LCIA-metoder. Metoden lægger dermed op til, at beregningsgrundlaget på sigt overgår fra Impact World+ til GLAM.

Impact World+ består af nogle relativt grove arealtyper, som er globalt anvendelige. Selvom IW+ indeholder adskillige arealtyper, er mange klassificeret med den samme biodiversitetsværdi, hvilket betyder at der i praksis er relativt få relevante arealtyper for en dansk bykontekst. I Tabel 01 fremgår de relevante IW+ arealtyper med unikke karakteriseringsfaktorer, og hvordan de er oversat til byggefeltets habitatkategorier.

Tabel 01: Oversættelse mellem habitatkategorier og IW+ arealtyper og karakteriseringsfaktorer for Danmark

		IW+ danske karakteriseringsfaktorer	
Habitatkategori	IW+ arealtyper	Transformation	Occupation
Landbrug	Agriculture (annual)	3.67E-13	6.68E-16
Bebygget/befæstet (uden habitat)	Urban/industrial	2.45E-13	2.68E-16
Bebygget/befæstet (med habitat)	Urban/industrial	2.45E-13	2.68E-16
Ruderat	Agriculture, mosaic	1.55E-13	2.61E-16
Græsplæne/Byhabitat/grønt tag	Secondary vegetation and shrub land	1.38E-13	2.65E-16
Træer og buske	Forest used	1.31E-13	1.77E-16
Semi-naturlig vegetation	Pasture/meadow/grassland (man-made)	6.55E-14	1.30E-16
Skov	Permanent crops	4.18E-14	1.42E-16
Vandområder	Artificial water bodies	3.78E-14	8.57E-17

For at gøre biodiversitetspåvirkningen på byggefeltet sammenlignelig med byggeriets biodiversitetspåvirkning i værdikæderne omregnes den til samme referenceenhed, ud fra byggeriets bruttoetageareal og 50-årige betragtningsperiode med følgende formel:

$$Biodiversitetspåvirkning\ (PDF.yr/m^2/\text{år}) = \frac{Biodiversitetspåvirkning\ projektgrund}{bruttoareal \times 50\ år}$$

Oversigtstabel

I Tabel 02 ses et overblik over informationsbehovet til livscyklusvurdering af byggeriets klimapåvirkning, og det foreslåede informationsbehov til livscyklusvurdering af byggeriets biodiversitetspåvirkning.

Tabel 02: Overblik over informationsbehov til byggeriets livscyklusvurdering

	LCA for klimapåvirkning	LCA for biodiversitetspåvirkning
Miljøindikator	kg CO_2e / m^2 / år	PDF.yr / m^2 / år
Bygningsdele A1-A3, B4, C3-C4		
Mængder	Mængder opgøres ved færdigt byggeri.	Mængder opgøres ved færdigt byggeri. Mængder kan udtrækkes fra bygningsmodeller og/eller tegninger.
Mijødata	Enten bruger man de generiske værdier i bygningsreglementet eller data fra EPD'er.	Enten bruger man generiske værdier for materialer baseret på data fra Ecoinvent eller geospecifikke data fra GLAM, baseret på avancerede beregninger i LCA-software.
Levetid for materialer	Der anvendes standardlevetider i henhold til BUILD-rapport 2021:32. Levetider findes også i beregningsprogrammer og deres integrerede eksempelkonstruktioner.	Der anvendes standardlevetider i henhold til BUILD-rapport 2021:32. Levetider findes også i beregningprogrammer og deres integrerede eksempelkonstruktioner.
Byggeprocessen: A4-A5		
Transport af materialer fra fabrik til byggeplads samt af materiel til og fra byggeplads	Transport opgøres i kørte kilometer eller ved måling af faktisk brændstofforbrug. Forbrugsdata kombineres med emissionsfaktorer for transportmiddel eller brændstof. Alternativt bruges generiske værdier for transport fra bygningsreglementet ud fra mængden af materiale transporteret.	Transport opgøres i kørte kilometer. Forbrugsdata kombineres med påvirkningsfaktorer for transportmiddel.
Energiforbrug på byggepladsen (el, varme, brændstof)	Energiforbrug på byggepladsen opgøres ved måling af faktisk energi- og brændstofforbrug på pladsen. Forbrugsdata kombineres med emissionsfaktorer for el, varme og brændstof i bygningsreglementet.	Energiforbrug på byggepladsen opgøres ved måling af faktisk energi- og brændstofforbrug på pladsen. Forbrugsdata kombineres med påvirkningsfaktorer for el, varme og brændstof i beregningsværktøjet.
Behandling af byggeaffald	dokumenteres med vejesedler. På baggrund heraf beregnes spildprocenter. I stedet for generiske værdier kan data fra EPD'er anvendes. Alternativt bruges generiske værdier for affaldsbehandling fra bygningsreglementet ud fra mængden af byggeaffald fordelt på affaldsfraktioner.	Affaldsmængder for affaldsfraktioner dokumenteres med vejesedler. På baggrund heraf beregnes spildprocenter. Enten bruger man generiske værdier for materialer baseret på data fra Ecoinvent eller geospecifikke data fra GLAM, baseret på avancerede beregninger i LCA-software.
Transport opgøres i kørte kilometer. Forbrugsdata kombineres med påvirkningsfaktorer for transportmiddel	Energiforbrug på byggepladsen opgøres ved måling af faktisk energi- og brændstofforbrug på pladsen. Forbrugsdata kombineres med emissionsfaktorer for el, varme og brændstof i bygningsreglementet.	Energiforbrug på byggepladsen opgøres ved måling af faktisk energi- og brændstofforbrug på pladsen. Forbrugsdata kombineres med påvirkningsfaktorer for el, varme og brændstof i beregningsværktøjet.
Behandling af byggeaffald	Affaldsmængder for affaldsfraktioner dokumenteres med vejesedler. På baggrund heraf beregnes spildprocenter. I stedet for generiske værdier kan data fra EPD'er anvendes. Alternativt bruges generiske værdier for affaldsbehandling fra bygningsreglementet ud fra mængden af byggeaffald fordelt på affaldsfraktioner.	Affaldsmængder for affaldsfraktioner dokumenteres med vejesedler. På baggrund heraf beregnes spildprocenter. Enten bruger man generiske værdier for materialer baseret på data fra Ecoinvent eller geospecifikke data fra GLAM, baseret på avancerede beregninger i LCA-software.
Borttransport af jord og affald	Transport opgøres i kørte kilometer. Forbrugsdata kombineres med påvirkningsfaktorer for transportmiddel. Alternativt anvendes standardværdier fra bygningsreglementet.	Transport opgøres i kørte kilometer. Forbrugsdata kombineres med påvirkningsfaktorer for transportmiddel. Alternativt anvendes en generisk transportafstand.
Drift: Energi til bygningsdrift B6		
Beregnet energibehov	Der anvendes Be18 energirammeberegning eller estimat fra lignende byggesag.	Der anvendes Be18 energirammeberegning eller estimat fra lignende byggesag.
On-site: Påvirkning ved ændring af arealanvendelse		
On-site	Der måles ikke på klimapåvirkning ved ændret arealanvendelse på grunden.	Livscyklusvurderingen kan suppleres med en beregning af biodiversitetspåvirkningen ved ændret arealanvendelse på grunden, givet ved påvirkningen fra transformation og påvirkningen fra de nyetablerede arealer over 50 år.

Beregningsværktøj

Den foreslåede branchestandard til måling af byggeriets biodiversitetspåvirkning i værdikæderne er implementeret i et simpelt excel-værktøj, benævnt **Biotool BBV**. Værktøjet gør det muligt at beregne byggeriets biodiversitetspåvirkning i værdikæderne hurtigt og effektivt, på baggrund af en livscyklusvurdering for byggeriets klimapåvirkning modelleret i programmet LCAbyg.

Biotool BBV er en videreudvikling af et eksisterende, frit tilgængeligt brancheværktøj ved navn **Biotool**, som blev udviklet i forbindelse med projektet 'Byggeriets Doughnut'. Det oprindelige værktøj er blevet opdateret i forhold til anvendelighed, datakvalitet og metode.

Opdateringen betyder, at værktøjet er blevet gjort hurtigere og nemmere at anvende, resultaterne er blevet mere nuancerede og detaljerige, og beregningens metodebeskrivelse er blevet strømlinet med bygningsreglementets opdaterede metodebeskrivelse for beregning af byggeriets klimapåvirkning pr. 01/07/2025.

I forhold til værktøjets anvendelighed, er der implementeret muligheden for at importere en LCAbyg resultatfil i Biotool BBV, hvortil værktøjet automatisk kobler LCAbyg-filens materialer med de tilhørende data for biodiversitetspåvirkning. Herfra kan brugeren med blot få inputs beregne byggeriets biodiversitetspåvirkning. Til at understøtte værktøjets brede anvendelse, er der i værktøjet udarbejdet en simpel brugermanual, som vil suppleres med en tilhørende videogennemgang, som nye brugere kan anvende til at komme i gang med værktøjet.

I forhold til værktøjets datakvalitet, er der foretaget en opdatering af den grundlæggende LCIA-metode, som anvendes til at måle biodiversitetspåvirkningen. I det oprindelige Biotool anvendes LCIA-metoden ReCiPe2016 (H). I Biotool BBV er denne LCIA-metode opdateret til Impact World+, som vurderes at give et bedre teknisk grundlag for at analysere og nuancere byggeriets biodiversitetspåvirkning. Data fra Impact World+ anvendes som udgangspunkt for værktøjets beregning af byggeriets biodiversitetspåvirkning.

Dette udgangspunkt suppleres desuden med data fra projektet 'Global Guidance on Environmental Life Cycle Impact Assessment Indicators', forkortet GLAM. GLAM er et vidensprojekt under FNs Miljøprogram, som har kortlagt forskelle i biodiversitetspåvirkning ved ændring og brug af land, afhængig af arealanvendelsens placering, økoregion og anvendelsens intensitet. Data fra GLAM kan anvendes til at foretage sensitivitetsanalyse af biodiversitetspåvirkningen fra biogene byggevarer, afhængig af landet og skovdriftspraksissen som de biogene materialer er udvundet ved.

Litteraturliste

Den frivillige bæredygtighedsklasse. (2025). *Livscyklusvurdering*.

Energistyrelsen. (2023). *Analyseforudsætninger til Energinet 2022*.

ISS. (2025). *Biodiversity Impact Assessment Tool*.

Scherer et. al. (2023). *Biodiversity Impact Assessment Considering Land Use Intensities and Fragmentation*. *Environmental Science & Technology Volume 57*.

Nilsson et. al. (2023). *Emissionsfaktorer for el, fjernvarme og ledningsgas, 2024-2075*.

Damiani et. al. (Juli 2023). *Critical review of methods and models for biodiversity impact assessment and their applicability in the LCA context*. *Environmental Impact Assessment Review Volume 101*.

Søgaard et. al. (2024). *Effekten af biobrændslers klimabelastning på el- og fjernvarmesektorens emissionsfaktorer*.