FutureBuilt ZERO-L

Kriterier for klimagass-beregninger for landskap

Dato:
21.01.2024

Versjon:
1.3

Innhold

1 Innledning 2

1.1 Om kriteriene 2

2 Hovedkriterium 3

2.1 Valgfritt nivå – Plusslandskap 3

3 Landskap 4

3.1 Hva er inkludert i metodikken 4

3.2 Referanselandskap 4

4 Regneregler 5

4.1 Moduler 5

4.2 Arealbruksendringer 6

5 Referansetall 13

5.1 Standard materialvalg 13

5.2 Planter, vekster og jord 13

5.3 Skjøtsel 14

6 Dokumentasjonskrav 15

6.1 Presentasjon av resultater 15

6.2 Milepæler 15

7 Revidering av kriteriene 15

8 Vedlegg 17

A. Bygningsdelstabellen 17

B. Biogene utslipp/opptak ved arealbruksendringer 19

C. Fossile utslipp ved arealbruksendringer 22

D. Opptak av klimagasser gjennom levetiden til trær og busker 23

E. Standardverdier for trær og busker 34

F. Referansetall på materialer og produkter 36

G. Regneeksempel 37

1 Innledning

FutureBuilt kvalitetskriterier omfatter en rekke temaer som er sentrale for utvikling av den bærekraftige byen. Kriteriene er sammenstilt i det overordnede dokumentet «FutureBuilt kvalitetskriterier» og utdypet i egne tematiske kriteriedokumenter. Alle dokumenter er åpnet tilgjengelig og kan fritt lastes ned fra www.futurebuilt.no

Noen av de tematiske kriteriene er obligatoriske for alle FutureBuilt prosjekter og noen er tilvalg. Kriterier for ZERO-Landskap er et tilvalg.

ZERO-Landskap er et kriteriesett med tilhørende metodikk og dokumentasjonskrav for klimagassberegninger av landskapsprosjekt. Det er basert på diskusjoner mellom FutureBuilt, Asplan Viak, Reduzer/NTNU og Civitas, samt innspill fra en rekke aktører gjennom egne ressursgruppemøter våren 2022.

Kriteriene er ført i pennen av Vidar Lind Yttersian fra Asplan Viak. Øvrige forfattere er Oddbjørn Dahlstrøm Andvik og Emilie Chartrand (Asplan Viak), Eirik Resch (NTNU/Reduzer), Eivind Selvig (Civitas), Vilde Borgenes (HENT), Anders Berggren (Nordre Follo Kommune) Stein Stoknes, Reidun Aasen Vadseth og Guro Aalrust (FutureBuilt).

I tillegg til dette kriteriedokumentet er det utarbeidet et beregningsverktøy som skal være til hjelp for å dokumentere klimagassutslippene fra et landskap. Det er og laget en rapportmal som skal brukes for å både dokumentere hva som er gjort, vise resultater, samt erfaringer som er høstet.

1.1 Om kriteriene

Landskap og uteområder designes etter mange forskjellige premisser, men dette kriteriesettet handler utelukkende om klimagasser knyttet til landskapsprosjekter. Kriteriesettet beskriver hovedkriterium og beregningsmetodikk for klimagassutslipp og -opptak for et FutureBuilt-landskapsprosjekt, og hva som skal til for å bli et Plusslandskap. Et Plusslandskap er et landskap/utomhusanlegg som, basert på gitte forutsetninger og avgrensninger, tar opp mer klimagasser enn det slipper ut gjennom beregningsperioden.

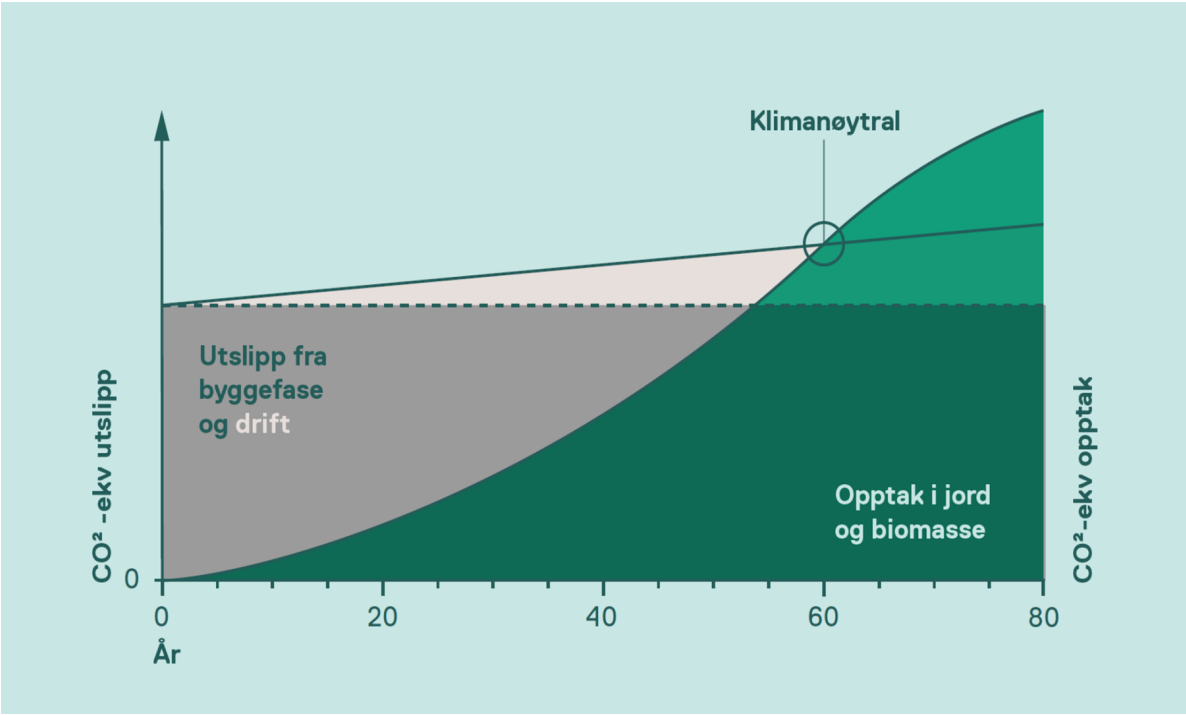
Kriteriesettet består av følgende kapitler; Hovedkriterium som beskriver det overordnede kriteriet for å tilfredsstille FutureBuilt ZERO-Landskap, Landskap som tar for seg hva et landskapsprosjekt kan være og inneholde, samt hvordan et referanselandskap defineres. Deretter følger Regneregler, Referansetall som viser tall for utslipp- og opptak av klimagasser dersom man ikke har egne prosjektspesifikke referansetall, og til sist Dokumentasjonskrav som viser hvordan og når utslipp og annet skal dokumenteres.

2 Hovedkriterium

FutureBuilt forbildeprosjekter skal ha mål om minimum 50 prosent reduserte klimagassutslipp fra etablering og drift av landskap

2.1 Valgfritt nivå – Plusslandskap

Et plusslandskap er et landskap/utomhusanlegg som over beregningsperioden tar opp og binder mer klimagasser enn det slipper ut. Dette er illustrert ved et eksempel i Figur 2-1 nedenfor. Her vises klimagassutslipp i år null og gjennom en gitt beregningsperiode. Samtidig er det vist et opptak av CO2 i biomasse som over tid kan gi et klimanøytralt og også et klimapositivt landskap, altså et plusslandskap. Mørkegrått felt illustrerer fossile utslipp fra byggefase, og lysegrått felt illustrerer fossile utslipp fra driftsfase. Grønne felt illustrerer biogent opptak, og det øverste grønne feltet illustrere et landskap som går i pluss.



Figur 2-1 ZERO-L Plusslandskap, illustrert over tid med når utslipp og opptak inntreffer. Grå felt er fossile utslipp. Grønne felt er biogent opptak.

3 Landskap

Et landskap er et vidt begrep, og er i denne sammenheng de aller fleste utomhusområder. Eksempler på landskap kan være: park, gater, torg, idrettsanlegg, vannlandskap, gårdsrom/hager, strandsone, takhager, fasader, o.l. Et landskap inneholder gjerne grønne områder, faste dekker, og konstruksjoner i form av lekestativ, benker, mm. Metodikken omfatter både nyetablering og reetablering av landskap og det er ingen begrensing på hvor stort eller lite landskapsprosjektet kan være.

Sykkelveier, gangveier og tilkomstveier som omfattes av landskapsprosjektet er inkludert i dette kriteriesettet. Andre typer veier (for eksempel kommunale bilveier) skal ikke inkluderes. Enkle konstruksjoner (enkle bygg som sykkelparkering, scener, paviljonger, mm) skal inkluderes i landskapsprosjektet. Bygninger er ikke omfattet av dette kriteriesettet, men er omfattet av FutureBuilt ZERO – kriterier for lavutslippsbygg og -områder.

Beregningsperioden for klimagassberegninger av et landskapsprosjekt er satt til 60 år. Dette iht. NS 3720, og er i tillegg satt for å være mest mulig konsekvent med klimagassberegninger for vei, jernbane og bygg.

3.1 Hva er inkludert i metodikken

Det er valgt å bruke bygningsdelstabellen (NS 3451), kapittel 7 Utendørs, for å definere hva som skal medregnes i et landskapsprosjekt. I tillegg skal alt i bygningsdelstabellen som tilhører uteanlegget medregnes. Det betyr at tekniske systemer som er tilhørende uteanlegget skal medregnes (for eksempel løsninger for snøsmelting mm.).

Det er ikke alle underkapitler av bygningsdelstabellens kapittel 7 som er like relevante for beregningen, enten fordi de anses å ha liten betydning for resultatet og/eller at det ikke finnes tilgjengelige utslippstall. Vedlegg A viser hvilke underkapitler i bygningsdelstabellen som skal inkluderes i klimagassberegningene.

3.2 Referanselandskap

Det skal lages et prosjektspesifikt referanselandskap for å måle oppnåelse av hovedkriteriet, og for å samle erfaringer om klimagasser fra landskap. Referanselandskapet er uavhengig av Plusslandskap nevnt i kapittel 2.1 som er et valgfritt nivå.

Det er ikke gjort tilstrekkelige klimagassberegninger av landskapsprosjekter per i dag til at det er grunnlag for å etablere et felles referanselandskap basert på areal eller antall brukere. Prosjektet skal derfor sammenliknes med en referanse som er lik det konkrete landskapsprosjektet slik det er detaljert i skisseprosjekt, men med standard løsninger (material/element-typer, transportavstander, og utslippsfaktorer). Hva som er standardløsninger, er beskrevet i kapittel 5. På den måten får prosjektet beregnet redusert klimagassutslipp ved blant annet å velge lavutslippsmaterialer og kortere transportavstand, mens effekten av konseptuelle valg som gjøres før skisseprosjektet ikke vil vises/regnes inn som gevinst/besparelse sammenliknet med andre konseptuelle valg. Når det finnes gode nok erfaringstall vil dette på sikt bli inkludert i metodikken, da for eksempel som m² «standard» landskap eller arealtype.

4 Regneregler

Klimagassberegninger for landskap skal følge regneregler i FutureBuilt ZERO - kriterier for lavutslippsbygg og -områder, V2.0 14.06.2021 som i hovedsak følger NS 3720 'Metode for klimagassberegninger for bygninger', men som introduserer noen tilleggselementer som er listet nedenfor:

- Tidsfaktor
- Teknologifaktor
- Energibruk (elektrisitet og termisk)
- Karbonopptak i treprodukter (karbonopptak i skog ved bruk av trevirke)
- Karbonatisering av sement
- Tilrettelegging for ombrukbarhet

Nærmere beskrivelse av teori og bakgrunn for punktene over er gitt i FutureBuilt ZERO. Regneregler for biogent karbonopptak i jordblandinger og trær/busker (biomasse) som plantes er spisset i dette notatet da det er noe som kommer i tillegg til FutureBuilt ZERO.

Det skal utarbeides klimagassberegninger for et referanselandskap, samt et prosjektert landskapsprosjekt med faktiske materialvalg og løsninger som beskrevet i kapittel 3.2. Det prosjekterte landskapet skal sammenliknes med referanselandskapet for å synliggjøre måloppnåelse.

For alle beregninger er utslippsfaktorer med negativt fortegn et opptak av karbon, mens utslippsfaktorer med positivt fortegn et utslipp av karbon. Vedlegg G viser et regneeksempel for klimagassberegningene.

Videre i dette kapittelet følger en beskrivelse av regneregler for landskapet. I beregningsverktøyet er alle disse regnereglene inkludert.

4.1 Moduler

Figur 4-1 viser hvilke elementer som inngår i klimagassberegninger for landskap og hvilke moduler det skal gjøres beregninger for. En utdypende forklaring av klimagassberegninger fra arealbruksendringer (punkt 3a-d i tabellen under) finnes i kapittel 4.2.

	A1 - A3			A4 - A5		B1 - B8								C1 - C4				D
	PRODUKT-stadiet			GJENNOM FØRINGS-		BRUKS- stadiet								LIVSLØPETS SLUTT- stadiet				Konsekvenser utover systemgrensen
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	C1	C2	C3	C4	D
	Råvarer	Transport	Produksjon	Transport	Anlegg-, bygge- og monteringsarbeid	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskifting	Ombygging	Energibruk i drift	Vannforbruk i drift	Transport i drift	Riving	Transport	Avfallsbehandling	Avhending	Material- og energigjenvinning og ombruk av materialer og eksport av egenprodusert energi
1. Materialer																		
2. Drift av anlegget																		
3. Arealbruksendring:																		
a) Biogene utslipp/opptak uten endring (per år)																		
b) Biogene og fossile utslipp/opptak (år 0)																		
c) Biogene utslipp/opptak (år 1-19)																		
d) Planter og vekster (år 0-60)																		

Figur 4-1 Elementer og moduler som inngår i klimagassberegningen for landskap.

1. **Materialer**

Alle materialer iht. bygningsdelstabell i Vedlegg A skal inkluderes i produksjons- og anleggsfasen (A1-A5). Produksjonsfasen (A1-A3) kan beregnes samlet. For materialer som har kortere levetid enn beregningsperioden på 60 år skal det inkluderes utslipp for det å bytte materialet ut. Dette utslippet skal rapporteres i bruksfasens modul B2-B5, og tillegges et utslipp som tilsvarer produksjons- og anleggsfasen (A1-A5) og avhendingsfasen (C3). Dette utslippet multiplisert med (1 minus (beregningsperiode/levetid for materialet)) for å ta høyde for antall utskiftinger som er nødvendig.

For å dokumentere slik som beskrevet i kapittel 2.1 (utslipp per år), kan utslipp fra bruksfasens modul B2-B5 fordeles jevnt utover hvert år i beregningsperioden.

2. **Drift av anlegget**

Utslipp forbundet med skjøtsel av landskapet skal inkluderes i modul B2. Energibruk skal inkluderes i B6 (eventuell produsert energi som eksporteres skal rapporteres i modul D) og vannforbruk i B7.

3. **Arealbruksendring**

a) Biogene utslipp/opptak før endring (per år): Utslipp/opptak som ville funnet sted dersom arealet ikke hadde blitt endret i løpet av levetiden inkluderes i modul B1 (bruk). Dette skal beregnes som et utslipp per år i 20 år.

b) Biogene og fossile utslipp/opptak (år 0): Utslipp/opptak som inntreffer i år 0 som en konsekvens av arealbruksendringer (fjerning av levende biomasse som trær ol.) og fossile utslipp fra bearbeiding (graving, transport av masser o.l.) av tomten i anleggsfasen skal inkluderes i modul A5.

c) Biogene utslipp/opptak (år 1-19): Utslipp/opptak som inntreffer i år 1-19 som en konsekvens av arealbruksendringer inkluderes i modul B1. Dette er primært knyttet til jorden.

d) Planter og vekster (år 0-60): Alle utslipp/opptak forbundet med nye planter og vekster skal inkluderes. Utslipp fra produksjon skal inkluderes i modul A1-A3, transport i A4, og anleggsfase i A5. Utskifting av planter og vekster skal i modul B2-B5. I modul B1 skal opptak fra planter og vekster inkluderes. Dette skal vises per år for hele beregningsperioden.

4.2 Arealbruksendringer

Dette er en detaljert beskrivelse av modul 3 i Figur 4-1.

Klimagassberegningene i ZERO-Landskap følger samme metodikk som beregninger for arealbruksendringer fra Miljødirektoratet[1]. I metodikken til Miljødirektoratet skal man bruke AR5-kart til å finne hvilken arealtype man bygger ned. Om arealet ikke er i AR5-kartet fordi det er for lite (i areal), trengs det ikke å gjøres beregninger for arealbruksendringene. Miljødirektoratet har beskrevet klimagassutslipp fra arealbruksendringer på følgende måte:

> *Ved en arealbruksendring vil det være størst utslipp det første år etter endringen, dersom levende biomasse (trær m.m.) på arealet fjernes. Dette regnes som et umiddelbart utslipp. Det vil også være prosesser i jordsmonnet som endres ved endret arealbruk, og disse vil vedvare over noe lengre tid til nedbrytningsprosesser*

[1] https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/klimagassutslipp-kommuner/beregne-effekt-av-ulike-klimatiltak/

i jorden har stabilisert seg. Hvor lang tid det tar før jorden har stabilisert seg vil avhenge av en rekke faktorer: arealbruk (både før og etter endring), hvor mye jorden bearbeides, vannholdighet, karboninnhold osv. Å ta høyde for variasjonen i alle disse faktorene er utfordrende, og utslippsfaktorene er i stedet tilpasset en standardperiode på 20 år, iht. IPCCs retningslinjer. Når perioden på 20 er over vil arealet permanent gå over til sin nye arealbrukskategori.

En arealbruksendring kan overordnet sees over fire perioder:

a) Utslipp/opptak av biogent karbon pr år for området dersom man ikke omgjør bruken av eksisterende areal (før endring)

b) Utslipp/opptak av biogent og fossilt karbon fra å omgjøre eksisterende areal til nytt areal (år 0)

c) Utslipp/opptak av biogent karbon pr år (år 1-19) i overgangsfasen frem til antatt ny likevekt i jord år 20

d) Utslipp/opptak av klimagasser for planter og vekster for beregningsperioden på 60 år (år 0 – 60)

Som beskrevet av Miljødirektoratet og iht. retningslinjer fra IPCC er det ved en arealbruksendring benyttet en periode på 20 år før det antas at nytt areal (jord) oppnår ny likevekt i opptak/utslipp av karbon. Etter 20 år antas det at nytt areal (jord) vil være permanent og i likevekt som ny arealtype (et unntak er for organisk jord, som er forklart lenger ned). For opptak av biogent karbon i biomasse regnes opptak over hele beregningsperioden (60 år), basert på beregninger etter spesifikk vektskurve.

Biogent karbon er CO2 som er lagret eller vil kunne lagres i biomasse. Fossilt karbon refererer til karbon som finnes i fossile brensler som kull, olje og naturgass.

a) Utslipp/opptak av biogent karbon per år for området dersom man ikke omgjør bruken av eksisterende areal (fortsette dagens situasjon)

Dette er utslipp/opptak av biogent karbon pr år for området dersom man ikke omgjør bruken av eksisterende areal. Utslippsfaktorer for ulike arealkategorier finnes i vedlegg B. Her brukes det en faktor som gjelder i 20 år. Det vil si det utslippet/opptaket området ville hatt om det hadde fortsatt å stå i 20 år. Grunnen til at det brukes 20 år er som beskrevet over at det er en forenkling og basert på miljødirektoratet, samt at det er at det er slik IPCC har satt reglene. Om man omgjør et areal skal man bruke utslippsverdien som den er. Om man derimot lar et areal stå (ikke rører arealet), skal man bruke motsatt fortegn på den aktuelle verdien.

Regneeksempel:

For eksempel en 1 m² Skog Barskog Middels Bonitet Mineraljord omgjøres til hardt dekke:

Skog Barskog Middels Bonitet Mineraljord: -0,31 kg CO2-ekvivalenter/m²/år * 20 år = -6,2 kg CO2-ekvivalenter over 20 år (Tabell 8 1)

Skal dette arealet omgjøres til hardt dekke skal tallet -6,2 kg CO2-ekvivalenter over 20 år benyttes. -6,2 kg CO2-ekvivalenter over 20 år trekkes fra resultater (siden dette er unngått opptak) slik at prosjektet får et utslipp på 6,2 kg CO2-ekvivalenter over 20 år.

Skal arealet ikke omgjøres (beholdes i nytt landskap) benyttes motsatt fortegn: 6,2 kg CO2-ekvivalenter over 20 år. 6,2 kg CO2-ekvivalenter over 20 år trekkes fra resultater (siden dette er unngått utslipp) slik at prosjektet får et utslipp på -6,2 kg CO2-ekvivalenter over 20 år.

b) Utslipp/opptak fra å omgjøre eksisterende areal til nytt areal (eksisterende område, år 0)

Klimagassutslipp forbundet med å gjøre endringer, altså å omgjøre eksisterende areal til nytt areal og klargjøring av tomt, skal inkluderes. Denne delen er todelt:

1. Ved en arealbruksendring vil utslipp av biogent karbon skje umiddelbart dersom levende biomasse (for eksempel trær, busker osv.) fjernes innenfor arealet og sendes til forbrenning. Utslippet av biogent karbon som inntreffer som en konsekvens av at det tidligere eksisterende området har bundet karbon som nå slippes ut, skal medregnes. Dette er en konsekvens av arealbruksendringer, og her skal det regnes med utslipp når området går fra eksisterende til nytt areal. Utslippsfaktorer (samt noen flere beskrivelser som kan brukes fra det å gå fra eksisterende til nytt areal) finnes i Vedlegg B, Tabell 8-2. I vedlegget vises utslipp per m² for ulike arealkategorier med underkategorier. Dersom arealet som endres består av jord (for eksempel hager, parker ikke definert som skog, grøntområder ol.) og ikke går inn under noen av kategoriene som nevnt i Tabell 8-2, skal det beregnes et utslipp lik «Dyrket mark, mineraljord» i Tabell 8-2. Utslippsfaktoren som er i tabellen er en blanding av det biogene karbonet som er i trær, samt noe av det som er lagret i jorden. For jorden er det iht. Miljødirektoratet fordelt over 20 år utslipp. Det som skjer fra år 1-20 er en del av neste underkapittel.

Utslippsfaktorer i Tabell 8-2 regnes som standard utslippsfaktorer. Dersom det i prosjektet gjøres tiltak for å unngå forbrenning av trevirke, eller annen håndtering av trær, jord og masser ut som er prosjektspesifikk, kan det benyttes egne dokumenterte utslippsfaktorer.

Alle klimagassutslipp forbundet med det å gjøre endringer skal legges til som utslipp i A5, altså utslipp ved «riving» av eksisterende uteområder.

Regneeksempel:

100 m² med barskog med middels bonitet og mineraljord, samt 50 m^2 med mineral- eller organisk jord skal fjernes.

Regnemetode:

100 m² ganges med faktoren fra Tabell 8-2 og rapporteres i modul A5.

50 m^2 med jord fra grøntområde ganges med faktoren for mineral- eller organisk jord fra Tabell 8-2 og rapporteres i modul A5.

2. Det skal inkluderes fossile klimagassutslipp fra energibruk samt oppgraving og transport av masser og tomtebearbeiding. Utslippsfaktorer for dette kan finnes i Tabell 8-4 vedlegg C. Standard transportavstand på masser som transporteres ut av området er satt til 50 km en vei og 50 km tom retur. Om det også utføres en klimagassberegning for et eventuelt bygg på området, er det viktig å ikke dobbeltelle klimagassutslipp ifm. Tomtebearbeiding.

c) og d) Fremtidig utslipp/opptak pr år i beregningsperioden på 60 år

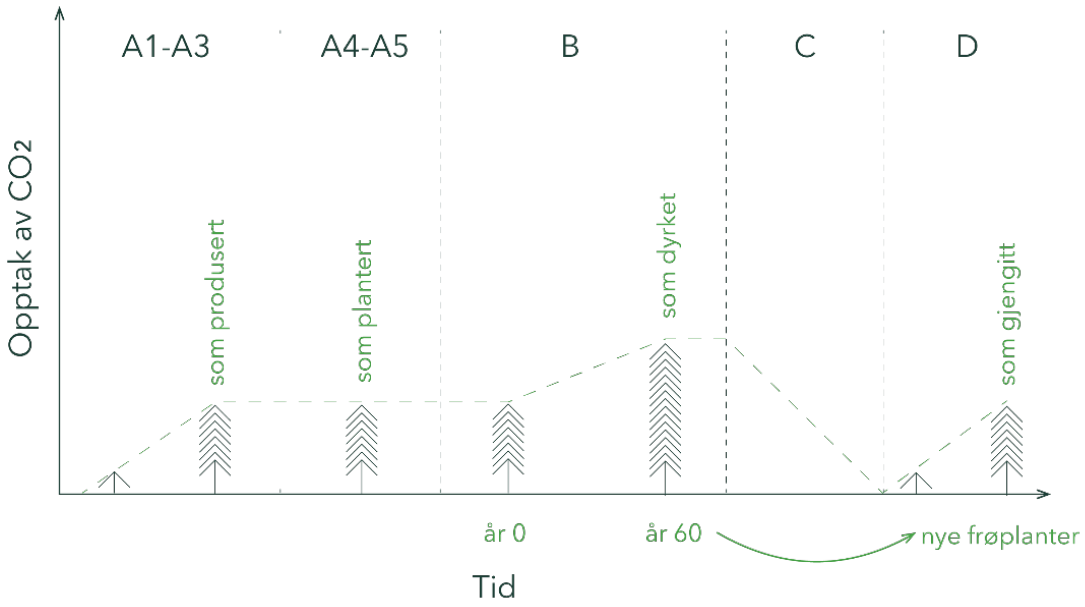
Planter, vekster og jord deles i to hovedgrupper når det kommer til opptak/opptak ved av biogent karbon:

1. Jord: Opptak av karbon i jord styres i stor grad av prosesser med mikroorganismer. Utslipp/opptak av biogent karbon i jord beregnes først over en overgangsfase på 19 år frem til antatt ny likevekt i år 20, og deretter med et stabilt utslipp/opptak pr år resten av beregningsperioden på 60 år (år 20 – 60). Videre skilles det også på om utslipp/opptak fra den jorden som allerede er der og som er fjernet som en konsekvens av en arealbruksendring, og det man tilfører. Dette er nærmere forklart lengre ned.

2. Biomasse (trær, planter og vekster): For planter og vekster er det tatt utgangspunkt i metodikken foreslått i en artikkel av Matti Kuttinen et. Al.[2] Biomasse er planter, trær mm. som lagrer biogent karbon i stammer, rot, blader, osv. som primært har opptak av karbon gjennom fotosyntesen. Biomasse oppnår ikke likevekt etter år 20, men har et spesifikt opptak over hele beregningsperioden avhengig av type og vektskurve.

Opptak av biogent karbon i jord er usikker og i stor grad avhengig av lokale forhold. Opptak av biogent karbon i biomasse er basert på vekt/volum av biomasse og er noe mer stabil (mindre avhengig av lokale forhold). Det er viktig å ikke dobbel telle opptak i jord og biomasse. Derfor skal opptak i jord ikke legges til i opptak i biomasse, selv om opptaket i jorden er avhengig av biomassen som gror i jorden.

Klimagassutslipp (både utslipp og opptak) av biogent karbon for jord og biomasse skal dokumenteres i forskjellige stadier av livssyklusen som illustrert i Figur 4-2. Utslipp fra produksjon av jord og biomasse (trær, busker) er i A1-A3. Transport til byggeplass er i A4, mens eventuelle utslipp i anleggsfasen er i A5. Når det kommer til opptak av karbon i planteskole eller før planten/veksten/jorden ankommer landskapet skal utslipp/opptak rapporteres i A3, mens det for opptak etter ankomst til landskapet, som da typisk er avhengig av vekst- og værforhold skal rapporteres i B1. Skjøtsel (vanning, klipping, gjødsling, etc.) skal rapporteres i B2, B6 eller B7, avhengig av hvor det hører mest hjemme. En plantes evne til å reprodusere seg ved hjelp av nye frø skal om det inkluderes legges til modul D. Det er ikke nødvendig å inkludere dette.



Figur 4-2: Moduler for beregning av planter og vekster, illustrasjon Asplan Viak

På grunn av mangel på dokumentasjon av klimagassutslipp for de forskjellige modulene og forskjellige type jordblandinger og biomasse er det foreløpig ikke et krav om dokumentasjon av alle moduler for alle jordblandinger og biomasser (vekster). Det er som minimum krav om dokumentasjon for følgende:

- A4 for alle jordblandinger og biomasser (vekster, trær og busker)
- B1 for jordblandinger og biomasse

[2] Environmental Product Declarations for plants and soils: how to quantify carbon uptake in landscape design and construction? – Matti Kuittinen et. Al. 2021

- C-fasen for busker gjennom beregningsperioden på 60 år. Busker har en satt levetid på 15 år, og dermed må avhending av disse inkluderes når det skjer før 60 år. Dette er en del av B-fasen og skal rapporteres under B4/B5. Se Vedlegg D for ytterligere forklaring av metodikk.

Erfaringstall fra en LCA-studie av et grønt uteområde viser at utslipp fra anleggsfasen for etablering av trær i en park (inkl. A4 transport) er på rundt 4 % av totalt karbonopptak av de samme trærne over 50 år, og at utslipp fra vedlikehold av de samme trærne er på rundt 2 %[3]. En annen LCA-studie viser at utslipp fra produksjonsfase står for rundt 2 % av det totale karbonopptaket over 60 år[4]. Det skal imidlertid bemerkes at flere faktorer, som energikilden til planteskolen, vedlikeholdspraksis, jord- og vekstmedietype og plantetype, kan påvirke utslippene knyttet til bygge- og vedlikeholdsfasene. Likevel viser disse studiene at de andre livsløpsfasene er mye mindre betydningsfulle sammenlignet med opptaket av karbon gjennom levetiden.

Jord

Jord deles inn i to deler. Det som går på utslipp/opptak som en konsekvens av arealbruksendringen, og det som er opptak i ny jord på grunn av etablering av områder med jord.

Arealbruksendring: Dette er basert på Miljødirektoratet sin metode og regneark. Når man gjør om et areal vil det føre til utslipp på grunn av omveltingen i jorden. Det varierer over hvor lang tid dette utslippet vil inntreffe, men er generalisert til å beregnes over 20 eller 60 år. Dette avhenger av hvilken type jord det er. For mineraljord er det 20 år, og for organisk jord er det 60 år. Dette er det som er det er vist til i Vedlegg B, Tabell 8-2, kolonne 4.

Mineraljord: Mineraljord er jord dannet av ulike bergarter (fjell) som er knust ned til små fraksjoner (leire, silt og sand). Generelt kan nylagt mineraljord ha et opptak (lagre) biogent karbon fra år 0 og frem til ny likevekt i år 20.

Årlig lagring av biogent karbon (i 20 år) ved nyetablering av gress på mineraljord kan være i området fra 50 – 100 kg C/dekar /år (Bioforsk 2009)[5]. Tilsvarende tall er også beskrevet i NIBIO-rapporten *Arealbruksendring til utbygd areal* hvor nyetablering av mineraljord har et årlig opptak av biogent karbon (i 20 år) på mellom 77 til 113 kg C/dekar /år (NIBIO 2021)[6]. Opptaket er avhengig av mange faktorer, blant annet type jord (kjølig, temperert tørr eller fuktig jord), biomasse over jorden og skjøtsel. Opptak av biogent karbon i ny mineraljord til likevekt i år 20 er primært avhengig av areal og ikke volum, da størst opptak ifølge studien «*Quantifying carbon stocks in urban parks under cold climate conditions*»[7] primært er de øverste 90 cm.

Regnet om til CO_2 fra over er årlig lagring av biogent karbon (i 20 år) ved nyetablering av arealer med mineraljord i området fra 0,18 til 0,41 kg $CO_2/m^2/$år.

Organisk jord: For organisk jord har vi foreløpig ingen faktorer på opptak. Som en forenkling og frem til man har faktorer på organisk jord kan det vurderes å bruke faktoren for mineraljord.

---

[3] Strohbach M.W., Arnold E., Haase D. (2012) The carbon footprint of urban green space - A life cycle approach. Landsc. Urban Plan., 104 (2), pp. 220-229

[4] Ingram, D.L. (2012) Life cycle assessment of a field-grown red maple tree to estimate its carbon footprint components. Int J Life Cycle Assess 17, 453–462

[5] https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/lmd/kampanje_landbruk_og_klima/vedlegg/karbon_i_jord_hvordan_er_prosessene_og_hvordan_kan_vi_oke_opptaket.pdf

[6] https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/bitstream/handle/11250/2825197/NIBIO_RAPPORT_2021_7_164_revidert%20utgave.pdf?sequence=4&isAllowed=y

[7] Quantifying carbon stocks in urban parks under cold climate conditions (Lindén et.al 2020)

Tabell 4-1 oppsummerer opptak fra arealer med ulik typer jord. Som standard kan man bruke gjennomsnittsverdier når det er oppgitt et spenn.

Jordtype	Opptak	Enhet
Areal med mineraljord	0,18 til 0,41 (kun 20 år)	kg CO_2 ekv/m²/år
Areal med organiskjord	Ikke beregnet (mangler)	kg CO_2 ekv/m²/år

Tabell 4-1: Utslipp/opptak pr år frem til likevekt, år 1-20 (punkt 3 c)

Den tidligere nevnte studien "*Quantifying carbon stocks in urban parks under cold climate conditions"* beskriver utslipp, opptak og karbonlager fra jord i ulike parker i Finland. Ved målinger er det funnet at lagret karbon i arealer med gress (etter likevekt) er i området 52 – 72 kg CO_2/m², og lagret karbon i arealer for busker er i området 51 – 55 kg CO_2/m². Dette er mye lager per kvm, men dessverre ikke tall vi enda kan bruke, da vi ikke vet startverdien på lagret av CO_2 ved etablering. Derfor brukes per nå faktorene i tabell over.

Biomasse

Biogent utslipp eller opptak av CO_2 for mindre planter som blomster, stauder og lignende. Det er ikke funnet tall på biogent utslipp/opptak for biomasse, men effekten av opptak av CO_2 i planter og blomster er minimal sammenlignet med opptak i trær[8]. Effekten av lagring av CO_2 i jord som er nødvendig for plantene, er indirekte inkludert gjennom at mengden jord som tilføres er inkludert i beregningene. Årlige vekster og mat som dyrkes, og deres potensielle opptak av CO_2, skal ikke medregnes da disse antas å ha årlige sykluser slik at opptak og utslipp av CO_2 og derfor er tilnærmet lik null i akkumulerende opptak/utslipp av biogent karbon over beregningsperioden.

Utslipp ved å produsere trær og busker (A1-A3) skal inkluderes dersom det finnes tall på dette. Dersom dette ikke er inkludert på grunn av mangelfull data skal opptak av biogent karbon som skjer i trær og bukser før de ankommer landskapet (A1-A3) heller ikke medregnes. Dette er en forenkling som gjøres når man ikke har inkludert utslipp fra produksjonen av trærne og buskene, ved at (fossile) utslipp i A1-A3 antas å være lik opptaket av biogent karbon som skjer før treet eller busken ankommer landskapet (A1-A3).

Tall på klimagassutslipp for trær er hentet fra I-Tree[9], mens busker er basert på Pathfinder sin metodikk.[10]

Tabell 8-10 i Vedlegg E viser referansetall på klimagassutslipp fra noen typer trær, samt busker og jordblandinger. Vedlegg D viser opptak per år for de forskjellige vekstene som er samlet i Tabell 8-10 i Vedlegg E. Dette er gjort for små vekster (under 10 meter ved fullvokst høyde), medium vekster (10-15 meter ved fullvokst høyde) og store vekster (over 15 meter ved fullvokst høyde), samt sakte, moderate og raskt voksende trær. Disse til sammen ni «type vekster» kan brukes i beregningene av opptak, men man står og fritt til å bruke I-Tree for å gjøre spesifikke beregninger. En beskrivelse av hvordan tabellen skal brukes finnes i Vedlegg D. Det samme gjelder busker, hvor det er skilt på små busker (under 1 meter høye), medium busker (mellom 1 og 2 meter) og store busker (over 2 meter) busker. Metodikk for beregning

[8] Davies Z.G., Edmondson J.L., Heinemeyer A. et al. (2011) Mapping an urban ecosystem service: quantifying above-ground carbon storage at a city-wide scale. J. Appl. Ecol., 48 (5), pp. 1125-1134

[9] https://www.itreetools.org/ I-Tree er et software fra USDA Forest Service som blant annet gir klimagassopptak fra ulike trær.

[10] «Landscape Carbon Calculator / Pathfinder, Methodology, Data Sources and Metrics Summary, July 31, 2020". Store busker er modellert som en tredel av "små trær". Medium busker er modellert som halvparten av store busker. Små busker er modellert som halvparten av medium busker. Videre vises det til artikkelen for ytterligere beskrivelse av metoden.

av vekt for transport av trær og busker er beskrevet i Vedlegg D. Beregninger av opptak av CO og transport av trær og busker er noe man kan gjøre i beregningsverktøyet.

I kapittel 5.3 er det oppgitt referansetall som skal brukes på skjøtsel av ulike arealer.

5 Referansetall

Referansetall er verdier og valg som skal brukes i referansen, og dersom man ikke har noe informasjon om hva den endelige løsningen er i prosjektet.

5.1 Standard materialvalg

I Tabell 8-11 i Vedlegg F er det satt referansetall for forskjellige type produkter og materialer. Her er det oppgitt hva standard utslippsfaktor er, levetid og transportavstand. Disse materialene/produktene med tilhørende verdier skal legges til grunn i beregningene av referansen og prosjektet om man ikke vet hvilke konkrete materialer eller avstander som skal brukes. Tabellen viser de viktigste bidragsyterne til klimagassutslipp i et landskapsprosjekt. Videre vises det til siste versjon av VegLCA[11] hvor standard materialvalg for flere andre komponenter kan finnes og brukes i beregninger.

Transportavstander som skal brukes om man ikke har konkrete tall, eller inn i referansen med utslippsfaktorer for transport fra Tabell 8-3 i Vedlegg C:

- Lokal: 50 km en vei og 50 km tom retur (100 % bil, 0 % skip)
- Region: 200 km (100 % bil, 0 % skip)
- Norge/Norden: 500 km (100 % bil, 0 % skip)
- Europa: 2 000 km (100 % bil, 0 % skip)
- Asia: 23 000 km (5 % bil, 95 % skip)

Når det kommer til massetransport er dette også samme masser som i skisseprosjekt. Her skal utslippsfaktorer fra Tabell 8-3 brukes med utslippsfaktor for diesel for lastebiler i henhold til omsetningskrav, og graving, med transportavstand som lokal fra liste ovenfor.

I FutureBuilt ZERO finnes en beskrivelse på hvordan man håndterer ombrukte materialer som man ikke har spesifikke utslippstall for.

5.2 Planter, vekster og jord

For biomasse som planter og vekster (trær og busker) skal referansen og prosjektet ha de samme opptakene av CO2 og like mange stk og m² av ulike sorter, hhv. trær og busker.

Videre brukes de samme utslippstallene (A1-A3, B og C-fasen) som er beskrevet i kapittel 4, med mindre man har egne verdier.

For vekstjord vet vi at det er store forskjeller på utslipp fra produksjon basert på hva den er laget av, hvor torvbasert jord har relativt mye høyere utslipp enn ikke torvbasert jord. Det oppfordres dermed til å velge annet enn torvbasert, for eksempel basert på kompost eller mineraljord.

For transportavstander er det for trær og busker satt Europa (2 000 km) som referanselokasjon for produksjonssted, mens det for jord er satt som lokal (en vei og 50 km tom retur).

[11] https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/miljo-og-omgivelser/klima/klimagassreduksjoner-i-anlegg-og-drift/

5.3 Skjøtsel

Per nå er det lite tilgjengelig erfaringstall for skjøtsel, og derfor er skjøtsel i liten grad inkludert. Tall på snøsmelting og brøyting er vist under.

Fjerning av snø

Det skal som standard i referansen antas at fjerning av snø utføres med brøyting.

Brøyting

Følgende antakelser benyttes til å beregne energiforbruk og klimagassutslipp fra brøyting

- Drivstofforbruk, høy (standard): 15 liter diesel/time
- Drivstofforbruk, lav: 6 liter diesel/time
- Tid på å brøyte: 0,5 timer/1000 m²
- Antall snøfall pr år: 25 brøytinger pr år (Oslo)[12].

Snøsmelting

- Energiforbruk
  - Strøm: 100 kWh/m²/år
  - Fjernvarme: 100 kWh/m²/år

- Bygge varmekabler
  - Utbygging fjernvarme: 22,93 kg CO_2 e/m² (ecoinvent)
  - Utbygging varmekabel el: 1,20 kg CO_2 e/m² (ecoinvent)
  - Levetid: 20 år

[12] Denne kan og bør tilpasses området dersom data finnes

6 Dokumentasjonskrav

6.1 Presentasjon av resultater

Resultatene skal presenteres med følgende enheter:

- tonn CO_2-ekv totalt
- tonn CO_2-ekv totalt fordelt på moduler iht. kapittel 4.1.
- kg CO_2-ekv per m² landskap (totalt fotavtrykk)
- kg CO_2-ekv per år, og akkumulert per år over beregningsperioden slik at det kan vises om og når landskapet går i null/blir et plusslandskap (et eksempel på dette er vist i Figur 2-1)

Avsluttende dokumentasjon skal baseres på faktisk valgte produkter, og disse skal i størst mulig grad dokumenteres med EPD'er.

Ellers gjelder alle andre krav til beregning, dokumentasjon og datakvalitet gitt i NS 3720.

Det skal utarbeides en klimagassrapport som inkluderer resultater og dokumentasjon, i tillegg til erfaringer som er gjort gjennom prosjektet og tiltak som er sett på.

Tilleggsdokumentasjon: I tillegg til å levere beregning og dokumentasjon på at hovedkriteriet er oppfylt, skal følgende utslipp også beregnes og dokumenteres:

- For det grønne (bygningsdelsnummer 771 og 772) skal det innhentes EPD for minimum 1 produkt, for utstyr (bygningsdelsnummer 773) skal det innhentes EPD for minimum 2 produkter, og de resulterende utslippene skal beregnes og rapporteres.
- Utslippene skal teknologi- og tidsvektes, jf. tabell 1 i FutureBuilt ZERO metodebeskrivelse.

Det er noen krav til dokumentasjon gjennom prosjektet. Disse er vist nedenfor og skal dokumenteres iht. punkt under om «leveranse av dokumentasjon».

- Mengder (materialer og energi)
- Transportavstander
- Utslippsfaktorer
- Begrunnelse for bruk av andre levetider enn de som er oppgitt i Vedlegg F

6.2 Milepæler

Det skal leveres dokumentasjon ved følgende milepæler:

- Avslutning av forprosjekt (som prosjektert)
- Ved ferdigstillelse (som bygget)
- Etter to års drift

Referanselandskapet bør etableres tidlig i prosjektet, og skal dokumenteres ved milepælene over.

7 Revidering av kriteriene

Foreløpig finnes det ikke nok datagrunnlag til å inkludere flere livsløpsmoduler, elementer fra bygningsdeltabellen eller referanseverdier for vekster i kriteriene.

Det er en målsetning at kriteriene skal revideres til å omfatte flere livsløpsmoduler, elementer fra bygningsdeltabellen, og referanseverdier for vekster etter hvert som man får bedre

datagrunnlag for dette. Dokumentasjonskravene gitt i kapittel 6 vil bidra til å framskaffe dette grunnlaget.

8 Vedlegg

A. Bygningsdelstabellen

Tabell 8-1 under viser hvilke underkapitler fra bygningsdelstabellens kapittel 7 som skal inkluderes og ikke.

7	**Utendørs**	**Inkludert i beregninger**
70	**Utendørs, generelt**	
71	**Bearbeidet terreng**	
711	Grovplanert terreng	Ja
712	Drenering	Ja
713	Forsterket grunn	Ja
714	Grøfter og groper for tekniske installasjoner	Ja
719	Annen terrengbearbeiding	Ja
72	**Utendørs konstruksjoner**	
721	Støttemurer og andre murer	Ja
722	Trapper og ramper i terreng	Ja
723	Frittstående skjermtak, leskur mv.	Ja
724	Svømmebassenger mv.	Ja
725	Gjerder, porter og bommer	Ja
726	Kanaler og kulverter for tekniske installasjoner	Ja
727	Kummer og tanker for tekniske installasjoner	Ja
729	Andre utendørs konstruksjoner	Ja
73	**Utendørs røranlegg**	
731	Utendørs VA	Ja
732	Utendørs varme	Ja
733	Utendørs brannslokking	Nei
734	Utendørs gassinstallasjoner	Nei
735	Utendørs kjøling for idrettsbaner	Ja
736	Utendørs luftbehandlingsanlegg	Nei
737	Utendørs forsyningsanlegg for termisk energi	Ja
738	Utendørs fontener og springvann	Ja
739	Andre utendørs røranlegg	Ja
74	**Utendørs elkraft**	
742	Utendørs høyspent forsyning	Nei
743	Utendørs lavspent forsyning	Nei
744	Utendørs lys	Ja
745	Utendørs elvarme	Ja
746	Utendørs reservekraft	Nei
749	Andre installasjoner for utendørs elkraft	Ja
75	**Utendørs tele og automatisering**	
752	Utendørs integrert kommunikasjon	Nei
753	Utendørs telefoni og personsøkning	Nei

754	Utendørs alarm og signal	Nei
755	Utendørs lyd og bilde	Nei
756	Utendørs automatisering	Nei
759	Andre installasjoner for utendørs tele og automatisering	Nei
76	**Veger og plasser**	
761	Veger	Ja
762	Plasser	Ja
763	Skilter	Nei
764	Sikkerhetsrekkverk, avvisere mv.	Ja
769	Andre deler for veger og plasser	Ja
77	**Parker og hager**	
771	Gressarealer	Ja
772	Beplantning	Ja
773	Utstyr	Ja
779	Andre deler for parker og hager	Ja
78	**Utendørs infrastruktur**	
783	Tilknytning til eksterne nett for vannforsyning, avløp og fjernvarme	Ja
784	Tilknytning til eksternt elkraftnett	Nei
785	Tilknytning til eksternt telenett	Nei
789	Andre deler for utendørs infrastruktur	Ja
79	**Andre utendørs anlegg**	Nei

Tabell 8-1: Bygningsdelstabellens kapittel 7.

B. Biogene utslipp/opptak ved arealbruksendringer

Klimagassutslipp fra Tabell 8-2 skal brukes ved ulike typer arealendringer. En forklaring på ulike begreper er presentert under. Utslippstall og forklaringer er hentet fra miljødirektoratet[13]. Det henvises til miljødirektoratets arealbruksendringsark for mer utfyllende forklaringer. Kolonne 1 i tabellen er hva man går fra. Det man går til er utbygd areal.

Forklaring av kolonner i tabellen:

a) *Utslipp/opptak av biogent karbon pr år for området dersom man ikke omgjør bruken av eksisterende areal* gjenspeiler punkt 3 a) i kapittel 4.1 og rapporteres i modul B1, per år i 20 år.
b) *Utslipp/opptak av biogent karbon fra å omgjøre eksisterende areal til nytt areal (år 0)* gjenspeiler den biogene delen av punkt 3 b) i kapittel 4.1 og skal rapporteres i modul A5.
c) *Utslipp/opptak av biogent karbon pr år (i 19(59 år) i overgangsfasen frem til antatt ny likevekt i år 20/60* gjenspeiler det som er punkt 3 c) i kapittel 4.1 og skal rapporteres i modul B1. Verdier fra tabellen skal brukes for hvert år i 19/59 år, avhengig av om det er mineraljord eller organisk jord.

Forklaring av begreper i tabellen:

Skog: Skogsareal med minst 6 trær per dekar (1000 m²) som er eller kan bli 5 meter høy.

Dyrket mark: Jordbruksareal med fulldyrket jord, dvs. jordbruksareal som årlig er dyrket til vanlig pløyedybde.

Beite: Inmarksbeite eller overflatedyrket jord som årlig blir brukt som beite, og som ikke kan pløyes.

Vann og myr: Ferskvann (innsjø, elv) og myrer uten skog.

Barskog: Skog som består av trær med barnåler.

Lauvskog: Skog som består av trær med løv.

Bonitet: Uttrykk for en jordtypes egnethet som vokseplass for planter. Jo bedre egnet jorden er, jo høyere bonitet. Deles inn i lav, middels, høy og svært høy.

Impediment: Mark som er dårlig/ikke egnet til jord- eller skogproduksjon.

Mineraljord: Jord dannet ved forvitring av berggrunnen. Inneholder opptil 20 % organisk materiale.

Organisk jord: Jord med høyt humusinnhold. Den viktigste typen er torvjord.

Tabell 8-2 viser utslipp av klimagasser ved arealbruksendring av landskap.

*= arealbruksendringsark fra Miljødirektoratet, oppdatert 21.03.22

** = annen kilde

[13]Arealbruksendrings-excelark kan hentes her: https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/klimagassutslipp-kommuner/beregne-effekt-av-ulike-klimatiltak/. Her er det også forklart hvordan man kan få informasjon om hvilken arealtype som gjelder for ulike lokasjoner. (www.kilden.nibio.no).

Elementer fra kapittel 4.2	a) Utslipp/opptak av biogent karbon pr år i beregningsperioden for området dersom man ikke omgjør bruken av eksisterende areal	b) Utslipp/opptak av biogent karbon fra å omgjøre eksisterende areal til nytt areal (år 0)	c) Utslipp/opptak av biogent karbon pr år (i 19/59 år) i overgangsfasen frem til antatt ny likevekt i år 20/60. For mineraljord brukes faktoren i 19 år. For organisk jord brukes faktoren i 59 år.	Kilde
Utslippsfaktor	kg CO_2-ekvivalenter /m²/år (i 20 år)	kg CO_2-ekvivalenter/m²	kg CO_2-ekvivalenter /m²/år (i 19/59 år)	
Skog Barskog Impediment Organisk jord	0,13	4,15	2,90	*
Skog Barskog Impediment Mineraljord	-0,05	2,67	1,42	*
Skog Barskog Middels Bonitet Organisk jord	-0,02	6,34	2,90	*
Skog Barskog Middels Bonitet Mineraljord	-0,31	4,86	1,42	*
Skog Barskog Høy Bonitet Organisk jord	-0,11	7,24	2,90	*
Skog Barskog Høy Bonitet Mineraljord	-0,37	5,77	1,42	*
Skog Barskog Svært høy Bonitet Organisk jord	0,40	9,31	2,90	*
Skog Barskog Svært høy Bonitet Mineraljord	0,10	7,83	1,42	*
Skog Barskog Lav Bonitet Organisk jord	0,09	5,46	2,90	*
Skog Barskog Lav Bonitet Mineraljord	-0,33	3,98	1,42	*
Skog Lauvskog Impediment Organisk jord	0,17	3,65	2,90	*
Skog Lauvskog Impediment Mineraljord	0,03	2,17	1,42	*
Skog Lauvskog Middels Bonitet Organisk jord	0,08	4,85	2,90	*
Skog Lauvskog Middels Bonitet Mineraljord	-0,09	3,38	1,42	*
Skog Lauvskog Høy Bonitet Organisk jord	-0,06	5,73	2,90	*
Skog Lauvskog Høy Bonitet Mineraljord	-0,24	4,25	1,42	*
Skog Lauvskog Svært høy Bonitet Organisk jord	-0,05	6,94	2,90	*
Skog Lauvskog Svært høy Bonitet Mineraljord	-0,27	5,46	1,42	*
Skog Lauvskog Lav Bonitet Organisk jord	0,25	3,73	2,90	*
Skog Lauvskog Lav Bonitet Mineraljord	0,08	2,25	1,42	*

Dyrket mark Organisk jord	3,02	2,90	2,90	*
Dyrket mark Mineraljord	-0,03	0,30	0,30	*
Beite Organisk jord	1,37	3,41	2,90	*
Beite Mineraljord	-0,10	0,87	0,36	*
Vann og myr Organisk jord	-0,02	2,90	2,90	*
Harde arealer	0,0	0,0	0,0	**
Nyetablering av område med mineraljord			-0,18 til -0,41	**
Nyetablering av område med organisk jord			Ingen foreløpig verdi	**

Tabell 8-2: Utslipp av klimagasser ved arealbruksendring av landskap.

C. Fossile utslipp ved arealbruksendringer

Tabell 8-3 viser klimagassutslipp for ulike typer drivstoff. Disse må huskes på å tidsvektes om de brukes til drift av anlegget. Tabell 8-4: Utslippsfaktorer for graving og transportering av masser, basert på VegLCA utslippsfaktorer for fossile utslipp ved graving og transportering av masser.

Klimagassutslipp for drivstoff

Drivstofftype	Utslippsfaktor [kg CO2-eq/liter]
Anleggsdiesel/«vanlig diesel»: Innblanding biodiesel basert på omsetningskrav, B0	3,24
Diesel for veitransport: Innblanding biodiesel basert på omsetningskrav, B20	2,93
Konvensjonelt biodrivstoff, 100% biodiesel	1,92
Avansert biodrivstoff, 100% biodiesel	0,97
Bensin	2,88

Tabell 8-3 Klimagassutslipp fra ulike typer drivstoff, basert på VegLCA v 5.06B (2022)

Utslippsfaktorer for graving og transport av masser

	Forbruk	Utslippsfaktor (2022)[14] (fossilt)
Gravemaskin anleggsdiesel	0,26 liter/pfm3	0,842 kg CO_2ekv/pfm3
Gravemaskin elektrisk	Antar 4,80 kWh el per liter diesel. Forbruk: 1,25 kWh/pfm3	*Avhengig av utslippsfaktor for strøm*
Gravemaskin konvensjonell biodiesel	0,26 liter/pfm3	0,499 kg CO_2ekv/pfm3
Gravemaskin avansert biodiesel	0,26 liter/pfm3	0,253 kg CO_2ekv/pfm3
Lastebil, transport masser, diesel, omsetningskrav (2022)	Snitt forbruk: 0,45 l/km. Kapasitet: 25 tonn/lass eller 9,3 pfm3/lass. Forbruk: 0,048 l/pfm3km	0,141 kg CO_2ekv/pfm3
Lastebil, transport masser, elektrisk	Antar 4,80 kWh el per liter diesel. Forbruk: 0,23 kWh/pfm km	*Avhengig av utslippsfaktor for strøm*
Lastebil, transport masser, diesel, konvensjonell biodiesel	0,048 l/pfm3km	0,092kg CO_2ekv/pfm3km
Lastebil, transport masser, diesel, avansert biodiesel	0,048 l/pfm3km	0,047 kg CO_2ekv/pfm3km
Lasteskip	0,0025 l tungolje/tkm	0,0125 kg CO_2ekv/tonnkm[15]

Tabell 8-4: Utslippsfaktorer for graving og transportering av masser, basert på VegLCA v 5.06B (2022)

[14] Se VegLCA for oppdaterte utslippstall.
[15] Denne er basert på EPDer for granitt som kommer fra Kina, og representerer et vektet snitt av transatlantisk og regionalt containerskip

D. Opptak av klimagasser gjennom levetiden til trær og busker

Fremgangsmåten for å beregne opptak av klimagasser i trær og busker er kort beskrevet i dette avsnittet, samt mer detaljert i resten av dette vedlegget. Det er også mulig å benytte direkte modellering i *i-Tree Database*, som er forklart lengre ned i dette vedlegget. I tillegg er det en egen beregningsmodul for trær i beregningsverktøyet.

1) Finn ut hvor stort det aktuelle treet kan bli (lite, medium, stort) samt hvor hurtig treet vokser (sakte, moderat, raskt).
2) Finn aktuell alder eller stammediameter ved brysthøyde (DBH) for det aktuelle treet ved planting i landskapet.
3) Bruk alder eller DBH som startverdi for opptak per år, og bruk startverdi samt de påfølgende 59 verdiene for å finne opptak for dette treet per år.
4) Denne prosedyren gjentas for alle trær i det aktuelle landskapet.

For å finne vekt som skal brukes i A4-beregninger bruker man følgende formelen for hvert tre eller busk:

$$Transportvekt\ (kg) = A * 0{,}55 * 5{,}6$$

A	=	sum av opptak (i kg CO_2-ekv) for det aktuelle treet fra tabell under frem til og med aktuell DBH.
0,55	=	omregningsfaktor fra CO_2 bundet i biomasse til vekt av biomasse. 0,5 kg karbon per kg biomasse. 3,67 kg CO_2 per kg karbon (basert på molvekt).
5,6	=	omregningsfaktor fra vekt av a kun tre (biomasse) til vekt av tre som må flyttes. Dette inkluderer jord mm.

Opptak av klimagasser gjennom 100 år for ulike trær vises i Tabell 8-8 i dette vedlegget. For busker bruker man verdier fra Tabell 8-9, med tilhørende forklaring lengre nede i dette vedlegget.

Simuleringer i i-Tree Database

For urbane trær og urbane skoger kan karbonlagring og årlig opptak av karbon modelleres ved hjelp av *i-Tree*-programvare[16]. *i-Tree*-programvaren ble utviklet av USDA Forest Service for å estimere mengden og den økonomiske verdien av enkelte økosystemtjenester levert av urbane trær, inkludert karbonlagring og karbonbinding, binding av luftforurensninger, demping av overvann, produksjon av flyktige organiske forbindelser (VOC) og effekter på en bygnings energibruk. Verktøyet er fagfellevurdert og opprinnelig basert på Urban Forest Effects-modellen (UFORE)[17]. Det har blitt brukt i 130 land, mest i Nord-Amerika, men også i Europa[18] og i Norge[19].

For karbonlagring vurderes over- og underjordiske tredeler av trær (både røtter og masse over bakken er dermed inkludert). Karbonlagring estimeres ved å multiplisere treets biomasse

---

[16] USDA Forest Service; Davey Tree Expert Company; The Arbor Day Foundation; Society of Municipal Arborists; International Society of Arboriculture; Casey Trees & SUNY College of Environmental Science and Forestry (2020) i-Tree. Retrieved 16.11.2021, from
What is i-Tree? https://www.itreetools.org/about

[17] Nowak D., Crane D., Stevens J. et al. (2008) A ground-based method of assessing urban forest structure and ecosystem services. Arboric Urban for 34(6):347–358

[18] Raum S. (2019) Achieving impact from ecosystem assessment and valuation of urban greenspace: The case of i-Tree Eco in Great Britain. Landsc Urban Plan (190)

[19] Cimburova Z. og Barton D. N. (2020) The potential of geospatial analysis and Bayesian networks to enable i-Tree Eco assessment of existing tree inventories. Urban Forestry & Urban Greening, 55, Article 126801

med 0,5[20]. Biomassen av tørrvekt tre beregnes ved hjelp av stammediameteren i brysthøyde (DBH). Karbonlagring i CO_2e beregnes ved å multiplisere karbonlagring i C med 44/12 som er forskjell i molekylær vekt på CO_2 (44) og C (12).

$$Karbonlagring\ i\ CO_{2e}[kgCO_{2e}] = 3{,}67 \times Karbonlagring\ i\ C[kgC] \\ = 3{,}67 \times (0{,}5 \times Biomasse[kg])$$

Årlig brutto karbonbinding beregnes med tanke på den estimerte årlige veksthastigheten for DBH, beliggenheten og beliggenhetens frostfrie periode, treets tilstand (prosentvis nedgang) og lystilgjengelighet (CLE).

$$Årlige\ veksthagstigheten\ for\ DBH \\ = standard\ vekstrate\ \times \left(\frac{antall\ frostfrie\ dager}{153}\right) \times CLE \\ \times (1 - prosentvis\ nedgang)$$

Tabell 8-5 viser hvilke forutsetninger som er brukt i-Tree-simuleringer for å beregne biomassen og tilsvarende opptak av CO_2. Treslaget er basert på standardvalg i landskapsprosjekter i Norge som vist i Tabell 8-6. Høyde og vekst finnes i i-Tree Database[21].

Faktor	Verdi	Kommentar
Beregningsperiode	60 år	NS 3720
Arealbrukskategori	Park	
Sted	Oslo, Norge	
Årlig antall frostfrie dager	149 dager	Verdi for Oslo
Prosentvis nedgang	13 %	Verdi for tre i god tilstand
Lystilgjengelighet (CLE)	0,56	Verdi for park
Treslag	Se Tabell 8-6: Høyde og vekst for vanlige treslag brukt i anlegg i Norge	Gjennomsnitt per kategori
Standard vekstrate (cm/år)	0,58 0,84 1,09	Verdi for tre med sakte vekst Verdi for tre med moderat vekst Verdi for tre med rask vekst

Tabell 8-5: Forutsetninger brukt i i-Tree-simuleringer

[20] Chow P., Rolfe G. (1989) Carbon and hydrogen contents of short-rotation biomass of five hardwood species. Wood Fiber Sci 21(1):30–36
[21] https://database.itreetools.org/#/species

Treslag	Maksimum høyde (m)	Høyde kategori	Vekst
Juniperus communis 'Oskeladden'	5	Lite <15m	Sakte
Sorbus ulleungensis 'Dodong'	3	Lite <15m	Moderat
Sorbus intermedia	4	Lite <15m	Moderat
Alnus incana	6	Lite <15m	Moderat
Malus	8	Lite <15m	Moderat
Sorbus hybrida	9	Lite <15m	Moderat
Prunus padus	9	Lite <15m	Moderat
Crataegus intricata	10	Lite <15m	Moderat
Abies koreana	3	Lite <15m	Rask
Taxus baccata	12	Lite <15 m	Sakte
Thuja occidentalis 'Brabant'	15	Lite <15 m	Sakte
Prunus avium	11	Lite < m	Moderat
Carpinus betulus	12	Lite<15 m	Moderat
Cercidiphyllum japonicum	13	Lite <15m	Moderat
Salix daphnoides	10	Lite <15 m	Rask
Prunus sargentii	12	Lite <15 m	Rask
Alnus glutinosa	14	Lite <15 m	Rask
Fagus sylvestris	18	Stort >15 m	Sakte
Abies nordmanniana	19	Stort >15 m	Sakte
Pinus cembra	20	Stort >15 m	Sakte
Quercus petrea	30	Stort >15 m	Sakte
Tsuga canadensis	32	Stort >15 m	Sakte
Picea abies	40	Stort >15 m	Sakte
Betula pubescens	20	Stort >15 m	Moderat
Picea omorika	20	Stort >15 m	Moderat
Tilia cordata	30	Stort >15 m	Moderat
Larix sibirica	35	Stort >15 m	Moderat
Chamaecyparis lawsoniana	61	Stort >15 m	Moderat
Acer platanoides	15	Stort >15 m	Rask
Betula pendula	18	Stort >15 m	Rask
Fraxinus excelsior	19	Stort >15 m	Rask
Populus tremula	20	Stort >15 m	Rask
Quercus robur	20	Stort >15 m	Rask
Acer rubrum	21	Stort >15 m	Rask
Salix alba 'Sibirica'	21	Stort >15 m	Rask
Ulmus glabra	27	Stort >15 m	Rask
Populus trichocarpa	30	Stort >15 m	Rask
Pinus sylvestris	34	Stort >15 m	Rask

Tabell 8-6: Høyde og vekst for vanlige treslag brukt i anlegg i Norge.

Opptak av klimagasser i trær kan sees i Tabell 8-8. Tabellen viser opptak for lite (maksimum høyde < 15 m) og store (maksimum høyde > 15 m) trær med vekstratene sakte, moderat og rask, for hvert enkelt år. Som nevnt innledningsvis kan både år og DBH for planting i landskapet brukes. DBH gir det mest nøyaktige resultatet. Videre er det lagt inn 0,5 cm i DBH som en startverdi i år 0. Dette er en dummy-verdi da det ikke er mulig å legge inn en lavere verdi i i-Tree programvare enn 0,5 cm. De påfølgende verdiene for DBH er reelle verdier.

For busker, er metodikken basert på Climapositive design[22], hvor forutsetninger for opptak er vist i Tabell 8-7 under. Videre er levetiden til busker satt til 15 år, og det er dermed kun de 15 første årene for opptak i «lite tre» som brukes for å finne opptak for store busker. Opptak av CO_2 i busker kan sees i Tabell 8-9. Se Vedlegg E, Tabell 8-10 for hvordan man regner på utslipp ved avhending av busker. Om buskene forutsettes å stå lenger enn 15 år, kan man sette utslipp/opptak til 0 i påfølgende år, eller regne med at en andel av busken(e) beskjæres og så avhendes avkappet som beskrevet over, og da forutsette at buskene igjen gror opp til samme størrelse. Om buskene beskjæres med 50 % kan man forutsette at de vokser opp til full størrelse igjen etter 7,5 år (50 % av 15 år).

Størrelse	Opptak formel
Liten (<1 m høy)	Opptak medium busk / 2
Medium (1-2 m høy)	Opptak stor busk / 2
Stor (>2 m høy)	Opptak mindre tre / 3

Tabell 8-7: Forutsetninger for opptak i busker

[22] Landscape Carbon Calculator / Pathfinder, Methodology, Data Sources and Metrics Summary, July 31, 2020

Tabell 8-8 viser opptak av klimagasser i trær per år. Verdier er per tre.

År	Lite tre (fullvokst størrelse under 15 meter)						Stort tre (fullvokst størrelse over 15 meter)					
	Sakt vekst		Moderat vekst		Rask vekst		Sakt vekst		Moderat vekst		Rask vekst	
	DBH (cm)	Opp-tak per år ($kgCO_2ekv/tre$)	DBH (cm)	Opptak per år ($kgCO_2ekv/tre$)	DBH (cm)	Opptak per år ($kgCO_2ekv/tre$)	DBH (cm)	Opptak per år ($kgCO_2ekv/tre$)	DBH	Opptak per år ($kgCO_2ekv/tre$)	DBH (cm)	Opptak per år ($kgCO_2ekv/tre$)
0	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0
1	0,7	0,3	0,8	0,3	0,9	0,4	0,7	9,3	0,8	15,5	0,9	18,2
2	0,9	0,3	1,1	0,3	1,3	0,6	0,9	9,4	1,1	15,5	1,3	18,3
3	1,2	0,3	1,4	0,4	1,7	1,0	1,2	9,4	1,4	15,6	1,7	18,4
4	1,4	0,5	1,7	0,6	2,1	1,3	1,4	9,5	1,7	15,7	2,1	18,6
5	1,6	0,5	2,1	0,7	2,6	1,7	1,6	9,5	2,1	15,8	2,6	18,7
6	1,8	0,6	2,4	0,8	3,0	1,9	1,8	9,6	2,4	15,9	3,0	18,8
7	2,0	0,6	2,7	1,0	3,4	2,3	2,0	9,6	2,7	16,0	3,4	19,0
8	2,3	0,6	3,0	1,1	3,8	2,8	2,3	9,7	3,0	16,1	3,8	19,2
9	2,5	0,7	3,3	1,3	4,2	3,0	2,5	9,8	3,3	16,2	4,2	19,3
10	2,7	0,8	3,6	1,5	4,6	3,5	2,7	9,8	3,6	16,3	4,6	19,5
11	2,9	1,0	3,9	1,7	5,0	3,9	2,9	9,9	3,9	16,4	5,0	19,7
12	3,1	1,0	4,2	1,9	5,4	4,3	3,1	10,0	4,2	16,6	5,4	19,9
13	3,4	1,1	4,5	2,1	5,8	4,8	3,4	10,1	4,5	16,7	5,8	20,1
14	3,6	1,2	4,8	2,2	6,2	5,1	3,6	10,1	4,8	16,7	6,2	20,2
15	3,8	1,2	5,2	2,5	6,7	5,6	3,8	10,2	5,2	16,9	6,7	20,4
16	4,0	1,4	5,5	2,7	7,1	6,1	4,0	10,3	5,5	17,0	7,1	20,6
17	4,2	1,4	5,8	2,9	7,5	6,5	4,2	10,3	5,8	17,1	7,5	20,8
18	4,5	1,6	6,1	3,1	7,9	7,0	4,5	10,4	6,1	17,3	7,9	21,0

År	Lite tre (fullvokst størrelse under 15 meter)						Stort tre (fullvokst størrelse over 15 meter)					
	Sakt vekst		Moderat vekst		Rask vekst		Sakt vekst		Moderat vekst		Rask vekst	
	DBH (cm)	Opp-tak per år ($kgCO_2ekv/tre$)	DBH (cm)	Opptak per år ($kgCO_2ekv/tre$)	DBH (cm)	Opptak per år ($kgCO_2ekv/tre$)	DBH (cm)	Opptak per år ($kgCO_2ekv/tre$)	DBH	Opptak per år ($kgCO_2ekv/tre$)	DBH (cm)	Opptak per år ($kgCO_2ekv/tre$)
19	4,7	1,6	6,4	3,3	8,3	7,5	4,7	10,5	6,4	17,4	8,3	21,3
20	4,9	1,7	6,7	3,6	8,7	8,0	4,9	10,5	6,7	17,5	8,7	21,5
21	5,1	1,8	7,0	3,8	9,1	8,4	5,1	10,6	7,0	17,7	9,1	21,7
22	5,3	1,9	7,3	4,0	9,5	8,9	5,3	10,7	7,3	17,8	9,5	21,9
23	5,6	2,0	7,6	4,3	9,9	9,4	5,6	10,8	7,6	17,9	9,9	22,1
24	5,8	2,1	7,9	4,5	10,3	9,9	5,8	10,8	7,9	18,1	10,3	22,3
25	6,0	2,2	8,3	4,8	10,8	10,5	6,0	10,9	8,3	18,2	10,8	22,6
26	6,2	2,3	8,6	5,1	11,2	11,0	6,2	11,0	8,6	18,3	11,2	22,8
27	6,4	2,4	8,9	5,3	11,6	11,5	6,4	11,1	8,9	18,5	11,6	23,0
28	6,7	2,5	9,2	5,6	12,0	12,0	6,7	11,2	9,2	18,6	12,0	23,2
29	6,9	2,6	9,5	5,9	12,4	12,6	6,9	11,2	9,5	18,8	12,4	23,5
30	7,1	2,7	9,8	6,1	12,8	13,2	7,1	11,3	9,8	18,9	12,8	23,7
31	7,3	2,8	10,1	6,4	13,2	13,7	7,3	11,4	10,1	19,1	13,2	24,0
32	7,5	2,8	10,4	6,7	13,6	14,2	7,5	11,5	10,4	19,3	13,6	24,2
33	7,8	3,0	10,7	7,0	14,0	14,9	7,8	11,5	10,7	19,4	14,0	24,5
34	8,0	3,0	11,0	7,3	14,4	15,4	8,0	11,6	11,0	19,6	14,4	24,7
35	8,2	3,2	11,4	7,6	14,9	16,0	8,2	11,7	11,4	19,7	14,9	25,0
36	8,4	3,3	11,7	7,9	15,3	16,5	8,4	11,8	11,7	19,9	15,3	25,2
37	8,6	3,4	12,0	8,1	15,7	17,1	8,6	11,8	12,0	20,0	15,7	25,5
38	8,9	3,5	12,3	8,5	16,1	17,8	8,9	11,9	12,3	20,2	16,1	25,7

År	Lite tre (fullvokst størrelse under 15 meter)						Stort tre (fullvokst størrelse over 15 meter)					
	Sakt vekst		Moderat vekst		Rask vekst		Sakt vekst		Moderat vekst		Rask vekst	
	DBH (cm)	Opp-tak per år ($kgCO_2ekv/tre$)	DBH (cm)	Opptak per år ($kgCO_2ekv/tre$)	DBH (cm)	Opptak per år ($kgCO_2ekv/tre$)	DBH (cm)	Opptak per år ($kgCO_2ekv/tre$)	DBH	Opptak per år ($kgCO_2ekv/tre$)	DBH (cm)	Opptak per år ($kgCO_2ekv/tre$)
39	9,1	3,7	12,6	8,8	16,5	18,3	9,1	12,0	12,6	20,3	16,5	26,0
40	9,3	3,7	12,9	9,1	16,9	18,9	9,3	12,1	12,9	20,5	16,9	26,3
41	9,5	3,9	13,2	9,4	17,3	19,5	9,5	12,2	13,2	20,7	17,3	26,5
42	9,7	3,9	13,5	9,8	17,7	20,2	9,7	12,3	13,5	20,8	17,7	26,8
43	10,0	4,0	13,8	10,0	18,1	20,7	10,0	12,3	13,8	21,0	18,1	27,1
44	10,2	4,1	14,1	10,3	18,5	21,4	10,2	12,4	14,1	21,1	18,5	27,3
45	10,4	4,3	14,5	10,7	19,0	22,0	10,4	12,5	14,5	21,3	19,0	27,6
46	10,6	4,3	14,8	11,0	19,4	22,6	10,6	12,6	14,8	21,5	19,4	27,9
47	10,8	4,5	15,1	11,4	19,8	23,3	10,8	12,7	15,1	21,6	19,8	28,2
48	11,1	4,6	15,4	11,7	20,2	23,9	11,1	12,7	15,4	21,8	20,2	28,5
49	11,3	4,8	15,7	12,0	20,6	24,6	11,3	12,8	15,7	22,0	20,6	28,7
50	11,5	4,8	16,0	12,4	21,0	25,2	11,5	12,9	16,0	22,2	21,0	29,0
51	11,7	5,0	16,3	12,7	21,4	25,9	11,7	13,0	16,3	22,4	21,4	29,3
52	11,9	5,0	16,6	13,1	21,8	26,5	11,9	13,1	16,6	22,6	21,8	29,6
53	12,2	5,1	16,9	13,4	22,2	27,2	12,2	13,1	16,9	22,7	22,2	29,9
54	12,4	5,2	17,2	13,8	22,6	27,9	12,4	13,3	17,2	22,9	22,6	30,2
55	12,6	5,4	17,6	14,1	23,1	28,6	12,6	13,4	17,6	23,0	23,1	30,5
56	12,8	5,6	17,9	14,5	23,5	29,2	12,8	13,4	17,9	23,2	23,5	30,8
57	13,0	5,6	18,2	14,9	23,9	29,9	13,0	13,5	18,2	23,4	23,9	31,1
58	13,3	5,8	18,5	15,2	24,3	30,5	13,3	13,6	18,5	23,6	24,3	31,4

År	Lite tre (fullvokst størrelse under 15 meter)						Stort tre (fullvokst størrelse over 15 meter)					
	Sakt vekst		Moderat vekst		Rask vekst		Sakt vekst		Moderat vekst		Rask vekst	
	DBH (cm)	Opp-tak per år ($kgCO_2ekv/tre$)	DBH (cm)	Opptak per år ($kgCO_2ekv/tre$)	DBH (cm)	Opptak per år ($kgCO_2ekv/tre$)	DBH (cm)	Opptak per år ($kgCO_2ekv/tre$)	DBH	Opptak per år ($kgCO_2ekv/tre$)	DBH (cm)	Opptak per år ($kgCO_2ekv/tre$)
59	13,5	5,9	18,8	15,6	24,7	31,3	13,5	13,7	18,8	23,8	24,7	31,6
60	13,7	6,1	19,1	16,0	25,1	32,0	13,7	13,8	19,1	24,0	25,1	31,9
61	13,9	6,1	19,4	16,3	25,5	32,7	13,9	13,8	19,4	24,2	25,5	32,3
62	14,1	6,2	19,7	16,7	25,9	33,4	14,1	13,9	19,7	24,4	25,9	32,6
63	14,4	6,3	20,0	17,1	26,3	34,1	14,4	14,0	20,0	24,6	26,3	32,9
64	14,6	6,5	20,3	17,5	26,7	34,7	14,6	14,1	20,3	24,8	26,7	33,2
65	14,8	6,6	20,7	17,9	27,2	35,5	14,8	14,2	20,7	24,9	27,2	33,5
66	15,0	6,8	21,0	18,2	27,6	36,2	15,0	14,3	21,0	25,1	27,6	33,8
67	15,2	6,8	21,3	18,6	28,0	36,9	15,2	14,4	21,3	25,4	28,0	34,1
68	15,5	7,0	21,6	19,0	28,4	37,7	15,5	14,5	21,6	25,5	28,4	34,4
69	15,7	7,1	21,9	19,4	28,8	38,4	15,7	14,6	21,9	25,7	28,8	34,8
70	15,9	7,2	22,2	19,8	29,2	39,1	15,9	14,7	22,2	25,9	29,2	35,1
71	16,1	7,4	22,5	20,2	29,6	39,9	16,1	14,7	22,5	26,1	29,6	35,4
72	16,3	7,5	22,8	20,6	30,0	40,5	16,3	14,8	22,8	26,3	30,0	35,7
73	16,6	7,6	23,1	21,0	30,4	41,3	16,6	14,9	23,1	26,5	30,4	36,0
74	16,8	7,7	23,4	21,4	30,8	42,1	16,8	15,0	23,4	26,7	30,8	36,4
75	17,0	7,9	23,8	21,7	31,2	42,3	17,0	15,1	23,8	27,0	31,3	36,7
76	17,2	8,0	24,1	22,1	31,6	42,3	17,2	15,2	24,1	27,1	31,7	37,0
77	17,4	8,2	24,4	22,4	32,0	42,4	17,4	15,3	24,4	27,3	32,1	37,4
78	17,7	8,3	24,7	22,7	32,4	42,4	17,7	15,4	24,7	27,6	32,5	37,7

År	Lite tre (fullvokst størrelse under 15 meter)						Stort tre (fullvokst størrelse over 15 meter)					
	Sakt vekst		Moderat vekst		Rask vekst		Sakt vekst		Moderat vekst		Rask vekst	
	DBH (cm)	Opp-tak per år ($kgCO_2ekv/tre$)	DBH (cm)	Opptak per år ($kgCO_2ekv/tre$)	DBH (cm)	Opptak per år ($kgCO_2ekv/tre$)	DBH (cm)	Opptak per år ($kgCO_2ekv/tre$)	DBH	Opptak per år ($kgCO_2ekv/tre$)	DBH (cm)	Opptak per år ($kgCO_2ekv/tre$)
79	17,9	8,4	25,0	23,0	32,8	42,4	17,9	15,5	25,0	27,7	32,9	38,0
80	18,1	8,5	25,3	23,4	33,1	42,3	18,1	15,6	25,3	27,9	33,3	38,4
81	18,3	8,6	25,6	23,7	33,5	42,4	18,3	15,7	25,6	28,2	33,7	38,7
82	18,5	8,8	25,9	24,0	33,8	42,3	18,5	15,8	25,9	28,4	34,1	39,0
83	18,8	8,9	26,2	24,3	34,1	42,2	18,8	15,9	26,2	28,6	34,5	39,3
84	19,0	9,1	26,5	24,7	34,5	42,2	19,0	15,9	26,5	28,8	34,9	39,7
85	19,2	9,2	26,9	25,0	34,8	42,1	19,2	16,0	26,9	29,0	35,4	40,0
86	19,4	9,4	27,2	25,3	35,1	42,0	19,4	16,1	27,2	29,2	35,8	40,4
87	19,6	9,4	27,5	25,6	35,4	42,0	19,6	16,2	27,5	29,4	36,2	40,7
88	19,9	9,6	27,8	26,0	35,7	41,9	19,9	16,3	27,8	29,6	36,6	41,1
89	20,1	9,7	28,1	26,3	36,0	41,8	20,1	16,4	28,1	29,8	37,0	41,4
90	20,3	9,8	28,4	26,6	36,3	41,8	20,3	16,5	28,4	30,1	37,4	41,8
91	20,5	10,0	28,7	26,9	36,5	41,6	20,5	16,6	28,7	30,3	37,8	42,1
92	20,7	10,1	29,0	27,3	36,8	41,5	20,7	16,7	29,0	30,5	38,2	42,5
93	21,0	10,3	29,3	27,6	37,1	41,5	21,0	16,8	29,3	30,7	38,6	42,8
94	21,2	10,4	29,6	27,9	37,3	41,4	21,2	16,9	29,6	30,9	39,0	43,2
95	21,4	10,5	29,9	28,3	37,6	41,3	21,4	17,0	29,9	31,2	39,4	43,5
96	21,6	10,7	30,3	28,6	37,8	41,3	21,6	17,1	30,3	31,4	39,9	43,9
97	21,8	10,8	30,6	28,7	38,0	41,2	21,8	17,2	30,6	31,6	40,3	44,3
98	22,1	11,0	30,9	28,5	38,3	41,1	22,1	17,3	30,9	31,8	40,7	44,6

År	Lite tre (fullvokst størrelse under 15 meter)						Stort tre (fullvokst størrelse over 15 meter)					
	Sakt vekst		Moderat vekst		Rask vekst		Sakt vekst		Moderat vekst		Rask vekst	
	DBH (cm)	Opp-tak per år ($kgCO_2ekv/tre$)	DBH (cm)	Opptak per år ($kgCO_2ekv/tre$)	DBH (cm)	Opptak per år ($kgCO_2ekv/tre$)	DBH (cm)	Opptak per år ($kgCO_2ekv/tre$)	DBH	Opptak per år ($kgCO_2ekv/tre$)	DBH (cm)	Opptak per år ($kgCO_2ekv/tre$)
99	22,3	11,1	31,2	28,4	38,5	41,1	22,3	17,4	31,2	32,0	41,1	45,0
100	22,5	11,3	31,5	28,3	38,7	41,0	22,5	17,5	31,5	32,3	41,5	45,3

Tabell 8-8: Opptak av klimagasser i trær per år. Verdier er per tre

Tabell 8-9 viser opptak av klimagasser i busker per år. Verdier er per busk.

	Liten busk (under 1 meter høy) ($kgCO_2ekv/stk$)			Medium busk (1-2 meter høy) ($kgCO_2ekv/stk$)			Stor busk (over 2 meter) ($kgCO_2ekv/stk$)		
År	**Sakte vekst**	**Moderat vekst**	**Rask vekst**	**Sakte vekst**	**Moderat vekst**	**Rask vekst**	**Sakte vekst**	**Moderat vekst**	**Rask vekst**
1	0,02	0,03	0,03	0,05	0,05	0,06	0,09	0,10	0,12
2	0,02	0,02	0,05	0,05	0,05	0,11	0,09	0,10	0,21
3	0,02	0,03	0,08	0,05	0,07	0,17	0,09	0,13	0,34
4	0,04	0,05	0,11	0,08	0,09	0,21	0,15	0,18	0,43
5	0,04	0,06	0,14	0,08	0,12	0,28	0,15	0,23	0,55
6	0,05	0,07	0,16	0,09	0,14	0,32	0,18	0,28	0,64
7	0,05	0,08	0,19	0,11	0,17	0,38	0,21	0,33	0,76
8	0,05	0,09	0,23	0,11	0,19	0,46	0,21	0,38	0,92
9	0,06	0,11	0,25	0,12	0,22	0,50	0,24	0,44	1,01
10	0,07	0,13	0,29	0,14	0,25	0,58	0,28	0,50	1,16
11	0,08	0,14	0,33	0,17	0,28	0,66	0,34	0,56	1,31
12	0,08	0,16	0,36	0,17	0,31	0,72	0,34	0,62	1,44
13	0,09	0,17	0,40	0,18	0,34	0,79	0,37	0,68	1,59
14	0,10	0,19	0,43	0,20	0,37	0,86	0,40	0,75	1,71
15	0,10	0,20	0,47	0,20	0,41	0,93	0,40	0,82	1,86

Tabell 8-9: Opptak av klimagasser I busker per år. Verdier er per busk.

E. Standardverdier for trær og busker

Tabell 8-10 viser standardverdier for enhet, levetid, og opptak av klimagasser for ulike type trær og busker. Se Tabell 8-6 i Vedlegg D for vanlige tretyper for hver kategori.

Plante	Enhet	Levetid (år)	Vekt (kg)	Produksjons-fase (A1-A3)	Opptak over levetid[4] (B) (kg CO_2-ekv)	Endt levetid (C)
Lite tre (fullvokst størrelse under 15 meter) med sakt veksthastighet	stk	>60 år	Se vedlegg D	Ingen data tilgjengelig p.t.	170,9	Ikke inkludert[2]
Lite tre (fullvokst størrelse under 15 meter) med moderat veksthastighet	stk	>60 år	Se vedlegg D	Ingen data tilgjengelig p.t.	412,6	Ikke inkludert[2]
Lite tre (fullvokst størrelse under 15 meter) med rask veksthastighet	stk	>60 år	Se vedlegg D	Ingen data tilgjengelig p.t.	859,7	Ikke inkludert[2]
Stort tre (fullvokst størrelse over 15 meter) med sakt veksthastighet	stk	>60 år	Se vedlegg D	Ingen data tilgjengelig p.t.	675,5	Ikke inkludert[2]
Stort tre (fullvokst størrelse over 15 meter) med moderat veksthastighet	stk	>60 år	Se vedlegg D	Ingen data tilgjengelig p.t.	1 134,7	Ikke inkludert[2]
Stort tre (fullvokst størrelse over 15 meter) med rask veksthastighet	stk	>60 år	Se vedlegg D	Ingen data tilgjengelig p.t.	1 424,2	Ikke inkludert[2]
Liten busk (under 1 meter høy) med sakt veksthastighet	stk	15 år[1]	Se vedlegg D	Ingen data tilgjengelig p.t.	0,9	0/100 % av B-fasen[3]
Liten busk (under 1 meter høy) med moderat veksthastighet	stk	15 år[1]	Se vedlegg D	Ingen data tilgjengelig p.t.	1,5	0/100 % av B-fasen[3]
Liten busk (under 1 meter høy) med rask veksthastighet	stk	15 år[1]	Se vedlegg D	Ingen data tilgjengelig p.t.	3,5	0/100 % av B-fasen[3]
Medium busk (mellom 1 og 2 meter høy) med sakt veksthastighet	stk	15 år[1]	Se vedlegg D	Ingen data tilgjengelig p.t.	1,8	0/100 % av B-fasen[3]
Medium busk (mellom 1 og 2 meter høy) med moderat veksthastighet	stk	15 år[1]	Se vedlegg D	Ingen data tilgjengelig p.t.	3,1	0/100 % av B-fasen[3]
Medium busk (mellom 1 og 2 meter høy) med rask veksthastighet	stk	15 år[1]	Se vedlegg D	Ingen data tilgjengelig p.t.	7,0	0/100 % av B-fasen[3]
Stor busk (over 2 meter høy) med sakt veksthastighet	stk	15 år[1]	Se vedlegg D	Ingen data tilgjengelig p.t.	3,5	0/100 % av B-fasen[3]
Stor busk (over 2 meter høy) med moderat veksthastighet	stk	15 år[1]	Se vedlegg D	Ingen data tilgjengelig p.t.	6,1	0/100 % av B-fasen[3]

Stor busk (over 2 meter høy) med rask veksthastighet	stk	15 år[1]	Se vedlegg D	Ingen data tilgjengelig p.t.	14,1	0/100 % av B-fasen[3]

Tabell 8-10: Klimagassutslipp for planter, vekster og jord

[1]Iht. notat om metodikk fra Pathfinder: Landscape Carbon Calculator / Pathfinder, Methodology, Data Sources and Metrics Summary, July 31, 2020

[2] Er ikke inkludert da det er antatt at trær vil stå lengre enn beregningsperioden på 60 år.

[3] Om avkapp og busker sendes til gjenvinning etter endt levetid settes denne faktoren til 0. Om det sendes til deponi eller lignende settes denne faktoren til 100 %.

[4] Dette er et snitt over levetiden. For eksakte verdier se Tabell 8-8 og Tabell 8-9 i Vedlegg D.

F. Referansetall på materialer og produkter

Material/ produkt	Bransje-referanse	Utslippsfaktor (kg CO_2-e/enhet) (A1-A3)	Enhet på material/ produkt	Leve-tid (år)	Produksjons-sted	Transport-avstand (km)
Betong	Bransjestandard	Iht. Norsk Betongforening NB37 for ulike klassifikasjoner	m³	60	Lokalt	50
Armeringsstål	-	0,6	kg	60	Norge/ Norden	500
Stål, konstruksjon m/resirk	-	2,10	kg	60	Europa	2 000
Stål, konstruksjon u/resirk (standard)	-	2,70	kg	60	Europa	2 000
Stål, rustfritt/høykvalitet	-	3,49	kg	60	Europa	2 000
Naturstein	Fra Asia	157	Tonn	60	Asia	23 000
Kantstein	Naturstein fra Asia	157		60	Asia	23 000
Asfalt vei	Asfaltbetong (Ab)	0,0505	kg	15	Lokalt	50
Asfalt gangvei og ikke trafikkert vei	Asfaltgrus (Ag)	0,0341	kg	60	Lokalt	50
Løse dekker	Pukk	0,00315	kg	60	Lokalt	50
Fallunderlag	Gummidekke (100 % jomfruelig)	302	m² med tykkelse på 135 mm (for fallhøyde på 2,8 m)	15	Europa	2 000
Fotballbane	Kunstgress	80,6	m²	10	Europa	2 000

Tabell 8-11: Referansetall på materialer og produkter

G. Regneeksempel

Her følger et regneeksempel for klimagassberegninger av landskapsprosjekter.

Det skal settes opp to beregninger:

1. beregning for et referanseprosjekt med standard utslippsfaktorer og transportavstander
2. beregning for prosjekterte løsninger med spesifikke utslippsfaktorer fra EPD'er (der det er tilgjengelig).

Klimagassberegningene settes opp som en tabell med årlige utslipp (år 0-59):

<u>Eksempel:</u>

+	utslipp fra materialbruk, A1-C3 over 60 år
+	utslipp fra drift av anlegget, B1-B7, over 60 år
-	utslipp/opptak fra eksisterende areal i fremtiden hvis det ikke gjøres endringer, B1, 20 år
+	utslipp/opptak fra å omgjøre eksisterende areal (arealbruksendring, biogent), A5, år 0
+	utslipp fra å omgjøre eksisterende areal (tomtebearbeiding, fossilt), A5, år 0
+	utslipp/opptak fra jord og biomasse (busker, planter og trær), A1-C3, består av følgende:
	utslipp/opptak fra produksjon av jord og biomasse (busker, planter og trær), A1-A3, år 0
	opptak fra biomasse (busker, planter og trær), B1, over 60 år
	utslipp/opptak fra jord fra nytt areal til antatt ny likevekt, B1, i år 20
	utslipp/opptak fra jord etter antatt ny likevekt, B1, år 20 til 60
	utskifting av planter og trær med kortere levetid enn 60 år (B4-B5)
=	**klimagassutslipp for landskapsprosjektet**