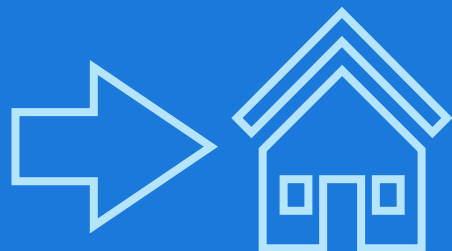
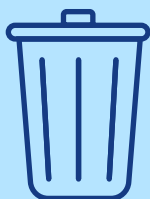
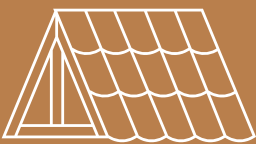
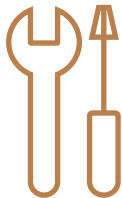


Anbefalt metode for beregning av klimagassutslipp ved ombruk





Innhold

1	Ordliste / definisjoner	4
2	Innledning	6
3	Hovedprinsipper	10
3.1	Donorbygg og mottakerbygg	10
3.2	Første bruker tar «regningen» ved ombruk og rehabilitering	10
3.3	Fordelen ved å fjerne behovet for et nytt produkt	11
3.4	Det modulære livsløpet	11
3.5	Restlevetid	12
3.6	Utskiftninger av en ombruksvare i mottakerbyggets levetid	13
3.7	Biogene utslipp og ulike GWP-verdier	13
3.8	EOW - grensen mellom donorbygg og mottakerbygg	15
3.9	Klargjøring for ombruk	18
3.10	Donor- vs. mottakerbygg – oppsummert	19
3.11	Både donor- og mottakerbygg får synliggjort klimaeffekten ved ombruk	21
4	Metodebeskrivelse	24
4.1	Steg 0: Avklare hensikt og bruksformål	25
4.2	Steg 1: Avklare klimafotavtrykk for tilsvarende ny byggevare og brutto klimaeffekt	26
4.3	Steg 2: Beregne klimafotavtrykk knyttet til ombruk	27
4.3.1	(i) Definisjon av end-of-waste state (EOW)	27
4.3.2	(ii) Donorbyggets C1-C4: Demontering og eventuelle forberedelser for ombruk	28
4.3.3	(iii) Ombruksvarens A1-A3: Innhenting og klargjøring av ombruksvaren	28
4.3.4	(iv) Ombruksvarens A4: Transport av ombruksvaren fra siste lagringssted til mottakerbygg	28
4.3.5	(v) Ombruksvarens A5	29
4.3.6	Ombruksvarens B2 og B4: Vedlikehold og utskifting av ombruksvaren i løpet av mottakerbyggets levetid	30
4.3.7	(vii) Ombruksvarens C1-C4 i mottakerbyggets livsløp	32
4.4	Steg 3: Klimaeffekten av ombruk vs. nytt produkt	33
4.4.1	(A) Klimaeffekt av at donorbygget tilgjengeliggjør ombruksvarer	34
4.4.2	(B) Beregning av klimaeffekt for mottakerbygget	36
4.5	Forenklet metode for ombrukskartlegging/tidligfase	38
4.6	Valg av datakilde for beregning av brutto klimaeffekt	40

5 Kildehenvisninger **42**

⤵ Vedlegg 1 - Referanseverdier **43**

R1	Hulldykker	43
R2	Konstruksjonsvirke	44
R3	Takstein av betong	45
R4	Takstein av tegl	46
R5	Murstein av tegl	47
R6	Innvendige glassvegger	48
R7	Innerdører med glass	48
R8	Trebaserte innerdører/kompaktdører	49
R9	Innvendige ståldører	49

⤵ Vedlegg 2 – Case studier **50**

CS1	Prefabrikkerte hulldykker av betong	50
CS2	Takstein av tegl	58
CS3	Konstruksjonstrevirke	66

1

Ordliste/definisjoner

Et utvalg viktige begreper som er viktig å forstå, som kontekst for metodebeskrivelsen:

Bevaring	Å la eksisterende bygningsdeler stå og fortsette å være i bruk på sin nåværende (opprinnelige) plassering i et bygg, uten demontering.
Ombruk	Å bruke eksisterende bygningsdeler på nytt i tilfeller der det kreves demontering og remontering. I denne veilederen benytter vi begrepet ombruk om bygningsdeler som brukes på nytt både til samme formål og til et nytt formål. Brukte vinduer kan for eksempel, med noe bearbeiding, ombrukes til kontorskillevegger. I veilederen er det derfor grad av bearbeiding som skiller begrepet ombruk fra materialgjenvinning og resirkulering. Det skal i utgangspunktet ikke ha noen beregningsteknisk konsekvens at det ikke er et sylskarpt skille, da de samme prinsippene skal gjelde. Begrepene ombruk, gjenvinning, ned- og oppsirkulering defineres noe ulikt i litteratur og lovtekst. Definisjonen over benyttes i denne veilederen av praktiske årsaker.
Omsetting	Overføring av ombrukbare varer fra et donorbygg til et mottakerbygg regnes som omsetting dersom de to bygningene eies av to ulike virksomheter (organisasjonsnummer). Omsetting som begrep brukes uavhengig av om det selges eller gis bort.
Donorbygg	Et bygg som tilgjengeliggjør ombrukbare materialer og komponenter for andre, uavhengig av om det selges eller gis bort.
Mottakerbygg	Et bygg som kjøper eller mottar ombrukte byggevarer / komponenter fra et donorbygg.
End-of-waste (EOW)	Se kap. 3.8.
EPD	<i>Environmental Product Declaration</i> - Tredjepartsverifisert miljødeklarasjon som beskriver miljøpåvirkninger for et produkt, deriblant klimagassutslipp. Miljøpåvirkningene er beregnet med metodikk som følger standarder for LCA-beregninger.
LCA	<i>Life Cycle Assessment</i> , på norsk: Livsløpsanalyse eller Livssyklusanalyse. Standardisert metodikk for å beregne klima- og miljøpåvirkninger gjennom livsløpet til et produkt eller en tjeneste.
PCR	<i>Product Category Rules</i> - Produktkategoriregler er LCA-regneregler for en spesifisert produktgruppe. Regnereglene skal sikre at produkter innenfor samme produktgruppe har så like forutsetninger som mulig.

Biogene utslipp	Biogent karbon er karbon som trær eller annet biologisk materiale gjennom fotosyntesen har tatt opp fra karbondioksid i lufta, og bundet i trevirket. Biogent karbon frigjøres når treet forbrennes eller råtner. Biogent karbon er en del av det korte karbonkretsløpet, fordi det som regel er maks 100 år siden det biogene karbonet ble fjernet fra atmosfæren. Derfor medregnes karbonopptaket i LCA-beregninger for biogene produkter. Når man ser på hele livsløpet til et materiale produsert med biologisk materiale, vil den samme mengden biogent karbon som en gang ble tatt opp av materialet, til slutt slippes ut. Dermed vil summen av det biogene opptaket og det biogene utslippet over levetiden til et produkt være null.
Klimafotavtrykk	Klimafotavtrykket for hele livsløpet til et produkt omfatter alle klimagassutslipp knyttet til produksjon, transport, bruk og avhending av produktet. Det er mulig å beregne klimafotavtrykk for hele eller deler av livsløpet til et produkt. Klimafotavtrykket for deler av livsløpet kan for eksempel kun omfatte produksjon og transport til kunde. Systemgrensene settes basert på konteksten for beregningen. Klimafotavtrykket tar med seg alle utslipp uavhengig hvor i verden de oppstår, så lenge de er knyttet til produktets verdikjede. Det betyr at klimafotavtrykket ikke bare består av direkte utslipp innenfor det geografiske området hvor produktet brukes, men også «indirekte utslipp» - utslipp som har foregått andre steder for å produsere produktet, eller som senere vil foregå andre steder som følge av avfallshåndtering. Klimafotavtrykk oppgis i kg CO₂-ekvivalenter.
Klimaeffekt	I denne veilederen brukes ordet klimaeffekt om forskjellen i klimafotavtrykk mellom en ombruksvare og en ny byggevare. Hvis ombruksvaren fører til lavere klimafotavtrykk enn en ny byggevare, tilsvarer klimaeffekten en klimagassbesparelse. Dette vil som regel være tilfellet. Derfor brukes også begrepet klimagassbesparelse i denne veilederen. Men det er også mulig at ombruk i noen sammenhenger kan gi høyere utslipp enn et tilsvarende nytt produkt. Begrepet «klimaeffekt» dekker også dette scenariet.
Brutto klimaeffekt ved ombruk	De klimagassutslippene som unngås ved at man slipper å produsere et nytt produkt, fordi man heller velger ombruk. Brutto klimaeffekt er derfor gitt av klimafotavtrykket for det produktet man erstatter. Dette tar altså ikke hensyn til eventuelle utslipp som forårsakes av at ombruksvaren klargjøres og transporteres før den installeres.
Netto klimaeffekt ved ombruk	Differansen i klimaeffekt av å ombruke en byggevare til et gitt formål, sammenliknet med å produsere en ny byggevare for dette formålet. Så lenge klimafotavtrykket knyttet til bearbeiding, transport osv. av ombruksvaren ikke overstiger klimafotavtrykket til en sammenliknbar ny byggevare, vil dette gi en netto klimagassbesparelse. Beregning av netto klimaeffekt er beskrevet i metodebeskrivelsen.

2

Innledning

Hvem står bak denne veilederen?

Denne veilederen er laget av en arbeidsgruppe i Nasjonal kunnskapsarena for ombruk i byggebransjen (Kunnskapsarenaen) for å etablere en anbefalt måte å beregne klimagasseffekten ved ombruk av byggevarer. Arbeidet har blitt gjort i to faser med følgende bidragsytere:

Fase 1: Julie Lyslo Skullestad (Aase Teknikk), Jill Saunders (Asplan Viak), Lene K. Westeng (Resirqel), Elin Hansen (ZERO), Håkon Iversen (Sirkulær Ressurssentral), Elisabeth Kolrud (Asplan Viak)

Fase 2: Julie Lyslo Skullestad (CICERO senter for klimaforskning), Jill Saunders (Asplan Viak), Reidun Dahl Schlanbusch (Multiconsult).
Prosjektleder: Håkon Iversen (Sirkulær Ressurssentral).

KS-gruppe: Oddbjørn Dahlstrøm (Asplan Viak), Johann Kristian Næss (Tretknisk), Mie Fuglseth (Grønn byggallianse), Elin Hansen (Sirk Norge) og Lene K. Westeng (Resirqel).

Testgruppe: Camille Vandervaeren (Sintef), Ane Midtstraum (Trondheim kommune), Silje Unander (Tretknisk), André Bockelie (Resirqel).

Andre fagpersoner fra blant annet Multiconsult, Asplan Viak og NTNU har også gitt verdifulle innspill til arbeidet.

Fase 2 har blitt finansiert gjennom et spleiselag mellom offentlige og private aktører: Kunnskapsarenaen, Sirkulær Ressurssentral, Grønn Byggallianse, Trefokus, Tretknisk, Avfall Norge, Klimaetaten (Oslo kommune), Norsk Eiendom, FutureBuilt og Statsbygg.

asplan
viak



Sirkulær
Ressurssentral



GRØNN BYGGALLIANSE

FUTURE
BUILT



SINTEF

Multiconsult



Sirk
Norge



Oslo



STATSBYGG

°CICERO



NORSK
EIENDOM



TRONDHEIM KOMMUNE
Tråanten tjielte

Treteknisk



RESIRQEL



TreFokus



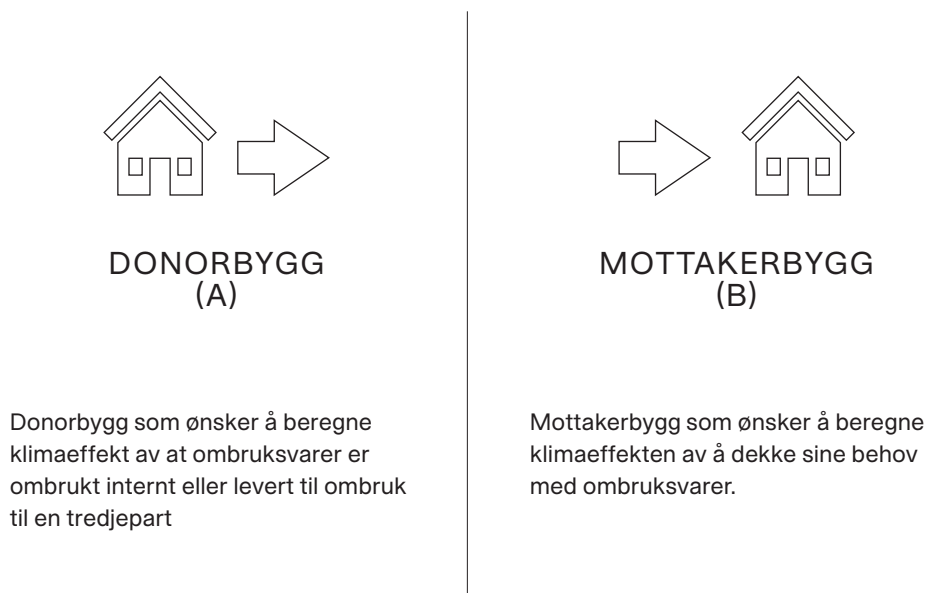
Hvem skal anvende veilederen og hvordan skal den anvendes?

I denne veilederen beskrives en metode for å beregne klimagassutslipp knyttet til ombruk av byggevarer. Veilederen tar for seg beregning av klimaeffekt for ombruk i dag, dvs. omtaler ikke beregning av klimaeffekt for forventet ombruk i fremtiden (tilrettelegging for ombruk). Metoden som beskrives er forankret i eksisterende LCA- og klimagassstandarder. Veiledningen består derfor av spesifisering og tolkning av eksisterende metode heller enn å tilføre noe helt nytt.

Veilederen er spesielt til for den som skal utføre klimagassberegninger for byggeprosjekter der ombruk inngår, eller den som er satt til å kvantifisere effekten av ombruk i et prosjekt. Veilederen er både ment til dem som har inngående kunnskap om klimagassberegninger av bygg fra før av, men også til dem som er ferskere eller ønsker å bruke en forenklet metodikk. I kap. 4.5 finnes tips til en forenklet metode som kan brukes i forbindelse med ombrukskartlegginger etc. Veilederen kan også være nyttige for dem som bestiller, mottar og leser klimagassrapporter for bygg og materialer.

Veilederen dekker alle fasene i et byggeprosjekt og er nyttig både for beregninger på byggnivå og for beregninger på produktnivå. Veilederen kan være spesielt nyttig for dem som ønsker å sammenlikne ombruk av byggeprodukter med bruk av nye. Veilederen skal kunne brukes i ulike situasjoner og derfor til beregninger med ulike systemgrenser. Veilederen tar allikevel utgangspunkt i to hovedsituasjoner, illustrert i tabell 1.

Tabell 1: Donorbygg og mottakerbygg.



Hva inneholder veilederen?

Veilederen består av to hoveddeler og to viktige vedlegg. I den første delen, hovedprinsipper (kap 3) trekkes de viktigste hovedprinsippene fra eksisterende LCA- og klimagasstandarder fram. I dette kapittelet etableres de viktigste prinsippene og definisjonene som trengs for å forstå den påfølgende metodebeskrivelsen. Metodebeskrivelsen (kap 4) gir deretter steg for steg oppskrift på hvordan klimaeffekt av ombruk skal beregnes. De fleste lesere vil trenge å lese del 1 før del 2, med unntak av de som kjenner LCA metodikken svært godt fra før av.

Tabell 2: Metode for vurdering av klimaeffekt, i fire steg.

STEG 0 Kap. 4.1	Avklare hensikt: I hvilken situasjon oppstår behov for beregning? (A: Donorbygg eller B: Mottakerbygg)? Avklare bruksformål: Skal ombruksvaren brukes til samme formål eller vil den endre funksjon og brukes til et nytt formål?
STEG 1 Kap. 4.2	Klimafotavtrykk for tilsvarende ny vare og brutto klimaeffekt Beregne klimafotavtrykk til nytt produkt som det antas at ombruksproduktet erstatter.
STEG 2 Kap. 4.3	Klimafotavtrykk knyttet til ombruk Før EOW: Beregne klimafotavtrykk knyttet til demontering av ombruksvaren, og eventuelle aktiviteter som er nødvendige for at ombruksvaren skal kunne omsettes på ombruksmarkedet. Dette tilhører donorbyggets livsløp. Etter EOW: Beregne klimafotavtrykk knyttet til videre klargjøring for ombruk, som f.eks. eventuell testing, transport, overflatebehandling, mellomlagring, installasjon og bruk i mottakerbygget. Dette tilhører mottakerbyggets livsløp.
STEG 3 Kap. 4.4	Netto klimaeffekt For donorbygg: Vurdere klimaeffekt av å levere ombruksvaren til ombruk fremfor standard avfallshåndtering. Om ønsket, kan man også synliggjøre videre (netto) klimaeffekt hos mottakerbygget. For mottakerbygg: Vurdere netto klimaeffekt knyttet til bruk av ombruksvaren sammenlignet med nytt produkt.

Vedlegg 1 Referanseverdier angir referanseverdier for utslippsfaktorer for utvalgte materialgrupper. Disse referanseverdiene kan brukes til å beregne brutto klimaeffekt ved ombruk, når man sammenlikner ombruk av en byggevare mot å produsere en ny.

I Vedlegg 2 Case Studier tas metoden i bruk i praktiske case som inneholder mange av de ulike problemstillingene som kan dukke opp. Casene tar for seg tre ulike typer byggevarer – prefabrikkerte hulldekker av betong, takstein av tegl, og konstruksjonstrevirke.

3

Hovedprinsipper

Klimagassberegninger for byggverk og byggevarer følger standardiserte regler for LCA (livsløps-analyser) gitt av flere standarder, der de mest sentrale er:

- NS-EN 15978 *Bærekraftige byggverk - Vurdering av bygningers miljøpåvirkning – Beregningsmetode.*
- NS-EN 15804 *Bærekraftige byggverk - Miljødeklarasjoner - Grunnleggende produktkategoriregler for byggevarer.* I tillegg finnes det egne produktkategoriregler (PCR - product category rules) for ulike produktgrupper som nærmere beskriver systemgrenser og forutsetninger som gjelder for LCA-beregninger for disse produktgruppene.
- NS 3720:2018 *Metode for klimagassberegninger for bygninger.*
- Ny i 2024 - Veiledning NS 3720:2018/G2:2024 *Verdier til bruk i klimagassbudsjettering, beregninger og regnskap for bygninger etter NS 3720 og informasjonsmoduler A4, A5, B2 og B4.* Forkortes heretter «Veiledning NS 3720/G2».

Metodebeskrivelsen for å beregne klimagassutslipp for ombruksvarer angitt i denne veilederen følger prinsipper og regneregler i disse standardene. Dette for å sikre at resultatene skal kunne sammenliknes mot andre byggevarer, og/eller kunne brukes i klimagassregnskap for bygninger.

I dette avsnittet angis sentrale prinsipper fra standardene som er særlig relevante for beregning av klimagassutslipp for ombruksvarer. For nærmere beskrivelse av øvrige LCA-prinsipper henvises det til nevnte standarder.

3.1 Donorbygg og mottakerbygg

Bygget som tilbyr den brukte byggevaren kaller vi her donorbygget, og bygget som mottar byggevaren for ombruk kalles mottakerbygget. Se ordliste/definisjoner.

Ved ombruk av byggevarer vil en byggevare overføres fra det nåværende byggets livsløp til det neste byggets livsløp. Skillet mellom de to livsløpene defineres som *end-of-waste*. Dette blir nøye forklart i påfølgende avsnitt (se særlig avsnitt 3.8 – 3.11).

I denne veilederen er det lagt mest vekt på ombruksvarer som krysser systemgrensen fra et donorbygg og brukes på nytt i et annet bygg. Det finnes imidlertid også tilfeller der materialer bevares og/eller ombrukes (se ordliste for forskjellen på begrepene) internt i et rehabiliteringsprosjekt. I slike tilfeller vil samme bygg være både donor- og mottakerbygg, men de samme hovedprinsippene vil gjelde for beregning av klimaeffekt.

3.2 Første bruker tar «regningen» ved ombruk og rehabilitering

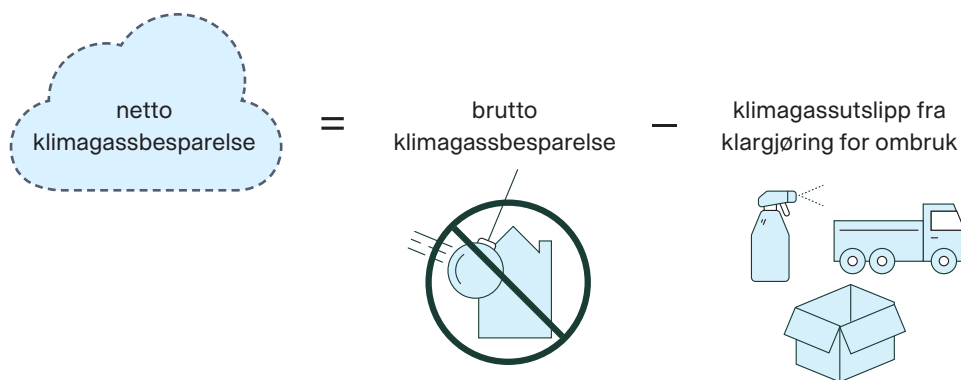
En viktig forutsetning i standardene for byggevarer er at *første bruker* av et produkt som ombrukes, i denne sammenhengen donorbygget, *tildeles produksjonsutslippet til ombruksvaren*. Neste bruker, mottakerbygget, skal ikke tildeles noe av utslippet knyttet til den opprinnelige produksjonen av produktet. Dette er i henhold til prinsippet om utvidet produsentansvar i EUs avfallsdirektiv. Imidlertid

skal utslipp knyttet til aktiviteter som klargjør varen til ombruk tildeles mottakerbygget. Dette blir grundig utredet i de påfølgende delkapitellene og også eksemplifisert i casene.

Merk: Et spesialtilfelle for fordeling av utslipp i flere bruks-sykluser inntreffer for flergangs-emballasje. I følge NPCR 023 *Packaging products and services* kan utslipp knyttet til produksjon og avfallshåndtering av flergangs-emballasje fordeles på antall sykluser emballasjen brukes. Dette er eksemplifisert i Case 2 og 3, der flergangs-paller benyttes i transport av de ombrukte byggevarene.

3.3 Fordelen ved å fjerne behovet for et nytt produkt

Den viktigste fordelen ved å ombruke en byggevare er at man unngår behovet for en ny byggevare som må produseres. De unngåtte produksjonsutslippene gir en brutto klimagassbesparelse ved ombruk. Som regel vil den reelle netto klimagassbesparelsen ved ombruk være noe mindre enn dette, fordi det vil kreves noen aktiviteter for å klargjøre ombruksvaren til ny bruk. Dette kan for eksempel være transport, overflatebehandling og annen oppgradering som vil innebære noe klimagassutslipp.



Figur 1: Netto klimagassbesparelse.

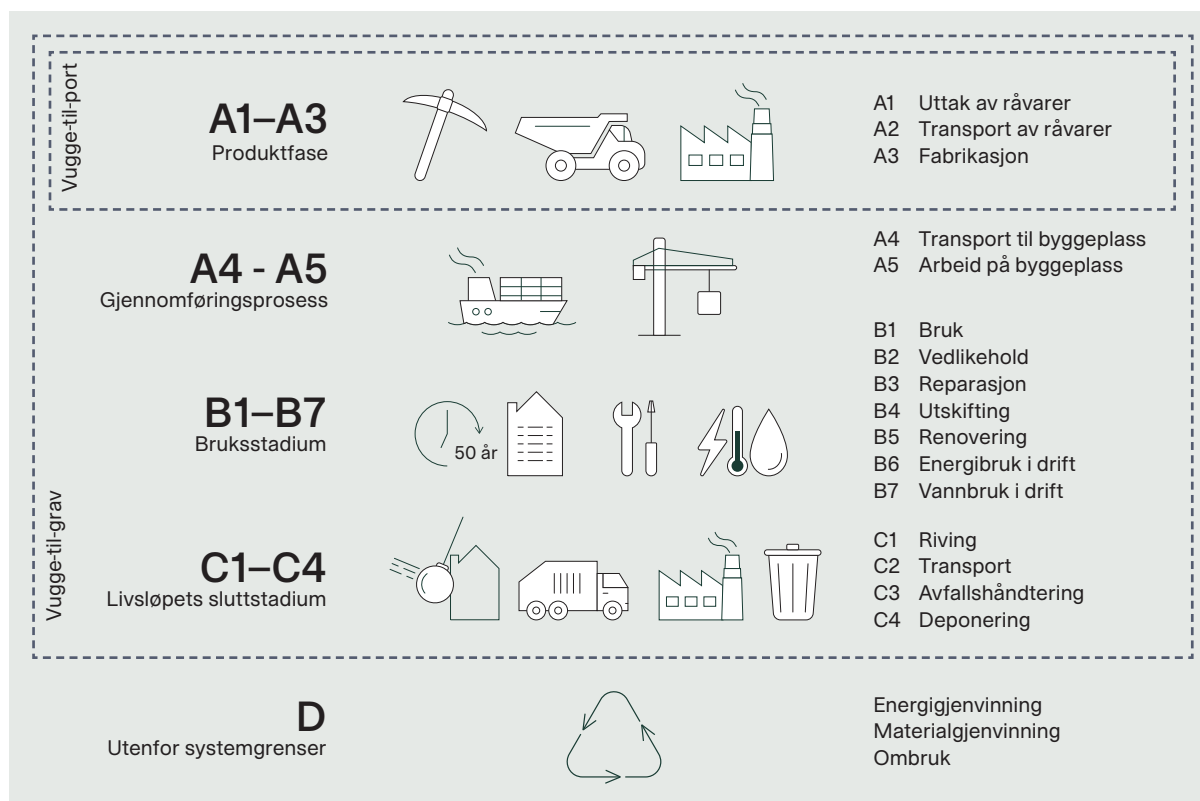
Klimagassutslipp knyttet til klargjøring for ombruk er nærmere beskrevet i bl.a. kapittel 3.8-3.11. Beregning av brutto og netto klimagassbesparelse er beskrevet i metodebeskrivelsen i kapittel 4.

3.4 Det modulære livsløpet

Standardene for LCA-beregninger for byggverk deler livsløpet til et bygg (og en byggevare) inn i *moduler*. Dette er vist overordnet i Figur 2 under. Prinsippet om det modulære livsløpet er en nødvendig nøkkel for å forstå livsløpsberegninger for bygg og innholdet i denne veilederen. Hver modul har inputt (f.eks. råmaterialer og energi) og utputt som kan være et produkt, men også biprodukter som avfall og klimagassutslipp. Det er viktig å huske på at utslipp skal tilhøre modulen der det oppstår. For eksempel er det derfor A5 skal inkludere utslipp fra både produksjon, transport og avfallshåndtering knyttet til svinnet som oppstår på byggeplassen. Det betyr at ved for eksempel 10 % svinn av en byggevare på byggeplass, skal utslipp tilsvarende 10 % av A1-A3, A4 og C1-C4 for denne byggevaren medregnes i A5. I tillegg skal avfallshåndtering av eventuell transportemballering beregnes i A5, fordi det er på byggeplassen at transportemballeringen blir til avfall.

Denne inndelingen brukes både i livsløpsanalyser for byggevarer og for hele byggeprosjekter. Produktstadiet (A1-A3) omfatter alle aktiviteter som kreves for å produsere byggematerialer som skal brukes i bygget, og inkluderer råvareuttak, transport og bearbeiding frem til materialene forlater «fabrikkport» (eller sentrallager). A1-A3 er derfor gitt av et spesifikt produkt fra en spesifikk leverandør. Senere livsløpsmoduler (A4-C4) er avhengig av konkrete forutsetninger i hvert enkelt

byggeprosjekt. Miljødeklarasjoner (EPDer o.l.) publiseres med forhåndsdefinerte scenarier for disse livsløpsmodulene, som dermed bør tilpasses til hvert enkelt prosjekt. Ved endt livsløp, det vil si etter C4-modulen, er livsløpet slutt (ytre stiplet linje i Figur 2). Her går systemgrensen til analysen. Ombruksvarer som skal leve videre i et annet bygg krysser denne systemgrensen og går inn i et nytt livsløp. Netto klimabesparelse ved å erstatte en ny byggevare som, som beskrevet i forrige avsnitt, kan synliggjøres i donorbbyggets modul D.



Figur 2: Livsløpsmodulene for et bygg

3.5 Restlevetid

I Veiledning NS 3720/G2, kapittel 3.4, oppgis standard forventede levetider for ulike materialtyper og bygningskomponenter. Mange av bygningskomponentene, som for eksempel overflatematerialer, kan ha kort, middels eller lang levetid, avhengig av om bygningen har høy eller lav slitasje, og om materialene skiftes ut ved utgått levetid, eller på grunn av andre hensyn som for eksempel leietaker-tilpasning (kommersielle hensyn).

I tillegg angis veiledende verdier for restlevetid for ombrukte materialer (Veiledning NS 3720/G2 kapittel 3.5). Basert på en forutsetning om at ombruk av byggevarer ikke vil være aktuelt dersom byggevaren har for kort gjenstående restlevetid, skal restlevetiden enten settes lik forventet levetid for tilsvarende nytt produkt, eller reduseres til 75 %.

Restlevetid settes til 100 % av forventede levetid for:

- ubrukte overskuddsvarer fra andre prosjekter.
- konstruksjonselementer i fundamenter, dekker, bæresystemer og primærkonstruksjon.

- bygningskomponenter som er reparert eller oppgradert til en tilstand lik ny.
- bygningskomponenter av høy kvalitet som har tilstand lik ny.

Restlevetid settes til 75 % av forventede levetid for:

- produkter som ombrukes, men som ikke oppfyller kriteriene for 100 % gitt ovenfor.

Vurderingen av tilstanden til ombruksvarene for å kunne sette restlevetid skal i henhold til Veiledning NS 3720/G2 gjøres når ombruksvaren er klar for å monteres i mottakerbygget (og ikke for eksempel før demontering fra donorbygget). Årsaken til dette er hovedsakelig at ombruksvarene kan skades under demontering. I tillegg kan mottakerbygget iverksette reparasjoner eller andre levetidsforlengende oppgraderinger ved senere klargjøring for ombruk, men dette vil ikke alltid donorbygget ha informasjon om.

Dersom man har bedre datagrunnlag for å kunne estimere restlevetid for en ombruksvare, som for eksempel en tilstandsvurdering av en kvalifisert ekspert e.l., kan dette benyttes fremfor veiledende verdier.

3.6 Utskiftninger av en ombruksvare i mottakerbyggets levetid

Denne metodebeskrivelsen forholder seg til bruk av hele utskiftninger i byggets levetid, i tråd med EN 15978:2011. Det betyr at antall utskiftninger over analyseperioden rundes oppover til nærmeste hele tall. Hvis den siste utskiftningen kommer svært nær slutten av analyseperioden, kan den sløyfes på bakgrunn av en vurdering av sannsynlighet for at utskiftningen blir nødvendig. Et typisk eksempel som benyttes for å illustrere dette er en jernbaneskinne som blir ødelagt. Om så toget er på sin siste tur før jernbanestrekket skal legges ned, må skinnen allikevel skiftes ut. Motsatt blir situasjonen for et slitt gulvbelegg i et bygg som snarlig skal rives.

I Veiledning NS 3720/G2, kap. 3.6 presiseres at for fremtidig utskifting av et ombruksmateriale skal det som hovedregel antas at utskifting vil skje med nye produkter. For å eventuelt kunne anta at ombruksmaterialet vil skiftes ut med et annet ombruksmateriale i fremtiden, må det foreligge dokumentasjon som sannsynliggjør dette. For eksempel at byggeier har langsiktige strategier for ombruk og at det finnes ombrukssentraler i nærheten som forventes å være en del av markedet i lang tid fremover. Fremtidig ombruk ved utskifting kan imidlertid ikke forutsettes lenger frem i tid enn 10 år.

3.7 Biogene utslipp og ulike GWP-verdier

I tråd med modularitetsprinsippet skal klima- og miljøpåvirkningen telles i den modulen der de oppstår. For biogent karbon er det derfor definert at opptak av biogent karbon skal medregnes i livsløpsmodul A1-A3 som en negativ verdi. Utslipp som følge av forbrenning/forråtnelse ved endt levetid skal medregnes som en positiv verdi i C3-C4. Ved å medregne hele livsløpet fra A1-C4 vil dermed summen av biogene utslipp for et materiale bli null over livsløpet. I klimagassberegninger der man ikke inkluderer C1-C4 vil man ved å følge dette prinsippet kun få et negativt utslipp (opptak) for biogent karbon i A1-A3, og ikke noe utslipp som nuller det ut. Dette gir en kunstig dobbelt-telling av det biogene opptaket som ikke gjenspeiler virkeligheten. For å kompensere for dette må man legge til det biogene utslippet i A1-A3, slik at de biogene utslippene i sum blir 0. Dette kalles «umiddelbar oksidasjon» (instant oxidation of biogenic carbon – IOBC) på fagspråket og er et viktig prinsipp i NS

15804. IOBC-verdiene kan dermed brukes i tilfeller der man ikke ser på hele livsløpet i sammenlikning av ulike produkter, men kun f.eks. produksjonsfasen.

Tabell 3: GWP indikatorer som benyttes i EPD.

Klimapåvirkning		
Parameter	Unit	A1-A3
GWP-IOBC	kg CO ₂ -ekv	7,46E+01
GWP-BC	kg CO ₂ -ekv	7,98E+02
GWP	kg CO ₂ -ekv	7,23E+02

I EPD-er som følger den nyeste versjonen av EN 15804 (+A2:2019), oppgis nå i tillegg biogene utslipp og opptak som en egen miljøpåvirknings-indikator, kalt GWP-biogenic. I tillegg oppgis GWP fossil som kun teller fossile klimagassutslipp, og GWP luluc som teller klimagassutslipp knyttet til arealbruksendringer. GWP total er summen av disse tre indikatorene. Som en erstatning for GWP IOBC, kunne man i prinsippet brukt indikatoren GWP fossil, når man vil sammenlikne to produkter kun basert på (A1-A3)-modulene for å sørge for at opptak og utslipp av biogent karbon i sum blir regnet som 0. Men på grunn av overgang fra EN 15804 + A1:2013, til den nyere versjonen EN 15804 + A2:2019, har det skjedd flere endringer i hvordan GWP-indikatorene beregnes, som fører til at den nye GWP fossil ikke er helt sammenlignbar med GWP IOBC. På bakgrunn av dette er det foreløpig ikke anbefalt fra teknisk komité i EPD Norge å bruke GWP fossil til dette formålet. GWP IOBC-faktorer oppgis derfor fortsatt i norske EPD-er som en tilleggsindikator.

I veilederen for utarbeidelse av klimagassregnskap iht. TEK 17, anbefales det derfor å først og fremst bruke GWP IOBC-faktorer når man skal sammenlikne produksjonsutslipp (A1-A3) for ulike byggevarer, der denne faktoren er å oppdrive. Vi forholder oss til anbefalingene angitt i veileder for TEK 17 i denne metodebeskrivelsen, der følgende faktorer skal benyttes i prioritert rekkefølge:

- Norske og svenske EPDer: GWP IOBC-faktoren (EPD Norge) eller den tilsvarende GWP-GHG-faktoren (Sverige/The International EPD System) skal benyttes når ikke C-fasen er med i beregningene.
- Utenlandske EPD-er iht. EN 15804 + A2:2019: GWP total - beregnet GWP-BC basert på oppgitt biogent karboninnhold skal benyttes når C-fasen ikke er med i beregningene. GWP BC beregnes basert på oppgitt karboninnhold i produktet, se TEK-17-veilederen s. 22 for hvordan dette gjøres.
- Utenlandske EPD-er iht. EN 15804 + A1:2014: Disse EPD-ene gir ikke direkte informasjon om karboninnhold i produktet. Dette må derfor beregnes manuelt, basert på en antakelse om 0,5 kg karbon per kilo tørrvekt trevirke. Deretter omregnes dette til biogene karbonutslipp. For disse EPDene skal man derfor benytte: GWP total - beregnet GWP-BC basert på beregnet biogent karboninnhold.

Beregning av biogene utslipp ved ombruk av biogene materialer.

Hvordan håndteres biogene CO₂-utslipp fra trematerialer som ikke forbrennes ved endt levetid for donorbygget, men ombrukes?

Hvis man ombruker et tremateriale, og gir det en levetid på f.eks. 200 år fremfor 50 eller 100, vil man utsette tidspunktet for når det biogene karbonet som ligger lagret i trevirket vil slippes ut igjen. I EN 15804 (kap 6.3.5.5) er det imidlertid et prinsipp om at for alle biogene produkter

som forlater byggets systemgrenser skal det beregnes utslipp av biogent CO₂. Det betyr at selv om donorbygget leverer fra seg trematerialer til ombruk, må det iht. standarden medregne et biogent CO₂-utslipp tilsvarende lagret karbon i dette trevirket. Det kan diskuteres hvorvidt dette er riktig, men for å være sammenliknbar mot andre klimagassberegninger for bygninger må altså dette prinsippet overholdes. Dersom det skjer endringer i relevante standarder som har betydning for prinsipper og anbefalinger i denne metodebeskrivelsen, vil det oppdateres.

Merk at dette prinsippet automatisk overholdes ved bruk av GWP-IOBC-verdier.

3.8 EOW - grensen mellom donorbygg og mottakerbygg

Som beskrevet tidligere er det donorbygget som tar «regningen» for alle aktiviteter knyttet til den opprinnelige produksjonen og bruken av ombruksvaren. Donorbyggets ansvar for utslipp varer helt frem til ombruksvaren ikke lenger anses som en del av donorbyggets avfall. På standardspråket sier man at donorbygget skal belastes med alle utslipp knyttet til varens livsløp fram til «the end-of-waste state» (EOW). I norsk lovverk benyttes den norske betegnelsen «opphørskriterier for avfall», men i denne veilederen fortsetter vi med forkortelsen EOW. Mottakerbygget må medregne utslipp etter EOW, for eksempel fra testing og andre aktiviteter som kreves for å klargjøre en ombrukbar byggevare for videre bruk.

For å vite hvor grensen går mellom donorbyggets avfallshåndtering og mottakerbyggets ombruk må vi altså først definere EOW for det aktuelle produktet. **Når slutter produktet å bli ansett som «avfall» som donorbygget er forpliktet til å håndtere – og går over til å være en ressurs med verdi?**

EOW er definert i europeisk lovverk og tatt inn norsk lovverk. EOW er også definert i standardene for livsløpsvurderinger av bygg EN 15978:2011 og EN 15804 + A2:2019. Det neste avsnittet (i kursiv) er en gjengivelse av EN 15978:2011 kapittel 7.4.5.4 med kun noen små justeringer for å gjøre det lettere å forstå prinsippene i ombrukssammenheng.

Alle utgangsfaktorer (output på eng.) fra demontering, dekonstruksjon eller riving av bygningen¹, fra prosesser for vedlikehold, reparasjon, utskifting eller renovering, alle avfallsmaterialer, alle byggevarer, materialer eller bygningsdeler osv. som forlater bygningen, skal i første omgang anses som avfall. Utgangsfaktorene når imidlertid stadiet der de opphører å være avfall når de oppfyller følgende forhold:

- *materiallet, produktet eller bygningsdelen er vanlig å bruke til bestemte formål;*
- *det finnes et marked eller en etterspørsel, for eksempel identifisert ved en positiv økonomisk verdi, for materialet, produktet eller bygningsdelen. Et «marked» må ikke nødvendigvis være knyttet til sluttbrukere, men kan også være et avfallsmarked eller ombruksmarked.*
- *materiallet, produktet eller bygningsdelen oppfyller de tekniske kravene for de bestemte formålene og overholder gjeldende lovgivning og standarder som får anvendelse på produktene (NB! se «MERKNAD 1»);*

1 Det spesifiseres i EN 15978:2011 og EN 15804 + A2:2019 at alle aktiviteter knyttet til demontering tilhører donorbygget, i livsløpsfase C1, og at demonterte materialer er ansett som avfall inntil til kriteriene for EOW er nådd. Dvs. at EOW ifølge eksisterende standardverk inntreffer etter at de ombrukbare materialene er demontert. Merk at demontering for ombruk i mange tilfeller vil kreve en mer skånsom demonteringsprosess enn konvensjonell demontering/riving for å hindre at ombruksvaren ødelegges. Uansett skal demontering og relaterte aktiviteter allokere donorbbygg.

- *bruken av materialet, produktet eller bygningsdelen vil ikke føre til generelle ugunstige påvirkninger på menneskers helse.*

MERKNAD 1 i kap 7.4.5.4 i EN 15978:2011: «Bestemt formål» i denne sammenhengen er ikke begrenset til et bestemt produkts funksjon, men kan også gjelde et materiale som tjener som inngangsfaktor i produksjonsprosessen for et annet produkt eller av energi.

Ved å konkretisere dette for en ombruksvare, kan det tolkes slik at det bestemte formålet ikke trenger å være endebruken av ombruksvaren i mottakerbygget. Det bestemte formålet kan være **å sette produktet ut på ombruksmarkedet**. Med andre ord vil ikke tekniske krav til bruken av produktet i mottakerbygget være nødvendig å oppfylle for at produktet skal nå EOW. Det holder at det finnes et marked for å ombruke produktet, og at produktet oppfyller gjeldende lovgivning for å kunne omsettes for ombruk. I vår tolkning har derfor materialet, produktet eller bygningsdelen nådd EOW etter at det har blitt demontert og sortert for ombruk. Sorteringen kan enten foregå hos donorbygg, på en ombrukssentral, eller på et avfallsmottak/gjenvinningsanlegg.

Veilederens tolkning av EOW for en ombruksvare kan derfor formuleres som følgende:

End-of-waste for ombruksvare = Når en ombruksvare er demontert fra donorbygget, identifisert som ombrukbar og er klar til å omsettes på ombruksmarkedet.

Den fysiske lokasjonen for ombruksvarens EOW kan variere avhengig av om donorbygget må levere den til en mottaker for at ombruksvaren skal kunne omsettes, eller om mottakeren henter den på donorbyggets lokasjon. En huskeregel kan være: Hvor foregår eierskiftet mellom donorbygget og neste mottaker? Neste mottaker kan enten være en tredjepart som videreformidler eller omsetter ombruksvarer (f.eks. ombrukssentral, avfallsmottak e.l.), eller mottakerbygget dersom ombrukssvaren ombrukes direkte mellom et donorbygg og et mottakerbygg.

Under følger noen eksempler:

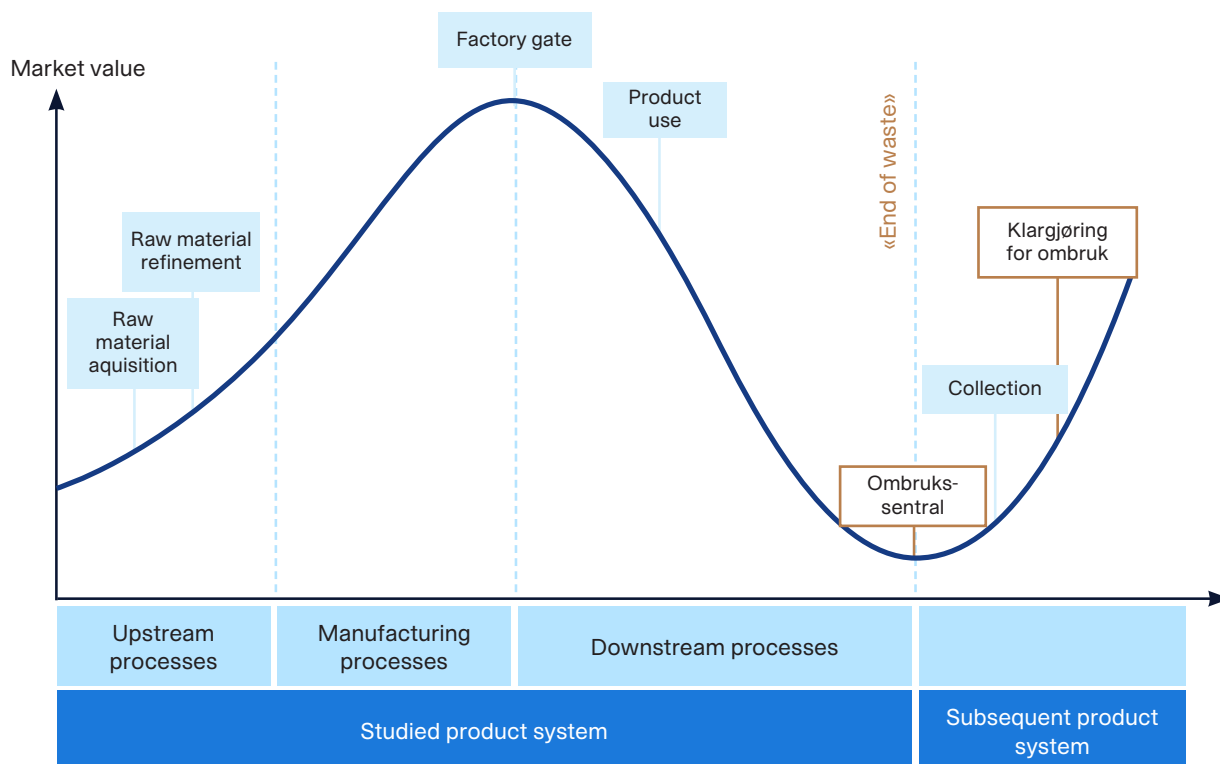
- **Ombruksvaren leveres til ombrukssentral eller en type avfalls- gjenvinningsmottak:**
I mange tilfeller vil donorbygget levere ombruksvarer til en ombrukssentral eller en type mottak som sorterer ut varer som kan ombrukes. I slike tilfeller settes EOW til tidspunktet ombruksvaren er levert hit, fordi varen må anses som donorbyggets avfall frem til den er transportert til et passende mottak. Da vil transporten til sentralen/mottaket falle innunder donorbyggets livsløp (C2).
- **Direkte ombruk mellom donorbygg og mottakerbygg:**
I tilfeller med direkte ombruk mellom et donorbygg og et mottakerbygg oppnår materialet EOW direkte etter demontering fra donorbygget. Ettersom mottakerbygget ønsker å overta ombruksmaterialet direkte fra donor, har det allerede opphørt å være avfall i øyeblikket det er ferdig demontert. Transport av ombruksvaren fra donorbygget til mottakerbygget tilhører dermed mottakerbyggets livsløp (A2).
- **Ombruksvaren er omfattet av en ordning for tilbaketaking der produsenten tar tilbake produktet og klargjør det for ombruk:**
Plassering av EOW vil avhenge av hvem som har ansvaret for å transportere ombruksvaren til produsentens fasiliteter. Dersom avtalen er slik at donorbygget må stå for transport av ombruksvaren til den aktuelle produsenten som tar den tilbake, vil EOW først inntreffe etter at ombruksvaren er avlevert. Denne transportetappen inngår dermed i donorbyggets C2. Dette tilfellet likner på levering til en ombrukssentral e.l.

Hvis det derimot er produsenten selv som tar ansvar for å hente ombruksvaren på donorbyggets lokasjon, vil ombruksvaren nå EOW på donorbyggets byggeplass, etter demontering fra donorbygget. Transportetappen fra donorbygg til produsenten tilhører dermed ombruksvarens nye livsløp, og vil medregnes i mottakerbyggets A2. Beregningsteknisk vil dette tilfellet likne på tilfellet med direkte ombruk.

Andre tilfeller: Definisjonen og tolkningen av EOW i denne veilederen, inkludert eksemplene, skal ansees som «hovedregel». Om det skulle oppstå tilfeller av tvil om plassering av EOW må EOW beskrives med utgangspunkt i retningslinjene gitt her og i standardene. Ved tvil skal det legges til grunn en konservativ tolkning av EOW i det spesifikke prosjektet.

Etter at ombruksvaren har nådd EOW, er det mottakerbygget som overtar ansvaret for alle utslipp knyttet til ombruksvaren. Dette kan bl.a. innebære å klargjøre produktet for ombruk (se neste avsnitt), transportere det til mottakerbyggets byggeplass og videre installere, bruke, reparere, vedlikeholde og skifte ut produktet samt til slutt rive/demontere og håndtere avfallet ved slutten av sitt livsløp.

Figur 3 viser hvordan et produkts markedsverdi henger sammen med EOW. EOW inntreffer når produktets verdi har nådd bunnen, slik at alle nye aktiviteter heretter vil tilføre produktet ny verdi. I dette punktet kan produktet anses som en ressurs for neste bruker. Den originale figuren er hentet fra det Svenske EPD-programmets General Programme Instructions², og viser et typisk livsløp for et produkt som sendes til materialgjenvinning. Prinsippet er imidlertid det samme for ombruksvarer. Vi har derfor lagt inn boksene «ombruksentral», «klargjøring for ombruk» for å illustrere dette. Merk imidlertid at dette kun er eksempler, og at EOW kan inntreffe allerede hos donorbygg dersom varen hentes av en mottaker her, fordi den da har nådd laveste verdi.



Figur 3: Sammenheng mellom markedsverdi og end-of-waste (merket med brunt)

2 https://www.datocms-assets.com/37502/1718799122-gpi5_20240619.pdf

3.9 Klargjøring for ombruk

Selv om produktet har passert EOW, vil det også i mange tilfeller være nødvendig at ombruksmaterialer gjennomgår noen form for klargjøring/oppgradering før de er klare til å erstatte et nytt materiale og tas i bruk i mottakerbygget. Det kan altså være forskjell på EOW og det som kalles «point of substitution»:

- **End of waste:** Ombruksvaren er demontert, identifisert som ombrukbar og klar for å omsettes på ombruksmarkedet.
- **Point of substitution:** Ombruksvaren oppfyller alle krav til ønsket bruksformål i mottakerbygget, er ferdig tilpasset til ønskede dimensjoner, og erstatter et nytt produkt

Aktivitetene som forekommer mellom EOW og point of substitution tilskrives **ombruksvarens klimafotavtrykk i mottakerbyggets A1-A5**. Dette kan for eksempel være:

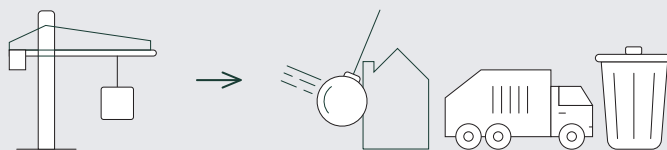
- Transport etter EOW: Transport etter at ombruksvaren er identifisert som ombrukbar, enten fra donorbbygget eller fra ombrukssentral.
- Eventuell emballering for transport etter EOW.
- Testing og kvalitetssikring: Selv om en ombruksvare er lovlig å omsette, vil det ikke nødvendigvis oppfylle alle krav knyttet til å kunne ombruke den til ønsket bruksformål³ i mottakerbygget. Dersom det kreves noen form for testing, kvalitetssikring og/eller sertifisering før ombruksvaren kan brukes i mottakerbygget, inngår disse aktivitetene i mottakerbyggets livsløp. Dette er for eksempel aktuelt for ombruksvarer som skal brukes til konstruktive formål.
- Tilpasning til nødvendige dimensjoner for å passe inn i mottakerbygget, som kan medføre kapp og svinn som må transporteres og avfallshåndteres.
- Overflatebehandling eller annen form for visuell/estetisk oppgradering.

For eksempel kan konstruksjonsvirke nå fram til EOW etter at det er demontert og levert på en ombrukssentral. Men for å kunne benyttes til konstruktive formål av en kjøper/mottaker må det kvalitetssikres/testes, emballeres og transporteres til mottakerbygg. Der må det kanskje også kappes, tilpasses og overflatebehandles før det erstatter nytt konstruksjonsvirke i mottakerbygget.

3 Eventuelle krav til testing/resertifisering av ombruksvaren avgjøres av hva den skal brukes til i mottakerbygget. På generell basis har tiltakshaver og de ansvarlige foretakene i byggesaken ansvar for velge produkter med forsvarlige egenskaper slik at byggverket (her: mottakerbygget) som helhet tilfredsstiller kravene i byggeteknisk forskrift (TEK17). Forskriften stiller krav til bygningens innretning, konstruksjon, brannsikkerhet, inneklima, energiforbruk og tekniske installasjoner. Byggevarenes egenskaper må kunne dokumenteres, se TEK 17 §3-1. Hvis en byggevare allerede har eksisterende produktdokumentasjon som er i tråd med byggevareforskriften (DOK), trenger ikke tiltakshaver eller ansvarlig foretak gjøre egen test av produktets egenskaper før det blir brukt i mottakerbygget. Hvis produktdokumentasjonen mangler eller er uriktig, er det nødvendig å kunne verifisere at byggevaren har de egenskaper som er nødvendig i tiltenkt videre bruk. Verifikasjonen kan skje gjennom testing eller annen form for kontroll for å definere ytelsesnivået.

I ombruksprosjekter vil man i enkelte tilfeller velge å ombruke en byggevare til noe annet enn originalt tiltenkt bruk. I slike tilfeller er det viktig å huske at det man skal dokumentere er ytelsene som trengs i bruk. Eksempel: Skal du bruke en brannør som en vanlig dør som må oppfylle gitte lydkrav, så trenger du ikke dokumentere brannegenskapene. Da trenger du kun å dokumentere at døra oppfyller lydkravene.

C livsløpets sluttstadium, donorbygg



«Forberedelser»

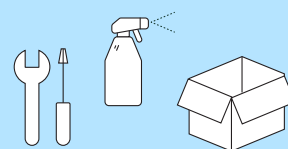
- Aktiviteter knyttet til demontering av ombruksvaren, samt håndtering av kapp/svinn som oppstår i denne prosessen
- Aktiviteter knyttet til å forberede ombruksvaren til å kunne omsettes lovlig for ombruk
- Transport frem til EOW: Dersom det ikke er direkte ombruk mellom donor og et mottakerbygg skal transportetappen frem til tredjepart/videreformidler inkluderes i C2, med mindre tredjepart står for henting

END OF WASTE

A1-A3 mottakerbygg

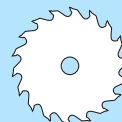
«Klargjøring»

- Ved direkte ombruk mellom donor og mottakerbygg: Transport fra donorbygg til mottaker og evt. mellomlager
- Aktiviteter knyttet til eventuell testing eller oppgradering for å kunne ombruke varen til ønsket formål
- Mellomlagring



A4, A5

- Transport av ferdig ombruksvare
- Tilpasning til riktige dimensjoner, ink. avfallshåndtering av kapp og svinn som oppstår ifbm dette



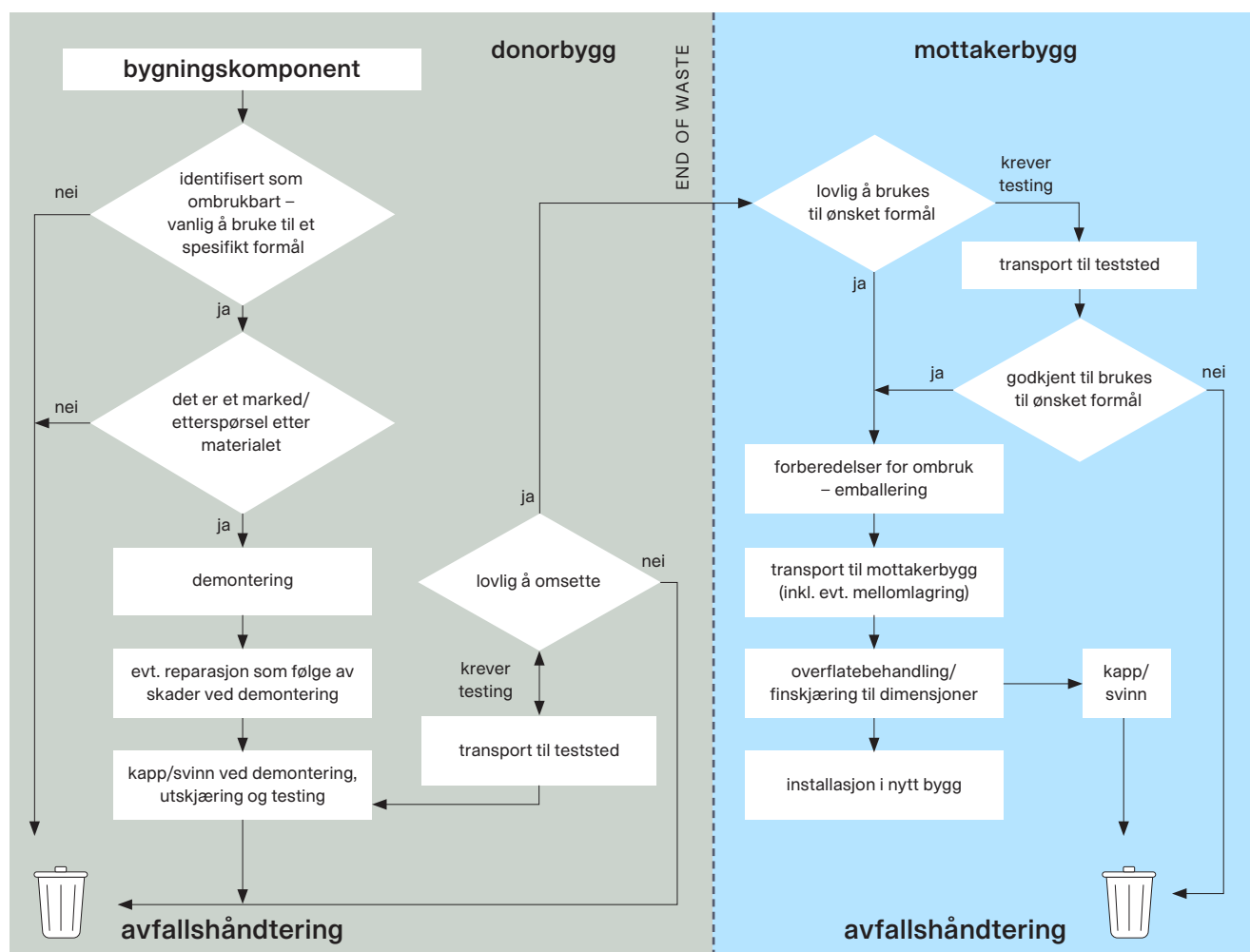
POINT OF SUBSTITUTION

Figur 4: Grensesnitt mellom EOW og point of substitution.

3.10 Donor- vs. mottakerbygg – oppsummert

- Donorbygget skal belastes med alle utslipp fra knyttet til varens livsløp fram til «the end-of-waste state» - forkortet EOW.
- Mottakerbygget skal belastes med alle utslipp knyttet til klargjøring for ombruk som utføres etter EOW. Dette er aktiviteter som testing, finjustering/ tilpasning til riktige dimensjoner i mottakerbygg, visuell oppgradering o.l.
- I denne veilederens definisjon av EOW er at ombruksvaren skal være:
 - › demontert fra donorbygget og
 - › identifisert som ombrukbar (det finnes et marked for å ombruke varen) og
 - › klar til å omsettes på ombruksmarkedet

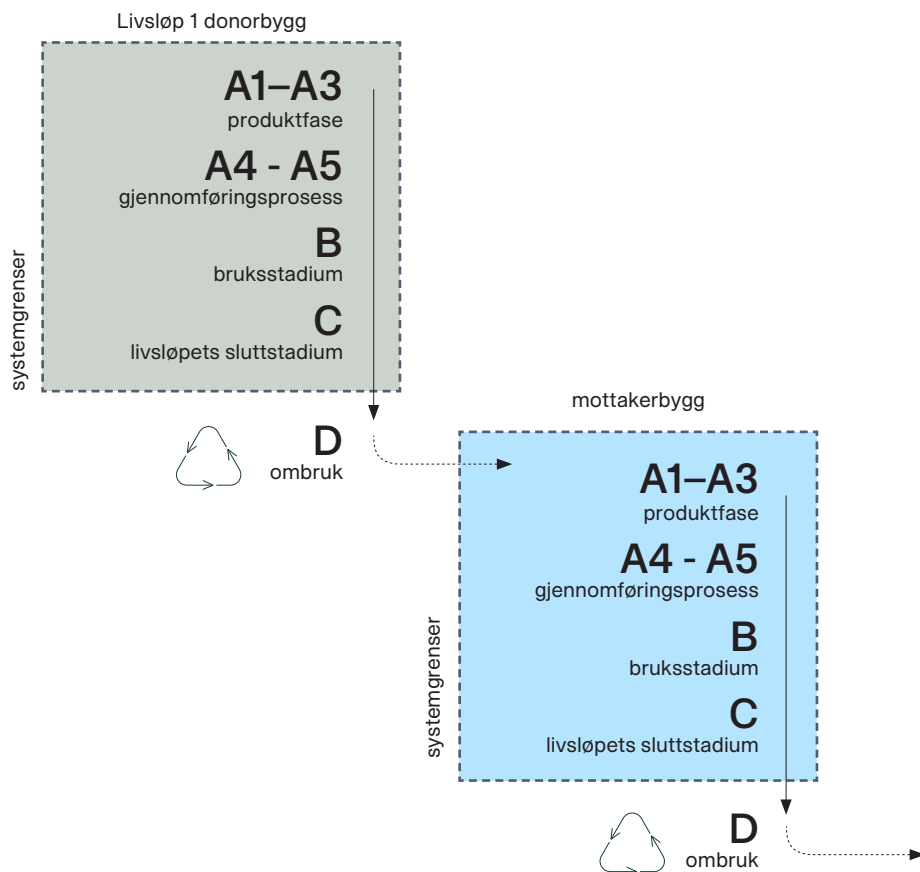
- Dersom donorbygget må gjøre noe for at ombruksvaren skal være lovlig å omsette, for eksempel teste for eller fjerne helse- og miljøfarlige stoffer, vil aktiviteter knyttet til dette være før EOW og tilhøre donorbygget
- Dersom ombruksvaren må testes for å kunne lovlig ombrukes til ønsket formål (for eksempel konstruktive elementer), vil aktiviteter knyttet til testing inkludert transport til test-sted være etter EOW og tilhøre mottakerbygget.
- Kapp/svinn ved demontering/utskjæring fra donorbygg skal allokeres til donorbygget. Dette er en del av demonteringsprosessen.
- Kapp/svinn ved testing, videre bearbeiding/oppgradering/tilpasning til nødvendige dimensjoner for å passe inn i mottakerbygget er etter EOW og skal allokeres til mottakerbygget.
- Transport og eventuell emballering for transport før EOW tilhører donorbyggets C2. Dette gjelder for tilfeller der donorbygget må frakte ombruksvaren til en ombrukssentral, et sorteringsanlegg, en produsent som tar tilbake ombrukbare varer eller en annen type tredjepart som videreformidler ombruksvarer (med andre ord: tilfeller der det fysiske eierskiftet skjer et annet sted enn på donorbyggets byggeplass).
- Transport og eventuell emballering for transport etter EOW tilhører mottakerbyggets A2. Dette gjelder for tilfeller med direkte ombruk mellom donorbygg og mottaker, dvs. at mottakerbygget overtar ombruksvaren direkte fra donorbygg.



Figur 5: Bildet viser et «Valgtre» for allokering av utslipp mellom donorbygg og mottakerbygg. Utslipp knyttet til aktiviteter på venstre/gråfarget side av figuren tilfaller donorbygg. Utslipp knyttet til aktiviteter på høyre/grønn side av figuren tilfaller mottakerbygg. EOW er markert som en stiptet linje som skiller de to sidene.

3.11 Både donor- og mottakerbygg får synliggjort klimaeffekten ved ombruk

Klimaeffekten av ombruk vil delvis synes i donorbyggets livsløp, og delvis i mottakerbyggets livsløp. Eventuelle klimagassbesparelser som følge av redusert behov for avfallsbehandling vil synes i C1-C3 i donorbyggets livsløp, ved at C1-C3 for donorbygget får lavere utslipp enn dersom alle materialer ble sendt til avfallsbehandling fremfor ombruk. Eventuelle klimagassbesparelser som følge av redusert behov for materialproduksjon til mottakerbygget er derimot utenfor donorbyggets livsløp, men kan synliggjøres i modul D for donorbygget som en negativ verdi. Samtidig vil mottakerbygget få et lavere klimagassutslipp i modul A1-A3 fra ombruksvaren enn for et tilsvarende nytt materiale.



Figur 6: Skillet mellom livsløp for donor- og mottakerbygg.

Når et donorbygg ønsker å beregne klimaeffekten av å levere ombruksvarer til et mottakerbygg, vil det oppstå behov for å gjøre en klimagassberegning som ikke naturlig hører hjemme i et standard klimagassregnskap for en bygning, slik det utføres i praksis iht. de nevnte standardene for klimagassberegninger. En klimagassberegning iht. disse standardene settes vanligvis opp i forbindelse med prosjektering og bygging. Dette vil ofte være tilfellet for mottakerbygget. Et donorbygg som leverer ombruksvarer er imidlertid som regel i enden av sitt livsløp. Ekstra komplisert blir det i et rehabiliteringsprosjekt, der donorbygg og mottakerbygg er samme bygg.

For å sørge for at de ulike klimagassberegningene som gjennomføres hos donorbygg og mottakerbygg når noe ombrukes er sammenliknbare med andre klimagassberegninger for bygg, er det viktig å skille mellom de ulike livsløpene. Dette gjelder spesielt dersom det skal settes opp en klimagassberegning for en rehabilitering med bevaring og ombruk. De følgende eksemplene illustrerer dette.

Eksempel 1) Et donorbygg skal rives etter 70 år, og tilgjengeliggjør ombruksvarer:

Et donorbygg som ble bygget for 70 år siden skal rives i år, og leverer ombruksvarer til et mottakerbygg. Vi skal sette opp en klimagassberegning for mottakerbygget som er et nybygg. Utslippene knyttet til transport og klargjøring av ombruksvarene etter EOW er lavere enn utslipp fra produksjon av tilsvarende nye byggevarer. Dermed fører ombruk av disse varene til en klimagassbesparelse. Denne besparelsen vil synes i mottakerbyggets klimagassregnskap, ved at A1-A3 vil få lavere klimagassutslipp, enn dersom mottakerbygget hadde valgt jomfruelige byggevarer*.

Donorbygget er i slutten av sitt livsløp og skal ikke sette opp en full klimagassberegning med alle livsløpsmoduler (det ville i teorien blitt gjort for 70 år siden i forbindelse med prosjekteringen, der man kun ville gjort antakelser for hva som ville skje i den fremtidige rive- og avfalls-håndteringsfasen). Likevel ønsker donorbygget å beregne klimaeffekten av å levere disse ombruksvarene til mottakerbygget i dag. Donorbygget setter da opp en klimagassberegning som kun omfatter livsløpsmodulene C1-C4 og D.

Beregningen for donorbyggets C1-C4 vil da fange opp en eventuell besparelse i klimagassutslipp fra avfallsbehandling som følge av å levere ombruksvarene til ombruk, dersom utslippene blir lavere enn om materialene ikke ble ombrukt men heller avfallsbehandlet eller gjenvunnet på en måte som gir høyere utslipp i C-fasen*

I donorbyggets modul D synliggjøres klimagassbesparelsen som oppstår i mottakerbyggets A1-A3 ved at mottakerbygget ikke trenger å kjøpe en ny byggevare som må produseres.

** Merk: Dette innebærer ikke at mottakerbygget trekker fra en negativ verdi i A1-A3, men at klimafotavtrykket i A1-A3 er lavere enn det ville vært ved valg av nye byggevarer.*

Eksempel 2) Et donorbygg skal totalrehabiliteres etter 70 år, og tilgjengeliggjør ombruksvarer:

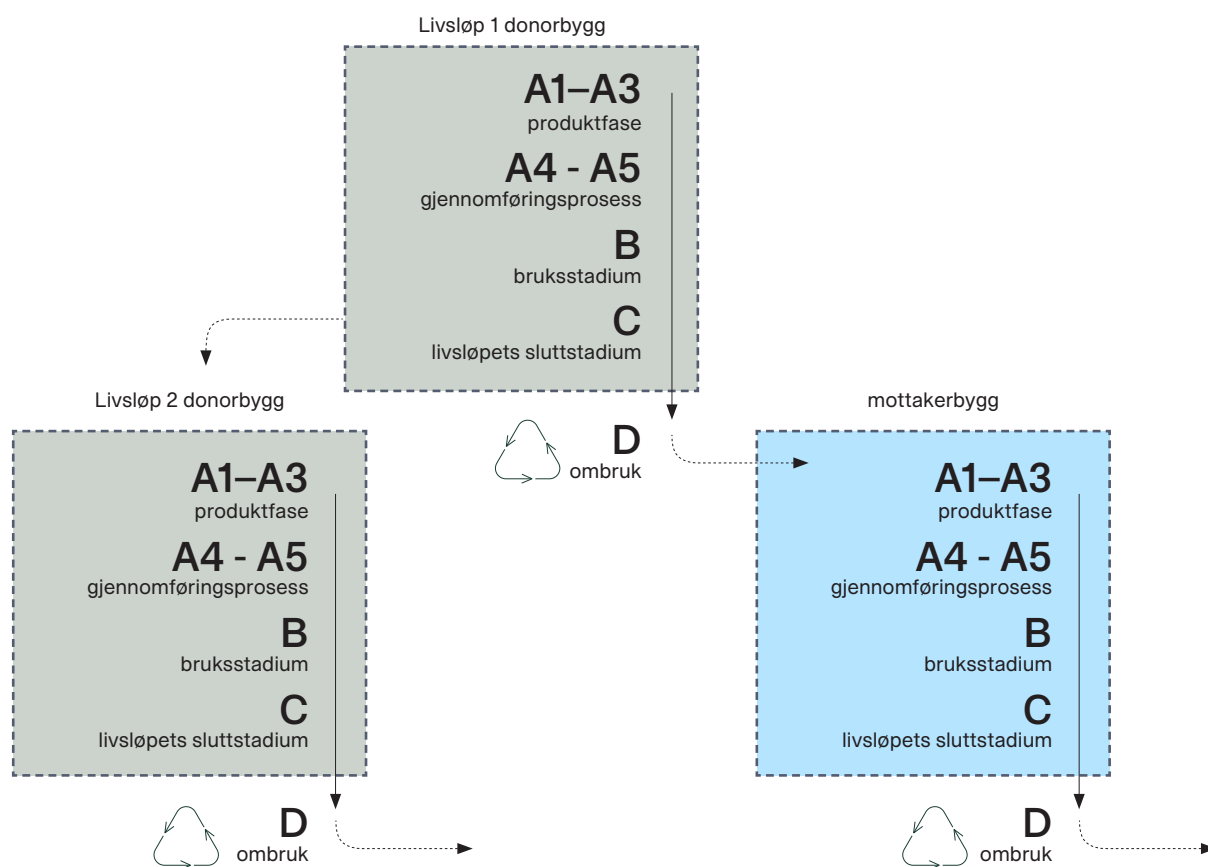
Et annet scenario er at donorbygget skal totalrehabiliteres i år, og har besluttet å gi bort noen demonterbare ombruksvarer til et eksternt mottakerbygg (nybygg). I forbindelse med totalrehabiliteringen skal donorbygget dessuten sette opp et eget klimagassregnskap for rehabiliteringen. Vi har nå to «fulle» klimagassregnskap som skal settes opp i dag: ett for rehabiliteringen av donorbygget, og ett for byggingen av mottakerbygget. Nå er det ekstra viktig å holde tunga rett i munnen på hvilke aktiviteter og utslipp som tilhører hvilket bygg for å unngå dobbelttelling.

Selv om rehabiliteringen i praksis er et levetidsforlengende tiltak for donorbygget, vil det av hensyn til klimagassberegningene være naturlig å skille mellom donorbyggets «første livsløp» som startet for 70 år siden, og det «nye livsløpet» fra og med i år når bygget rehabiliteres. Riving og demontering som gjøres i rehabiliteringen tilhører da donorbyggets første livsløp. Innkjøp av nye materialer (og evt. testing og annen klargjøring for ombruk) tilhører imidlertid det nye livsløpet til donorbygget.

For alle ombruksvarer som gis bort/selges fra donorbygget til det eksterne mottakerbygget, vil en eventuell klimagassbesparelse fra materialproduksjon «tilhøre» mottakerbyggets modul

A1-A3. Det betyr at donorbygget ikke samtidig kan medregne denne klimagassbesparelsen og trekke det fra i sitt klimagassregnskap for sitt nye livsløp. Men, donorbygget kan synliggjøre denne klimagasseffekten i modul D som enden på sitt forrige livsløp. I tillegg vil eventuell klimagassbesparelse i C-fasen pga. redusert behov for avfallsbehandling også tilhøre donorbyggets første livsløp.

Donorbyggets nye livsløp starter i år, der A1-A3 vil omfatte produksjon, transport og anskaffelse av alle materialer som skal tilføres bygget i rehabiliteringen. Alle bygningsdeler og komponenter som bevares i rehabiliteringen, får null i produksjonsutslipp i klimagassregnskapet for det nye livsløpet. Klimaeffekten av å rehabilitere fremfor å rive donorbygget vil dermed synes ved at klimagassregnskapet for rehabiliteringen vil vise betraktelig lavere utslipp enn et klimagassregnskap for et tilsvarende nytt bygg med samme størrelse.



Figur 7: Figuren illustrerer sammenhengen mellom de ulike livsløpene som er aktuelle for klimagassberegninger, når et donorbygg gjennomgår en rehabilitering og både leverer ombruksvarer til et eksternt mottakerbygg, og bevarer og ombruker noen bygningsdeler selv.

Andre livsløpsmoduler enn de nevnt i eksemplene, kan også påvirkes av ombruk. Spesielt A4 for mottakerbygget (transport til byggeplass) og B4 (utskifting i løpet av byggets levetid). En ombruksvare vil sannsynligvis fraktes en annen distanse enn en tilsvarende ny vare, og dermed gi en annen verdi i A4. Kapp og svinn i A5 vil også være ulikt for en ombruksvare enn en ny byggevare. I tillegg vil en ombruksvare i noen tilfeller ha kortere levetid enn en ny vare, slik at den må byttes ut tidligere enn den nye varen, dette kan gi et høyere utslipp i B4. B6 – energiforbruk i drift kan også påvirkes, hvis man tenker for eksempel på ombruk av eldre dører og vinduer. For å få et fullstendig bilde på netto klimaeffekt ved ombruk, bør derfor også disse modulene inkluderes i sammenligning mot bruk av en ny byggevare.

4

Metodebeskrivelse

Metoden for å vurdere klimaeffekten av ombruk kan deles inn i 4 steg:

Tabell 4: Metode for vurdering av klimaeffekt, i fire steg.

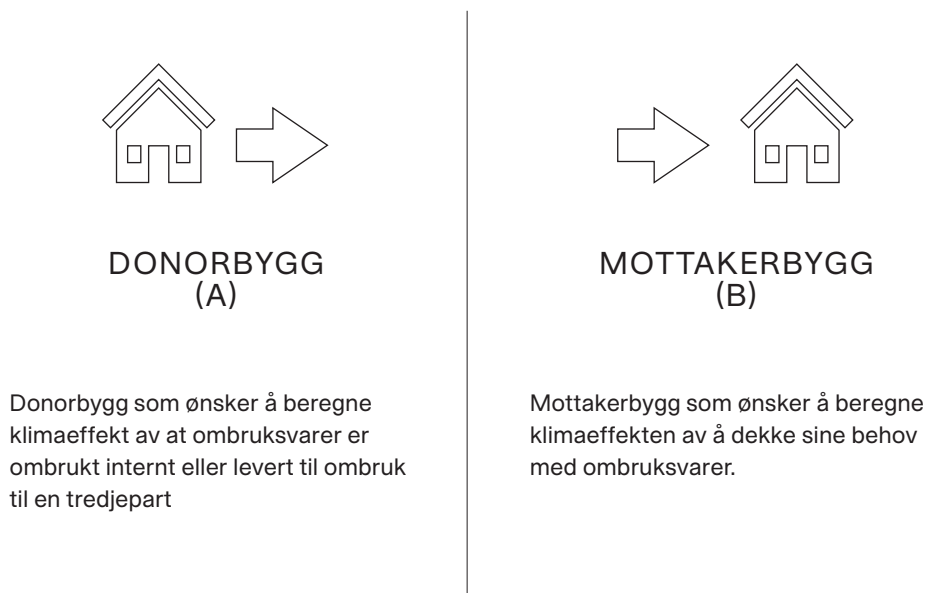
STEG 0 Kap. 4.1	Avklare hensikt: I hvilken situasjon oppstår behov for beregning (A: Donorbygg eller B: Mottakerbygg)? Avklare bruksformål: Skal ombruksvaren brukes til samme formål eller et nytt formål?
STEG 1 Kap. 4.2	Klimafotavtrykk for tilsvarende ny vare og brutto klimaeffekt Beregne klimafotavtrykk til det produktet man kan anta at ombruksproduktet erstatter.
STEG 2 Kap. 4.3	Klimafotavtrykk knyttet til ombruk Før EOW: Beregne klimafotavtrykk knyttet til demontering av ombruksvaren, og eventuelle aktiviteter som er nødvendige for at ombruksvaren skal kunne omsettes på ombruksmarkedet. Dette tilhører donorbyggets livsløp. Etter EOW: Beregne klimafotavtrykk knyttet til videre klargjøring for ombruk, som f.eks. eventuell testing, transport, overflatebehandling, mellomlagring, installasjon og bruk i mottakerbygget. Dette tilhører mottakerbyggets livsløp.
STEG 3 Kap. 4.4	Netto klimaeffekt For donorbygg: Vurdere klimaeffekt av å levere ombruksvaren til ombruk fremfor standard avfallshåndtering. For mottakerbygg: Vurdere netto klimaeffekt knyttet til bruk av ombruksvaren sammenlignet med nytt produkt.

4.1 Steg 0: Avklare hensikt og bruksformål

Situasjon for beregning

Metoden for å beregne klimaeffekt ved ombruk avhenger av konteksten for beregningen: Er det donorbygg eller mottakerbygg som skal gjøre beregningen? Vi ser på to situasjoner:

Tabell 5: Donor og mottakerbygg – situasjon for beregning.



Steg 1 og delvis steg 2 gjøres likt for de to situasjonene A og B, mens steg 3 gjøres ulikt: Beregnet klimaeffekt av å levere ombruksvarer for donorbygget har ulike systemgrenser enn beregnet klima-effekt ved å ombruke disse varene i mottakerbygget.

For å gjennomføre fullstendige beregninger i de to situasjonene A og B, må mottakerbygget være kjent, slik at det er avklart hvor ombruksvarene skal fraktes og hvilket bruksformål de skal brukes til. Det er imidlertid ikke alltid at all denne informasjonen er tilgjengelig på tidspunktet man ønsker å gjøre beregninger. Da kan man sette opp scenarier med mest mulig realistiske antakelser for endelig bruksformål, transportavstander og behov for klargjøring for ombruk. Alternativt kan det benyttes en forenklet metode.

Forenklet metode i tidligfase: Tallfeste forventet klimaeffekt av mulig ombruk.

Det kan også være ønskelig å anslå forventet klimaeffekt av å ombruke en byggevare i tidlig fase, før det er nok informasjon til å kunne regne detaljert på de ulike utslippsbidragene knyttet til ombruk. Dette gjelder for eksempel i en ombrukskartlegging av donorbygget, der man ønsker å vurdere ulike ombruksalternativer opp mot hverandre ved å sammenlikne forventet klimaeffekt av å ombruke de ulike alternativene. Eller det kan gjelde dersom donorbygget leverer ombruksvarer til en tredjepart, og ikke direkte til mottakerbygget. Det kan også være aktuelt for et mottakerbygg som ønsker å nå sine klimagassmål gjennom ombruk, og dermed vil estimere i tidlig fase hvor mye ombruk av ulike bygningsdeler vil påvirke klimafotavtrykket til bygget.

I slike tilfeller kan det benyttes en forenklet metode for å estimere klimaeffekten, som hovedsakelig baserer seg på beregning av forventet brutto klimaeffekt (Steg 1). Dette er beskrevet i kapittel 4.5.

4.2 Steg 1: Avklare klimafotavtrykk for tilsvarende ny byggevare og brutto klimaeffekt

Vi antar at ombruksvaren erstatter en ny vare. For å beregne klimaeffekten av ombruk fremfor å kjøpe nytt, må vi derfor definere hvilket materiale eller produkt som erstattes av ombruksvaren, og deretter avklare klimafotavtrykket for dette materialet/produktet.

Produktet som vi antar at blir erstattet/unngått, defineres av formålet til produktet. Dersom ombruksvaren skal brukes til samme formål som opprinnelig, beregnes klimaeffekten basert på en sammenligning mot en tilsvarende ny vare. Dersom varen skal bearbeides og brukes til et annet formål, så vil klimaeffekten være gitt av hvilken vare som erstattes for det nye formålet.

Klimafotavtrykket knyttet til ombruk fremfor å kjøpe inn et nytt produkt kan påvirkes av flere livsløpsmoduler. Derfor vil det være aktuelt å hente inn klimafotavtrykk for alle livsløpsmoduler for en tilsvarende ny byggevare, dvs. for A1-A3, A4, A5, B2, B4 og C1-C4.

Klimafotavtrykket knyttet til produksjonsfasen (A1-A3) for en tilsvarende ny byggevare brukes til å beregne **brutto klimaeffekt**: Dette er hvor mye som spares ved å unngå å produsere en ny byggevare.

For å beregne **netto klimaeffekt** (i Steg 3), må vi imidlertid også ta hensyn til at det kan komme utslipp knyttet til klargjøring for ombruk i ombruksvarens A1-A3, som må trekkes fra bruttoeffekten. I tillegg kan det være forskjeller mellom en ombruksvare og en ny byggevare når det gjelder klimafotavtrykk fra flere livsløpsmoduler, spesielt i A4, A5, B2 og B4. Dette må også medregnes i netto klimaeffekt for mottakerbygget.

I tillegg kan donorbygget ønske å beregne klimaeffekt av å levere varer til ombruk fremfor standard avfallshåndtering i sin modul C1-C3.

Tabell 6: Livsløpsmodulene som inngår ved ombruk

Livsløpsmodul	Bruk i beregning av klimaeffekt
A1-A3	Beregning av brutto klimaeffekt i donorbyggets modul D og mottakerbyggets modul A1-A3.
A4, A5, B2, B4	Beregning av netto klimaeffekt i donorbyggets modul D og mottakerbyggets modul A1-A3.
C1-C4	Beregning av klimaeffekt av å levere varer til ombruk fremfor avfallshåndtering i donorbyggets C-fase. (Det antas at C1-C4 i mottakerbyggets livsløp vil være lik for en ombruksvare som en tilsvarende ny byggevare, og dermed ikke påvirke beregnet netto klimaeffekt).

Det kan være en utfordring å bestemme hvilken datakilde som skal brukes for å representere den alternative nye varen. I de fleste tilfeller vil man ikke vite eksakt hvilket materiale man erstatter når man velger å ombruke en byggevare. Da gir det mest mening å sammenlikne ombruksvaren mot et representativt markedssnitt for en tilsvarende ny byggevare til det aktuelle formålet. Dette kan finnes for et utvalg materialgrupper i vedlegg 1.

Retningslinjer for valg av datakilde er nærmere beskrevet i kapittel 4.6.

4.3 Steg 2: Beregne klimafotavtrykk knyttet til ombruk

Oppgavene som skal løses for å beregne utslipp i steg 2 er:

- i. Definisjon av «end-of waste state» (EOW).
- ii. C1-C4 i donorbyggets livsløp: Demontering og eventuelle forberedelser for (lovlig) omsetting.
- iii. Ombruksvarens A1-A3: Klargjøring av ombruksvaren.
- iv. Ombruksvarens A4: Transport av ombruksvaren fra siste lagringssted til mottakerbygg.
- v. Ombruksvarens A5: Kapp og svinn ved montering i mottakerbygg.
- vi. Ombruksvarens B2 og B4: Vedlikehold og utskifting av ombruksvaren i løpet av mottakerbyggets levetid.
- vii. Ombruksvarens C1-C4 i mottakerbyggets livsløp: Avfallshåndtering av ombruksvaren når mottakerbygget skal rives i fremtiden*

** Dette steget er valgfritt og ikke nødvendig for å utføre Steg 3, da det forutsettes at C1-C4 for ombruksvaren i fremtiden vil være lik som for en ny byggevare. Se kapittel 4.3.7 for mer informasjon om dette.*

Beregning av klimaeffekt ved ombruk og bevaring i en rehabilitering

Prinsippene i denne metodebeskrivelsen vil også gjelde for en rehabilitering:

For varer som *bevares* (dvs. som ikke demonteres, men blir stående i samme posisjon), oppstår det ingen utslipp knyttet til demontering, transport, klargjøring osv. (med mindre det kreves noe klargjøring av bygningsdelene der de står). Disse komponentene vil da få null i klimagassutslipp fra livsløpsmoduler C1-C4 i det rehabiliterte byggets gamle livsløp, og null i utslipp fra A1-A3 + A4 i det nye livsløpet (se mer om dette i kap. 3.11).

For varer som demonteres i rehabiliteringen, men som skal monteres og ombrukes i samme bygg, blir prinsippet det samme som når varene sendes til et annet mottakerbygg. Da blir bygget som rehabiliteres sitt eget mottakerbygg, og alle utslipp til eventuell transport og bearbeiding må medregnes for disse ombruksvarene.

Merk også at når det skal settes opp et klimagassregnskap for et bygg som rehabiliteres i dag, så vil analyseperioden på 50 år gjelde fra i dag, på samme måte som for et klimagassregnskap for et nytt bygg.

4.3.1 (i) Definisjon av end-of-waste state (EOW)

Før vi kan beregne klimaeffekten for ombruksvaren må EOW for den spesifikke varen i situasjonen defineres. Definisjonen av EOW er grundig behandlet i kap 3.8-3.10. Her gjengir vi en forkortet definisjon:

End-of-waste for ombruksvare = Når en ombruksvare er demontert fra donorbygget, identifisert som ombrukbar og er klar til å omsettes på ombruksmarkedet.

4.3.2 (ii) Donorbyggets C1-C4: Demontering og eventuelle forberedelser for ombruk

Donorbyggets C1-C4 knyttet til ombruksvaren skal inneholde alle aktiviteter som kreves for at ombruksvaren skal nå EOW. Dette innebærer demontering (C1), og eventuelle aktiviteter knyttet til at ombruksvaren skal være lovlig å omsettes for ombruk. Dersom donorbygget ikke leverer ombruksvaren direkte til et mottakerbygg, men må frakte ombruksvaren til en ombrukssentral eller annen videreformidler av ombruk, må denne transportavstanden medregnes i donorbyggets C2.

Avfallsbehandling av kapp og svinn som er oppstått i demonteringsprosessen tilhører donorbyggets C3 og/eller C4 (avhengig av avfallsbehandlingsmetode⁴).

4.3.3 (iii) Ombruksvarens A1-A3: Innhenting og klargjøring av ombruksvaren

Mottakerbyggets A1-A3 for ombruksvaren skal inneholde alle aktiviteter etter EOW frem til ombruksvarens «fabrikkport». Siden det ikke er noen tradisjonell «fabrikkport» for en ombruksvare, må også dette punktet defineres.

I denne veilederen har vi valgt å definere fabrikkport som det siste lagringsstedet ombruksvaren har, før den transporteres til mottakerbygget, dvs. før A4 begynner. Dette lagringsstedet kan være en ombrukssentral, et sted for bearbeiding, eller selve donorbygget dersom det ikke er nødvendig med bearbeiding eller lagring.

Dermed vil ombruksvarens A1-A3 omfatte:

Alle aktiviteter knyttet til ombruksvaren som foregår etter EOW og frem til ombruksvaren er ferdig bearbeidet/testet e.l. og er klar til å forlate sitt siste lagringssted for å transporteres til mottakerbygget.

A1-A3 kan inkludere testing, tilpasning, overflatebehandling eller en annen form for videre bearbeiding før ombruksvaren erstatter ny byggevare i mottakerbygget. I tillegg vil transportetapper etter EOW tilhøre mottakerbygget (ombruksvarens A2). Dette kan for eksempel være transport fra en ombrukssentral eller annen videreformidler til mottakerbygget; transport til lokasjon for overflatebehandling; eller transport til et mellomlager. Dersom mottakerbygget anskaffet ombruksvaren direkte fra donorbygg, vil all transport fra donorbyggets byggeplass tilhøre mottakerbyggets livsløp.

Det må i hvert tilfelle vurderes hvilke aktiviteter for klargjøring som gir betydelige klimagassutslipp, og hva som eventuelt er neglisjerbart. Dersom aktiviteten bidrar til mindre enn 1 % av primærenergiforbruket eller klimagassutslippene i ombruksvarens A1-A3, kan det neglisjeres.

I tilfeller der det er vanskelig å skille mellom transportetapper som tilhører A2 og A4, kan all transport etter EOW slås sammen til A4 (se neste avsnitt).

4.3.4 (iv) Ombruksvarens A4: Transport av ombruksvaren fra siste lagringssted til mottakerbygg

A4 for ombruksvaren defineres som transportetappen fra ombruksvarens siste lagringssted (som definert over) til mottakerbyggets adresse.

⁴ C3 inkluderer bl.a. forbrenning og forberedelser for resirkulering og ombruk frem til EOW, mens C4 inkluderer deponi av ikke-brennbare materialer og rester fra forbrenningsprosesser. Se EN 15804 for nærmere beskrivelse.

Beregning av A4 (og A2) bør baseres på utslippsfaktorer (i kg v/tonn-km) som er så representative som mulig for transportmiddelet som skal benyttes. For lastebiler må det for eksempel benyttes riktig Euroklasse og gjennomsnittlig kapasitetsutnyttelse (kapasitetsutnyttelsen baseres på gjennomsnittlig utnyttelse for tur/retur). LCA.no sin transportkalkulator kan for eksempel benyttes til å finne en passende utslippsfaktor, eller det kan beregnes i LCA-programmer. Ved mangel på informasjon om Euroklasse og kapasitetsutnyttelse for lastebiler, anbefales det å følge DiBK sin veileder til klimagassberegninger iht. TEK 17: Euro 5 lastebil 16-32 tonn med 50 % fyllingsgrad, dersom ikke spesifikk informasjon foreligger.

Dersom man ikke har spesifikk informasjon eller mulighet til å beregne egne utslippsfaktorer, kan også veiledende verdier for livsløpsbaserte utslipp for ulike kjøretøy i *Veiledning NS 3720:2018/G2* benyttes.

4.3.5 (v) Ombruksvarens A5

I tråd med foreslått EOW-definisjon for ombruksvare skal eventuell kapp og svinn som oppstår etter EOW, allokeres til mottakerbyggets livsløp (A5). Dette gjelder uavhengig av om dette skjer på mottakerbyggets byggeplass, på et verksted e.l. Avfallshåndtering av eventuell transportemballasje skal også medregnes i mottakerbyggets A5.

A5 for en ombruksvare kan altså skrives slik:

$$A5_{\text{ombruk}} = s \times [A1-A3_{\text{ombruk}} + A4_{\text{ombruk}} + C1-C4_{\text{ombruk}}] + C1-C4_{\text{emballasje}}$$

der:

- $A5_{\text{ombruk}}$ = Klimagassutslipp som skyldes kapp og svinn ved tilpasning/montering av ombruksvaren.
- s = svinnprosent ved tilpasning til og installering i mottakerbygget.
- $A1-A3_{\text{ombruk}}$ er ombruksvarens A1-A3, dvs. utslipp knyttet til klargjøring for ombruk etter EOW.
- $A4_{\text{ombruk}}$ er transport av ombruksvaren som beskrevet i (iii).
- $C1-C4_{\text{ombruk}}$ er avfallshåndtering av ombruksvaren.
- $C1-C4_{\text{emballasje}}$ er avfallshåndtering av eventuell emballasje som ombruksvaren er fraktet med.

Svinnprosent baseres på faktisk svinn målt for mottakerbygget. I eventuell tidligfaseberegning der svinn ikke enda er kjent, benytt nøkkeltall i veileder til NS 3720, G2:2024 eller se til PCR for aktuell produktgruppe.

Merk at A5 for en konkret byggevarer/ombruksvare iht. EN 15804 også skal inkludere eventuell energi- og ressursbruk knyttet til montering/installasjon av byggevarer. Vi forutsetter at selve installasjonen av en ombruksvare som oppfyller samme funksjonelle enhet som en tilsvarende ny byggevarer vil være identisk som den nye byggevarer, og holder det utenfor her.

Når man ser på A5 for et klimagassregnskap for et helt bygg iht. NS 3720, skal A5 også inkludere anleggsmaskiner og byggeplassdrift. Dette må da beregnes i tillegg. Vanlig praksis i klimagassregnskap for bygninger er å dele inn A5 i flere deler: En del for kapp og svinn, en del for byggeplassdrift, en del for massetransport og en del for arealbruksendringer.

Merk at svinn som oppstår i demonteringsprosessen i donorbygget er imidlertid ikke en del av mottakerbyggets A5. Alt som blir igjen i donorbygget eller på donorbyggets byggeplass som følge av svinn ved demontering/utskjæring allokeres til donorbyggets C-fase.

4.3.6 Ombruksvarens B2 og B4: Vedlikehold og utskifting av ombruksvaren i løpet av mottakerbyggets levetid

B2 - Vedlikehold

B2 angir planlagt vedlikehold for en byggevare i løpet av byggets levetid, og baseres på forventede vedlikeholdsintervaller. For mange type byggevarer vil det være vanskelig å forutsi nødvendig vedlikehold, og disse byggevarene regnes det vanligvis ikke med i klimagassregnskapet. For andre byggevarer er det mer aktuelt, for eksempel for overflater som krever jevnlig maling eller annen overflatebehandling. Veileder til NS 3720, G2:2024 angir vedlikeholdsintervaller for ulike byggevarer.

Merk: I noen tilfeller kan det være vanskelig å skille på hva som defineres som vedlikehold og hva som defineres som utskifting av et materiale. I så fall kan B2 og B4 slås sammen til B4. Det viktigste er at materialforbruket blir medregnet.

B2 skal inneholde produksjon, transport, installasjon og avfallshåndtering for materialene/produktene som kreves for vedlikehold.

Dersom vedlikehold vil være aktuelt for ombruksvaren, kan følgende formel benyttes for å beregne ombruksvarens B2:

$$B2 = n_y \times [A1-A3 + A4 + A5 + C1-C4]_{vm}$$

Der:

- n_y = antall runder med vedlikehold av byggevaren i løpet av byggets levetid
- $_{vm}$ = vedlikeholdsmateriale (for eksempel maling)

B4 - Utskifting

B4 angir utslipp knyttet til utskifting av en byggevare forårsaket av at en byggevare har en kortere levetid enn bygget. Kravene til klimagassberegninger i TEK 17 innebærer en analyseperiode på 50 år, for å være i tråd med praksis i EU. Hvis vi legger 50 års analyseperiode til grunn, betyr det at det skal medregnes utskifting av materialer som har kortere levetid enn 50 år. Se kapittel om fastsetting av restlevetid for ombruksvarer i veileder til NS 3720, G2:2024.

I et fullstendig klimagassregnskap for mottakerbygget beregnes utslipp knyttet til utskifting av ombruksvaren i løpet av mottakerbyggets levetid med følgende formel:

$$B4_{ombruk} = C1-C4_{ombruk} + n_u \times [A1-A3_{ny} + A5_{ny}] + (n_u - 1) \times C1-C4_{emballasje}$$

der:

- $B4_{\text{ombruk}}$ = klimagassutslipp som skyldes utskifting av ombruksvaren i løpet av analyseperioden (i dette tilfellet 50 år)
- $A1-A3_{\text{ny}}$ er produksjonsutslipp for en tilsvarende ny byggevare som må erstatte ombruksvaren når restlevetiden er utløpt⁵
- $A4_{\text{ny}}$ er transport av en tilsvarende ny byggevare til mottakerbygget
- $A5_{\text{ny}}$ er kapp og svinn (inkl. produksjon, transport og avfallshåndtering) som oppstår på byggeplass for erstattede materialer som følge av utskifting
- $C1-C4_{\text{ombruk}}$ er avfallshåndtering av ombruksvaren
- $C1-C4_{\text{ny}}$ er avfallshåndtering av en tilsvarende ny byggevare (Det vil antas samme fremtidige avfallshåndtering av en ombruksvare som en tilsvarende ny byggevare, fordi de er laget av samme materiale)
- n_u = antall utskiftninger av bygningskomponenten i løpet av analyseperioden/byggets levetid

Antall utskiftninger beregnes iht. EN 15978:2011 vha. følgende formel:

$$n_u = \text{Avrund.opp} \left(\frac{50 \text{ år} - \text{restlevetid ombruksvare}}{\text{levetid ny vare}} \right)$$

Formelen sørger for at det beregnes utskifting i det året restlevetiden for ombruksvaren utløper, og deretter så mange ganger som kreves utfra den nye (erstattende) byggevarens levetid. Antall utskiftninger rundes opp til nærmeste heltall.

$A1-A3_{\text{ny}}$, $A4_{\text{ny}}$ og $A5_{\text{ny}}$ bør baseres på et representativt nytt produkt med samme egenskaper som ombruksvaren. Her kan man altså bruke samme verdier som man bruker for et nytt materiale til sammenlikning (se steg 1 og vedlegg 1).

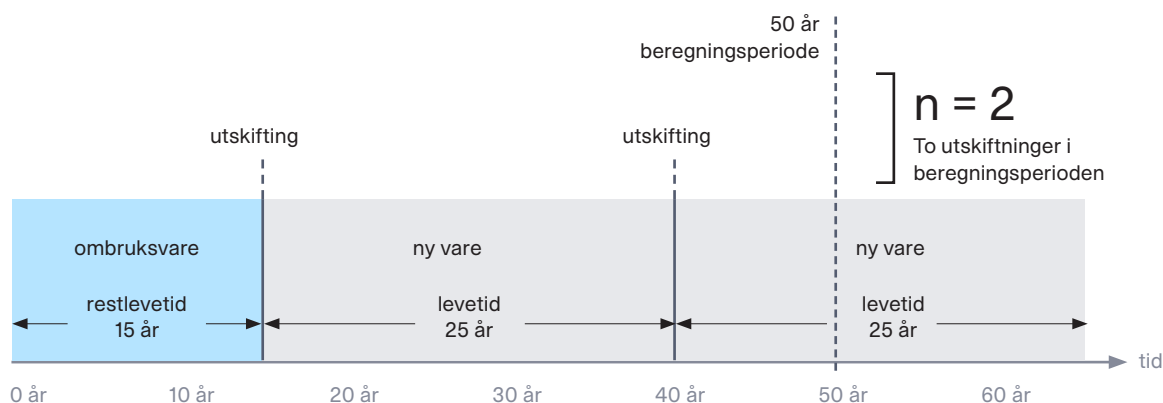
Eksempel: En ombruksvare har en restlevetid på 15 år. En ny vare som erstatter ombruksvaren ved utskifting, har levetid på 25 år.

$50 \text{ år} - 15 \text{ år} = 35 \text{ år}$ med gjenstående levetid som må dekkes av erstattede byggevarer etter ombruksvaren er demontert.

$35 \text{ år} / 25 \text{ år} = 1,4$ byggevarer trengs for å dekke resten av levetiden, dette rundes opp til 2.

Totalt kreves altså 3 byggevarer for å dekke det gitte behovet gjennom levetiden. Første byggevare (ombruksvaren) medregnes i $A1-A3$, det vil si at vi har to utskiftninger.

5 Merk at vi her gjør en antakelse om at ombruksvaren erstattes av en nyprodusert byggevare i fremtiden. Det er jo ikke sikkert, men det er umulig å vite eksakt hva som skal skje i fremtiden. Derfor anbefales det å beregne $B4$ basert på et konservativt scenario.



Figur 8: Illustrasjon av utskifting i løpet av byggets levetid.

B2- og B4-utslippene kommer i tillegg til A1-A3, A4 og A5, og inngår i totalvurderingen av klimaeffekt for ombruk versus valg av ny byggevare i steg 3. Det er vesentlig større usikkerhet knyttet til B2 og B4 enn A1-A3. B2 er avhengig av forventet vedlikehold og B4 er avhengig av antakelser om ombruksvarens restlevetid, samt hva slags ny byggevare som vil erstatte ombruksvaren i fremtiden.

Vurdering av restlevetid for bevarte bygningsdeler i en rehabilitering

Merk at i et bygg som rehabiliteres i dag, der ombruksvare beholderes internt i prosjektet, gjelder samme prinsipp: Restlevetiden for en ombruksvare må da beregnes ved å sammenlikne gjenstående levetid med en analyseperiode på 50 år fra «i dag».

4.3.7 (vii) Ombruksvarens C1-C4 i mottakerbyggets livsløp

C1-C4 for mottakerbygget inneholder riving og avfallshåndtering når mottakerbygget i fremtiden skal rives, og er derfor basert på et scenario om hva som vil skje langt frem i tid. Dette er såpass usikkert at C1-C4 for en ombruksvare i mottakerbyggets livsløp kan antas å være likt som for avfallshåndtering av en tilsvarende ny byggevare.

I en ren sammenlikning av ombruk mot ny byggevare (beregning av netto klimaeffekt i Steg 3) trengs derfor ikke C1-C4 for mottakerbygget å inkluderes. C1-C4 er imidlertid aktuell å beregne dersom det skal settes opp et fullstendig klimagassregnskap for mottakerbygget som tar med alle livsløpsmoduler.

Merk også at dersom ombruksvaren har blitt skiftet ut i B4 i mottakerbyggets livsløp pga. kortere levetid enn 50 år, vil teknisk sett avfallshåndtering av den ombrukte varen medregnes i B4. C1-C4 for mottakerbygget vil da inneholde avfallshåndtering av varen som erstattet ombruksvaren i B4, se mer om dette i kap. 4.3.6.

Men hva med mottakerbyggets modul D?

Ifølge EN 15804+A2:2019, annex D, er det i dag ikke anledning til å beregne gevinst for enda en runde med ombruk av en ombrukt byggevare i mottakerbyggets modul D. Dette kommer av modul D skal beregnes basert på netto ny mengde «avfall» fra bygget som sendes til resirkulering eller ombruk. Med netto mengde menes: mengde som sendes til resirkulering/ ombruk i modul D – mengde resirkulert/ombrukt materiale i A1-A3. For en ombruksvare vil andelen ombrukt materiale per definisjon være 100 % i A1-A3, og dermed vil netto ny mengde sendt til ombruk i modul D bli 0.

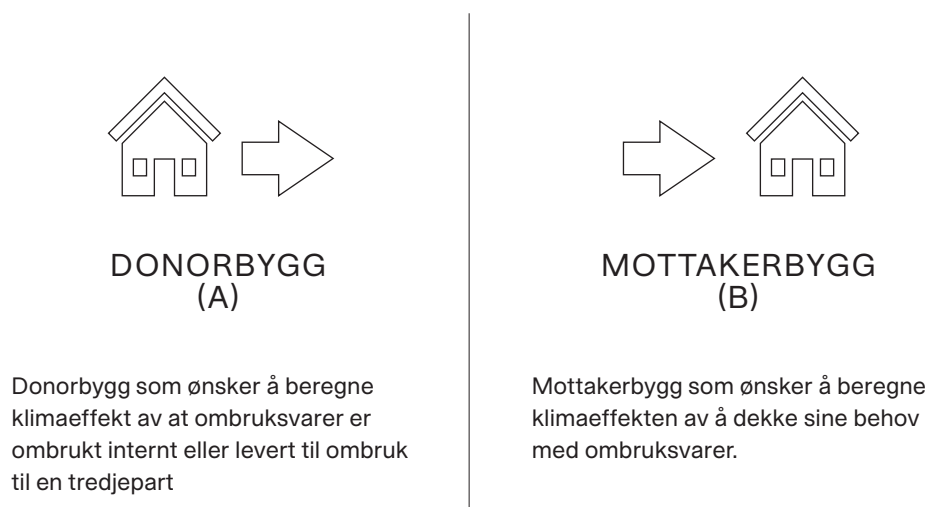
4.4 Steg 3: Klimaeffekten av ombruk vs. nytt produkt

Klimaeffekten ved ombruk vil som regel gi et lavere samlet fotavtrykk for ombruksvaren enn for det tilsvarende nye produktet. I så fall kan det sies at ombruk gir en klimagassbesparelse. Det er flere livsløpsmoduler som kan påvirkes av ombruk for både donorbygget og mottakerbygget:

- Donorbygget kan redusere sine utslipp knyttet til avfallshåndtering i C1-C4, i tillegg til at en eventuell senere klimagassbesparelse i mottakerbyggets livsløp kan synliggjøres i modul D for donorbygget.
- Mottakerbygget kan redusere sine A1-A3-utslipp. I tillegg kan både A4 (transport til byggeplass), A5 (svinn) og B4 (utskifting) påvirkes av ombruk. Disse modulene bør derfor også tas i betraktning når man beregner den totale klimaeffekten av ombruk.
- Et bygg som rehabiliteres og ombruker materialer og komponenter internt i prosjektet, vil fungere som både donorbygg og mottakerbygg for disse ombruksmaterialene.

En eventuell klimagassbesparelse ved ombruk må beregnes på bakgrunn av en sammenlikning av ombruksvaren mot en alternativ ny byggevare som ellers ville blitt brukt. Benytt klimafotavtrykket for en tilsvarende ny vare som ombruksvaren erstatter jf. tilgjengelig data i din situasjon.

Effektvurderingen knyttes til situasjonen hvor det har oppstått behov for beregninger:



Tabell 7: Donor og mottakerbygg – situasjon for beregning.

Klimagassbesparelser og negative utslippsverdier

I EPD-er og klimagassberegninger for bygninger angis utslipp/økt klimapåvirkning med positive fortegn, mens opptak/reduisert klimapåvirkning angis med negativt fortegn. Det betyr at dersom man regner med en forventet fremtidig klimagassbesparelse i modul D, angis denne normalt med negativt fortegn.

Merk imidlertid at det i andre sammenhenger kan være mer naturlig å presentere en klimagassbesparelse (eller klimagassreduksjon) som en positiv verdi. Det er derfor viktig å ha et bevisst forhold til dette i klimagassberegninger der flere bidrag summeres.

Sammenlikning av funksjonelle enheter

Merk at ved sammenlikning av ombruksvarer mot nye varer er det viktig å sørge for at man sammenlikner samme funksjonelle enhet. Derfor er det viktig å sammenlikne ombruksvaren mot en ny byggevare definert av hva ombruksvaren erstatter i det nye bygget. I tillegg kan det i noen situasjoner være slik at ombruksvaren fører til at det brukes mer eller mindre av et tilstøtende materiale enn ved bruk av en enkelt ny byggevare. I så fall må dette medregnes i sammenlikningen med nytt produkt.

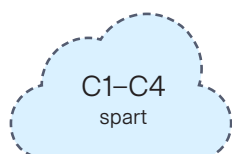
4.4.1 (A) Klimaeffekt av at donorbbygget tilgjengeliggjør ombruksvarer

Her viser vi hvordan hele klimaeffekten av å tilgjengeliggjøre ombruksvarer til markedet kan beregnes for et donorbbygg.

C1-C4

Ombruk vil kunne redusere donorbbyggets utslipp i avfallsfasen (C1-C4)⁶. Dette er tilfelle dersom utslipp knyttet til demontering av ombruksvaren, eventuelle forberedelser for at den skal være lovlig å omsette, og eventuell transport som inntreffer før EOW er mindre enn utslippene knyttet til standard riving og avfallshåndtering ville vært. En slik besparelse beregnes ved å sammenlikne donorbbyggets beregnede klimagassutslipp for avfallshåndtering i modul C med utslipp i C-fasen for et tilsvarende bygg der alle materialer ble avfallshåndtert på vanlig måte.

Ser man på en enkelt ombruksvare isolert, vil klimaeffekten av unngått avfallsbehandling for denne være gitt av følgende formel:


$$C1-C4_{\text{spart}} = C1-C4_{\text{standard}} - C1-C4_{\text{ombruksvare}}$$

6 Merk at dette er C-fasen i donorbbyggets første livsløp, som man ville medregnet dersom man satte opp et klimagassregnskap for donorbbygget da det ble bygget. Se kapittel 3.11.

der

- $C1-C4_{\text{spart}}$ = Netto besparelse i klimagassutslipp fra avfallshåndtering fordi byggevaren er sendt til ombruk fremfor avfallsbehandling.
 - › Merk, dersom dette blir et negativt tall, betyr det at klargjøring for ombruk før EOW gir høyere utslipp i C-fasen enn dersom ombruksvaren ville blitt avfallsbehandlet på vanlig måte.
- $C1-C4_{\text{standard}}$ = $C1-C4$ ved standard avfallshåndtering
 - › Dette beregnes ved å følge regneregler i EN 15804 og PCR for aktuell byggevare. Dersom PCR ikke angir forutsetninger for hva slags avfallshåndtering som skal brukes, bør forutsetningen gjenspeile vanlig praksis.
- $C1-C4_{\text{ombruk}}$ = Utslipp knyttet til demontering for ombruk + eventuelle andre aktiviteter som kreves for at ombruksvaren skal nå EOW.

Modul D

Klimaeffekt av at ombruksvaren erstatter nye byggematerialer i et mottakerbygg synliggjøres i donorbbyggets modul D, fordi dette er utenfor donorbbyggets livsløp. Se kapittel 3.8-3.10. for premisser og detaljer rundt allokering av utslipp for donorbbygg vs. mottakerbygg.

Donorbbyggets modul D kan beregnes på følgende måte⁷:


$$D_{\text{donorbygget}} = \text{netto unngåtte klimagassutslipp ved ombruk av materialene, utenfor donorbbyggets livsløp}$$

$$D_{\text{donorbygget}} = [(A1-A3) + A4 + A5 + B2 + B4]_{\text{ombruksvare, mottakerbygget}} - [(A1-A3) + A4 + A5 + B2 + B4]_{\text{representativ ny vare}}$$

(A1-A3) og A4 for ombruksvaren beregnes som tidligere beskrevet. For ombruksvarer som leveres til en tredjepart/videreformidler, og ikke et konkret mottakerbygg, må det gjøres en antakelse om hva (hvis noe) som kreves av oppgradering etter EOW før ombruksvaren er klar for montering i nytt bygg, i tillegg til transportavstander i A2 og A4. Disse antakelsene må oppgis i sammenheng med beregningen. Veiledende verdi for standard svinnprosent for riktig materialgruppe kan benyttes, se *Veiledning NS 3720:2018/G2:2024*.

I noen tilfeller kan det også være vanskelig for donorbbygget å ha nok informasjon om B2, fordi det kan avhenge av om mottakerbygget velger å overflatebehandle ombruksvaren, og hva slags overflatebehandling dette eventuelt er. I slike tilfeller kan det antas at B2 for ombruksvaren er lik som for et tilsvarende nytt produkt, så lenge det ikke foreligger tilstandsvurderinger eller annen informasjon som tilsier noe annet. Veiledende verdier for vedlikeholdsintervaller kan også finnes i *NS 3720:2018/G2:2024*.

7 Vi antar her at ombruksvaren som demonteres fra donorbbygget var ny da den en gang ble kjøpt inn av donorbbygget. Dersom donorbbygget også hadde ombrukt materialet i sin A1-A3, ville det ifølge EN 15804 slik den foreligger i dag, ikke være anledning til å beregne gevinst av enda en runde med ombruk i modul D. Se EN 15804 + A2:2019, Annex D for regneregler for modul D.

Som nevnt i kapittel 4.3.7 trenger ikke C1-C4 hos mottakerbygget inkluderes i beregningen av klima-effekt, fordi det antas å være likt for ombruksvaren som en tilsvarende ny byggevare.

Total klimaeffekt av donorbyggets tilgjengeliggjøring av ombruksvarer

Som forklart innledningsvis i dette kapittelet (se faktaboks), angis tall i modul D med negativt fortegn. Dette kommer av at modul D alltid skal stå for seg selv for å vise potensialet for å redusere klimagass-utslipp senere, utenfor donorbyggets livsløp. I en klimagassberegning som følger EN 15804 og NS 3720, skal derfor alltid utslipp i C-fasen og modul D presenteres separat.

Det kan imidlertid være ønskelig for donorbygget å beregne total klimaeffekt knyttet til det å levere ombruksvarer til mottakerbygget - på tvers av modul C og D. Da må man passe på å ha samme fortegn på eventuelle besparelser i begge moduler. I denne sammenhengen lar vi derfor all eventuell klimagassbesparelse ha positivt fortegn, mens eventuelt negativt fortegn vil bety at det ikke har gitt noen besparelse, men ført til en økning i klimagassutslipp:



= total klimaeffekt ved tilgjengeliggjøring av ombruksvaren

$$= C_{\text{besparelser, donorbygg}} + (A1-A3 + A4 + A5 + B4)_{\text{besparelse, mottakerbygg}}$$

$$= C1-C4_{\text{standard avfallshåndtering}} + Q(A1-A3 + A4 + A5)_{\text{representativ ny vare}}$$

$$- C1-C4_{\text{ombruksvare}} - (A1-A3 + A4 + A5)_{\text{ombruksvare, mottakerbygg}}$$

Se neste kapittel for hvordan mottakerbyggets klimagassbesparelse skal beregnes.

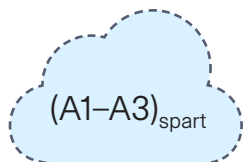
Merk at denne beregnede «klimagassbesparelsen» kun er ment for å vise den fulle klima-effekten av at donorbygget tilgjengeliggjør ombruksvarer. En slik beregnet besparelse skal ikke brukes som en negativ verdi som trekkes fra i et eventuelt klimagassregnskap iht. NS 3720 eller TEK 17 for donorbygget. Det er kun ment som en sideberegning for å synliggjøre effekten av innsatsen for å øke ombruk. I en eventuell klimagassberegning iht. NS 3720 eller TEK 17, må C og D holdes separat.

4.4.2 (B) Beregning av klimaeffekt for mottakerbygget

Klimaeffekten av å ombruke ombruksvaren i mottakerbygget er angitt av den totale effekten i A1-A3, A4, A5 og B4. På den måten vil eventuelle forskjeller i transportavstander, restlevetid, kapp og svinn også tas hensyn til i tillegg til forskjell i produksjonsutslipp.

Klimagassbesparelse i A1-A3

Ved å unngå å produsere en ny byggevare, unngår man utslipp tilsvarende produksjonsutslipp for denne nye byggevaren. De unngåtte utslippene utgjør en brutto besparelse før transport og klargjøring av ombruksvaren er tatt hensyn til. Ombruksvarens A1-A3 må derfor trekkes fra brutto-besparelsen, for å få reell netto klimagassbesparelse:


$$(A1-A3)_{\text{spart}} = (A1-A3)_{\text{ny}} - (A1-A3)_{\text{ombruk}}$$

Der

- $(A1-A3)_{\text{ny}}$ = produksjonsutslipp for en tilsvarende eller representativ ny byggevare (som avgjøres av formålet ombruksvaren skal brukes til).
- $(A1-A3)_{\text{ombruk}}$ = ombruksvarens utslipp i A1-A3.

NB. Merk at vi her ikke har tatt med noen korreksjonsfaktor for ulike levetider, fordi dette fanges opp i B4. Dersom man for mottakerbygget kun skal gjøre en forenklet beregning der A1-A3 er med, må prinsippet med korreksjonsfaktor benyttes, se forenklet metode i kap. 4.5.

Total klimagassbesparelse knyttet til ombruksvaren gjennom mottakerbyggets livsløp

Klimagassbesparelsen i A1-A3 for mottakerbygget bør ikke presenteres alene som klimaeffekten av å ombruke den aktuelle byggevaren.

Beregning av A4 for ombruksvaren er angitt i steg 2. For den nye varen kan referanseverdier oppgitt i Vedlegg 1 benyttes, dersom den aktuelle produktgruppen er representert her. Disse er basert på antakelser om vanlige transportavstander for de ulike materialgruppene og veiledende verdier i *Veiledning NS 3720:2018/G2*. Dersom man har et prosjekt med en plassering som vil gi vesentlig lengre transportavstander bør dette imidlertid korrigeres for. Dersom aktuell produktgruppe ikke er representert i Vedlegg 1, kan veiledende transportavstander og utslippsfaktorer i *Veiledning NS 3720:2018/G2* benyttes, sammen med en antakelse om hvor det er mest vanlig at en ny byggevare i denne kategorien produseres. Antakelser for beregningen må oppgis.

Beregninger for A5, B2 og B4 er også omtalt i steg 2 (kap 4.3). Som tidligere nevnt trenger ikke C1-C4 hos mottakerbygget å inkluderes i beregningen av klimaeffekt, fordi det antas å være likt for ombruksvaren som en tilsvarende ny byggevare.

Netto klimagassbesparelse for mottakerbygget knyttet til å ombruke byggevaren/produktet er da gitt av forskjellen i totale utslipp i $A1-A3 + A4 + A5 + B2 + B4$ for ombruksvare og ny tilsvarende vare:



= total klimaeffekt ved ombruk av byggevare i mottakerbyggets livsløp / klimagassregnskap

$$= [(A1-A3 + A4 + A5 + B2 + B4)]_{\text{representativ ny vare}} - [(A1-A3 + A4 + A5 + B2 + B4)]_{\text{ombruk}}$$

Pass på konteksten for beregningene

Dersom mottakerbygget som bruker ombruksvarer setter opp et klimagassregnskap, vil klima-effekten av ombruk synes ved at klimagassregnskapet gir lavere utslipp (i hvert fall i A1-A3) enn et tilsvarende bygg med kun nye materialer.

Hvis man i tillegg ønsker å synliggjøre eksplisitt effekten av ombruk i prosjektet, kan metoden for å beregne klimagassbesparelser angitt i denne veilederen benyttes. Det er imidlertid viktig holde tunga rett i munnen for ikke å dobbelt-telle effekten av ombruk: Besparelsen skal ikke brukes til å gi en negativ utslippsverdi i A1-A3 for en ombruksvare som skal brukes i en klimagassberegning for mottakerbygget.

4.5 Forenklet metode for ombrukskartlegging/tidligfase

Det kan være ønskelig å beregne forventet klimaeffekt ved ombruk i en tidlig fase, da mange av forutsetningene i beregningen ennå er ukjent. Dette er spesielt aktuelt i en ombrukskartlegging, der man ønsker å tallfeste klimaeffekten av å ombruke de ulike fraksjonene som kartlegges for å rangere hvilke komponenter som vil ha best kost/nytte. Som regel har man begrenset med tid til å gjøre klimagassberegninger på dette stadiet, i tillegg til at beregningene skal gjøres for en rekke komponenter. Dessuten er som regel ikke mottakerbygg kjent enda, fordi ombrukskartlegging nettopp gjøres for å identifisere hva som er ombrukbart. Derfor er det naturlig å bruke en forenklet metode for å estimere klimaeffekten for ombruk av de ulike byggevarene som kartlegges i en ombrukskartlegging. (I tilfeller der donorbygget leverer ombruksvarer til en tredjepart/videreformidler, bør det gjøres antakelser for bruksformål, transportavstander osv., fremfor å benytte denne forenklede metoden).

I steg 0 vil man da ikke kunne vite om ombruksvarene eventuelt skal brukes til samme formål, eller endre funksjon og brukes til et nytt formål. Derfor er det naturlig å anta at ombruksvaren vil erstatte en tilsvarende ny byggevare.

Siden det også vil være for tidlig å si noe om både faktiske transportavstander og nødvendig oppgradering for ombruksvaren, vil det være mest hensiktsmessig med en forenklet estimering av klimaeffekt. Dette kan basere seg kun på en brutto klimagassbesparelse. Med andre ord kan man hoppe over hele steg 2.

Dersom ombruksvaren har kortere restlevetid enn levetiden for en tilsvarende ny vare, må det brukes en korreksjonsfaktor for å fange opp dette. Vi kaller denne Q i tråd med EN 15804s formler for beregning av klimaeffekt i modul D, der Q skal representere en kvalitetsforskjell mellom ombruksvaren og nytt produkt. Vi antar da at eventuell forskjell i restlevetid er den viktigste kvalitetsforskjellen som vil påvirke klimagassutslipp knyttet til bruk av ombruksvaren.

Brutto besparelse kan dermed regnes ut ved hjelp av formelen under:

- Finn klimafotavtrykket for et tilsvarende nytt produkt (se steg 1 og vedlegg 1).
- Estimer restlevetid for ombruksvaren.
- Korrigér* bruttobesparelsen iht. forskjell i levetid hvis relevant.

Den brutto besparelsen vil da tilhøre A1-A3 i mottakerbygget, eller modul D i donorbygget. Beregningsmetoden vil altså være like aktuell for mottakerbygget i tidlig fase, dersom mottakerbygget ønsker å vurdere potensiell klimaeffekt av å ombruke en vare fremfor å kjøpe ny.

Tidligfase / ombrukskartlegging:

$$\begin{aligned} \text{(A1-A3) brutto spart} &= \text{hvor mye utslipp som spares ved at man unngår å produsere et tilsvarende / representativt nytt materiale} \\ \text{(A1-A3) brutto spart} &= Q \times \text{(A1-A3)}_{\text{representativ ny vare}} \\ \text{der } Q &= \frac{\text{korreksjonsfaktor som hensyntar forskjell i kvalitet / levetid for ombruksvare sammenliknet mot en ny vare}}{\frac{\text{levetid ombruksvare}}{\text{levetid representativ ny vare}}} \end{aligned}$$

*Korreksjonsfaktor skal bare benyttes når restlevetid for byggevaren er mindre enn beregningsperiode for bygningen, vanligvis 50 år. Det kommer av at dersom ombruksvaren kan leve i hele bygges levetid (definert til 50 år iht. TEK 17), har ombruksvaren ingen kvalitetsreduksjon til dette formålet (så lenge den oppfyller alle tekniske krav den er ment for å overholde).

Brutto klimagassbesparelse bør beregnes basert på forventet ombrukbar mengde.

Selv om man i en ombrukskartlegging beregner en brutto klimagassbesparelse når det kommer til utslipps-genererende aktiviteter, bør denne klimagassbesparelsen beregnes på bakgrunn av en estimert netto ombrukbar mengde, og ikke total tilgjengelig mengde i donorbygget.

Hvis man for eksempel skjærer ut hulldekker fra et donorbygg, vil det aldri være mulig å bruke 100 % dekkene som er skåret ut i et mottakerbygg. Noe vil gå bort til destruktiv testing, og annet vil gå bort ved tilpasning til nye dimensjoner. Derfor bør man vurdere sannsynlig mengde som kan ombrukes. Her kan man gjøre en forenklet vurdering, med for eksempel å anta en viss prosentandel som går bort til testing og tilpasning.

Tidligfase estimering av klimaeffekt for ombruk kan bli lettere i fremtiden.

I denne metodebeskrivelsen foreslås å benytte brutto klimagassbesparelse som første vurdering av klimaeffekt ved ombruk i tidlig fase. En årsak til det er at det er lite erfaringstall og EPD-er for ombruksvarer per i dag. Når datagrunnlaget for utslipp knyttet til klargjøring av ulike typer ombruksvarer etter hvert blir bedre, kan det bli enklere å anslå forventet netto klimagassbesparelse for ulike ombruksvarer i tidlig fase basert på erfaringstall.

4.6 Valg av datakilde for beregning av brutto klimaeffekt

Ved beregning av brutto klimaeffekt sammenliknes ombruksvarens klimafotavtrykk mot en ny byggevare som ellers ville ha blitt brukt. Følgende livsløpsmoduler i mottakerbyggets livsløp er aktuelle for å beregne brutto klimaeffekt av å erstatte en ny vare med en ombruksvare:

- A1-A3
- A4
- A5
- B2
- B4

I tillegg er C1-C4 i donorbygget aktuelt for beregning av klimaeffekten av å tilgjengeliggjøre ombruksvarer for donorbygget.

Ettersom klimaeffekten knyttet til ombruk i mange sammenhenger beregnes for enkelte livsløpsfaser isolert anbefaler vi å benytte GWP-IOBC-faktorer, som omtalt i kapittel 3.7. Dette sørger for at biogene utslipp hensyntas på riktig måte, og ikke telles dobbelt.

Datakilde alternativ 1: Bruk av markedssnitt for å avklare klimafotavtrykket for erstattet produkt

I de aller fleste tilfeller kan man ikke med sikkerhet si eksakt hvilket produkt man erstatter når man ombruker en byggevare. Den potensielle klimagassbesparelsen ved å ombruke produktet bør i disse tilfellene beregnes basert på et representativt markedssnitt for det alternative nye produktet. Dette blir mer riktig enn å basere sammenligningen på en tilfeldig valgt EPD/utslippsfaktor, fordi spennet i klimafotavtrykk for ulike produkter innenfor en materialkategori kan variere enormt.

Et representativt markedssnitt for en materialtype/vare/produktgruppe vil for eksempel være et vektet snitt av ulike produsenter som er vanlige å bruke i byggeprosjekter i det relevante området. Dette kan variere fra sted til sted i landet, og fra år til år. Derfor vil det være nødvendig å forenkle beregningen av de tilsvarende gjennomsnittsverdiene. Som vedlegg til denne metodebeskrivelsen har vi i første omgang laget et vedlegg med referanseverdier for noen materialgrupper, se vedlegg 1. Referanseverdier er laget for alle de aktuelle livsløpsmodulene, A1-A3, A4, A5, B2, B4 og C1-C3, og er basert på GWP-IOBC-verdier. Forutsetninger for de ulike gjennomsnittsverdiene/ referanseverdier er omtalt i vedlegget.

Datakilde alternativ 2: Avklare klimafotavtrykk til eksakt produkt som blir erstattet

I noen tilfeller kan man vite eksakt hvilket produkt som blir erstattet av en ombruksvare. Dette vil for eksempel være dersom man sent i prosjekteringen av mottakerbygget finner ut at man skal erstatte et beskrevet produkt med en ombruksvare, og man vet hvilken leverandør som ville blitt valgt dersom man bestilte dette produktet nytt. Da kan man basere sammenlikningen av ombruksvaren mot ny byggevare på data fra EPD for produktet som ellers ville blitt brukt. Merk imidlertid at beregning av A4 og B4 for nytt produkt må tilpasses byggeprosjektets plassering og analyseperiode (50) år, slik at det kun er livsløpsmodulene A1-A3, A5 og C1-C3 og evt. B2 som kan hentes fra EPD (Husk å bruke GWP-IOBC-verdier). C1-C3 må også tilpasses dersom EPD-en ikke inneholder avfallsscenarioer som er representative for Norge. I disse tilfellene er det også viktig å ha et bevisst forhold til datakvalitet og usikkerhet i datakildene man benytter.

Datakilde alternativ 3: Mangler passende datakilde

Dersom man ikke finner noen passende gjennomsnittsverdi for et representativt produkt, eller ikke finner EPD for et eksakt produkt man vet blir erstattet ved ombruk, kan man gjøre foreløpige antakelser ved å søke etter EPD-er eller utslippsdata⁸. Det bør da gjøres en vurdering av hvorvidt produktet man finner data på kan variere mye i klimafotavtrykk, og eventuelt om produktet befinner seg i det høyere eller lavere sjiktet av klimafotavtrykk for slike produkter.

Det er viktig å være bevisst på at ulike kilder til utslippsfaktorer kan være basert på ulike metoder og forutsetninger for beregnede utslipp. Ved bruk av annen utslippsdata enn EPD, bør det fortrinnsvis benyttes utslippsfaktorer som er beregnet med samme metodikk som EN 15804 (Husk å bruke GWP-IOBC-verdier). Dette sikrer sammenlignbarhet med EPD-er og dessuten at ombruksberegningen kan brukes i klimagassberegninger for bygninger. Et annet alternativ kan være å ta utgangspunkt i utslippsfaktorer som er brukt i referansenivåer for klimagassutslipp fra materialbruk i bygg, publisert av DFØ⁹. Disse referansenivåene brukes som benchmarkverdier for sammenlikning av klimafotavtrykk fra materialbruk i offentlige prosjekter og i BREEAM-prosjekter. En sammenlikning av klimaeffekten av ombruk av et materiale mot utslippsfaktor for tilsvarende materiale benyttet i disse modellbyggene kan derfor være nyttig for å vise potensialet for å redusere byggets klimafotavtrykk sammenliknet mot referansenivået, dersom man velger ombruk fremfor å kjøpe nytt. De angitte utslippsfaktorene i referansenivå-verktøyet til DFØ omfatter imidlertid kun A1-A3, slik at øvrige livsløpsmoduler vil måtte hentes fra andre kilder.

Uansett hvilken datakilde man bruker for å vurdere klimaeffekten av ombruk, er det viktig å oppgi datakilden i sammenheng med beregningene. Dette sikrer transparens og muliggjør sammenlikning av ulike beregninger.

8 Dette kan for eksempel finnes i LCA-databasen Ecoinvent (lisensbasert), ved valg av riktig karakteriseringsmodell.

9 Utslippsfaktorene for modellbyggene som referanseverdiene er basert på, ligger i fanen «Modellbygg og utslippsfaktorer» i referansenivå-verktøyet

5

Kildehenvisning

DFØ. (2024). *Klimagassutslepp bygg*. Hentet fra Anskaffelser.no: <https://anskaffelser.no/nn/verktoy/analyseverktoy/klimagassutslipp-bygg>

Direktoratet for byggkvalitet. (2023). *Veileder for utarbeidelse av klimagassregnskap – Byggteknisk forskrift (TEK27) § 17-1*.

EOTA. (2017). EAD 17005-00-0305 Re-cycled clay masonry units.

EPD International AS. (2024). *General programme instructions for the international EPD system – Version 5.0.0*. Environdec.com.

EPD-Norge. (2019). PCR - Part B for wood and wood-based products for use in construction. NPCR 015 Version 3.0.

EPD-Norge. (2021). NPCR 023 - Packaging products and services.

EPD-Norge. (2021). NPCR Part A: Construction products and services. Version 2.0.

IBU. (u.d.). PCR Part B - Requirements on the EPD for Bricks. Hentet 2025

Standard Norge. (2012). NS-EN 15978:2011 Bærekraftige byggverk - Vurdering av bygningers miljøpresentasjon - Beregningsmetode.

Standard Norge. (2014). NS-EN 16485:2015 Tømmer og skurlast - Miljødeklarasjoner - Produktkategoriregler for tre og trebaserte produkter til bruk i byggverk.

Standard Norge. (2018). NS 3720:2018 Metode for klimagassberegninger for bygninger.

Standard Norge. (2023). NS-EN 15804:201+A2:2019+AC:2021 Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Core rules for the product category of construction product.

Standard Norge. (2024). NS 3720:2018/G2 Veiledning - Verdier til bruk i klimagassbudsjettering, -beregninger og -regnskap for bygninger etter NS 3720 og informasjonsmoduler A4, A5, B2 og B4.

Standard Norge. (2025). NS 3691:2025 Evaluering av returtre.

TBE. (2014). TBE PCR for clay construction products.



Vedlegg 1 - Referanseverdier

Dette vedlegget angir referanseverdier for utslippsfaktorer for utvalgte materialgrupper. Disse referanseverdiene kan brukes til å beregne brutto klimaeffekt ved ombruk, når man sammenlikner ombruk av en byggevare mot å produsere en ny.

Referanseverdiene er beregnet basert på et utvalg EPD-er som anses som representative for det norske markedet. Det betyr ikke at verdiene kun er basert på norskproduserte varer (hvor vanlig det er å importere varer kan variere fra produktgruppe til produktgruppe). Verdier for A4 er ikke hentet fra EPD-er, men beregnet basert på veiledende verdier for transportavstand og transport-utslippsfaktorer iht. *Veiledning NS 3720:2018/G2:2024*¹⁰.

Referanseverdiene er angitt med GWP IOBC-verdier, se mer om dette i veilederen.

Verdiene angis på vitenskapelig tallformat med to desimaler, slik som i EPD-er. Dette leses slik:

- 4,56E-02 = 0,0456
- 2,68E+00 = 2,68
- 1,75E+01 = 17,5

R1 Hulldekker

Referanseverdiene for hulldekker inkluderer armeringsstål.

Tabell 8: GWP IOBC for hulldekker, kg CO₂-ekv/tonn.

A1-A3	A4	A5	B2	B4	C1	C2	C3	C4
1,26E+02	3,60E+01	1,52E+01	0	0	3,89E+00	5,37E+00	5,07E-01	1,32E+00

A4 er beregnet basert på følgende forutsetninger, iht. *Veiledning NS 3720:2018/G2:2024*:

- Forutsatt opprinnelse: Norge.
- Forutsatt transportavstand: 300 km.
- Livsløpsbasert utslippsfaktor for transport: 0,12 kg CO₂-ekv/tkm.

Referanseverdier for øvrige livsløpsfaser er beregnet basert på EPD-er fra EPD Norge for hulldekker som er laget med lavkarbonbetong klasse B.

For å regne om referanseverdiene til kg CO₂-ekv/m² hulldekker, trengs informasjon om hulldekkenes egenvekt. Dette er basert på et gjennomsnitt av oppgitte egenvekter for de ulike EPD-ene.

¹⁰ <https://online.standard.no/nb/ns-3720-2018g2-2024>

Tabell 9: Gjennomsnittlig egenvekt for ulike dekketykkelser.

Tykkelse (mm)	Egenvekt (kg/m ²)
200	255
220	310
265	363
285	411
320	392
340	448
380	457
400	489
420	559
500	651
520	695

Basert på gjennomsnittlige egenvekter får vi følgende referanseverdier per m² med hulldekke for de ulike dekketykkelsene:

Tabell 10: GWP IOBC, kg CO₂-ekv/m² hulldekke.

	A1-A3	A4	A5	B2	B4	C1	C2	C3	C4
HD 200	3,22E+01	9,18E+00	3,88E+00	0	0	9,91E-01	1,37E+00	1,29E-01	3,37E-01
HD 220	3,91E+01	1,12E+01	4,71E+00	0	0	1,20E+00	1,66E+00	1,57E-01	4,10E-01
HD 265	4,58E+01	1,31E+01	5,52E+00	0	0	1,41E+00	1,95E+00	1,84E-01	4,80E-01
HD 285	5,19E+01	1,48E+01	6,24E+00	0	0	1,60E+00	2,20E+00	2,08E-01	5,43E-01
HD 320	4,95E+01	1,41E+01	5,96E+00	0	0	1,52E+00	2,10E+00	1,99E-01	5,18E-01
HD 340	5,66E+01	1,61E+01	6,81E+00	0	0	1,74E+00	2,41E+00	2,27E-01	5,93E-01
HD 380	5,77E+01	1,64E+01	6,95E+00	0	0	1,78E+00	2,45E+00	2,32E-01	6,05E-01
HD 400	6,17E+01	1,76E+01	7,43E+00	0	0	1,90E+00	2,62E+00	2,48E-01	6,47E-01
HD 420	7,06E+01	2,01E+01	8,50E+00	0	0	2,17E+00	3,00E+00	2,83E-01	7,39E-01
HD 500	8,22E+01	2,34E+01	9,89E+00	0	0	2,53E+00	3,49E+00	3,30E-01	8,61E-01
HD 520	8,78E+01	2,50E+01	1,06E+01	0	0	2,70E+00	3,73E+00	3,52E-01	9,20E-01

R2 Konstruksjonsvirke

Referanseverdier for konstruksjonsvirke gjelder for bindingsverk/stenderverk i standard dimensjoner, dvs. inkluderer ikke massivtre og limtre.

Tabell 11: GWP IOBC, kg CO₂-ekv/m³

A1-A3	A4	A5	B2	B4	C1	C2	C3	C4
7,10E+01	1,69E+01	1,69E+00	0	0	1,55E-01	4,11E+00	9,69E+00	1,29E+00

A4 er beregnet basert på følgende forutsetninger, iht. *Veiledning NS 3720:2018/G2:2024*:

- Forutsatt opprinnelse: Norge.
- Forutsatt transportavstand: 300 km.
- Livsløpsbasert utslippsfaktor for transport: 0,12 kg CO₂-ekv/tkm.
- Forutsatt tetthet ved beregning av transportutslipp: 469 kg/m³ (medianverdi for tettheter som er angitt i ulike EPD-er for konstruksjonsvirke).

Øvrige livsløpsfaser er basert på et gjennomsnitt for EPD-er for konstruksjonsvirke som anses som representative for det norske markedet. Der det har vært mistanke om feil verdier i EPD-er eller større avvik, er dette korrigert for eller holdt utenfor gjennomsnittet.

R3 Takstein av betong

Tabell 12: GWP IOBC for betongtakstein, kg CO₂-ekv/tonn

A1-A3	A4	A5	B2	B4	C1	C2	C3	C4
1,70E+02	9,60E+01	5,10E-02	0	0	0	2,95E+00	3,02E+00	2,23E+00

A4 er beregnet basert på følgende forutsetninger, iht. *Veiledning NS 3720:2018/G2:2024*:

- Forutsatt opprinnelse: Norden.
- Forutsatt transportavstand: 800 km.
- Livsløpsbasert utslippsfaktor for transport: 0,12 kg CO₂-ekv/tkm.

Øvrige livsløpsfaser er basert på et gjennomsnitt for EPD-er for betongtakstein.

Ved omregning til klimagassutslipp per m² med takstein, trengs informasjon om taksteinens egenvekt (kg/m²) eventuelt informasjon om egenvekt per stein (kg/stk) kombinert med dekkevne (antall stein per m²). Under vises tre eksempler:

Tabell 13: GWP IOBC, kg CO₂-ekv/m² betongtakstein, eksempler.

Type	A1-A3	A4	A5	B2	B4	C1	C2	C3	C4
Dobbeltkrum, egenvekt 38 kg/m²	6,46E+00	3,65E+00	4,23E-02	0	0	0	1,12E-01	1,15E-01	8,48E-02
Enkeltkrum, egenvekt 43 kg/ m²	7,31E+00	4,13E+00	4,79E-02	0	0	0	1,27E-01	1,30E-01	9,59E-02
Flat, egenvekt 47 kg/ m²	7,99E+00	4,51E+00	5,24E-02	0	0	0	1,38E-01	1,42E-01	1,05E-01

R4 Takstein av tegl

Tabell 14: GWP IOBC, kg CO₂-ekv/tonn tegltakstein.

A1-A3	A4	A5	B2	B4	C1	C2	C3	C4
2,52E+02	9,60E+01	3,40E+00	0	0	0	7,41E+00	3,46E+00	5,51E-02

A4 er beregnet basert på følgende forutsetninger, iht. *Veiledning NS 3720:2018/G2:2024*:

- Forutsatt opprinnelse: Norden.
- Forutsatt transportavstand: 800 km.
- Livsløpsbasert utslippsfaktor for transport: 0,12 kg CO₂-ekv/tkm.

Øvrige livsløpsfaser er basert på medianverdien til et stort utvalg EPD-er for teglprodukter. Medianverdien er valgt fordi spennet i klimafotavtrykk for teglprodukter er stort. Klimafotavtrykket avhenger bl.a. av hvor høye temperaturer teglsteinen brennes på, og om den brennes én eller flere ganger. Mange taksteinprodukter brennes på høyere temperatur enn standard murstein av tegl, men det gjelder ikke nødvendigvis alle.

Utslippsfaktorer per m² med takstein kan beregnes basert på informasjon om taksteinens egenvekt (kg/m²), eventuelt informasjon om egenvekt per stein (kg/stk) kombinert med dekkevne (antall stein per m²).

Under vises eksempler på referanseverdier for klimagassutslipp per m² med stein, for ulike egenvekter:

Tabell 15: GWP IOBC, kg CO₂-ekv/m² tegltakstein, eksempler.

Egenvekt (kg/ m ²)	A1-A3	A4	A5	B2	B4	C1	C2	C3	C4
37	9,32E+00	3,55E+00	1,26E-01	0	0	0	2,74E-01	1,28E-01	2,04E-03
38	9,57E+00	3,65E+00	1,29E-01	0	0	0	2,82E-01	1,31E-01	2,09E-03
39	9,82E+00	3,74E+00	1,33E-01	0	0	0	2,89E-01	1,35E-01	2,15E-03
40	1,01E+01	3,84E+00	1,36E-01	0	0	0	2,96E-01	1,38E-01	2,20E-03
41	1,03E+01	3,94E+00	1,39E-01	0	0	0	3,04E-01	1,42E-01	2,26E-03
42	1,06E+01	4,03E+00	1,43E-01	0	0	0	3,11E-01	1,45E-01	2,31E-03
43	1,08E+01	4,13E+00	1,46E-01	0	0	0	3,19E-01	1,49E-01	2,37E-03
44	1,11E+01	4,22E+00	1,50E-01	0	0	0	3,26E-01	1,52E-01	2,42E-03
45	1,13E+01	4,32E+00	1,53E-01	0	0	0	3,33E-01	1,56E-01	2,48E-03
46	1,16E+01	4,42E+00	1,56E-01	0	0	0	3,41E-01	1,59E-01	2,53E-03
47	1,18E+01	4,51E+00	1,60E-01	0	0	0	3,48E-01	1,63E-01	2,59E-03

R5 Murstein av tegl

Tabell 16: GWP IOBC, kg CO₂-ekv/tonn murstein av tegl.

A1-A3	A4	A5	B2	B4	C1	C2	C3	C4
1,61E+02	9,60E+01	3,32E+00	0	0	0	7,41E+00	3,46E+00	5,51E-02

A4 er beregnet basert på følgende forutsetninger, iht. *Veiledning NS 3720:2018/G2:2024*:

- Forutsatt opprinnelse: Norden.
- Forutsatt transportavstand: 800 km.
- Livsløpsbasert utslippsfaktor for transport: 0,12 kg CO₂-ekv/tkm.

Øvrige livsløpsfaser er basert på medianverdien til et stort utvalg EPD-er for murstein av tegl. Medianverdien er valgt fordi spennet i klimafotavtrykk for teglprodukter er stort. Klimafotavtrykket avhenger bl.a. av hvor høye temperaturer teglen brennes på, og om den brennes én eller flere ganger.

Utslippsfaktorer per m² med mursteins-fasade/vegg kan beregnes basert på informasjon om mursteinens egenvekt (kg/m²), eventuelt informasjon om egenvekt per stein (kg/stk) kombinert med forbruk av murstein per m² vegg (antall stein per m²).

Under vises eksempler på referanseverdier for klimagassutslipp per m² med mursteins-fasade/vegg, for ulike egenvekter:

Tabell 17: GWP IOBC, kg CO₂-ekv/m² mursteins-fasade/vegg, eksempler.

Egenvekt (kg/ m ²)	A1-A3	A4	A5	B2	B4	C1	C2	C3	C4
140	2,25E+01	1,34E+01	4,64E-01	0	0	0	1,04E+00	4,84E-01	7,71E-03
150	2,41E+01	1,44E+01	4,97E-01	0	0	0	1,11E+00	5,19E-01	8,27E-03
160	2,58E+01	1,54E+01	5,31E-01	0	0	0	1,19E+00	5,54E-01	8,82E-03
170	2,74E+01	1,63E+01	5,64E-01	0	0	0	1,26E+00	5,88E-01	9,37E-03
180	2,90E+01	1,73E+01	5,97E-01	0	0	0	1,33E+00	6,23E-01	9,92E-03
190	3,06E+01	1,82E+01	6,30E-01	0	0	0	1,41E+00	6,57E-01	1,05E-02

R6 Innvendige glassvegger

Referanseverdier for innvendige glassvegger gjelder for kontorfronter/møteromsfronter o.l. i glass, inkludert profiler/rammer.

Tabell 18: GWP IOBC, kg CO₂-ekv/m² glassvegg.

A1-A3	A4	A5	B2	B4	C1	C2	C3	C4
4,44E+01	9,74E+00	6,86E-03	0	0	4,89E-02	4,01E-01	1,67E+00	3,18E-02

A4 er beregnet basert på følgende forutsetninger, iht. *Veiledning NS 3720:2018/G2:2024*:

- Forutsatt opprinnelse: Europa.
- Forutsatt transportavstand: 2300 km.
- Livsløpsbasert utslippsfaktor for transport: 0,12 kg CO₂-ekv/tkm.

Øvrige livsløpsfaser er basert på et gjennomsnitt for EPD-er for ulike typer innvendige glassfronter/modulvegger.

R7 Innerdører med glass

Referanseverdier for innerdører med glass gjelder for innerdører som har glassfelt.

Tabell 19: GWP IOBC, kg CO₂-ekv/m² glassdør.

A1-A3	A4	A5	B2	B4	C1	C2	C3	C4
2,07E+01	5,25E+00	1,39E-02	3,23E+00	1,32E+02	0	1,58E-01	2,74E+00	5,74E-02

A4 er beregnet basert på følgende forutsetninger, iht. *Veiledning NS 3720:2018/G2:2024*:

- Forutsatt opprinnelse: Europa.
- Forutsatt transportavstand: 2300 km.
- Livsløpsbasert utslippsfaktor for transport: 0,12 kg CO₂-ekv/tkm.

Øvrige livsløpsfaser er basert på et gjennomsnitt for EPD-er for ulike typer innvendige glassdører.

R8 Trebaserte innerdører/kompaktdører

Referanseverdiene gjelder for innerdører som hovedsakelig består av ulike typer trefibermaterialer eller laminat.

Tabell 20: GWP IOBC, kg CO₂-ekv/m² trebasert innerdør.

A1-A3	A4	A5	B2	B4	C1	C2	C3	C4
2,25E+01	1,56E+00	1,74E-02	2,85E+00	1,20E+02	0	1,77E-01	4,88E+00	4,80E-02

A4 er beregnet basert på følgende forutsetninger, iht. *Veiledning NS 3720:2018/G2:2024*:

- Forutsatt opprinnelse: Norden.
- Forutsatt transportavstand: 800 km.
- Livsløpsbasert utslippsfaktor for transport: 0,12 kg CO₂-ekv/tkm.

Øvrige livsløpsfaser er basert på et gjennomsnitt for EPD-er for ulike typer trebaserte innerdører.

R9 Innvendige ståldører

Tabell 21: GWP IOBC, kg CO₂-ekv/m² innvendige ståldører.

A1-A3	A4	A5	B2	B4	C1	C2	C3	C4
1,15E+02	1,52E+01	2,29E+00	0	0	0	2,36E-01	3,96E+00	5,23E-01

A4 er beregnet basert på følgende forutsetninger, iht. *Veiledning NS 3720:2018/G2:2024*:

- Forutsatt opprinnelse: Europa.
- Forutsatt transportavstand: 2300 km.
- Livsløpsbasert utslippsfaktor for transport: 0,12 kg CO₂-ekv/tkm.

Øvrige livsløpsfaser er basert på et gjennomsnitt for EPD-er for ulike innvendige ståldører.



Vedlegg 2 – Case studier

CS1 Prefabrikkerte hulldekker av betong

EPD for prefabrikkerte hulldekker av betong følger produktkategorireglene definert i NPCR PART A: *Construction products and services*, samt særreglene i NPCR 020:2020 *Part B for Concrete and concrete elements*. Part B henviser til NS-EN 16757 *Bærekraftige byggverk — Miljødeklarasjoner — Produktkategoriregler for betong og betongelementer*. Se også NS 3682:2022 *Standard for ombruk av hulldekker og krav til kvalitetskontroll og testing*.

CS1.1 Forutsetninger for case

Dette caset tar for seg følgende scenario: Hulldekker med tykkelse 320 mm demonteres fra et donorbygg og ombrukes som hulldekker i et mottakerbygg. Mottakerbygget overtar dekkene direkte fra donorbygg, uten et mellomledd som videreformidler ombruksvarer.

Donorbygget har 800 m² med hulldekker, der det er estimert at 650 m² kan skjæres ut (uskadet mengde etter utskjæring) og sendes videre til testing og tilpasning til et mottakerbygg. Mottakerbygget trenger kun 380 m². For å være sikker på å ha nok dekker til testing og svinn pga. tilpasning, skjæres det ut 456 m² med hulldekker fra donorbygget.

I scenariet forutsettes det at hulldekkene sages ut og heises ned med heisekran. Påstøpen kan ikke ombrukes og skal fjernes. Deretter sendes en andel av hulldekkene til destruktiv testing. Gjennom testingen bekreftes det at hulldekkene er skikket til å oppfylle ønsket bæreevne i mottakerbygget. Resten av hulldekkene sendes til et mellomlager, hvor de lagres og deretter tilpasses/kuttes til riktige dimensjoner, før de transporteres til mottakerbyggets byggeplass når det er klart for montering.

CS1.2 Steg 0: Avklare hensikt og bruksformål

Først må det avklares i hvilken sammenheng beregningene skal gjøres. For å illustrere de ulike beregningsmetodene, viser vi her beregninger for både donorbygget og mottakerbygget:

A: Donorbygget har tilgjengeliggjort en andel av hulldekkene for et mottakerbygg som har hentet dem for ombruk, og ønsker å beregne klimagasseffekten av dette.

B: Mottakerbygget ønsker å synliggjøre klimagasseffekten av å bruke ombrukte hulldekker fremfor å kjøpe nye

Formål: I dette caset skal hulldekkene brukes på nytt til samme formål i donor- og mottakerbygg.

CS1.3 Steg 1: Avklare klimafotavtrykk for tilsvarende ny byggevare

Klimafotavtrykket for et nytt produkt til sammenlikning angis av klimafotavtrykk for et hulldekke med tilsvarende egenskaper, dvs. med samme tykkelse og lastbæreevne/spennvidde. I praksis betyr det å sammenlikne mot utslippsfaktorer for hulldekker med tilsvarende tykkelse. EPD-er for hulldekker

oppgir klimagassutslipp per tonn hulldekke. Dette inkluderer armeringsstålet. Disse utslippstallene kan regnes om til utslipp per m² hulldekke, basert på riktig egenvekt for gitt tykkelse.

I listen over referanseverdier i Vedlegg 1 finnes det referanseverdier for hulldekker per tonn, og per m² for ulike dekketykkelser. I dette caset vet vi hvor mange m² med hulldekker vi har, men vi vet ikke flatevekten (kg/m²) for hulldekkene, og dermed ikke hvor mange tonn vi har. Derfor bruker vi referanseverdiene per m² for hulldekker med 320 mm, som er basert på en forutsatt gjennomsnittlig flatevekt på 392 kg/m² for HD 320.

Klimafotavtrykk for et tilsvarende nytt produkt er dermed:

Tabell 22: Klimafotavtrykk for et tilsvarende nytt produkt.

GWP IOBC, kg CO ₂ -ekv/m ²	A1-A3	A4	A5	B2	B4	C1	C2	C3	C4
	49,5	14,1	5,96	0	0	1,52	2,1	0,199	0,518

CS1.4 Steg 2: Beregning klimafotavtrykk for ombruk av hulldekket

Beregning av utslipp fra bearbeiding, mellomlagring og transport for ombruksproduktet er avhengig av at bruksformål og mottakerbygg er kjent, eller at det gjøres antakelser for dette. Hvis ikke kan forenklet metode benyttes, se kap. 4.5 og vedlegg 1–R1.

Vi antar nå at alle nødvendige parametere er kjent: Mottakerbygget er funnet, sted for mellomlagring, bearbeiding og testing er identifisert, og dermed vet vi avstander, mengde-behov o.l.

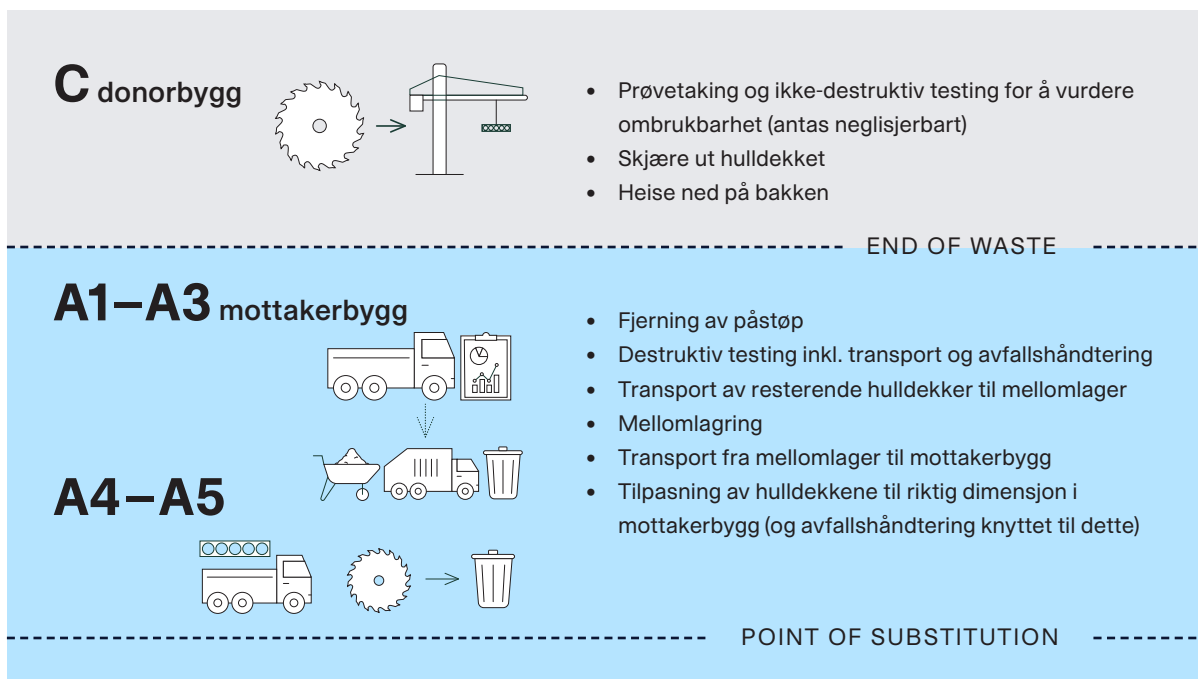
CS1.4.1 (i) Definere end-of-waste

I tråd med definisjonen av EOW beskrevet i kap. 3.8, kan EOW inntreffe først etter at hulldekket er demontert, det vil si saget ut og heist ned på bakken. Vi antar at det tidligere er gjort prøver og ikke-destruktiv testing for å vurdere dekkenes ombrukbarhet, og ikke funnet for høye karbonatiseringsdybder eller helse- og miljøfarlige stoffer over lovlige grenseverdier.

I dette caset har vi direkte ombruk mellom donorbygg og mottakerbygg, dvs. at mottakerbygg kjøper/ overtar hulldekkene direkte fra donorbygget, og ikke fra en ombrukssentral eller annen tredjepart som videreformidler ombruksvarer. **Dermed inntreffer EOW på byggeplassen til donorbygget, etter at hulldekkene er heist ned på bakken.**

Alle aktiviteter som kreves heretter, tilhører dermed mottakerbyggets livsløp. Det gjelder fjerning av påstøp (selvom dette foregår på byggeplassen til donorbygget i dette caset), transport, testing av hulldekkene, mellomlagring, tilpasning til riktige dimensjoner osv.

Merk: Noen av postene som er listet opp kan gi så små utslipp at det blir neglisjerbart. Dersom en aktivitet gir mindre enn 1 % utslipp av ombruksvarens A1-A3, kan det anses som neglisjerbart og utelates. Dette kan for eksempel være energiforbruk til heising, energiforbruk til testing eller energiforbruk på lager hvis dekkene lagres i en veldig kort periode. Men for å finne ut om dette er neglisjerbart må det gjøres sensitivitetsberegninger/ eksempelberegninger i hvert tilfelle for å undersøke nærmere om det er nødvendig å inkludere.



CS1.4.2 (ii) Beregning av donorbyggets C1-C4

Vi antar at klimagassutslipp knyttet til prøvetaking og ikke-destruktiv testing av hulldekkene før utsaging er neglisjerbart.

Utsaging og heising (C1)

For utsaging og heising av dekkene trengs følgende informasjon til beregningen av klimaeffekt:

- Energiforbruk til saging: x kWh energi forbrukt til sagingen
- Energi/dieselforbruk til heisekran for å heise ned dekket: x L eller kg drivstoff eller x kWh energi
- Utslippsfaktorer for aktuelle energikilder

Merk at det må brukes livsløpsbaserte utslippsfaktorer, som både tar med produksjon og forbrenning av drivstoffet (noen utslippsfaktorer for drivstoff inkluderer kun forbrenningsfasen). Dersom man ikke har tilgang på LCA-data for dette, kan veiledende verdier i NS 3720:2018/G2:2024, kap. 4.3 benyttes.

Resulterende energi- og drivstoffmengder koples deretter mot representative utslippsfaktorer for energikildene og/ eller drivstofftypene som er brukt.

Ettersom EOW i dette caset inntreffer etter demontering av hulldekkene, vil det ikke komme noen utslipp i C2 (transport).

Avfallsbehandling av kapp og svinn fra utskjæring av donorbygget

Dersom deler av hulldekkene ødelegges i demonteringen, skal avfallsbehandling av dette medregnes sammen med resten av avfallet i donorbygges C1-C4. Det samme gjelder rester av hulldekker som ikke skjæres ut, og eventuelle hulldekker som ikke består kvalitetskontroll før EOW.

CS1.4.3 (iii) Beregning av ombruksvarens A1-A3

Fjerning av påstøp

Fjerning av påstøp tilfaller mottakerbyggets livsløp, selv om dette foregår fysisk på donorbyggets byggeplass i dette eksempelet. Det er fordi det er lov å omsette hulldekkene med påstøp, og fjerningen av påstøp anses som en del av «klargjøring for ombruk».

For valgt metode for fjerning av påstøp trengs:

- Energi/dieselforbruk til fjerning av påstøp: x L eller kg drivstoff, eller x kWh energi
- Utslippsfaktorer (livsløpsbaserte) for aktuelle energikilder

Dersom fjerning av påstøp foregår på et annet sted enn donorbyggets byggeplass, må også transport til stedet der påstøpen fjernes medregnes.

Testing

Ifølge standard for ombruk av hulldekker (NS 3682:2022) må minimum 1/50 av hulldekker (fra samme donorbygg) som skal ombrukes testes. 1/50 av 456 m² er 9,12 m². Vi antar at 10 m² sendes til testing, og at test-stedet er 8 km unna donorbygget. I dette caset antas det at disse 10 m² med hulldekker fraktes direkte fra donorbyggets byggeplass til test-stedet. Denne transportetappen tilhører mottakerbyggets A1-A3. Det samme gjelder selve testingen, og avfallshåndteringen av dekkene etter testing (destruktiv testing innebærer at dekkene ødelegges i testingen).

Til disse aktivitetene trengs følgende informasjon til beregning av klimaeffekt:

- Mengde hulldekker som skal sendes til testing: Her er det 10 m², som tilsvarer 0,392 tonn med flatevekten på 392 kg/m². (Antall tonn er nyttig for beregning av transportutslipp)
- Informasjon om hvor dekker til testing skal sendes fra: direkte fra donorbygg, eller via mellomlager e.l.? I dette caset: Sendes direkte fra donorbygg, 8 km.
- Utslippsfaktor for relevant kjøretøytype for transport av dekker til testing, i kg CO₂-ekv/tonn-km
- Estimert energiforbruk til destruktiv testing (som f.eks. elektrisitetsforbruk til hydrauliske test-maskiner, energiforbruk til branntester o.l. Det må i hvert tilfelle vurderes om energiforbruket er neglisjerbart, eller så stort at det vil bidra til minimum 1 % av klimagassutslipp)
- Utslippsfaktor/er for den/de energikilden/e som kreves til destruktiv testing
- Avstand fra test-sted til avfallsmottak for de ødelagte dekkene som er testet
- Utslippsfaktor for avfallshåndtering av hulldekker i kg CO₂-ekv per tonn eller per m² (må omregnes basert på mengdeinformasjonen som brukes)

Mellomlagring

De 446 m² med hulldekker som ikke sendes til destruktiv testing må mellomlagres frem til de skal monteres i mottakerbygget. Dekkene må da først fraktes fra donorbygg til mellomlager. I dette caset antar vi at dekkene mellomlagres 3 km unna donorbygget, på et oppvarmet lager.

Hulldekker fraktes som regel uten emballasje, så det kommer ingen utslipp knyttet til produksjon og avfallshåndtering av emballasje i dette caset.

Til beregning av utslipp tilknyttet mellomlagring trengs (her vist med eksempeltall):

- Avstand fra donorbygget til mellomlager: 3 km
- Antall tonn hulldekker som skal fraktes: $446 \text{ m}^2 \cdot 0,392 \text{ tonn/m}^2 = 174,8 \text{ tonn}$
- Transportmiddel til mellomlager, samt utslippsfaktor for dette per tonn-km
- Størrelse på lager: 2000 m^2
- Energiforbruk på lager, per år: 90 000 kWh
- Arealbehov for lagring av hulldekkene: 120 m^2 totalt
- Lagringstid for hulldekkene: 3 mnd
- Energikilde på lageret
- Utslippsfaktor for riktig energikilde, per kWh

Energiforbruk til lagring av hulldekkene finnes da slik:

- $90\,000 \text{ kWh/år} / 2000 \text{ m}^2 \cdot 120 \text{ m}^2 = 5\,400 \text{ kWh/år}$
- $5\,400 \text{ kWh/år} / 12 \cdot 3 = 1350 \text{ kWh totalt (for alle hulldekkene)}$

Dette multipliseres med utslippsfaktor for riktig energikilde.

Tilpasning/kutting

For å tilpasse hulldekkene til mottakerbyggets dimensjoner, må de kuttes ytterligere. Avfallshåndteringen av det som er kappet bort må medregnes på samme måte som avfallshåndteringen fra dekkene som er testet. Dersom denne kuttingen skjer før dekkene fraktes til byggeplass, skal det medregnes i ombruksdekkenes A1-A3. I dette caset blir hulldekkene kappet til på samme sted som mellomlagring, og medregnes derfor i A1-A3.

Behovet for hulldekker er som nevnt 380 m^2 i mottakerbygget. Etter destruktiv testing sitter vi igjen med $456 - 10 = 446 \text{ m}^2$. For å få riktig mengde og dimensjoner til mottakerbygget kappes hulldekkene til, slik at vi står igjen med totalt 380 m^2 . Det betyr at 66 m^2 er kappet bort, og må sendes til avfallshåndtering.

Til disse aktivitetene trengs følgende informasjon til beregning av klimaeffekt:

- Energi/drivstofforbruk til skjæring/tilpasning i kWh og/eller kg eller liter drivstoff
- Mengde hulldekker som er skåret bort: 66 m^2 (som tilsvarer $66 \cdot 0,392 \text{ tonn} = 25,9 \text{ tonn}$)
- Hvor foregår denne tilpasningen? I dette tilfellet: Samme sted som mellomlager.
- Avstand fra sted for tilpasning/kutting til avfallsmottak
- Utslippsfaktor for relevant kjøretøytype for transport av avfallet, i $\text{kg CO}_2\text{-ekv/tonn-km}$
- Utslippsfaktor for avfallshåndtering av hulldekker i $\text{kg CO}_2\text{-ekv per tonn eller per m}^2$ (må omregnes basert på mengdeinformasjonen som brukes)

CS1.4.4 (iv) Beregne A4

Når hulldekkene er klare for å forlate sitt siste lagringssted før de monteres i mottakerbygget, starter A4. A4-utslippene beregnes basert på:

- antall tonn hulldekker som fraktes til mottakerbygg: $380 \text{ m}^2 \cdot 0,392 \text{ tonn} = 149 \text{ tonn}$
- avstand fra mellomlageret til mottakerbygget
- utslippsfaktor ($\text{CO}_2\text{-ekv/tonn-km}$) for representativt kjøretøy som brukes i transporten av dekkene til mottakerbygget

Dersom man ikke har utslippsfaktor for kjøretøy i kg CO₂-ekv/tonn-km, kan man eventuelt beregne totalt drivstofforbruk for alle turer som kreves med det gitte kjøretøyet, og deretter bruke livsløpsbaserte utslippsfaktorer for drivstoffet (som inkluderer både produksjon og forbrenning).

CS1.4.5 (v) Beregne A5 (kapp og svinn på byggeplass)

Siden hulldekker prefabrikkeres med riktige dimensjoner før de ankommer byggeplassen, vil det vanligvis ikke være noe svinn fra kutting av dekkene i A5. For ombruksdekkene vil det imidlertid være nødvendig å tilpasse og skjære til hulldekkene ytterligere etter at de har blitt skjært ut fra donorbygget, for å få riktige dimensjoner til mottakerbygget. Som nevnt medregnes dette i A1-A3 dersom tilpasningen skjer før ombruksdekkene forlater sitt siste lagringssted og fraktes til mottakerbygget. Hvis derimot kuttingen skjer på mottakerbyggets byggeplass, medregnes det i A5. Da må også transport til mottakerbygget medregnes for de delene av hulldekkene som skal kappes bort. (Husk at på grunn av cut-off-regelen skal ikke produksjonsutslipp medregnes for kappet, på samme måte som for ombruksdekkene i seg selv).

I dette tilfellet foregikk tilpasningen på samme sted som mellomlager. Dermed medregnes ingen avfallshåndtering fra kapp/svinn i A5, siden dette er medregnet i A1-A3 for ombruksvaren. Det antas også at dekkene fraktes uten emballasje.

CS1.4.6 (vi) Beregne B2 og B4

Det er rimelig å anta at hulldekker som godkjennes til bruk i nye bygg basert på testing, vil måtte ha lang nok restlevetid for at dekkene kan stå i hele mottakerbyggets levetid. Hvis ikke måtte mottakerbygget rives helt ned når hulldekkenes levetid var utløpt, noe som er svært upraktisk og lite sannsynlig. Vi antar også at hulldekkene ikke vil kreve vedlikehold i løpet av byggets levetid. B2 og B4 blir derfor 0.

CS1.5 Steg 3: Vurdere klimaeffekten av ombruk vs. nytt produkt

CS1.5.1 (A) Klimaeffekt av at donorbygget tilgjengeliggjør hulldekkene for ombruk

C1-C4

Beregnet C1-C4 for demontering og klargjøring før EOW for hulldekkene fra Steg 2 sammenliknes nå mot standard riving og avfallshåndtering av 456 m² hulldekker (som er mengden som ble demontert for ombruk). Forskjellen utgjør klimaeffekten for ombruksdekkene i donorbyggets C1-C4.

$$C1-C4_{\text{spart}} = C1-C4_{\text{standard}} - C1-C4_{\text{ombruk}}$$

(I dette caset får hulldekkene kun utslipp fra C1 i donorbyggets livsløp, ettersom EOW inntreffer på donorbyggets byggeplass, og C2 da blir 0 for donorbygget).

Referanseverdi for standard avfallshåndtering av hulldekker kan leses av i referanseverdilista (Vedlegg 1: 4,38 kg CO₂-ekv/m² hulldekke 320 mm knust og avfallshåndtert).

Tabell 23: Referanseverdi for standard avfallshåndtering av hulldekker.

HD 320,	C1	C2	C3	C4	C1-C4 Totalt
kg CO ₂ -ekv/m ²	1,52	2,1	0,199	0,518	4,38

Modul D

Siden det her antas at hulldekket kan stå ut levetiden til mottakerbygget, vil B4 være lik 0. B2 er også lik 0, da hulldekket ikke trenger noe vedlikehold. Deretter beregnes netto besparelse slik:

$$\begin{aligned} D_{\text{donorbygg}} &= (A1-A3 + A4 + A5 + B2 + B4)_{\text{ombruk}} - (A1-A3 + A4 + A5 + B2 + B4)_{\text{ny}} \\ &= (A1-A3 + A4 + A5)_{\text{ombruk}} - (A1-A3 + A4 + A5)_{\text{ny}} \end{aligned}$$

Her har vi brukt formelen for modul D, som angir besparelser som negative verdier. Dvs. at hvis ombruk av hulldekkene fører til lavere klimagassutslipp enn nye hulldekker, vil formelen over gi en negativ verdi.

Total klimagassbesparelse for donorbygget

Total klimaeffekt ved tilgjengeliggjøring av hulldekket er gitt av klimaeffekt i C + klimaeffekt i D (der positivt fortegn betegner en besparelse):

$$\begin{aligned} CO_2 \text{ spart, overalt begge bygg} &= C_{\text{spart, donorbygg}} + (A1-A3 + A4 + A5 + B2 + B4)_{\text{spart, mottakerbygg}} \\ &= (C1-C4)_{\text{standard}} - (C1-C4)_{\text{ombruk}} + (A1-A3 + A4 + A5 + B2 + B4)_{\text{ny}} - (A1-A3 + A4 + A5 + B2 + B4)_{\text{ombruk}} \\ &= (C1-C4)_{\text{standard}} - (C1-C4)_{\text{ombruk}} + (A1-A3 + A4 + A5)_{\text{ny}} - (A1-A3 + A4 + A5)_{\text{ombruk}} \end{aligned}$$

CS1.5.2 (B) Beregning av klimaeffekt for mottakerbygget

Klimagassbesparelse i A1-A3

Besparelse i klimagassutslipp i produksjonsfasen finnes ved å trekke ombruksvarens A1-A3-utslipp fra utslipp for nye hulldekker (tilsvarende tykkelse, egenskaper og mengde):

$$(A1-A3)_{\text{spart}} = (A1-A3)_{\text{ny}} - (A1-A3)_{\text{ombruk}}$$

$(A1-A3)_{\text{ny}}$ er her utslippene vi fant i Steg 1.

NB: Det er viktig å sammenlikne alternativer over samme funksjonelle enhet. Det betyr at dersom ombruksdekket for eksempel skulle kreve mer påstøp enn et tilsvarende nytt hulldekke, må påstøp være med i sammenlikningen. Se NS-EN 3720:2018 kap. 8.5.

Total klimagassbesparelse for ombruksdekkene gjennom mottakerbyggets livsløp

For å sammenlikne A4 og A5 for ombruksdekkene mot det representative nye hulldekket, leses referanseverdier for A4 og A5 for det aktuelle referansehulldekket av i vedlegg 1:

Tabell 24: Referanseverdier for A4 og A5 for hulldekker.

HD 320, kg CO ₂ -ekv/m ²	A4	A5
	14,1	5,96

Deretter beregnes netto besparelse basert på referanseverdier for nytt hulldekke og beregninger for ombruksdekket slik:

$$\begin{aligned}\text{Netto klimaeffekt mottakerbygg} &= (A1-A3 + A4 + A5 + B2 + B4)_{\text{ny}} - (A1-A3 + A4 + A5 + B2 + B4)_{\text{ombruk}} \\ &= (A1-A3 + A4 + A5 + 0 + 0)_{\text{ny}} - (A1-A3 + A4 + A5 + 0 + 0)_{\text{ombruk}}\end{aligned}$$

CS1.6 Forenklet metode i ombrukskartlegging/tidlig fase

Den første gangen det kan være aktuelt å beregne klimagassbesparelse for ombruk av hulldekkene vil være i forbindelse med ombrukskartlegging av donorbygget. Mottakerbygget er hittil ikke kjent, og det skal dessuten beregnes klimagassbesparelse for en rekke andre materialer også. Derfor følges den forenklede metoden:

Brutto-besparelsen av klimagassutslipp i A1-A3 baseres på sammenlikning mot produksjon av et nytt hulldekke med tilsvarende egenskaper, dvs. med samme tykkelse og lastbæreevne/spennvidde. I Steg 1 fant vi referanseverdi for produksjonsutslipp (A1-A3) for hulldekker med tykkelse 320 mm: 49,5 kg CO₂-ekv/ m².

I ombrukskartleggingen vet vi ikke enda så mye, men det er identifisert at totalt 650 m² med hulldekker potensielt kan skjæres ut. Vi vet også fra standard for ombruk av hulldekker (NS 3682:2022) at minimum 1/50 av hulldekkene må sendes til destruktiv testing. Dermed må 13 m² gå bort til testing, og vi står igjen med 637 m² som potensielt kan gis til et mottakerbygg for videre tilpasning/oppgradering. Siden vi er i tidlig fase, estimerer vi at 15 % må skjæres bort for å tilpasse dekkene til nye dimensjoner. Og at til slutt står vi igjen med 541 m² hulldekker som kan erstatte nye hulldekker i et mottakerbygg, dersom alle ombrukbare dekker blir skåret ut av donorbygget.

Totalt potensiale for å unngå produksjonsutslipp fra nye hulldekker i A1-A3 for ett eller flere mottakerbygg vil derfor finnes ved å multiplisere 49,5 kg CO₂-ekv/m² med 514 m² hulldekker. Dette angir forventet total brutto klimagassbesparelse fra materialproduksjon hos ett eller flere mottakerbygg, dersom alle de ombrukbare dekkene skjæres ut fra donorbygget og brukes videre.

Siden det antas at hulldekkene må kunne stå ut levetiden til mottakerbygget (> 50 år), trengs ingen korreksjonsfaktor her (Q = 1).

$$\begin{aligned}\text{(A1-A3) brutto spart hulldekker} &= \text{(A1-A3) representativ ny hulldekke} \\ &= \text{snittverdi utslippsfaktor for hulldekke (CO}_2\text{-ekv per m}^2\text{ hulldekke med gitt tykkelse)} \times \text{antall m}^2\text{ hulldekker som ombrukes i mottakerbygg}\end{aligned}$$


Merk at siden vi nå er i en ombrukskartlegging der vi ikke vet 100 % om og hvem som skal ombruke hulldekkene, beregner vi forventet brutto besparelse på maksimal ombrukbar mengde, der vi antar en viss svinn-prosent.

CS2 Takstein av tegl

Miljødeklarasjoner (EPD) for takstein av tegl følger som produktkategorireglene definert i den generelle NPCR PART A: Construction products and services. I tillegg finnes en «PCR Part B» i det Tyske EPD-programmet IBU: «Part B: Requirements on the EPD for Bricks.» EPD Norge har mutual recognition med IBU.

CS2.1 Forutsetninger for case

I dette caset forutsetter vi at donorbygget finner et mottakerbygg som ønsker å kjøpe taksteinen, slik at donorbygget ikke trenger å levere steinen til en ombrukssentral e.l.

I dette caset har donorbygget 500 m² med takstein av tegl som er uskadet og som kan ombrukes. Taksteinen har en flatevekt på 40 kg/m², og det trengs ca. 10 takstein per m² takflate. Dvs. at 5000 stein (20 tonn) demonteres.

Mottakerbygget trenger 470 m² med takstein. For å være sikker på å ha nok takstein til testing, eventuell ødeleggelse i transport eller ved montering, tar mottakerbygget med seg all taksteinen fra donorbygget, dvs. 500 m²/ ca. 5000 stk.

Mottakerbygget hadde egentlig planlagt å bruke betongtakstein, men valgte heller å kjøpe den brukte taksteinen av tegl.

CS2.2 Steg 0: Avklare hensikt og bruksformål

Først må det avklares i hvilken sammenheng beregningene skal gjøres. For å illustrere de ulike beregningsmetodene, viser vi her beregninger for både donorbygget og mottakerbygget:

A. Donorbygget har tilgjengeliggjort hulledekkene for et mottakerbygg som har hentet dem for ombruk, og ønsker å beregne klimagasseffekten av dette.

B. Mottakerbygget ønsker å synliggjøre klimagasseffekten av å ombruke takstein av tegl fremfor å kjøpe nye

Formål: Taksteinen skal ombrukes som takstein. Siden vi vet at mottakerbygget egentlig hadde plan om å bruke takstein av betong, vet vi at den ombrukte taksteinen ikke erstatter ny takstein av tegl, men ny takstein av betong.

CS2.3 Steg 1: Avklare klimafotavtrykk for et nytt sammenlignbart produkt

I dette caset vet vi at den ombrukte teglsteinen erstatter ny betongtakstein. Dette finner vi i listen over referanseverdier i Vedlegg 1.

Vedlegget angir referanseverdier for klimagassutslipp per tonn takstein av betong.

Disse tallene kan regnes om til kg CO₂-ekv/m² hvis man vet egenvekten til taksteinen (kg /m²). Mottakerbygget hadde i utgangspunktet tenkt til å kjøpe inn en enkeltkrum betongtakstein, men hadde ikke valgt eksakt modell enda, og vet derfor ikke nøyaktig hvilken egenvekt taksteinen ville hatt. Men i Vedlegg 1 er referanseverdiene omregnet for tre eksempel-takstein: Dobbeltkrum med egenvekt 38 kg/m², enkeltkrum med egenvekt 43 kg/m² og flat med egenvekt 47 kg/m². Vi antar derfor at produktet som erstattes er en enkeltkrum takstein med egenvekt 43 kg/m².

Klimafotavtrykket for produktet vi antar at erstattes er dermed:

Tabell 25: Referanseverdi for dobbeltkrum takstein av betong med egenvekt 43 kg/m²

GWP IOBC, kg	A1-A3	A4	A5	B2	B4	C1	C2	C3	C4
CO ₂ -ekv/m ²	7,31	4,13	0,048	0	0	0	0,127	0,13	0,096

CS2.4 Steg 2: Beregning av klimafotavtrykk for ombruk av taksteinen

Beregning av utslipp fra bearbeiding, mellomlagring og transport for ombruksproduktet er avhengig av at bruksformål og mottakerbygg er kjent, eller at det gjøres antakelser for dette. Hvis ikke kan forenklet metode benyttes, se kap. 4.5 og vedlegg 1–R4.

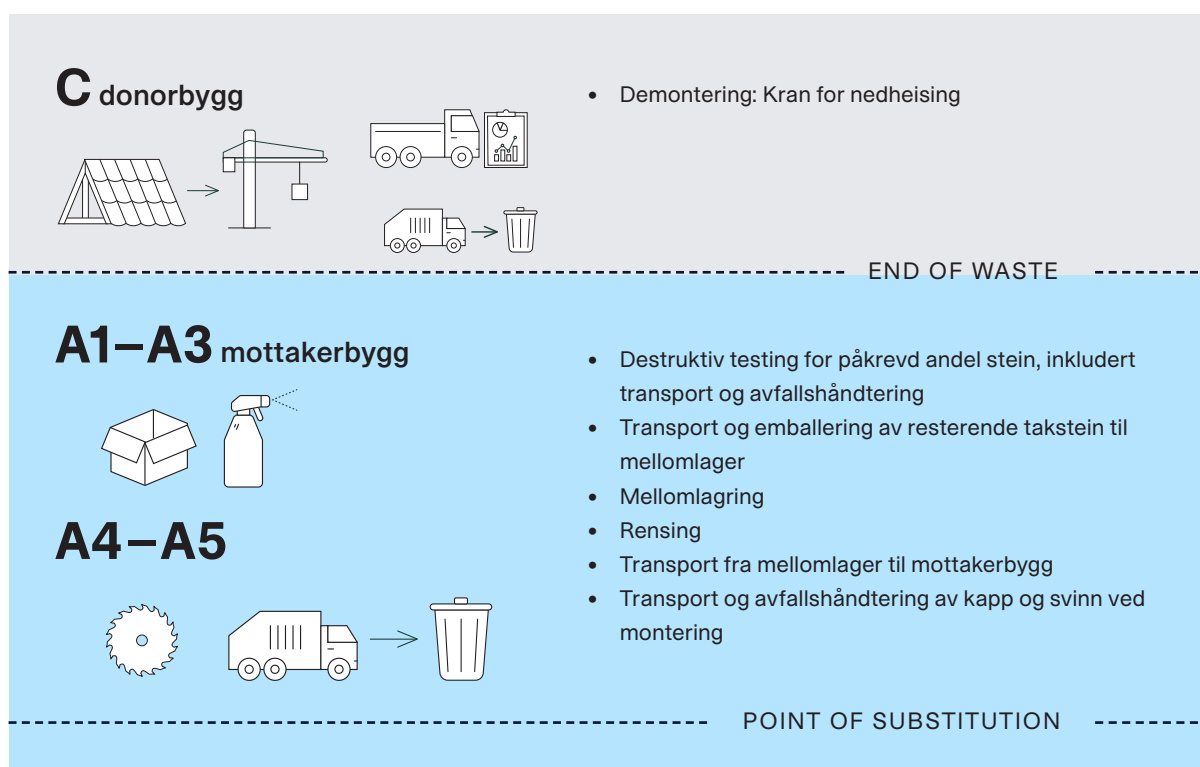
Vi antar nå at alle nødvendige parametere er kjent: Mottakerbygget er funnet, sted for mellomlagring, bearbeiding og testing er identifisert, og dermed vet vi avstander, mengde-behov o.l.

CS2.4.1 (i) Definere end-of-waste

I tråd med definisjonen for EOW beskrevet i kapittel 3.8, kan EOW først inntreffe etter at taksteinen er ferdig demontert. Det vil si plukket skånsomt av taket og fraktet trygt ned på bakken. Dette vil kreve at taksteinen settes forsiktig på stillaset, før den heises ned.

Det kreves ikke noe mer før taksteinen er lovlig å omsette. I tillegg antas det i dette caset at mottakerbygg kjøper taksteinen direkte fra donorbygg, og ikke fra en ombrukssentral eller annen tredjepart som videreformidler ombruksvarer. **Dermed inntreffer EOW på byggeplassen til donorbygget, etter at taksteinen er heist ned på bakken.**

Alle aktiviteter som kreves heretter, tilhører dermed mottakerbyggets livsløp. Det gjelder transport, testing, mellomlagring osv.



**Merk: Noen av postene som er listet opp kan gi så små utslipp at det blir neglisjerbart. Dersom en aktivitet gir mindre enn 1 % utslipp i den aktuelle fasen for ombruksvaren (ref. EN 15804 kap. 6.3.6), kan det anses som neglisjerbart og utelates. Men for å finne ut om dette er neglisjerbart må det gjøres sensitivitetsberegninger/ eksempelberegninger i hvert tilfelle for å undersøke nærmere om det er nødvendig å inkludere.*

CS2.4.2 (ii) Beregning av donorbyggets C1-C4

Demontering (C1)

Demontering av takstein for ombruk kan foregå på litt forskjellige måter. Følgende metoder anses som mest hensiktsmessig:

1. Demontering av steinen, stabling på pall med pallegarmer på stillas. Denne metoden krever at man har et tungt stillas («murerstillas»), men det er fortsatt begrenset hvor mange paller man kan sette på stillaset pga. nyttelast. Det vil nok være hensiktsmessig å ha en kranbil innom byggeplass en gang om dagen for å løfte ned paller. (Litt avhengig av hvor fort man demonterer).
2. Demontering av steinen og stabling på pall med pallegarmer på taket. Med denne metoden kan man ha en lett-stillas, men man er avhengig av å løfte ned steinen hyppigere. Dette kan være hensiktsmessig hvis man uansett har en byggeplass med kran. Man må bygge en eller flere ramper på taket som pallene kan stables på.

For å beregne klimaeffekt for demontering trengs følgende informasjon:

- Drivstofforbruk/energiforbruk for kran/kranbil som brukes til å heise ned demontert stein
 - › Hvis det ikke finnes registrerte mengder på dette, kan det evt. estimeres basert på antall nedheisinger, tid per nedheising og informasjon om drivstofforbruk til den aktuelle maskinen/bilen
- Utslippsfaktorer for energikilden(e) som brukes til nedheising

Merk at det må brukes livsløpsbaserte utslippsfaktorer, som både tar med produksjon og forbrenning av drivstoffet (noen utslippsfaktorer for drivstoff inkluderer kun forbrenningsfasen). Dersom man ikke har tilgang på LCA-data for dette, kan veiledende verdier i NS 3720:2018/G2:2024, kap. 4.3 benyttes.

Resulterende energi- og drivstoffmengder koples deretter mot representative utslippsfaktorer for energikildene og/ eller drivstofftypene som er brukt.

Ettersom EOW i dette caset inntreffer på donorbyggets lokasjon, vil det ikke komme noen utslipp i donorbyggets C2 (transport av avfall) for taksteinen som skal ombrukes.

Avfallsbehandling av kapp og svinn fra demontering fra donorbygget

Dersom deler av taksteinen ødelegges under demonteringen, skal avfallsbehandling av dette medregnes sammen med resten av byggematerialene i donorbygget som ikke ombrukes. Det samme gjelder rester eventuell takstein som ikke demonteres for ombruk, eller som ikke leveres til mottakeren.

CS2.4.3 (iii) Beregning av ombruksvarens A1-A3

A1-A3 for teglsteinen innebærer testing, transport og emballering, lagring og rensing.

Destruktiv testing

En liten andel av steinen må sendes til destruktiv testing for å sjekke bl.a. trykkfasthet, frostmotstand, brannmotstand og vannabsorpsjon. I følge EAD for dokumentasjon av ombrukt tegl (EAD 170005-00-0305), kreves et visst antall stein kreves til de ulike testene som gjennomføres. Andel stein som sendes til testing avhenger derfor av hvor mange stein som totalt skal ombrukes. Steinen som testes ødelegges under testingen, og må avfallsbehandles. Ved ombruk av store mengder takstein, kan utslipp fra testing inkludert transport og avfallsbehandling bli neglisjerbart, spesielt dersom transport-avstandene er korte. Men dersom det totale antall teglstein som skal ombrukes ikke er så stort, og/eller steinene må transporteres langt for å testes (typisk 50-100 km), så kan transportutslippene til test-sted og videre til avfallsbehandling bli utslagsgivende for ombrukssteinens bidrag til A1-A3.

I dette caset antar vi at 50 takstein må sendes til destruktiv testing. Dette utgjør 1 % av steinen som er demontert. Vi antar at test-stedet ligger 50 km unna. Videre er avstand fra test-sted til avfallsmottak 30 km. Vi antar at utslipp fra selve testingen er neglisjerbart, men beregner utslipp knyttet til transportetappene og avfallshåndteringen, for å sjekke om dette gir et vesentlig bidrag.

For å beregne klimaeffekt knyttet til destruktiv testing trengs:

- Mengde stein som sendes til testing: 50 stk/ 10 stein per m² = 5 m²
- Antall tonn stein som sendes til testing: 5 m² * 40 kg/m² = 200 kg
- Avstand til test-sted i km: 50 km
- Transportmiddel til test-sted og utslippsfaktor¹¹ for dette i kg CO₂-ekv/tonn-km
- Avstand fra test-sted til avfallsmottak: 30 km
- Transportmiddel til avfallsmottak og utslippsfaktor for dette i kg CO₂-ekv/tonn-km
- Utslippsfaktor for avfallsbehandling av teglsteinen (kan bruke referanseverdier i vedlegg 1 for C3 og C4 for tegltakstein, per tonn, eller per m² for tegltakstein med egenvekt 40 kg/m²)

Resulterende utslipp beregnes slik:

- Transport til testing: 0,2 tonn * 50 km * x kg CO₂-ekv/tonn-km
- Transport til avfallsmottak: 0,2 tonn * 30 km * x kg CO₂-ekv/tonn-km
- Avfallsbehandling: 0,2 tonn * x kg CO₂-ekv/tonn teglstein som avfallsbehandles

Det må i hvert tilfelle vurderes om disse bidragene vil være vesentlige. Hvis beregnede utslipp knyttet til testingen utgjør minst 1 % av A1-A3-utslipp for ombrukssteinen, må det tas med i beregningen.

Emballering og transport til mellomlager + mellomlagring

De taksteinene som ikke sendes til testing sendes direkte til et mellomlager. Etter demontering stables steinen stående på pall med pallekarmer, som vist på bildet under.

11 Utslippsfaktor for transportarbeidet skal hensynta gjennomsnittlig kapasitetsutnyttelse på tur-retur, dvs. at dersom bilen lastes full på tur og tom på retur, brukes 50 % kapasitetsutnyttelse i snitt. Utslippsfaktor for transportarbeid med et visst kjøretøy og en viss kapasitetsutnyttelse reflekterer implisitt antall turer som trengs for å frakte den aktuelle mengden i kg. Derfor trenger man ikke manuelt å beregne antall turer som er nødvendig.



Figur 9: Foto av Trondheim kommune.

Emballasjen i denne sammenheng er altså paller og pallekarmer.

Avhengig av plassen på byggeplassen velger man transportmetode. Hvis man har god plass kan man benytte en kran-semi. Da kan man transportere ca. 600 m² med stein på ett lass. Om det er mindre plass, må man benytte en singel kranbil, da vil man nok ikke klare mer enn ca. 200 m², avhengig av vekt på kranen. For emballering og transport til mellomlager trengs følgende informasjon til beregningen av klimaeffekt:

- Menge stein som skal transporteres til mellomlager: 5000 stk – 50 stk = 4950 stk, som tilsvarer 490 m² i dette caset.
- Antall tonn stein som skal transporteres til mellomlager: 490 m² * 40 kg/m² = 19,8 tonn
- Transport av takstein til mellomlagring: Avstand, transportmiddeltype, Euroklasse, type drivstoff, fyllingsgrad/lastfaktor og tilhørende utslippsfaktor i kg CO₂-ekv/ tonn-km
- Mengde paller og pallekarmer som brukes
- Utslippsfaktorer for produksjon¹² og avfallshåndtering av pall og pallekarm
- Energiforbruk på lager (Se Case 1 for mer detaljer rundt dette)

12 Merk: Dersom det benyttes paller og pallekarmer som brukes flere ganger, kan utslippene knyttet til produksjon og avfallshåndtering i tråd med NPCR 023 *Packaging products and services* fordeles på antall sykluser forpakningen brukes. Dette er et spesialtilfelle som skiller seg fra prinsippet om at første bruker «betaler» for utslippene til et produkt. Det gir likevel mening for flergangs-emballasje som ellers har svært kort levetid.

De ulike mengdene koples mot representative utslippsfaktorer for relevante energikilder, maskiner transportmidler og ressurser som er brukt. I hvert prosjekt må det vurderes om noen aktiviteter kan være neglisjerbare. I dette caset antas det at rensing er neglisjerbart.

CS2.4.4 (iv) Beregne A4

Når den brukte taksteinen er klar for å forlate sitt siste lagringssted (i dette caset mellomlager) før den monteres på mottakerbygget, starter A4-modulen. A4-utslippene beregnes basert på:

- antall tonn teglstein som skal fraktes: 19,8 tonn
- avstand fra mellomlageret til mottakerbygget
- transportmiddel til mottakerbygg og utslippsfaktor for dette i kg CO₂-ekv/tonn-km

Dersom man ikke har utslippsfaktor for kjøretøy i kg CO₂-ekv/tonn-km, kan man eventuelt beregne totalt drivstofforbruk for alle turer som kreves med det gitte kjøretøyet, og deretter bruke livsløps-baserte utslippsfaktorer for drivstoffet (som inkluderer både produksjon og forbrenning).

Eventuell emballering som brukes i denne transportetappen må også medregnes. Merk at produksjon av denne transportemballeringen da skal medregnes i ombruksvarens A1-A3, mens avfallshåndtering av transportemballeringen beregnes i A5. Dette må tas med i tillegg til utslippene fra transport-emballeringen som ble brukt fra donorbygg til mellomlager.

CS2.4.5 (v) Beregne A5 (kapp og svinn + avfallshåndtering hos mottakerbygg)

495 m² eller 19,8 tonn med stein er mellomlagret og sendt til mottakerbygget. Noen av teglsteinen skades i transport, og må kastes på byggeplassen til mottakerbygget. I tillegg blir det noen til overs etter at taket er lagt. Behovet i mottakerbygget er 470 m², tilsvarende 18,8 tonn. Til sammen er det altså 25 m² eller 1 tonn takstein som enten er ødelagt i transport eller til overs.

Alt overskudd og svinn etter EOW regnes for enkelthets skyld i dette caset i A5. Det betyr 1 tonn tegl sendes til avfallsbehandling i A5.

I tillegg regnes avfallshåndtering av paller og pallekarm i A5.

Her trengs:

- Mengde svinn som oppstår på byggeplass: 25 m² tilsvarende 1 tonn
- Avstand fra mottakerbygg til avfallsmottak
- Transportmiddel til avfallsmottak og utslippsfaktor for dette i kg CO₂-ekv/tonn-km
- Utslippsfaktor for avfallsbehandling av teglsteinen (kan bruke referanseverdier i Vedlegg 1 for C3 og C4 for tegltakstein)
- Utslippsfaktor for avfallsbehandling av pall og pallekarm

CS2.4.6 (vi) Beregne B2 og B4

Forventet levetid for taksteinen er ca. 150 år. Det antas i dette eksempelet at taksteinen er maksimalt 100 år gammel, slik at restlevetid er minimum 50 år. Vi antar også at teglsteinen ikke vil kreve noe vedlikehold i løpet av mottakerbyggets levetid. Dermed vil det derfor ikke komme noen utslipp i B2 og B4.

CS2.5 Steg 3: Vurdere klimaeffekten av ombruk vs. nytt produkt

CS2.5.1 (A) Klimaeffekt av at donorbygget tilgjengeliggjør takstein for ombruk

C1-C4

Beregnet C1-C4 for demontering av taksteinen sammenliknes nå mot standard riving og avfallshåndtering av 500 m² eller 20 tonn takstein av tegl (som er mengden som ble demontert fra donorbygget). Forskjellen utgjør klimaeffekten for ombruks-taksteinen i donorbyggets C1-C4.

$$C1-C4_{\text{spart}} = C1-C4_{\text{standard}} - C1-C4_{\text{ombruk}}$$

(I dette caset får hulledekkene kun utslipp fra C1 i donorbyggets livsløp, ettersom EOW inntreffer på donorbyggets byggeplass, og C2 da blir 0 for donorbygget).

Referanseverdi for standard avfallshåndtering av takstein av tegl kan leses av i referanseverdilista i Vedlegg 1: 0,436 kg CO₂-ekv/m² takstein av tegl (med egenvekt 40 kg/m²) avfallshåndtert.

Tabell 26: Referanseverdier for standard avfallshåndtering av tekstein av tegl.

kg CO ₂ -ekv/m ² (for egenvekt 40 kg/m ²)	C1	C2	C3	C4	C1-C4 Totalt
	0	0,296	0,138	0,0022	0,436

Merk at vi her sammenlikner mot tegltakstein, og ikke betongtakstein: Donorbygget ville ha avfallshåndtert tegltakstein, og må derfor sammenlikne mot standard avfallshåndtering av tegltakstein. Det er mottakerbygget som har erstattet betongtakstein ved å ombruke teglen.

Modul D

Siden det her antas at taksteinen kan stå ut levetiden til mottakerbygget, vil B4 være lik 0. B2 er også lik 0, da det antas at taksteinen ikke trenger noe vedlikehold. Deretter beregnes netto besparelse slik:

$$\begin{aligned} D_{\text{donorbygg}} &= (A1-A3 + A4 + A5 + B2 + B4)_{\text{ombruk}} - (A1-A3 + A4 + A5 + B2 + B4)_{\text{ny}} \\ &= (A1-A3 + A4 + A5)_{\text{ombruk}} - (A1-A3 + A4 + A5)_{\text{ny}} \end{aligned}$$

Her har vi brukt formelen for modul D, som angir besparelser som negative verdier. Dvs. at når ombruk av hulledekkene fører til lavere klimagassutslipp enn nye hulledekker, vil formelen over gi en negativ verdi.

Total klimagassbesparelse for donorbygget

Total klimaeffekt ved tilgjengeliggjøring av taksteinen er gitt av klimaeffekt i C + klimaeffekt i D (der positivt fortegn betegner en besparelse):

$$\begin{aligned} CO_{2 \text{ spart, overalt begge bygg}} &= C_{\text{spart, donorbygg}} + (A1-A3 + A4 + A5 + B2 + B4)_{\text{spart, mottakerbygg}} \\ &= (C1-C4)_{\text{standard}} - (C1-C4)_{\text{ombruk}} + (A1-A3 + A4 + A5 + B2 + B4)_{\text{ny}} - (A1-A3 + A4 + A5 + B2 + B4)_{\text{ombruk}} \\ &= (C1-C4)_{\text{standard}} - (C1-C4)_{\text{ombruk}} + (A1-A3 + A4 + A5)_{\text{ny}} - (A1-A3 + A4 + A5)_{\text{ombruk}} \end{aligned}$$

CS2.5.2 (B) Beregning av klimaeffekt for mottakerbygget

Klimagassbesparelse i A1-A3

Besparelse i klimagassutslipp i produksjonsfasen finnes ved å trekke ombruksvarens A1-A3-utslipp fra utslipp for ny betongtakstein, siden det er det som erstattes:

$$(A1-A3)_{\text{spart}} = (A1-A3)_{\text{ny}} - (A1-A3)_{\text{ombruk}}$$

$(A1-A3)_{\text{ny}}$ er her referanse-utslippene for betongtakstein som vi fant i Steg 1.

Total klimagassbesparelse for den ombrukte taksteinen gjennom mottakerbyggets livsløp

$$\text{Netto klimaeffekt mottakerbygg} = (A1-A3 + A4 + A5 + B2 + B4)_{\text{ny}} - (A1-A3 + A4 + A5 + B2 + B4)_{\text{ombruk}}$$

$$= (A1-A3 + A4 + A5 + 0 + 0)_{\text{ny}} - (A1-A3 + A4 + A5 + 0 + 0)_{\text{ombruk}}$$

CS2.6 Forenklet metode for ombrukskartlegging/tidlig fase

Den første gangen det kan være aktuelt å beregne klimagassbesparelse for ombruk av taksteinen vil være i forbindelse med ombrukskartlegging av donorbygget. Mottakerbygget er enda ikke kjent, og det skal dessuten estimeres klimagassbesparelse for en rekke andre ombruksalternativer også. Derfor følges den forenklede metoden:

Brutto-besparelsen av klimagassutslipp i A1-A3 baseres på sammenlikning mot produksjon av nytt tilsvarende produkt. I ombrukskartleggingen vet vi enda ikke at det fremtidige mottakerbygget hadde planlagt for betongtakstein, og dermed at taksteinen vil erstatte dette. Vi antar derfor på dette tidspunktet at taksteinen vil erstatte ny takstein av tegl. Vi må derfor finne en utslippsfaktor som representerer et markedssnitt for produksjonsutslipp for tegltakstein. Dette finner vi i lista over referanseverdier i Vedlegg 1: 252 kg CO₂-ekv/tonn.

I ombrukskartleggingen vet vi ikke enda så mye, men det er identifisert at totalt 500 m² med takstein er uskadet og ombrukbart i donorbygget. Vi vet at en veldig liten andel av dette vil måtte testes, og antar at maksimalt 50 stein (5 m²) må sendes til destruktiv testing. I tillegg bør det påregnes noe svinn på grunn av eventuelle skader i transport eller under montering. For å ta høyde for dette antar vi i ombrukskartleggingen at totalt 10 %¹³ vil gå bort til testing (1%) og svinn i transport og installasjon (9%). Dermed står vi igjen med 450 m² som vi tenker at realistisk kan ombrukes i et mottakerbygg. Dette tilsvarer i vårt case 18 tonn med teglstein.

Totalt potensiale for unngåtte produksjonsutslipp fra nye takstein i tegl i A1-A3 for ett eller flere mottakerbygg vil derfor finnes ved å multiplisere 252 kg CO₂-ekv/tonn med 18 tonn teglstein som kan ombrukes. Dette angir forventet total brutto klimagassbesparelse fra materialproduksjon hos ett eller flere mottakerbygg, dersom all den ombrukbare teglsteinen demonteres for ombruk.

Siden det antas at taksteinen må kunne stå ut levetiden til mottakerbygget (> 50 år), trengs ingen korreksjonsfaktor her (Q = 1).

$$(A1-A3)_{\text{brutto spart takstein av tegl}} = (A1-A3)_{\text{referanseverdi for takstein av tegl}} = 252 \text{ kg CO}_2\text{-ekv/tonn} * 18 \text{ tonn} = 4526 \text{ kg CO}_2\text{-ekv.}$$

13 PCR for tegl, *TBE PCR FOR CLAY CONSTRUCTION PRODUCTS*, angir 3 % svinn som standard for installasjon i A5. For å ta høyde for at tegl også kan skades i transport, runder vi opp til 10 % totalt for testing, transport og installasjon, ettersom vi er i tidlig fase.

CS3 Konstruksjonstrevirke

Miljødeklarasjoner (EPD) for konstruksjonstrevirke følger som regel produktkategorireglene definert i den generelle NPCR PART A: *Construction products and services*, samt særreglene NPCR 015:2021 Part B for wood and wood-based products for use in construction.

Part B henviser til NS-EN 16485 *Tømmer og skurlast - Miljødeklarasjoner - Produktkategoriregler for tre og trebaserte produkter til bruk i byggverk*.

Standard for evaluering av returtre: NS 3691 *Evaluering av returtre*.

- NS 3691 - Del 1: Terminologi og generelle regler
- NS 3691 - Del 2: Renhet
- NS 3691 - Del 3: Visuell styrkesortering

CS3.1 Forutsetninger for case

Dette caset omhandler ombruk via ombrukssentral. I dette caset skal konstruksjonsvirke demonteres fra donorbygget og leveres til en ombrukssentral før det senere blir anskaffet av et mottakerbygg. Donorbygget er et to-etasjes bygg med klassisk bindingsverk av tre. Det er et mål om at flest mulig av stendere, sviller og bjelker skal kunne leveres til ombrukssentralen. Disse demonteres derfor forsiktig for å hindre skader under demonteringen.

Totalt demonteres ca. 20 m³ med konstruksjonsvirket fra donorbygget. Noe skades i demontering, og annet sorteres ut gjennom visuell inspeksjon og styrkesortering. Til slutt gjenstår 17 m³ som er ferdig styrkesortert og vurdert som ombrukbart. Vi antar at dette i snitt har en tetthet på 420 kg/m³. De 17 m³ med demontert konstruksjonsvirke kjøres til en ombrukssentral, som ligger 6 km unna donorbygget.

På ombrukssentralen fjernes spiker og skruer. I tillegg sorteres konstruksjonsvirket etter type, dimensjon og stempling. Synlig skadet virke sorteres ut. Deretter foretas det en visuell styrkesortering iht. NS3691-3. Når alt er sortert ferdig, kan konstruksjonsvirket selges videre med angitte styrkeklasser.

Konstruksjonsvirket ligger lagret på ombrukssentralen i totalt 2 mnd, før et mottakerbygg kjøper det. Mottakerbygget kjøper alle de 17 m³ med konstruksjonsvirke som kommer fra donorbygget vi ser på i denne casen.

I byggeprosessen for mottakerbygget kappes noe av konstruksjonsvirket til riktige dimensjoner. I tillegg er det noen stendere som ikke kan benyttes, fordi det ikke passer med behovet i mottakerbygget. Totalt oppstår derfor ca. 2 m² med svinn i byggeprosessen, dvs. at rundt 15 m³ blir montert i mottakerbygget.

CS3.2 Steg 0: Avklare hensikt

Først må det avklares i hvilken sammenheng beregningene skal gjøres. For å illustrere de ulike beregningsmetodene, viser vi her beregninger for alle de tre situasjonene:

A: Donorbygget har tilgjengeliggjort konstruksjonsvirket for en ombrukssentral som tar ansvar for testing og videreformidling til et mottakerbygg, og ønsker å beregne klimagasseffekten av dette.

B: Mottakerbygget ønsker å synliggjøre klimagasseffekten av å ombruke konstruksjonsvirke fremfor å kjøpe nytt

Formål: Konstruksjonsvirket skal brukes på nytt til samme formål, nemlig som konstruktive elementer.

CS3.3 Steg 1: Avklare klimafotavtrykk for sammenlignbart produkt

Konstruksjonsvirket skal fortsatt brukes som konstruktivt trevirke. Klimafotavtrykket for et tilsvarende nytt produkt er derfor representert av klimafotavtrykk for standard konstruksjonsvirke (ikke limtre eller massivtre). EPD-er for konstruksjonsvirke oppgir utslipp per m³. Dette kan dermed skaleres til riktige dimensjoner.

I listen over referanseverdier i Vedlegg 1 finnes referanseverdier for konstruksjonsvirke.

Klimafotavtrykk for et tilsvarende nytt produkt er dermed:

Tabell 27: Referanseverdi for konstruksjonsvirke.

GWP IOBC, kg CO ₂ -ekv/m ³	A1-A3	A4	A5	B2	B4	C1	C2	C3	C4
	71	16,9	1,69	0	0	0,155	4,11	9,69	1,29

CS3.4 Steg 2: Beregning av utslipp for et ombruksscenario

Beregning av utslipp fra bearbeiding, mellomlagring og transport for ombruksproduktet er avhengig av at bruksformål og mottakerbygg er kjent, eller at det gjøres antakelser for dette. Hvis ikke kan forenklet metode benyttes, se kap. 4.5 og vedlegg 1–R2. Vi viser her beregninger med full metode, og forenklet.

I dette caset vet ikke donorbygget hvor trevirket vil bli ombrukt til slutt, kun at ombrukssentralen skal styrkesortere det og klargjøre det for videre salg. Donorbyggets beregninger for modul D (som viser forventet klimaeffekt i mottakerbyggets livsløp) må derfor baseres på forutsetninger om bruksformål, transportavstander etter EOW og nødvendige aktiviteter for å klargjøre for ombruk.

Mottakerbygget vil på sin side sannsynligvis ha denne informasjonen tilgjengelig når det kjøper trevirket fra ombrukssentralen.

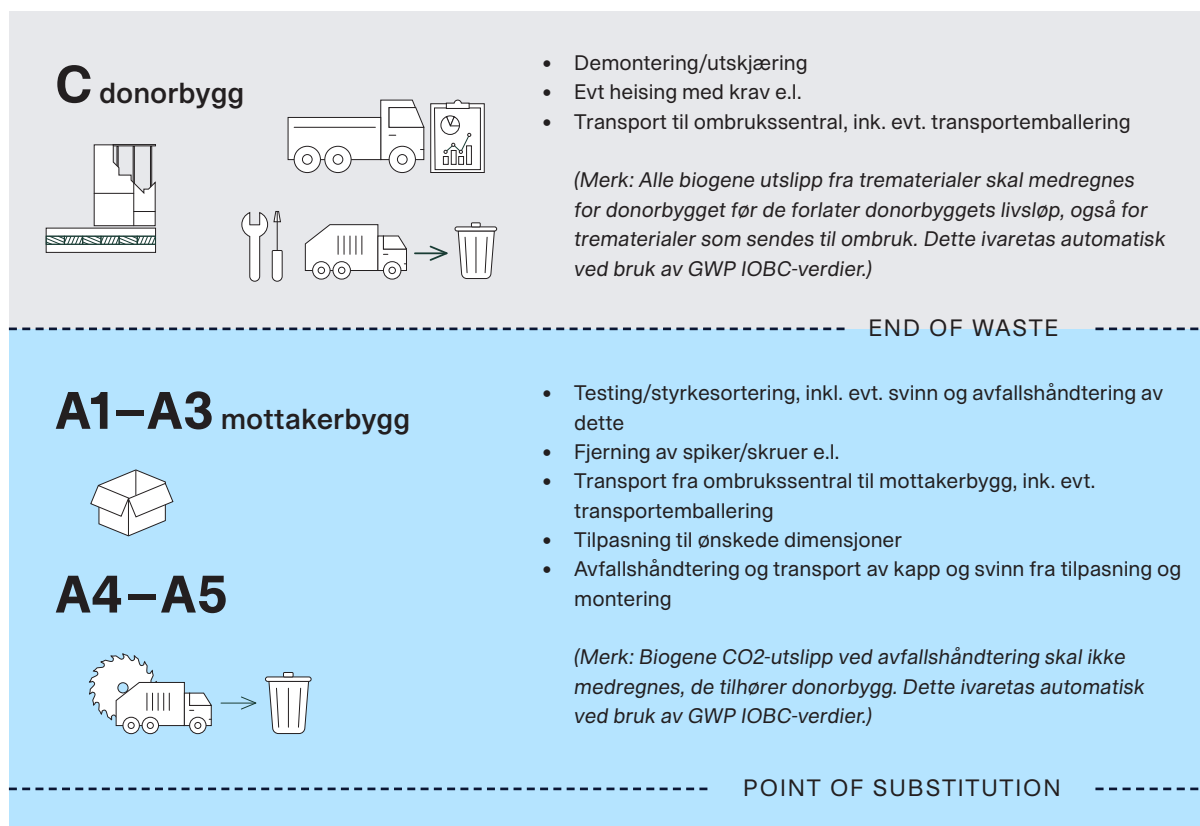
I praksis kan det hende at donorbyggets beregninger for modul D vil avvike noe fra mottakerbyggets beregninger, men for enkelthets skyld viser vi i dette caset beregninger med samme forutsetninger for begge bygg.

CS3.4.1 (i) Definere end-of-waste

Før donorbygget besluttet å levere trevirket til ombruk, ble det gjort en vurdering om at det var ombrukbart, bl.a. på bakgrunn av tilstand og estimert restlevetid, og at trevirket ikke inneholdt stoffer som klassifiserer det som farlig avfall e.l. Det ble også gjort en avtale med ombrukssentralen om at sentralen ønsket å motta trevirket, basert på beskrivelsen fra donorbygget. Deretter ble trevirket demontert, og fraktet til ombrukssentralen.

I tråd med definisjonen av end-of-waste i kap 3.8, inntreffer EOW i dette tilfellet når trevirket er levert til ombrukssentralen. Transportetappen til frem til ombrukssentralen tilhører derfor donorbyggets livsløp, i C2.

Alle aktiviteter som kreves heretter tilhører mottakerbyggets livsløp, selv om noen av disse aktivitetene vil foregå hos ombrukssentralen. Det gjelder styrkesortering, fjerning av spiker/skruer, mellomlagring, transport, tilpasning til riktige dimensjoner og installasjon i mottakerbygget.



**Merk: Noen av postene som er listet opp kan gi så små utslipp at det blir neglisjerbart. Dersom en aktivitet gir mindre enn 1 % utslipp i gjeldende livsløpsmodul, kan det anses som neglisjerbart og utelates. Dette kan for eksempel være demontering, fjerning av spiker, sortering og rensing. Dette må vurderes i hvert tilfelle, avhengig av om det kreves noe energi eller ressurser for disse aktivitetene eller ikke.*

CS3.4.2 (ii) Beregning av donorbyggets C1-C4

I donorbyggets C1-C4 inngår eventuell testing for helse- og miljøfarlige stoffer, vurdering av tilstand og eventuelle andre vurderinger som trengs for å finne om konstruksjonsvirket kan omsettes for ombruk. Vi antar at klimagassutslipp knyttet til dette er neglisjerbart. I tillegg kommer utslipp fra demontering/utskjæring og evt. heising ned på bakken, og transport til ombrukssentralen. Vi antar at demonteringen innebærer noe bruk av kran for å heise ned elementer fra donorbyggets 2. etasje.

Demontering (C1)

Fra aktivitetene knyttet til demontering av konstruksjonsvirket trengs følgende informasjon til beregningen av klimaeffekt:

- Eventuelt energiforbruk til saging eller annet utstyr for demontering: x kWh (eller MJ)
- Eventuelt energiforbruk for nedheising av demontert konstruksjonsvirke
- Utslippsfaktorer for aktuelle energikilder

Merk at det må brukes livsløpsbaserte utslippsfaktorer, som både tar med produksjon og forbrenning av drivstoffet (noen utslippsfaktorer for drivstoff inkluderer kun forbrenningsfasen). Dersom man ikke har tilgang på LCA-data for dette, kan veiledende verdier i NS 3720:2018/G2:2024, kap. 4.3 benyttes.

Transport til ombrukssentral (C2)

Som beskrevet i kap 3.8, tilhører transport til en ombrukssentral eller annen tredjepart som videreformidler ombruksvarer donorbyggets livsløp: Det er først når ombruksvarene er levert til ombrukssentralen at trevirket ikke lenger er donorbyggets ansvar å avhende.

Vi antar her at trevirket legges på trepaller i en lastebil, men at det ikke kreves annen transportemballering ettersom avstanden til ombrukssentralen er såpass kort.

Til beregning av transportutslipp i C2 trengs følgende informasjon:

- Antall tonn trevirke som fraktes til ombrukssentralen: $17 \text{ m}^3 * 420 \text{ kg/m}^3 = 7,14 \text{ tonn}$
- Avstand fra donorbygg til ombrukssentral: 6 km
- Utslippsfaktor ($\text{CO}_2\text{-ekv/tonn-km}$) for representativt kjøretøy som brukes i transporten av trevirket til ombrukssentralen

Til beregning av utslipp fra transportemballering trengs:

- Mengde paller som brukes
- Utslippsfaktorer for produksjon¹⁴ og avfallshåndtering av paller

Merk at disse utslippene teknisk sett ikke tilhører C2, men er mer naturlig å tillegge donorbyggets C1 (produksjon av emballasjen) og C3-C4 (avfallshåndtering av emballasjen). Dette er imidlertid små detaljer. Det viktigste er at alt medregnes i donorbyggets C-fase, dersom det ikke er neglisjerbart.

Avfallsbehandling av kapp og svinn fra demontering/utskjæring fra donorbygget

Av de 20 m^3 med konstruksjonsvirke som skjæres ut/demonteres fra donorbygget, gjenstår 17 m^3 som er ombrukbare etter skader under demontering samt gjennomgått kvalitetskontroll og styrkesortering. 3 m^3 av det demonterte trevirket må derfor avfallsbehandles. Transport til avfallsmottak og avfallsbehandlingen av dette trevirket inngår i donorbyggets livsløp, sammen med de øvrige rivningsmaterialene som ikke ombrukes.

Merk at disse utslippene ikke skal tilegnes C1-C4 for det konstruksjonsvirket som faktisk sendes videre for ombruk, men tilhører donorbyggets «øvrige» C1-C4-utslipp. Dersom donorbygget ønsker å sammenlikne totale klimagassutslipp i sin C1-C4-fase med et scenario der ingen bygningsdeler ble levert til ombruk, må utslippene fra svinnet tas med i regnestykket. En isolert sammenlikning av C1-C4 for de 17 m^3 med ombrukt konstruksjonsvirke mot standard riving/demontering av trevirke vil derimot ikke påvirkes av disse utslippene.

CS3.4.3 (iii) Beregning av ombruksvarens A1-A3

I mottakerbyggets A1-A3 for det ombrukte trevirket, inngår styrkesortering, fjerning av spiker/skruer, mellomlagring og transport.

14 Merk: Dersom det benyttes paller som brukes flere ganger, kan utslippene knyttet til produksjon og avfallshåndtering i tråd med NPCR 023 *Packaging products and services* fordeles på antall sykluser forpakningen brukes. Dette er et spesialtilfelle som skiller seg fra prinsippet om at første bruker «betaler» for utslippene til et produkt. Det gir likevel mening for flergangs-emballasje som ellers har svært kort levetid.

Kvalitetssikring/styrkesortering

Konstruksjonsvirket må gjennomgå evaluering og styrkesortering iht. godkjente prosedyrer (NS 3691) før det kan være lovlig å ombruke til konstruktive formål i nytt bygg. Ombrukssentralen gjennomfører dette for å kunne selge det videre som konstruksjonsvirke. Resultatet av styrkesorteringen avgjør hva de ulike demonterte stenderne, svillene og bjelkes kan brukes til i et senere mottakerbygg. Styrkesortering gjøres visuelt iht. NS 3691-3, og det kreves derfor ikke bruk av energi eller ressurser til dette.

Fjerning av spiker/skruer

Vi antar her at fjerning av spiker /skruer gjøres manuelt, og gir ingen eller neglisjerbare klimagassutslipp.

Mellomlagring

Konstruksjonsvirket lagres på ombrukssentralen i et oppvarmet lager i 2 mnd, før det hentes av et mottakerbygg. Til beregning av energiforbruk på mellomlager trengs (her vist med eksempeltall):

- Størrelse på lager: 2000 m²
- Energiforbruk på lager, per år: 90 000 kWh
- Arealbehov for lagring av konstruksjonsvirke: 15 m² totalt
- Lagringstid for hulldekkene: 2 mnd
- Energikilde på lageret
- Utslippsfaktor for riktig energikilde, per kWh

Energiforbruk til lagring av trevirke finnes da slik:

- $90\,000 \text{ kWh/år} / 2000 \text{ m}^2 * 15 \text{ m}^2 = 675 \text{ kWh/år}$
- $675 \text{ kWh/år} / 12 * 3 = 169 \text{ kWh totalt (for alt konstruksjonsvirke)}$

Dette multipliseres med utslippsfaktor for riktig energikilde.

Transportemballering

Dersom konstruksjonsvirket emballeres på noen måte før det fraktes til mottakerbygget, medregnes produksjonsutslippene (og transport av emballasjen til ombrukssentralen) i A1-A3 i mottakerbyggets livsløp.

CS3.4.4 (iv) Beregne A4

Når det brukte trevirke er klar for å forlate sitt siste lagringssted før det monteres i mottakerbygget, starter A4. I dette caset er siste lagringssted ombrukssentralen. A4-utslippene beregnes basert på:

- antall tonn trevirke som sendes til ombruk: $17 \text{ m}^3 * 420 \text{ kg/m}^3 = 7,14 \text{ tonn}$
- avstand fra mellomlageret til mottakerbygget
- utslippsfaktor (CO₂-ekv/tonn-km) for representativt kjøretøy som brukes i transporten av dekkene til mottakerbygget

Dersom man ikke har utslippsfaktor for kjøretøy i kg CO₂-ekv/tonn-km, kan man eventuelt beregne totalt drivstofforbruk for alle turer som kreves med det gitte kjøretøyet, og deretter bruke livsløpsbaserte utslippsfaktorer for drivstoffet (som inkluderer både produksjon og forbrenning).

Merk at produksjon av eventuell transportemballering skal medregnes i ombruksvarens A1-A3, mens avfallshåndtering av denne transportemballeringen beregnes i A5.

CS3.4.5 (v) Beregne A5 (kapp og svinn på byggeplass)

Avfallshåndtering av de 2 m³ med svinn som oppstår i byggefasen til mottakerbygget medregnes i A5. Til denne beregningen trengs:

- Mengde svinn oppstått på byggeplass: 2 m³ konstruksjonsvirke
- Annet avfall som oppstår i A5: Eventuell transportemballering
- Avstand til avfallsmottak
- Metode for avfallsbehandling for de ulike avfallsfraksjonene (forbrenning med eller uten energigjenvinning?)
- Utslippsfaktor for avfallsbehandling av de ulike avfallsfraksjonene

CS3.4.6 (vi) Beregne B2 og B4

Gjennom kvalitetskontroll av trevirket er det bekreftet at gjenstående restlevetid er minimum like lang som for et bygg. Hvis ikke ville ikke trevirket kunne brukes videre til konstruktive formål. Derfor blir B4 i dette caset 0. Vi antar også at konstruksjonsvirket ikke vil trenge vedlikehold i løpet av mottakerbyggets levetid, og setter B2 = 0.

CS3.5 Steg 3: Vurdere klimaeffekten av ombruk vs nytt produkt

CS3.5.1 (A) Klimaeffekt av at donorbygget tilgjengeliggjør konstruksjonsvirke for ombruk

Beregnet C1-C4 for demontering og klargjøring før EOW for konstruksjonsvirket fra Steg 2 sammenliknes nå mot standard riving og avfallshåndtering av 17 m³ konstruksjonsvirke (som er mengden som ble sendt videre til ombruk). Forskjellen utgjør klimaeffekten for det det ombrukte konstruksjonsvirket i donorbyggets C1-C4.

$$C1-C4_{\text{spart}} = C1-C4_{\text{standard}} - C1-C4_{\text{ombruk}}$$

Referanseverdi for standard avfallshåndtering av konstruksjonsvirke kan leses av i referanseverdilista (Vedlegg 1: 12,515 kg CO₂-ekv/m³ konstruksjonsvirke)

Tabell 28: Referanseverdier for standard avfallshåndtering for konstruksjonsvirke.

	C1	C2	C3	C4	C1-C4 Totalt
GWP IOBC, kg CO ₂ -ekv/m ³	0,155	4,11	9,69	1,29	12,515

Modul D

Modul D for donorbygget beregnes basert på Steg 2 (iii)-(v), men må baseres på antakelser for hva som vil skje etter EOW, ettersom konstruksjonsvirket leveres til en ombrukssentral og ikke direkte til et kjent mottakerbygg. Donorbygget vet at ombrukssentralen kommer til å fjerne spiker og å styrkesortere, og at dette hovedsakelig er manuelt arbeid og kan neglisjeres. I tillegg vet donorbygget at ombrukssentralen har et oppvarmet lager, og har derfor estimert derfor utslipp til lagring basert på antakelser om hvor stor lagringsplass som trengs, og energiforbruk til dette. Videre kan donorbygget

forutsette en transportavstand fra ombrukssentralen til et mottakerbygg, basert på antakelser om sannsynlig radius for kunder av ombrukssentralen. For transportemballeringen kan donorbbygget forutsette samme emballasje som ble brukt for frakt til ombrukssentralen.

Siden det her antas at konstruksjonsvirket kan stå ut levetiden til mottakerbygget, vil B4 være lik 0. B2 er også lik 0, da konstruksjonsvirket ikke trenger noe vedlikehold. Deretter beregnes netto besparelse slik:

$$D_{\text{donorbygg}} = (A1-A3 + A4 + A5 + B2 + B4)_{\text{ombruk}} - (A1-A3 + A4 + A5 + B2 + B4)_{\text{ny}}$$

$$= (A1-A3 + A4 + A5)_{\text{ombruk}} - (A1-A3 + A4 + A5)_{\text{ny}}$$

Her har vi brukt formelen for modul D, som angir besparelser som negative verdier. Dvs. at hvis ombruk av hulledekkene fører til lavere klimagassutslipp enn nye hulledekker, vil formelen over gi en negativ verdi.

Total klimagassbesparelse for donorbbygget

Total klimaeffekt ved tilgjengeliggjøring av konstruksjonsvirket er gitt av klimaeffekt i C + klimaeffekt i D (der positivt fortegn betegner en besparelse):

$$CO_2 \text{ spart, overalt begge bygg} = C_{\text{spart, donorbbygg}} + (A1-A3 + A4 + A5 + B2 + B4)_{\text{spart, mottakerbygg}}$$

$$= (C1-C4)_{\text{standard}} - (C1-C4)_{\text{ombruk}} + (A1-A3 + A4 + A5 + B2 + B4)_{\text{ny}} - (A1-A3 + A4 + A5 + B2 + B4)_{\text{ombruk}}$$

$$= (C1-C4)_{\text{standard}} - (C1-C4)_{\text{ombruk}} + (A1-A3 + A4 + A5)_{\text{ny}} - (A1-A3 + A4 + A5)_{\text{ombruk}}$$

CS3.5.2 (B) Beregning av klimaeffekt for mottakerbygget

Klimagassbesparelse i A1-A3

Besparelse i klimagassutslipp i produksjonsfasen finnes ved å trekke ombruksvarenes A1-A3-utslipp fra utslipp for nytt konstruksjonsvirke:

$$(A1-A3)_{\text{spart}} = (A1-A3)_{\text{ny}} - (A1-A3)_{\text{ombruk}}$$

$(A1-A3)_{\text{ny}}$ er her utslippene vi fant i Steg 1.

Total klimagassbesparelse for ombruk av konstruksjonsvirket gjennom mottakerbyggets livsløp

For å sammenlikne A4 og A5 for det ombrukte konstruksjonsvirket mot nytt konstruksjonsvirke, leses referanseverdier for A4 og A5 for av i vedlegg 1:

Tabell 29: Referanseverdier for A4 og A5 for konstruksjonsvirke.

GWP IOBC, kg CO ₂ -ekv/m ³	A4	A5
	16,9	1,69

Deretter beregnes netto besparelse basert på referanseverdier for nytt konstruksjonsvirke og beregninger for ombruksvirket slik:

$$\begin{aligned} \text{Netto klimaeffekt mottakerbygg} &= (A1-A3 + A4 + A5 + B2 + B4)_{\text{ny}} - (A1-A3 + A4 + A5 + B2 + B4)_{\text{ombruk}} \\ &= (A1-A3 + A4 + A5 + 0 + 0)_{\text{ny}} - (A1-A3 + A4 + A5 + 0 + 0)_{\text{ombruk}} \end{aligned}$$

CS3.6 Forenklet metode for ombrukskartlegging/ tidlig fase

Den første gangen det kan være aktuelt å beregne klimagassbesparelse for ombruk av konstruksjonsvirke vil være i forbindelse med ombrukskartlegging av donorbygget. Man vet kanskje ikke enda om det skal leveres til noen ombrukssentral, eller direkte til et mottakerbygg. Da kan den forenklete metoden benyttes:

Brutto-besparelsen av klimagassutslipp i A1-A3 baseres på sammenlikning mot produksjon av nytt konstruksjonsvirke. I Steg 1 fant vi referanseverdi for produksjonsutslipp for konstruksjonsvirke 71,0 kg CO₂-ekv/ m³ (GWP IOBC-verdi).

I ombrukskartleggingen vet vi ikke enda så mye, men det er kartlagt at rundt 20 m³ med konstruksjonsvirke er ombrukbart og mulig å demontere/skjære ut. Vi antar at noe kommer til å skades i demontering/utskjæring og ved fjerning av spiker, og videre at noe vil sorteres ut som følge av visuell kontroll og styrkesortering. Vi antar derfor at kun 75 % av det identifiserte ombrukbare konstruksjonsvirket faktisk vil kunne ombrukes i et mottakerbygg, dvs. 15 m³. Videre antar vi 10 % svinn ved installasjon i mottakerbyggets A5, slik at 13,5 m³ til slutt installeres i et mottakerbygg.

Siden det antas at konstruksjonsvirket må kunne stå ut levetiden til mottakerbygget (> 50 år), trengs ingen korreksjonsfaktor her (Q = 1).

Totalt potensiale for å unngå produksjonsutslipp fra nytt konstruksjonsvirke i A1-A3 for et mottakerbygg estimeres derfor til å være:

$$(A1-A3)_{\text{brutto spart konstruksjonsvirke}} = (A1-A3)_{\text{referanseverdi for konstruksjonsvirke}} = 71 \text{ kg CO}_2\text{-ekv/ m}^3 * 13,5 \text{ m}^3$$

