



Publikation 5

Endt levetid (C3-C4)



Forfattere: Jacob D. Buhl, Artelia A/S
Mathilde S. Nilsson, Artelia A/S

Bidrager: David L. R. Eltang, Aarhus Kommune, Børn og Unge
Rune S. Andersen, Aarhus Kommune, Teknik og Miljø
Jimmy S. Larsen, Aarhus Kommune, Sundhed og Omsorg

Kontrolleret af: Louise Ø. Pedersen, Artelia A/S

Godkendt af: Steffen E. Maagaard, Artelia A/S

Layout: RAIN CREATIVE

Formål: Projektets formål er at opsamle erfaringer og generere viden til fremtidens mere klimabevidste daginstitutionsudbud. Projektet er støttet af den filantropiske forening Realdania, som en del af puljen 'Sammen om bæredygtigt byggeri'. Det anbefales at læse Publikation 1 – Introduktion og sammenfatning først.

1. Indledning

Denne publikation retter fokus mod klimabelastningen i modul C3-C4 under livscyklusfasen "endt levetid", men berører også modul D "uden for projekt", som anvendes i bygnings-LCA'er. Publikationen belyser nogle opmærksomhedspunkter, der knytter sig til disse faser.

Livscyklusmodulerne C3-C4 og D er jævnfør BR18 obligatorisk at dokumentere, men kan være behæftet med betydelig usikkerhed. Eksempelvis stemmer det opstillede fremtidsscenario ikke altid overens med den reelle affaldshåndtering af produktet. Det er derfor vigtigt, at branchen klædes bedre på til at kunne manøvrere i miljødata/EPD'er. Det bør understreges, at det ikke er muligt at sammenligne produkter udelukkende ud fra deres affaldsscenarioer. Ved valg af produkter er en helhedsbetragtning af de samlede kli-

mapåvirkninger set over hele livscyklusen vigtig, så det sker under retvisende sammenligningsgrundlag.

Publikationens målgruppe er personer, som ønsker en dybere forståelse for de bagvedliggende forudsætninger i det miljødata, som anvendes i LCA-beregninger og henvender sig derfor ikke i udgangspunktet til lægmænd.



2. Moduler for endt levetid / Læsevejledning til affaldsscenerier

I EPD'er varetages endt levetid (affaldsscenerier) i C- og D-modulerne, men der kan også blive produceret affald i A- og B-modulerne (f.eks. spild ifm. produktion af et produkt i modul A3 eller ved udskiftning af komponenter i modul B4). Dette spild medregnes i de moduler, som de er tilknyttet, hvorfor dette affald ikke ender i C-modulet.

Modul C beskriver den konkrete affaldshåndtering og bortskaffelse af et produkt, når produktet har nået endt levetid. Heri modelleres de processer, som er nødvendige for at kunne affaldsbehandle det respektive produkt.

Modul C3 inkluderer affaldsbehandlingsprocesser, eksempelvis affaldsforbrænding eller nødvendige processer ved genanvendelse. Der vil således være en klimapåvirkning forbundet med dette modul, eksempelvis energi til affaldsforbrænding eller energi til at omsmelte et materiale i forbindelse med genanvendelse. Endvidere vil udledningen fra forbrænding af materialer være inkluderet i modul C, eksempelvis klimapåvirkninger ved afbrænding af plastik. Modul C4 omfatter den endelige bortskaffelse eksempelvis

deponi, hvor der kan ske udledninger samt udvaskning fra det deponerede affald.

Modul C1 (nedrivning) og C2 (transport) er i dag ikke en del af bygnings-LCA jf. BR18, og behandles ikke yderligere i denne publikation. Begge moduler er behæftet med betydelig usikkerhed, særligt fordi fremtidens nedrivningsprocesser og hvad transportformer udleder ikke med sikkerhed kendes. På sigt forventes disse moduler også at blive inddraget i bygnings-LCA'er i eksempelvis Bygningsreglmenetet. Et konservativt scenarie for C1 og C2 kunne være at anvende miljødata for, hvordan vi nedriver og transportere byggeaffald i dag.

Modul D udgør de klimamæssige gevinster eller belastninger, som går ud over produktets livscyklus. Et eksempel herpå er den energi, som produceres ved affaldsforbrænding. Når materialer genanvendes, erstatter det således produktionen af nye materialer, hvormed der sker en klimamæssig besparelse. Den klimamæssige belønning ligger således i modul D. Da modul D er udenfor projektet jf. EN 15978 og opgøres separat, indgår det ikke i BR18 kravet.

3. Opmærksomhedspunkter

I jagten på cirkulær økonomi, er håndtering af produkter efter endt levetid et af de mest essentielle omdrejningspunkter for diskussionen. Her er det særligt vigtigt, at forholde sig kritisk overfor de affaldsscenerier, der bliver modelleret i EPD'er og som indgår i bygnings-LCA'er. Mere information om EPD'er kan findes i Publikation 4 – Arbejdet med EPD'er.

Nationale affaldsscenerie i LCA på bygninger Jævnfør BR18 er det muligt at anvende EPD'er uagtet af, hvor EPD'en stammer fra, så længe denne følger standarden EN 15804 + A1/A2, som indeholder regler for udarbejdelse af EPD'er på byggevarer. Dette betyder, at hvis der anvendes en EPD fra et land, som affaldsbehandler på anden vis end i Danmark, og dette er deklareret i EPD'en, så kan der i LCA'en blive anvendt et ikke repræsentativt affaldsscenerie for produktet. EN 15804 + A2 forsøger at modarbejde denne tendens ved at kræve, at affaldsbehandlingen i EPD'en skal deklareres for det marked, som produktet forhandles i. Der er dog fortsat risiko for misvisende affaldsscenerier, hvor affaldsbehandlingen

ikke repræsenterer det land, som produktet faktisk affaldsbehandles i. Producenter som producerer til hele det europæiske marked, skal eksempelvis anvende et gennemsnitligt affaldsscenerie for hele Europa.

Figur 1 viser klimaaftrykket fra tre store CLT-producenter samt den danske branche EPD. Sodra's klimaaftryk er markant lavere end konkurrenterne, men har næsten samme klimaaftryk i A1-A3. Det er nærliggende at tænke, at forskellen så skyldes affaldsscenerierne, men forklaringen skal nærmere findes i fremstillingen. Sodra har en lavere densitet end konkurrenterne, men har samtidigt et lidt større negativt aftryk i modul A1-A3, selvom det indeholder mindre biogent carbon pga. en lavere densitet.

Den lavere densitet betyder et lavere klimaaftryk i modulerne C3-C4, fordi det indeholder mindre biogent carbon. Grunden til at Sodra kan opretholde det høje negative aftryk i modul A1-A3, på trods af den lavere densitet, er umiddelbart gunstige fremstillingsforhold f.eks. brug af vedvarende energi. Dette understreger kompleksiteten,

hvor mange forhold kan påvirke de forskellige moduler.

Rammerne for affaldsmodellering i LCA ved brug af EPD efter EN 15804 + A1 Standarden EN 15804 + A2, som i oktober 2022 erstattede den tidligere version EN 15804 + A1, betyder at det nu eksempelvis er obligatorisk at deklarerer C (Endt levetid) og D (Gevinster udenfor systemgrænsen) modulerne for produktet. I de kommende år vil der både være EPD'er efter den gamle version af standarden (EN 15804 + A1) og den nyere version (EN 15804 + A2).

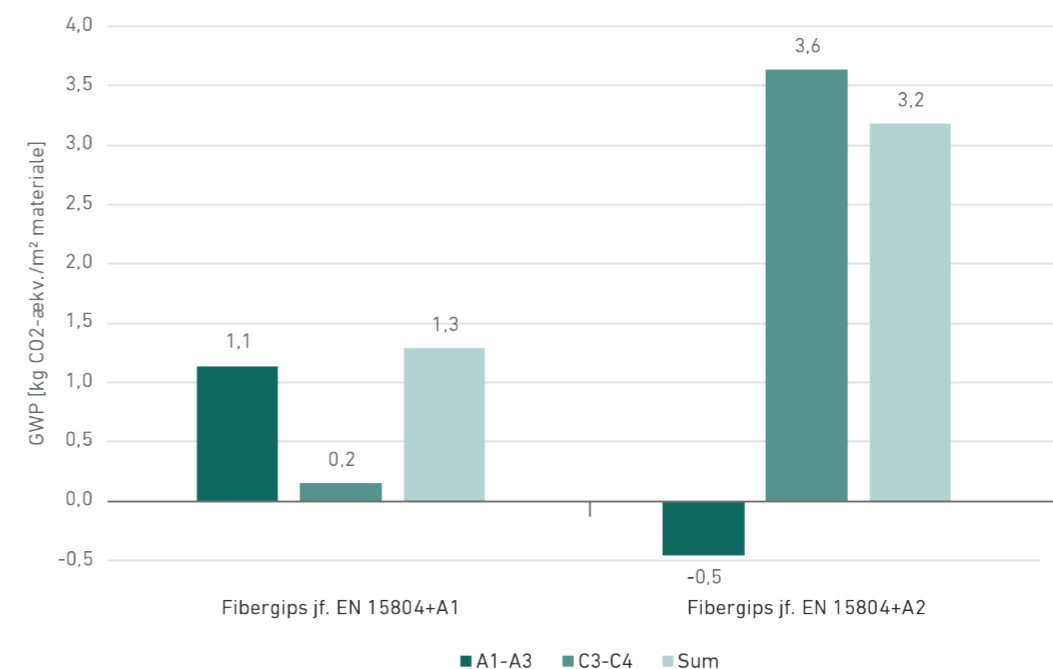
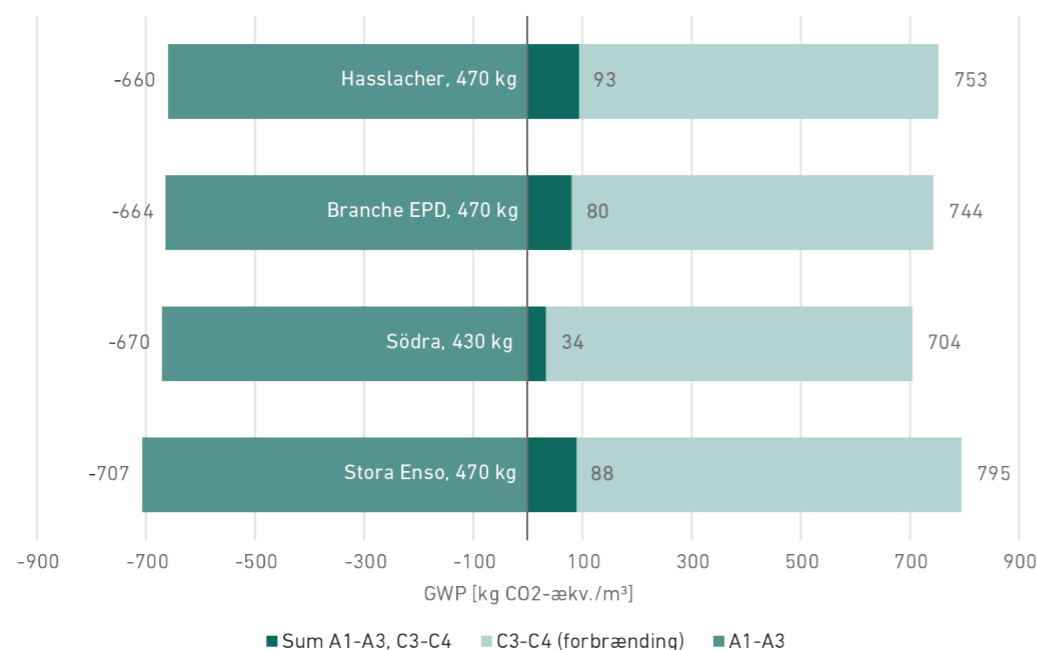
Brugen af EPD'er efter EN 15804 + A1 kræver opmærksomhed på C-modulerne (Endt levetid), da disse EPD'er ikke nødvendigvis deklarerer C3-C4. I dette tilfælde skal passende erstatningsmoduler fra BR18, bilag 2, tabel 7 anvendes, for at opnå en fyldestgørende klimaberegning. Jf. BR18 er et passende erstatningsmodul det, som bedst beskriver den nuværende affaldshåndtering. Ved tvivl om scenariet, anbefales det at anvende det mest konservative for ikke at undervurdere bygningens klimapå-

virkning. Tabel 7 i BR18 anvender generelt tysk miljødata fra ÖKOBAUDAT, hvilket ligeledes kan skabe et misvisende resultat, når produktet affaldsbehandles i Danmark. Et eksempel på, hvordan benyttelse af de generiske affaldsscenerier kan give et forfejlet billede af klimaaftrykket, er vist i Figur 2. Før Fermacell kom med deres nye EPD efter EN 15804+A2-standard, hvor C3 og C4 var oplyst, blev der anvendt et generisk affaldsscenerie for produktet, hvilket har underestimerede produktets reelle klimaaftryk ved endt levetid (C3 og C4) før i tiden. For særligt biogene produkter (som f.eks. fibergips) skal man være påpasselig med at anvende erstatningsmoduler, da det kan give et forkert klimaaftryk.

For at minimere usikkerheden kunne der på sigt udarbejdes danske affaldsscenerier, som indgår i Bygningsreglementet og repræsenterer Danmarks tilgang til affaldsbehandling. Mere information om EPD'er kan findes i Publikation 4 – Arbejdet med EPD'er.

Figur 1.

Sammenligning af CO₂-aftrykket for forskellige CLT-producenter pr. m³. Hasslacher (EPD-HAS20210172IBD1EN), Branche EPD (MD-20007-EN_rev1), Sodra (NEPD-2587-1314-EN), Stora Enso (S-P-02033).



Figur 2.

Klimaaftrykket for fibergips efter EN15804 +A1 (MD21019) med erstatningsmodul for affaldssceneriet ('manuelt' tilføjet) og efter EN15804 +A2-metoden med specifikt affaldsscenerie (MD22138 - C3-C4 modelleret i EPD).

Affaldsscenerier i EPD'er

I 15804 + A2 beskrives det, at affaldsscenerier skal være "realistiske og repræsentative" for den nuværende affaldshåndtering. På nuværende tidspunkt modelleres den fremtidig affaldsbehandling med afsæt i den nuværende affaldsbehandling. Dette kan kritiseres, da fremtidsperspektivet mangler.

Den nuværende affaldshåndtering er ikke nødvendigvis retvisende for, hvordan produktet bortskaffes ved endt levetid. Modsat argumenteres der for, at der er for store usikkerheder ved at lave affaldsscenerier for fremtiden, baseret på antagelser og forudsætninger omkring udbygningen af affaldsinfrastrukturen.

Til trods for at 15804 + A2 sætter en fælles standard, så eksisterer der fortsat elementer, som udfordrer harmonisering af affaldsscenerier. Dette kan ses som et resultat af, at standarderne i høj grad er løst formuleret, således de er fleksible og kan tilpasses den enkelte situation og det specifikke land. De enkelte EPD-programoperatører kan præcisere reglerne i nationalt regi igennem deres generelle program instruktioner (1).

c-PCR

EPD'er udformes med afsæt i en c-PCR (complementary product category rules), såfremt der eksisterer et for produktet. C-PCR's primære opgave er at etablere ens beregningsforudsætninger for de konkrete materialetyper, så sammenligningsgrundlaget i højere grad harmoniseres. Der er typisk større overensstemmelse i klimapåvirkninger fra modul C3-C4 ved anvendelse af c-PCR, hvilket også kan observeres af Figur 3. Klimapåvirkninger fra C3-C4 kan dog stadig variere, når der anvendes c-PCR fra forskellige organisationer. EPD Danmark anerkender c-PCR fra begge organisationer (CEN og EPD Norge), og der er således ingen ensretning i, hvilken der bliver anvendt.

Et eksempel herpå er, at BEWI, som producerer deres EPS-isolering i Danmark, har anvendt den norske c-PCR. Dette medfører, at de bør modellere det konservative scenarie, som er energiodnyttelse. Dette er således ikke nødvendigvis fordelagtigt, da EPS har en høj genanvendelsesprocent jf. dansk affaldsstatistik (2020), såfremt det er rent. Ved anvendelse af c-PCR fra CEN, som både anerkender genanvendelse og energiodnyt-



telse, vil dette åbne op for et affaldsscenerie med 100% genanvendelse.

På trods af at EPS-isolering teoretisk set er 100% genanvendeligt, er dette scenarie i overvejende grad ikke repræsenteret i EPD'erne. Det kan dels skyldes, at der stilles store krav til renligheden af EPS for at kunne genanvende materialet. Dette er særligt udfordrende i bygge-regi, da EPS i disse omgivelser er særligt udsatte. EPS er samtidig ikke en af de fraktioner, hvor det er lovpligtigt at affaldssortere materialet på byggepladsen jf. affaldsbekendtgørelsen, hvilket ligeledes kan udfordre både mængder og renheden af EPS-affaldet.

Specifik, branche og generisk miljødata

En sammenligning af EPD'er og generisk miljødata fra Ökobaudat viser generelt, at EPD'er har mindre klimapåvirkninger end det generiske data og erstatningsmoduler.

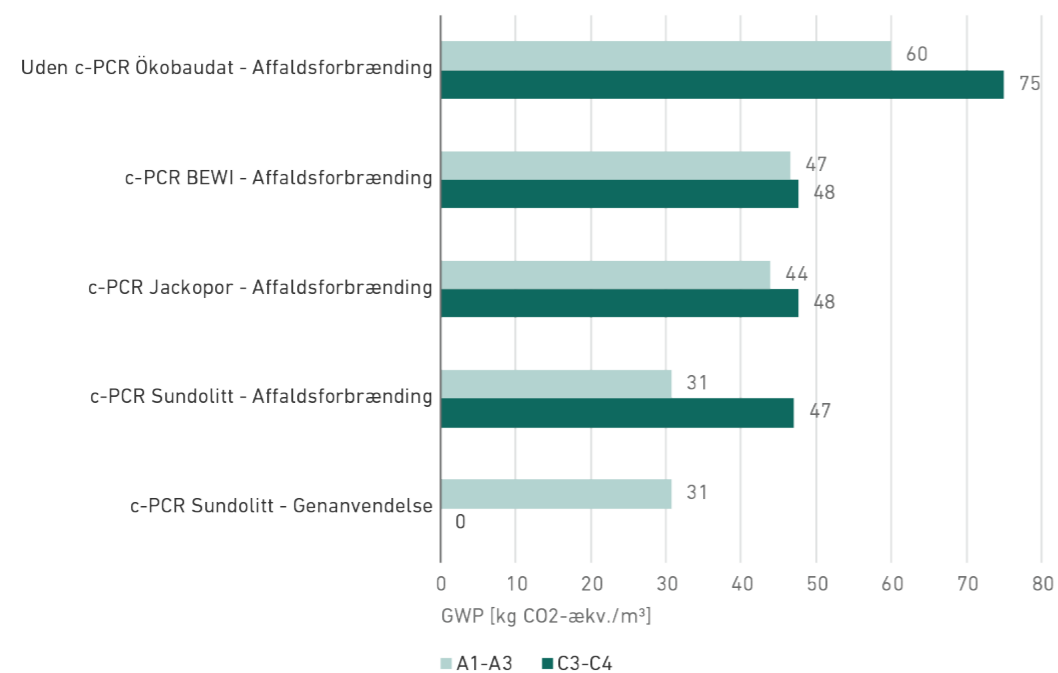
Denne tendens kan også observeres i Figur 3. Tendensen er fordelagtig for at sikre både udvikling og anvendelsen af EPD'er, så der ikke spekuleres i at anvende generiske miljødata ift. EPD'er. Tidligere har det eksempelvis været fordelagtigt at anvende generisk miljødata for beton sammenlignet med branche EPD'en.

Modul D - Substitution

Det anvendte affaldsscenerie påvirker gevinster i modul D. Sammenholdes energiodnyttelse ved affaldsforbrænding med genanvendelse, medfører genanvendelse normalvis større besparelser, da materialet holdes i kredsløb, og dermed undgås det at udvinde nye materialer. Et opmærksomhedspunkt i relation til dette er, hvilket land energien substitueres i, og hvordan det nationale energimix er sammensat. Hvis energimixet i højere grad er baseret på fossile brændsler, vil substituering af energi

Figur 3.

Sammenligning af forskellige EPS-produkter med samme isoleringsklasse. BEWI (NEPD-3209-1848-DK), Jackopor (NEPD-2794-1494-EN), Sundolitt (MD-22132-EN). leret i EPD).



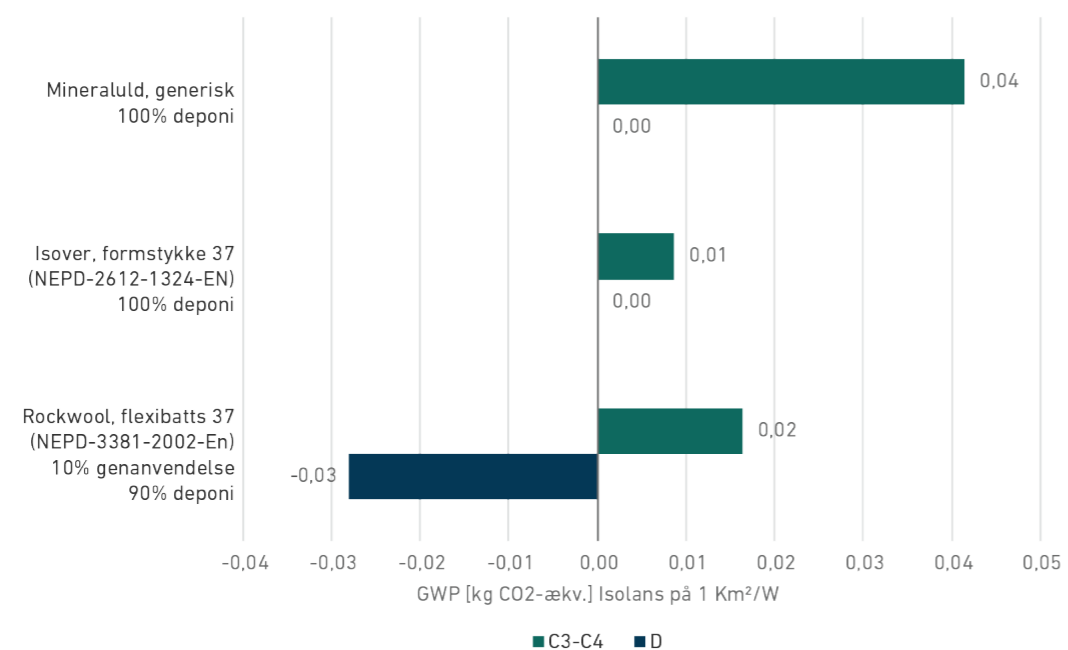
ved affaldsforbrænding medføre større besparelser end, hvis det substitueres i et land med overvejende grønt energimix. I tillæg til dette skal det påpeges, at modul D 'blot' skal dokumenteres og ikke medregnes i det samlede klimaaftryk for bygninger, hvilket betyder at de gevinster, som affaldsscenerierne bidrager med i D-modulet ikke inkluderes i regnskabet.

Mineraluld er et eksempel på at hele produktets livscyklus bør vurderes, da eksempelvis Isover bruger genanvendt mineraluld i fase A (produktionen). Derfor må de ikke deklare et affaldsscenario, som inkluderer substitution af samme

materiale, da dette bidrager til double counting af de klimamæssige gevinster. Endvidere ses det, at Rockwool har en højere GWP i C3-C4 end Isover. Dette kan være et resultat af de 10 % genanvendelse, som finder sted hos Rockwool, da dette kræver energi. Afslutningsvis er denne sammenligning også et eksempel på, hvordan deponi (på papiret) kan se bedre ud i C3-C4, da Isovers påvirkning er mindre end Rockwool. Dette skal dog ses i lyset af, at Isover ingen gevinster har i modul D, hvilket er tilfældet for Rockwool. Det er derfor vigtigt at kigge på hele livscyklussen, selvom modul D ikke er en del af klimaaftrykket i jagten på cirkularitet.

Figur 4.

Sammenligning af klimaaftrykket fra model C3-C4 og modul D for forskellige mineraluldsprodukter.



4. Spørgsmål til modul C3 og C4

Ovenstående opmærksomhedspunkter understreger, at man bør forholde sig kritisk til C- og D-fasen. Der vurderes derfor hensigtsmæssigt at tænke over spørgsmålene i Tabel 1, når man betragter modul C3, C4 og D i forbindelse med udarbejdelse eller granskning af en LCA-beregning.

Tabel 1.

Relevante spørgsmål til vurdering af modul C3, C4 og D.

Kritiske spørgsmål
<ul style="list-style-type: none"> Anvendes der EPD, generisk eller erstatningsdata til modellering af affaldsscenariet? Er EPD'en efter EN15804 + A1 eller A2? Hvilket affaldsscenario er modelleret i EPD'en? Hvad er det repræsentative (danske) affaldsscenario for dette produkt, og følger EPD'en dette? Er der anvendt en c-PCR? For hvilket marked er EPD'en deklareret? Er produktet produceret med genanvendt materiale?

Appendiks A - Danske nationale affaldsstatistikker

Affaldsfraktion	EAK-kode	Genanvendelse (%)	Anden endeligt nyttiggørelse (%)	Forbrænding (%)	Deponering (%)	I alt
Gipsbase-rede bygge-materialer	17 08 02	83,7	14,3	0,1	1,9	100
Beton	17 01 01	0,0	99,5	0,3	0,2	100
Træ	17 02 01	0,0	96,7	2,6	0,7	100
Flamingo byggeaffald (EPS)	17 02 03	95,0	0,1	1,3	3,6	100
Mineraluld (Ikke farligt)	17 06 04	0,0	80,9	0,1	19,0	100
Mineraluld (Farligt)	17 06 03	0,0	89,5	0,0	10,5	100

* Det vurderes, at der er store usikkerheder relateret til de registrerede affaldsmængder, da ikke alt affald indberettes (<https://gi.dk/media/inrjkwvx/fremtidensbyggematerialer.pdf>)