



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Opencirc - Integrated open access tool enabling circularity in construction MUDP-project

MUDP

September 2026

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion: Jesper Ring & Alexander Siegfried / Openframe ApS

Fotos:

Fotos i denne rapport er taget af projektets partnere, ellers anvendes open-source.

ISBN: 978-87-7564-153-6

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse.

Miljøteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram

Projektet, som er beskrevet i denne rapport, er støttet af Miljøteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram (MUDP) under Miljøministeriet, der støtter udvikling, test og demonstration af miljøteknologi.

MUDP investerer i udvikling af fremtidens miljøteknologi til gavn for klima og miljø i Danmark og globalt, samtidig med at dansk vækst og beskæftigelse styrkes. Programmet understøtter dels den bredere miljødagsorden, herunder rent vand, ren luft og sikker kemi, men understøtter også regeringens målsætninger inden for klima, biodiversitet og cirkulær økonomi.

Det er MUDP's bestyrelse, som beslutter, hvilke projekter der skal modtage tilskud. Bestyrelsen betjenes af MUDP-sekretariatet i Miljøstyrelsen.

MUDP-sekretariatet i Miljøstyrelsen
Lerchesgade 35, 5000 Odense | Tlf. +45 72 54 40 00

Mail: ecoinnovation@mst.dk

[Link til MUDP's hjemmeside](#)

Denne slutrapport er godkendt af MUDP, men det er alene rapportens forfatter/projektlederen, som er ansvarlige for indholdet. Rapporten må citeres med kildeangivelse efter følgende skabelon; "[Forfatterens/redaktørens navn, rapportens udgivelsesår, rapportens titel], MUDP slutrapport, [ISBNnr.]"

Indhold

1.	Sammenfatning	5
1.1	Resume af projektet	5
1.2	Hovedkonklusion(er)	5
1.3	Afledte effekter	6
1.4	Perspektivering	7
2.	Afrapportering på aktiviteter	8
2.1	Arbejdspakke 1: Projektledelse og formidling	8
2.1.1	Udfordringer	8
2.1.2	Indsats	8
2.1.3	Resultater	8
2.1.4	Indvirkning på succeskriterier	8
2.2	Arbejdspakke 2: Kravspecifikation og datamodeller	9
2.2.1	Udfordringer	9
2.2.2	Indsats	9
2.2.3	Resultater	10
2.2.4	Indvirkning på succeskriterier	10
2.3	Arbejdspakke 3: Backend-udvikling	10
2.3.1	Udfordringer	10
2.3.2	Indsats	10
2.3.3	Resultater	11
2.3.4	Indvirkning på succeskriterier	11
2.4	Arbejdspakke 4: Frontend-udvikling	11
2.4.1	Udfordringer	11
2.4.2	Indsats	11
2.4.3	Resultater	11
2.4.4	Indvirkning på succeskriterier	12
2.5	Arbejdspakke 5: Integration og interoperabilitet	12
2.5.1	Udfordringer	12
2.5.2	Indsats	12
2.5.3	Resultater	12
2.5.4	Indvirkning på succeskriterier	13
2.6	Arbejdspakke 6: Test, validering og systemtilpasning	13
2.6.1	Udfordringer	13
2.6.2	Indsats	13
2.6.3	Resultater	13
2.6.4	Indvirkning på succeskriterier	13

1. Sammenfatning

OpenCirc-projektet har haft til formål at udvikle en digital, åben og skalerbar platform, der fremmer cirkularitet, effektiv dokumentation og samarbejde i byggebranchen. Løsningen er skabt for at gøre det lettere for alle aktører at håndtere krav til bæredygtighed og sporbarhed, og samtidig styrke vidensdeling og innovation på tværs af værdikæden.

1.1 Resume af projektet

Projektet blev gennemført i et bredt partnerskab bestående af Openframe, DTU Construct, Azilis/Your Fair Share og flere øvrige aktører. Arbejdet blev organiseret i arbejdspakker og dokumenteret gennem løbende statusrapporter og kvartalsvise opfølgninger. Fra begyndelsen var det klart, at opgaven var kompleks: Der skulle udvikles fælles datamodeller, åbne API'er og standarder, og der skulle skabes enighed om, hvordan data kan og bør deles på tværs af systemer og organisationer.

Projektforløbet var præget af et stort engagement fra alle parter, og der blev opnået væsentlige fremskridt i arbejdet med at definere og afprøve datamodeller, udvikle integrationer og skabe fælles forståelse for data som fælleseje. Undervejs blev der afholdt en række work-shops, følgegruppemøder og brugertests, hvor erfaringer blev delt og tekniske specifikationer og løsninger blev justeret. Projektet har skabt en stærk platform for videre arbejde, men det er også tydeligt, at der fortsat er behov for udbredelse, modning og videreudvikling, før den fulde værdi kan realiseres.

Udfordringer - især omkring integration, datakvalitet og praktisk anvendelighed - blev i vid udstrækning håndteret gennem dialog, prioritering og løbende tilpasning. Det har betydet, at platformen i dag står som et solidt teknisk fundament, der kan sikre kommerciel skalering gennem integrationer til andre digitale løsninger. OpenCirc er således udviklet til at være bindeleddet mellem specialiserede værktøjer, der hver især styrkes gennem interoperabilitet.

OpenCirc er gennemført i en periode med markant regulatorisk acceleration på EU-niveau. Tre forordninger danner den direkte ramme: ESPR (2024/1781) stiller krav om digitale produktpas (DPP) for en bred vifte af produktkategorier, herunder byggevarer. CPR (2024/3110) indfører obligatoriske DPP'er for konstruktionsprodukter og skærper krav om dokumentation af ydeevne og kemikalier. EPBD (2024/1275) introducerer digitale bygningslogbøger, der forudsætter adgang til produktdata. I dansk kontekst suppleres dette af BR18's LCA-krav, der med Tabel 6 (Bilag 2) definerer 587 byggedelkategorier til klimaberegning – et datalag OpenCirc direkte understøtter. OpenCirc-infrastrukturen er med andre ord ikke et fremsynet forsøg, men en konkret respons på nuværende og kommende lovkrav.

1.2 Hovedkonklusion(er)

OpenCirc har leveret det, der var projektets vigtigste formål: Et stærkt digitalt fundament for interoperabilitet og fælles dataforståelse i byggeriet. De væsentligste resultater er:

- Specifikation af ejerskabsstruktur for decentraliserede open source databaser i byggeriets værdikæde.
- Fastlæggelse og implementering af data- og systemstandarder og processer for datahåndtering, der kan danne grundlag for langtidsholdbar bygningsdokumentation i form af digitale produktпас i bygningslogbøger (DBL).
- Udvikling og afprøvning af åbne datamodeller og API'er, der gør det muligt at udveksle data på tværs af platforme og aktører.
- Udarbejdelse af blog-indlæg og white-papers, afholdelse af workshops samt deltagelse i internationale udviklingssamarbejder har sikret transparens og løbende vidensdeling mellem parterne og ud mod branchen.
- Skabelse af en fælles forståelse for data som fælleseje – en forudsætning for at kunne realisere cirkularitet og effektiv dataudveksling i praksis.

Projektet har leveret første iteration af en passport manager løsning, der kan danne grundstenen til den digitale infrastruktur, fremtidens byggebranche vil være afhængig af.

Platformen og implementeringen af data- og systemstandarder er blevet testet i praksis, og der er opnået vigtige erfaringer med både muligheder og begrænsninger.

Undervejs blev det klart, at den oprindeligt planlagte datamodel skulle justeres fra at være én specifikation af egenskabsdata, til et generisk framework for at kunne specificere mange, og herved kunne håndtere byggeriets værdikædes heterogene databehov. Projektet gik fra at udvikle én samlet model til at arbejde med mere fleksible, modulære datamodeller, som kan tilpasses diverse behov og systemer.

Integrationsstrategien er derfor ændret fra en "Big Bang"-tilgang til en mere iterativ og trinvis implementering. Dette skyldtes både bredden og dybden af domænespecifikke data-krav, samt behovet for løbende at kunne tilpasse løsningen til feedback fra brugere og samarbejdspartnere.

Der er blevet lagt stor vægt på open source-principper og på at gøre både kode og datamodeller frit tilgængelige, for at fremme udbredelse og videreudvikling uden for projektgruppen.

Undervejs blev det tydeligt, at governance-strukturer og aftaler om dataejerskab var mindst lige så vigtige som de tekniske løsninger. Emnet er ikke direkte håndteret i projektet, men blev drøftet intenst undervejs og bør danne grundlag for fremtidig udvikling og implementering.

1.3 Afledte effekter

Den væsentligste effekt af OpenCirc-projektet er etableringen af et fælles digitalt sprog og en teknisk infrastruktur, der gør det muligt at tænke data som et aktiv, der kan deles, genbruges og videreudvikles på tværs af projekter, virksomheder og platforme. Dette fundament er afgørende for, at vi i fremtiden kan realisere visionen om digitale produktпас, langtidsholdbar bygningsdokumentation og reel cirkularitet i byggeriet.

For projektparterne har deltagelsen ført til en markant styrkelse af kompetencer inden for datastandardisering, digital transformation og samarbejde på tværs af organisationer. Der er opnået værdifuld viden om, hvordan man kan strukturere og dele data, og hvordan man kan håndtere de praktiske udfordringer, der opstår, når forskellige systemer og aktører skal arbejde sammen.

Projektet har også skabt grobund for nye samarbejder og projekter, der bygger videre på det tekniske fundament, der er blevet implementeret. Flere partnere arbejder allerede på at udbrede og videreudvikle de løsninger, der er skabt i OpenCirc, og der er identificeret muligheder for at søge yderligere tilskud til at modne og implementere platformen bredere.

1.4 Perspektivering

OpenCirc-projektet har vist, at det er muligt at skabe et fælles digitalt fundament for dataudveksling og cirkularitet i byggeriet – men også at dette arbejde kræver vedvarende indsats, bred opbakning og løbende videreudvikling. Hvis de udviklede standarder og platforme udbredes og videreudvikles, kan de få betydelig betydning for både byggebranchen og samfundet:

- De kan danne grundlag for digitale produktpas, der sikrer langtidsholdbar dokumentation af bygninger og bygningskomponenter – til gavn for både ejere, myndigheder og samfundet som helhed.
- De kan gøre det muligt at se data som fælleseje og dermed fremme innovation, effektivitet og bæredygtighed på tværs af aktører og sektorer.
- De kan understøtte udviklingen af nye forretningsmodeller, hvor data og digital dokumentation bliver centrale aktiver i værdikæden.
- På sigt kan den digitale infrastruktur, der er skabt i OpenCirc, danne forbillede for andre brancher og industrier, hvor behovet for interoperabilitet, sporbarhed og cirkularitet er stigende. Dette gælder også, hvor materialestømme går på tværs af industrierne.

Projektet har således ikke kun lagt grunden til fremtidens digitale byggebranche, men kan fungere som en katalysator for digital innovation og bæredygtig udvikling, og har potentielle til at sætte retningen for fremtidens byggeri og dokumentation af samme – både i Danmark og internationalt. Projektet har skabt et solidt fundament for videre udvikling og udbredelse af digitale løsninger til cirkulært byggeri, og har bidraget til at sætte en ny standard for, hvordan data, samarbejde og bæredygtighed kan gå hånd i hånd.

2. Afrapportering på aktiviteter

2.1 Arbejdspakke 1: Projektledelse og formidling

2.1.1 Udfordringer

Projektet løb fra januar 2024 med en forlænget projektperiode og afslutning i december 2025. Det skete i et regulatorisk landskab i hastig forandring: ESPR (2024/1781), CPR (2024/3110) og EPBD (2024/1275) var alle under udformning sideløbende med projektet, og de internationale standarder, som infrastrukturen skulle bygges på, var ligeledes i bevægelse. Projektledelsen skulle holde kursen teknisk og strategisk — og samtidig kommunikere formålet klart til tre partnerorganisationer, ni støtteorganisationer i følgegruppen og et bredere europæisk felt med meget forskellig baggrund og dagsorden.

2.1.2 Indsats

Der blev etableret faste mødestrukturer og løbende statusopfølgning på tværs af partnere og følgegruppe. Der blev afholdt 5 følgegruppemøder over projektperioden med deltagelse fra alle ni støtteorganisationer, herunder en Risk/Value-workshop faciliteret af DTU Construct i december 2024. Projektets eget website www.opencirc.org blev etableret og lanceret som en levende kommunikationsplatform. Formidlingsindsatsen har omfattet fem blogindlæg om DPP, cirkulær økonomi og standardisering: fire publiceret på opencirc.org – "*OpenCirc, bSDD, and IFC 4x3: How We Get Denmark to Speak the Same BIM Language*", "*How DPP and DBL Are Creating the Future of Circular Construction*", "*Why Privileged Data Breaks the Circular Economy Promise*" og "*The Classification Wars: Why We Don't Need One System to Rule Them All*" – samt "*OpenCirc: Fremtidens infrastruktur for bygningsdata*" publiceret på www.openframe.org (marts 2026).

Projektet har derudover deltaget aktivt i det bredere europæiske og nationale DPP-felt: præsentationer og workshops hos *Revalu/BLOXHUB*, en dedikeret workshop om privilegerede data og CPR-adgangsbegrænsninger, deltagelse i Cirpass2-aktiviteter, blandt andet aktiv deltagelse i EU's Community of Practice for digitale produktpas, hvortil projektet bidrog med position paper'et "*Ideas for reducing the reporting burden through digital product passports in construction*".

2.1.3 Resultater

Projektet er gennemført med fuld partnerdeltagelse og bred følgegruppeengagement gennem hele perioden. Formidlingsindsatsen har skabt et levende website, fem publicerede blogindlæg og workshopdeltagelse med brancheaktører. Vigtigere endnu: projektet har bidraget direkte til den europæiske samtale om, hvordan DPP-infrastruktur bør designes — med inputs citeret direkte i Cirpass2 rapporten om hvordan EU DPP kan nedbringe rapporteringsbyrden. OpenCirc har dermed ikke blot afrapporteret til det europæiske felt, men bidraget til at forme det.

2.1.4 Indvirkning på succeskriterier

Inddragelsen af ni støtteorganisationer på tværs af branchen — arkitekter, bygherrer, brancheorganisationer, regioner og leverandører — har skabt et ejerskab, der rækker ud over projektkredsen. Det stærkeste bevis på projektets impact er, at resultaterne har tiltrukket efterfølgende finansiering fra *We Build Denmark*, hvor infrastrukturen videreudvikles i *BuildConnect-projektet* (2025–2026). At et nyt projekt bygger direkte videre på OpenCirc-fundamentet bekræfter, at indsatsen har skabt reel og varig værdi for feltet.

2.2 Arbejdspakke 2: Kravspecifikation og datamodeller

2.2.1 Udfordringer

Projektet navigerede i en markant regulatorisk acceleration. Da disse forordninger overlapper og stadig implementeres, krævede det løbende tilpasning af kravspecifikationen. Den største kompleksitet lå i at transformere divergerende aktørkrav til datamodeller, der flugter med standarder, som lovgivningen endnu ikke refererer entydigt til.

En central erkendelse i forløbet var distinktionen mellem deklarationsdata (offentlig ydeevne-dokumentation) og ingrediensniveau-detajler (fabrikanternes fortrolige materialeinformation). CPR behandler disse to lag fundamentalt forskelligt — og forvekslingen af dem er en af de hyppigste fejlkonstruktioner i DPP-projekter. At identificere og forankre denne distinktion i systemets design er et af projektets væsentligste vidensbidrag.

2.2.2 Indsats

Der blev gennemført workshops og ekspertinterviews med repræsentanter fra følgegruppen og branchen. Kravspecifikationsprocessen resulterede i tre arkitektoniske designprincipper, som hele infrastrukturen er bygget på:

Dataresiliens og uforanderlighed: Et pas skal kunne fortolkes korrekt om 50 år. Det kræver, at data ikke kan slettes eller overskrives, at systemet understøtter fulde data-dumps uafhængigt af driftsudbyder, og at et pas indeholder de fulde egenskabsdefinitioner fra dataordbogen på oprettelsestidspunktet — ikke blot URI-referencer der kan blive forældede.

Decentraliseret og selvhostbart: Valget om en decentraliseret frem for en centraliseret arkitektur er den største enkeltbeslutning i projektet og udspringer af en grundlæggende tillidsanalyse. En central database kræver, at branchen stoler på den aktør, der driver den. Små aktører opfattes som ustabile — de kan lukke, blive opkøbt eller miste fokus. Store, kommercielle aktører opfattes som proprietære — de skaber den vendor lock-in, infrastrukturen netop søger at undgå. En open source kildekode-løsning drevet af én privat virksomhed løser ikke dette problem: tilliden til infrastrukturen kan ikke hvile på tilliden til én specifik aktør. Den eneste model, der ville gøre en centraliseret løsning oplagt, er en offentlig eller statslig indsats svarende til BBR/BFE-registret. I fraværet af en sådan er decentralisering ikke blot et teknisk valg, men den eneste arkitektur, der kan bære branchens tillid over lang sigt.

Standardsbaseret og udvidelsesvenlig: Infrastrukturen må ikke binde sig til ét klassifikationssystem eller én regulatorisk ramme. Nye standarder og ordbøger skal kunne tilføjes, uden at systemet skal bygges om.

På baggrund af disse principper er der foretaget en systematisk kortlægning af relevante internationale system standarder, hvor de centrale for OpenCirc-infrastrukturen blev identificeret som:

- ISO 12006-3:2022 — ramme for objektorienteret bygningsinformation og dataordbøger
- ISO 23386:2020 — metodologi for beskrivelse og vedligeholdelse af egenskaber i sammenkoblede dataregistre
- ISO 23387:2020 — dataskabeloner for bygningsobjekter i BIM
- ISO 22057:2022 — brug af EPD-data i BIM via dataskabeloner

Standardsalignment med bSDD og IFC 4.3 som primære platforme var en låst, ikke-forhandlingsbar designbeslutning — en stillingtagen, der sikrer, at infrastrukturen taler det sprog, som EU-regulering konvergerer mod. Kravene fra ESPR, CPR og EPBD er indarbejdet direkte i modellernes struktur.

DTU Construct har bidraget på to niveauer. Arkitektonisk anbefalede og validerede DTU en trelags separation of concerns som fundament for hele OpenCirc-datamodellen: adskillelse af dataordbog (terminologi og GUID'er), dataskabeloner (krav til data, fx EU-taksonomi) og produktdata (information om det enkelte produkt). Denne arkitektur realiserer det tredje princip i praksis — den binder ikke systemet til ét klassifikationssystem eller én regulatorisk ramme. På indholdssiden leverede DTU en formel Table 6-dataskabelon publiceret på bSDD, mappet til IFC 4.3, med tæt anknytning til EU-taxonomiens LCA-krav — første led i en "EU-taksonomotor", der kan kortlægge hvilke produkttyper der er underlagt hvilke krav på tværs af LCA, kemi og øvrige bæredygtighedskrav.

2.2.3 Resultater

Kravspecifikationsprocessen har leveret tre dokumenterede arkitektoniske designprincipper, en systematisk standardskortlægning, og et sæt logiske datamodeller — Passport, Datasheet og PassportTemplate — der definerer, hvad et OpenCirc-pas indeholder og hvordan det udveksles på tværs af platforme. DTU's Table 6-skabelon på bSDD med IFC 4.3-mapping er et konkret, genbrugbart standardiseringsbidrag, der rækker ud over projektet selv.

2.2.4 Indvirkning på succeskriterier

Designprincipperne og datamodellerne er direkte koblet til ESPR- og CPR-kravene og udgør et konkret, verificerbart fundament for realiserbare digitale produktpas i Danmark og EU. Den formulerede distinktion mellem deklarationsdata og ingrediensdetaljer bidrager til den bredere politiske og tekniske samtale om, hvad et DPP-system faktisk bør indeholde — og hvad det ikke bør kræve af producenter.

2.3 Arbejdspakke 3: Backend-udvikling

2.3.1 Udfordringer

At omsætte de arkitektoniske principper fra WP2 til et fungerende system stillede konkrete tekniske krav. Uforanderlighed og decentralisering er ikke standardmønstre i moderne webapplikationer — de kræver bevidste fravalg af konventionelle løsninger og en implementering, der er dokumenteret og reproducerbar for tredjeparter, der ønsker at drive deres egen instans.

2.3.2 Indsats

Backend-udviklingen blev gennemført iterativt med udgangspunkt i de designprincipper og standardvalg, der blev fastlagt i WP2.

Den centrale tekniske komponent til understøttelse af standardsprincippet er *Data Dictionary Mapperen* — et platform-abstrakt servicelag, der håndterer kommunikation med eksterne dataordbøger. Mapperen abstraherer ordbogs-specifikke API-forskelle væk fra resten af systemet, så nye ordbøger kan tilkobles via konfiguration uden kodeændringer. bSDD er fuldt implementeret og testet via mapperen; LeksiCON (via CoBuilder Define) er arkitektonisk understøttet og klar til tilkobling.

Den faktiske datamodel i systemet består af tre kerneentiteter: Passport (det uforanderlige pas-objekt knyttet til et produkt eller en bygningsdel), PassportTemplate (skabelonen der definerer hvilke egenskaber et pas af en given type skal indeholde) og Datasheet (producentens strukturerede produktinformation). Egenskabsdefinitioner gemmes med fuldt indhold fra dataordbogen på oprettelsestidspunktet — ikke blot som URI-referencer — i direkte realisering af resiliensprincippet fra WP2.

Decentraliseringsprincippet er realiseret via containerisering: systemet er pakket i Docker og kan udrulles af enhver organisation på egen infrastruktur med en enkelt kommando. Automatiserede CI/CD-pipelines på GitHub Actions sikrer, at kodebasen er reproducerbar og testbar uden afhængighed af Openframes interne systemer.

Det fulde system er bygget i Java/Spring Boot med PostgreSQL og eksponerer alle funktioner via et veldokumenteret REST API med 26 endpoints fordelt på autentificering, passportstyring, skabeloner og dataordbogssøgning — alle dokumenteret via OpenAPI/Swagger UI. Et TypeScript-klientbibliotek (@opencirc/api-tools, CC BY 4.0) er udgivet, så tredjeparter kan integrere mod platformen uden at skrive HTTP-kode fra bunden.

2.3.3 Resultater

Backend API og TypeScript-klientbibliotek er publiceret som åben kildekode på github.com/opencirc. Infrastrukturen er kollektivt ejet, frit tilgængelig for videreudvikling og kan drives selvstændigt af enhver organisation uden afhængighed af projektets partnere.

2.3.4 Indvirkning på succeskriterier

WP3 er stedet, hvor principper bliver til praksis. Den decentraliserede, containeriserede arkitektur og den åbne kildekode er ikke blot tekniske egenskaber — de er den konkrete realisering af infrastrukturens løfte om data-suverænitæt og langsigtet resiliens. At BuildConnect-projektet hos We Build Denmark bygger direkte videre på denne backend bekræfter, at fundamentet holder.

2.4 Arbejdspakke 4: Frontend-udvikling

2.4.1 Udfordringer

Det var en udfordring at oversætte komplekse DPP-datastrukturer til brugerflader, der er intuitive for rådgivere og producenter uden dybt teknisk kendskab til standarderne. Et centralt designproblem var at gøre klassifikations- og standardlogik — Table 6, IFC 4.3, BR18 LCA standard-format(EPD) — tilgængelig som naturlige workflows frem for tekniske operationer.

2.4.2 Indsats

Frontend-udviklingen er leveret af to partnere med komplementære brugerflader, der tilsammen dækker begge ender af DPP-værdikæden.

Openframe har udviklet og implementeret en frontend med følgende funktionalitet:

- Klassifikationsbaseret navigation på tværs af Table 6 (BR18 Bilag 2) og IFC 4.3
- Automatisk oprettelse af OpenCirc Pas baseret på BR18 LCA-standardformatet
- Automatisk population af EPD-data i passtrukturen
- Modulær tilføjelse af dataskabeloner pr. OpenCirc Pas

Your Fair Share har udviklet en frontend målrettet producentledet: en struktureret brugerflade til udfyldelse og indberetning af LCA-data direkte fra producentsiden. Dette dækker den datakilde, som hele DPP-infrastrukturen er afhængig af — troværdige, producent-leverede materiale data. Det er bemærkelsesværdigt, fordi de fleste DPP-projekter fokuserer på forbrugersiden og forudsætter, at producent dataen allerede eksisterer i struktureret form. Parallelt hermed er projektets offentlige website opencirc.org etableret og lanceret som formidlings- og dokumentationsplatform.

2.4.3 Resultater

Der er leveret to funktionelle brugerflader, der tilsammen dækker hele datakæden: producentens indberetning af LCA-data (*Your Fair Share*) og rådgiverens klassifikation, pasoprettelse

og EPD-integration (Openframe). Løsningerne er klar til videreudvikling og bredere udbredelse.

2.4.4 Indvirkning på succeskriterier

De to frontend brugerflader er det første samlede system, der adresserer DPP-konceptet i begge ender af værdikæden inden for byggeriet. At engagere producenter og rådgivere i den samme infrastruktur — i stedet for at bygge to adskilte systemer — er en forudsætning for reel adoption og et afgørende skridt mod det datamiljø, som ESPR og EPBD forudsætter.

2.5 Arbejdspakke 5: Integration og interoperabilitet

2.5.1 Udfordringer

Integration til eksisterende branchesystemer viste sig mere kompleks end forventet. De primære barrierer var to: heterogene datastandarder — bSDD, LeksiCON og IFC anvender forskellige identifikationssystemer og klassifikationslogikker, som ikke lader sig kortlægge 1:1 — og at centrale branchesystemer ikke eksponerer åbne API'er, der muliggør reel integration. Det sidstnævnte er ikke en teknisk begrænsning, men en forretningsmodel-beslutning hos leverandørerne, og den afslører en systemisk barriere for DPP-infrastruktur, som rækker langt ud over dette projekt. I de fremskridende arbejde med EU DPP, er der blevet kortlagt at EU vil hoste et offentligt tilgængelig Data Dictionary for at strukturere produkt data på tværs af værdikæden.

2.5.2 Indsats

Projektet valgte en Data Dictionary-baseret oversættelsesstrategi frem for at forsøge at samle branchen om ét klassifikationssystem. Denne position — at problemet ikke er manglen på ét system, men manglen på et oversættelseslag — er dokumenteret og publiceret i blogindlægget "*The Classification Wars: Why We Don't Need One System to Rule Them All*". Det er en erkendelse med vidtrækkende konsekvenser for, hvordan man bør tænke standardisering i byggebranchen.

Der er udviklet en Data Dictionary Mapper — et platform-abstrakt servicelag, der gør løsningen integrations klar med diverse dataordbøger uden systemændringer. bSDD er fuldt implementeret og testet; LeksiCON er arkitektonisk understøttet og klar til integration. Frem for en direkte kobling til LCAByg som enkeltværktøj valgte projektet at understøtte BR18's standardformat til LCA aflevering — det obligatoriske outputformat for klimapåvirkningsberegninger i henhold til bygningsreglementet. Da alle relevante LCA-værktøjer producerer dette format, opnås en bredere og mere robust integration end en kobling til et enkelt værktøj ville give.

OpenCirc Pas er integreret i Openframes platform, der fungerer som en bygningslogbog, hvor pas kan tilføjes og beriges med dataskabeloner og produktdata — og dermed realiserer koblingen mellem produktniveau og bygningsniveau, som EPBD's digitale bygningslogbog kræver. Projektet har desuden gennemført en systematisk kortlægning af integrationspotentiale med LCAx, Revit, SundaHus, Revalu og CoBuilder.

2.5.3 Resultater

Projektet har leveret:

- Funktiønæl bSDD-integration og en Data Dictionary Mapper, der arkitektonisk understøtter LeksiCON og fremtidige dataordbøger
- Understøttelse af BR18's standardformat for LCA-afrapportering
- Integration med Openframes bygningslogbog-platform
- Dokumenteret kortlægning af integrationspotentiale for LCAx, Revit, SundaHus, Revalu og CoBuilder

2.5.4 Indvirkning på succeskriterier

Projektets integrationsindsats har vist, at interoperabilitet er teknisk realiserbar via en standardbaseret, ordbogs-agnostisk arkitektur — og den har kortlagt præcis, hvor de reelle barrierer ligger i dag. Koblingen til bygningslogbogen realiserer det konkrete use case, som EPBD kræver. Kortlægningen af uåbne branchesystemer er i sig selv et vigtigt vidensbidrag: det dokumenterer, at den tekniske infrastruktur er klar, men at markedet endnu ikke er det.

2.6 Arbejdspakke 6: Test, validering og systemtilpasning

2.6.1 Udfordringer

Projektet traf en bevidst prioriteringsbeslutning: frem for at bygge et bredt system med mange integrationer og teste det med slutbrugere, prioriterede teamet at levere en solid, skalerbar dataudvekslingsarkitektur som fundament. Erfaringerne fra standardiserings- og integrationsarbejdet viste tidligt, at kompleksiteten i det underliggende lag var større end antaget — og at et fundament med revner ikke lader sig teste sig ud af. Denne beslutning er en forudsætning for, at efterfølgende projekter kan skalere effektivt og meningsfuldt.

2.6.2 Indsats

Validering er gennemført på tre niveauer: automatiseret teknisk enhedstest og integrationstest via CI/CD-pipeline; funktionel validering af alle 26 API-endpoints og de to dataordbogintegrationer; samt workshop-baseret validering med kvalificerede brancheaktører — herunder ved Revalu/BLOXHUB og i ekspertinterviews med Symetri, Molio og SundaHus. Disse aktørers feedback har både valideret systemets tekniske grundlag og identificeret de næste relevante use cases for infrastrukturen.

2.6.3 Resultater

Systemet er teknisk testet og valideret. Datamodellerne er verificeret mod kravene i ESPR, CPR og EPBD. Integrationsarkitekturen er afprøvet i praksis med bSDD og BR18-formatet. Ekspert- og branchevalidering har bekræftet, at infrastrukturen adresserer reelle behov og er klar til videreudvikling.

2.6.4 Indvirkning på succeskriterier

Test- og valideringsarbejdet har sikret, at det, der er leveret, er leveret ordentligt. Det er ikke en trivielt point i et felt, hvor mange projekter producerer demonstratorer, der ikke tåler nærmere granskning. At *BuildConnect*-projektet hos We Build Denmark bygger direkte videre på OpenCirc-infrastrukturen er den stærkeste eksternt validering: andre fagpersoner har vurderet fundamentet tilstrækkeligt solidt til at investere i.

Resumé

Projektet blev gennemført i et bredt partnerskab bestående af Openframe, DTU Construct, Azilis/Your Fair Share og flere øvrige aktører. Arbejdet blev organiseret i arbejdspakker og dokumenteret gennem løbende statusrapporter og kvartalsvise opfølgninger. Fra begyndelsen var det klart, at opgaven var kompleks: Der skulle udvikles fælles datamodeller, åbne API'er og standarder, og der skulle skabes enighed om, hvordan data kan og bør deles på tværs af systemer og organisationer.

Projektforløbet var præget af et stort engagement fra alle parter, og der blev opnået væsentlige fremskridt i arbejdet med at definere og afprøve datamodeller, udvikle integrationer og skabe fælles forståelse for data som fællesej. Undervejs blev der afholdt en række workshops, følgegruppemøder og brugertests, hvor erfaringer blev delt og tekniske specifikationer og løsninger blev justeret. Projektet har skabt en stærk platform for videre arbejde, men det er også tydeligt, at der fortsat er behov for udbredelse, modning og videreudvikling, før den fulde værdi kan realiseres.

Udfordringer - især omkring integration, datakvalitet og praktisk anvendelighed - blev i vid udstrækning håndteret gennem dialog, prioritering og løbende tilpasning. Det har betydet, at platformen i dag står som et solidt teknisk fundament, der kan sikre kommerciel skalering gennem integrationer til andre digitale løsninger. OpenCirc er således udviklet til at være bindeleddet mellem specialiserede værktøjer, der hver især styrkes gennem interoperabilitet.



Miljøstyrelsen
Lerchesgade 35
5000 Odense C

www.mst.dk