



# Materialepas for genbrugte byggevarer

Vejledning - Digital implementering af materialepas i praksis

circue

CON  
TECH  
LAB\_

**MOLIO**  
viden, du bygger på



**TEKNOLOGISK  
INSTITUT**



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

**MOLIO**  
viden, du bygger på

CON  
TECH  
LAB\_

circue

# Materialepas for genbrugte byggevarer

Vejledning - Digital implementering af materialepas i praksis

---

Udarbejdet af

Forfatter: Mikkel Nygaard Rønne & Søren Spile

Kvalitetssikring: Mikkel Nygaard Rønne & Søren Spile

## Projekt om Materialepas for genbrugte byggevarer

Materialepas for genbrugte byggematerialer skal bidrage til en større udbredelse af genbrugsmaterialer i byggeriet. Målet med projektet er at udvikle et materialepas for genbrugte byggematerialer, der er bredt funderet og accepteret i byggebranchen.

Materialepas for genbrugte byggevarer er udviklet i et samarbejde mellem Teknologisk Institut, Molio, Circue og ContechLab. Projektet er støttet af Realdania og Grundejernes Investeringsfond.

September 2024

## Forord

Byggebranchen står overfor en grøn omstilling, hvor genbrug og genanvendelse af materialer er afgørende for at reducere klimapåvirkningen og ressourceforbruget fra byggeriet. En af udfordringerne ved at få genbrugte byggevarer ind på det professionelle marked er dels den mangelfulde og den uensartede dokumentation dels manglende løsninger på udveksling af data på tværs af eksisterende processer og systemer. På den baggrund er nærværende udviklingsprojekt *Materialepas for genbrugte byggevarer* initieret.

### Hvad kan branchen bruge et materialepas til?

Materialepasset er en digital deklaration, der samler alle relevante oplysninger om en genbrugt byggevarer i ét dokument. Passet giver bygherrer, rådgivere og entreprenører mulighed for at vurdere byggevarens egnethed til en given anvendelse og dokumentere overholdelse af bygningsreglementet. Usikkerheden erstattes af vished om byggevarens oprindelse, kvalitet og egnethed til formålet.

### Hvad er materialepas for genbrugte byggevarer?

Materialepas for genbrugte byggevarer er tænkt som hjælp ved dokumentation af genbrugte byggevarer. Materialepasset bruges til at deklarere en række oplysninger om byggevaren, som er relevante når byggevarens egnethed skal vurderes.

Materialepasset er opbygget som en generisk skabelon, som kan anvendes til forskellige genbrugte byggevarer. Materialepasset er forberedt til at understøtte digital udveksling af egenskabsdata via en fælles dataordbog. Materialepasset er tiltænkt implementering i digitale systemer og services, der håndterer information om brugte/genbrugte byggevarer.

### Involvering af branchen

Aktørerne i branchen er i vid udstrækning blevet involveret igennem projektet både til at give input til indholdet i materialepasset, til at teste og kvalificere resultatet og til at give input til, hvordan vi sikrer en bredere implementering. For at præsentere og få kvalificeret arbejdet er der afholdt møde med projektets følgegruppe to gange i forløbet.

Tak til alle aktører for stort engagement og opbakning til arbejdet.

## Projektets resultater

Nærværende notat dækker over "Digital implementering af materialepas i praksis", "Dataordbog - Egenskabsliste i Excel" og "Dataformat - JSON - Eksempelfil"

De øvrige resultater fra projektet er:

### Vejledning - Sådan udfylder du materialepasset?

- Overblik over, hvordan passet er opbygget, hvordan materialepasset udfyldes og læses samt snitfladerne til de digitale systemer.
- Målgruppe: de aktører, der skal udfylde materialepasset.

### Vejledning - Digital implementering af materialepas i praksis

- Beskrivelse af det digitale grundlag, dataordbog samt dataformat, og vejledning i hvordan du kan implementere materialepasset i praksis på din digitale platform.
- Målgruppe: de aktører, der skal implementere det digitale materialepas.

### Branchens anbefalinger til implementering af materialepasset

- Baseret på input fra branchen præsenteres seks anbefalinger til, hvordan materialepasset for genbrugte byggevarer implementeres bredt i branchen.
- Målgruppe: de professionelle aktører i byggebranchen.

### Dataordbog - Egenskabsliste i Excel

- Liste med 75 egenskaber, som projektet med hjælp fra branchen har fundet frem til indgår i materialepasset version 1.0.
- Målgruppe: de aktører, der skal implementere det digitale materialepas.

### Dataformat - JSON - Eksempelfil

- Dataformat (JSON-fil) indeholdende materialepas med eksempel data, på hvordan det anbefalede dataformat kan struktureres.
- Målgruppe: de aktører, der skal implementere det digitale materialepas.

På denne [landing page](#) for materialepasset kan du finde en samlet pakke af projektets leverancer.

## Anbefalinger og næste skridt

Materialepas for genbrugte byggevarer version 1.0 er første skridt på vejen mod dokumentation af genbrugte byggevarer på linje med nye byggevarer. Med dette materialepas i hånden kan branchens aktører dokumentere konkrete genbrugsbyggevarer ud fra en accepteret skabelon. Materialepasset er forberedt til at understøtte digital udveksling af egenskabsdata via en fælles dataordbog.

På sigt kan materialepasset integreres i digitale platforme, så informationerne følger byggevarerne fra nedrivning til genbrug i nyt byggeri. Dermed øges sporbarheden og tilliden til de genbrugte byggevarer markant.

På den korte bane anbefales:

1. at materialepasset afprøves i en række konkrete cases og hos forskellige typer af aktører
2. at materialepasset tilpasses ud fra erfaringer fra afprøvnings og udpegede behov for fx nye egenskaber og nye testmetoder og -paradigmer for genbrugte byggevarer
3. at videreudvikle den digitale infrastruktur, så data kan udveksles gnidningsfrit mellem digitale systemer
4. at få konkretiseret og tydeliggjort værdien af materialepasset for de forskellige aktører i byggeriet og herved understøtte efterspørgslen af genbrugte byggevarer

## Indholdsfortegnelse

Forord .....	3
1. Resumé .....	6
2. Begreber .....	7
3. Indledning .....	8
4. Materialepas og Dataordbog .....	9
5. Datamodel, aktører og dataflow .....	14
6. Materialepas og Dataformat .....	16

## 1. Resumé

Denne vejledning forklarer, hvorfor en **Dataordbog** og et understøttende **Dataformat** er afgørende for at sikre en effektiv digitalisering og udveksling af data om genbrugte byggevarer.

**Dataordbogen** bidrager med en fælles digital referenceramme – et fælles sprog, som sikrer at alle parter har samme standardiserede udgangspunkt for at digitalisere information. Vejledningen giver et konkret bud på 75 standardiserede generelle egenskaber relevante for håndtering af genbrugte byggevarer. Egenskaberne fremgår både af *Dataordbog - Egenskabsliste i Excel* samt Molios Dataordbogsværktøj Molio LeksiCON.

**Dataformatet** fremmer ensartet og genkendelig udveksling af data, som effektivt kan integreres i digitale systemer og platforme. Vejledningen giver et konkret bud på, hvordan et JSON-dataformat kan sammensættes i forbindelse med dataudveksling af egenskaberne fra dataordbogen. Vedlagt projektræsultaterne er eksempel på et dataformat i JSON. Se *Dataformat - JSON - Eksempelfil*.

Sammen reducerer Dataordbog og Dataformat, risiko for fejl i dataudveksling, samt muliggørelsen af effektiv brug og distribution af genbrugte byggevarer på fremtidige byggeprojekter.

Denne vejledning giver et bud på hvordan en fælles digital referenceramme kan understøtte værdikæden i digitaliseringen af processerne for fx ressourcekortlægning, salg på markedsplatforme og projektering.

## 2. Begreber

Begreber anvendt i vejledningen:

<b>Dataordbog</b>	En <b>dataordbog</b> er et centraliseret lager af information om data såsom betydning, relationer til andre data, oprindelse, anvendelse og format.
<b>Kategorier</b>	Egenskaberne er i denne vejledning grupperet i <b>kategorier</b> , der er en hjælp til brugeren. Kategorierne er som sådan ikke en del af materialepasset.
<b>Attributter (Metadata)</b>	<b>Attributter</b> udgør de specifikke kendetegn, der beskriver en egenskab mere detaljeret. De fungerer som metadata og definerer egenskaben på en måde, der gør den brugbar og entydig i en digital sammenhæng
<b>Egenskaber</b>	<b>Egenskaber</b> for en byggevarer refererer til de specifikke kendetegn eller attributter, som definerer produktets form, udseende, opbygning, funktionalitet, ydeevne m.m..
<b>Definitioner</b>	En <b>definition</b> er en udsagn, der forklarer betydningen af et ord, udtryk eller begreb. Den giver klarhed over, hvad en egenskab refererer til, og inkluderer ofte detaljer om dens karakteristika, anvendelse og kontekst.
<b>Enheder</b>	En <b>enhed</b> er en standardiseret måleenhed, der anvendes til at angive størrelsen, mængden eller intensiteten af en bestemt egenskab. Enheder er essentielle for at sikre præcise og ensartede målinger og sammenligninger.
<b>Datatyper</b>	En <b>datatype</b> er en klassifikation af data, der bestemmer, hvilken type værdier en egenskab kan have, og hvilke operationer der kan udføres på disse værdier.
<b>Faste værdier</b>	<b>Faste værdier</b> refererer til en liste af prædefinerede valgmuligheder, der anvendes i forbindelse med en specifik egenskab. Værdierne er forudbestemte og kan ikke ændres af brugeren. De bruges til at standardisere og begrænse indtastningen til en række foruddefinerede muligheder, hvilket sikrer konsistens og forhindrer fejl i data-registrering.
<b>Dataformater</b>	<b>Dataformat</b> refererer til en struktur eller standard, der bruges til at organisere og repræsentere data, så det kan læses, skrives, og udveksles effektivt mellem systemer.
<b>JSON</b>	<b>JSON</b> er et dataformat, der repræsenterer data som tekst i et letlæseligt format. JSON bruger en struktur bestående af nøgle-værdi-par, arrays og objekter til at organisere data. Anvendes på grund af sin enkelhed og effektivitet i webudvikling, især til at sende data mellem klienter og servere via API'er.
<b>API</b>	<b>API</b> (Application Programming Interface) er et sæt af regler og protokoller, der tillader forskellige softwareapplikationer at kommunikere med hinanden. API'er definerer metoder og dataformater, som applikationer skal følge for at anmode om tjenester eller data fra andre programmer eller systemer. API'er muliggør integration og funktionel udvidelse af applikationer, ved at tillade dem at udveksle data og udnytte funktioner fra andre systemer eller tjenester.

### 3. Indledning

I takt med at byggebranchen bevæger sig mod en mere bæredygtig og cirkulær økonomi, bliver det stadig vigtigere at sikre ensartede og præcise data om byggevarer. Hvis værdikæden skal lykkes med effektivt at integrere genbrugte byggevarer i byggeprojekter i stor skala, er det afgørende, at disse data er standardiserede, pålidelige og lettilgængelige.

EU's byggevarereforordning (CPR), det voksende marked for genbrugte byggevarer og den generelle digitalisering af produkt- og byggevarereinformation befinder sig i en tidlig fase, hvorfor det er nødvendigt at modne diskussionen om hvordan byggebranchen bedst håndterer de store datamængder, der i fremtiden vil være afgørende for de øgede krav til dokumentation samt succesfulde byggeprojekter.

Denne vejledning tager afsæt i gældende internationale standarder samt byggebranchens seneste erfaringer med udvikling af dataordbøger i et bud på at digitalisere indholdet i Materialepasset for genbrugte byggevarer.

Vejledningen giver byggebranchen et generisk og skalérbart udgangspunkt. Et afsæt for, at branchen kan udvikle mere kontekstspecifikt indhold for byggevarer, samt hvad der måtte være obligatorisk og frivillig information i passet.



## 4. Materialepas og Dataordbog

### 4.1. Introduktion til Dataordbøger

Med de mange datakilder, systemer og klassifikationer, som i dag findes fragmenteret i forskellige projekter og databaser, er der behov for at kunne pege på én fælles digital referenceramme for data, der kan understøtte effektiv udveksling af data mellem aktører i byggeprocessen. Manglen på en konsistent terminologi og strukturerede data gør det udfordrende at skabe gennemsigtighed og sporbarhed i fx byggevarernes livscyklus.

Dataordbøger udspringer på den baggrund af ønsket om at harmonisere måden vi i byggebranchen definerer og organiserer data. Dataordbøger bygges på internationale standarder og retningslinjer, der sikrer, at data er kompatible på tværs af systemer og overholder gældende lovgivning.

De vigtigste standarder, der danner grundlag for udvikling af dataordbøger, inkluderer:

- **DS/EN ISO 23386:** Denne standard fastlægger reglerne for at definere egenskaber, der bruges i byggebranchen, samt en metode til at udarbejde og vedligeholde dem, for at sikre en sikker og problemfri digital deling mellem interessenter.
- **DS/EN ISO 23387:** Denne standard fastlægger principperne og strukturen for dataskabeloner til byggeobjekter. Den er udviklet til at understøtte digitale processer ved hjælp af maskinlæsbare formater, der anvender en standard datastruktur til at udveksle information om enhver type byggeobjekt.
- **DS/EN ISO 12006-3:** Denne standard specificerer en sproguafhængig informationsmodel, som kan bruges til udvikling af ordbøger til opbevaring eller levering af information om byggearbejder. Modellen udvides ved at instantiere indhold, såsom yderligere objekter og deres relationer, hvilket gør det muligt for indholdet at fungere som bl.a. ontologi, taksonomi, leksikon.

Ved at følge disse standarder sikrer dataordbogen, at byggebranchen kan arbejde med konsistente, pålidelige og sammenlignelige data, hvilket er essentielt for at fremme cirkulær økonomi og bæredygtighed i fremtidens byggeri.

I den sammenhæng er værd at nævne standarden **DS/EN ISO 22057** som fastlægger principper og krav for anvendelsen af miljø- og tekniske data, leveret i miljøvaredeklarationer (EPD'er) for byggeprodukter. Standarden er en af de første standarder der angiver krav til strukturering af information så EPD-data bliver maskinfortolkelige i overensstemmelse med standarderne DS/EN ISO 23386 og DS/EN ISO 23387.

Arbejdet med dataordbogen i denne vejledning er afledt og inspireret af DS/EN ISO 22057.

## 4.2. Hvorfor Dataordbøger?

At udvikle og anvende en **dataordbog** i forbindelse med udvekslingen af information om genbrugte byggevarer giver mening af flere grunde:

1. **Standardisering:** En dataordbog hjælper med at standardisere egenskabsnavne, hvilket sikrer, at alle parter bruger de samme termer og definitioner. Dette er afgørende for præcist at kunne udveksle og forstå oplysninger om genbrugte byggevarer.
2. **Konsistens:** Ved at definere faste navne (termer) og definitioner reducerer en dataordbog risikoen for misforståelser og inkonsistens i data, der kan opstå, når forskellige aktører bruger forskellige terminologier.
3. **Effektiv kommunikation:** En dataordbog sikrer, at alle involverede parter (fx softwareudbydere, markedsplatforme, BIM-software) har en fælles forståelse af data, hvilket fremmer mere effektiv kommunikation og samarbejde.
4. **Datavaliditet:** En veldefineret dataordbog kan hjælpe med at sikre, at data om genbrugte byggevarer er korrekte og fuldstændige, hvilket er vigtigt for at vurdere byggevarens egnethed, indhold, historik og miljøpåvirkning.
5. **Integration:** En dataordbog letter integrationen (via fx API) af data fra forskellige systemer og platforme ved at definere, hvordan data skal repræsenteres og udveksles. Dette er særligt nyttigt, når mange aktører forventes at bidrage til materialepasset indhold.
6. **Sporbarhed og rapportering:** En dataordbog gør det lettere at spore og rapportere data om genbrugte byggevarer, da den giver en klar struktur og definitioner for, hvordan oplysninger skal registreres og præsenteres.

Sammenfattende bidrager en dataordbog til at forbedre kvaliteten, effektiviteten og pålideligheden af dataudveksling, hvilket er essentielt for at optimere både brug og genbrug af byggevarer i byggebranchen.

## 4.3. International forankring

Dataordbogen for materialepasset for genbrugte byggevarer spiller en vigtig rolle i forhold til at sikre, at byggebranchen på sigt kan understøtte den nye **EU byggevareforordning** (CPR).

Den nye byggevareforordning fra EU fokuserer på at forbedre rammerne og markedet for genbrugte byggevarer og cirkulær økonomi, ved bl.a. at indføre lempede krav til procedurer og dokumentation (fx ydeevnedeklarationen) for genbrugte byggevarer i forhold til nye byggevarer. Byggevareforordningen understreger ligeledes behovet for dokumentation der består af mere detaljeret og standardiseret digital information om byggevarer gennem hele deres livscyklus, fra fremstilling til genbrug.

Produkt- og materialepas bliver i fremtiden en central del af denne strategi ved at sikre, at der findes systematiserede og konsistente data om hver enkelt byggevare, som aktører i værdikæden har adgang til.

## 4.4. Dataordbog for materialepas

Dataordbogen er repræsenteret i *Dataordbog - Egenskabsliste i Excel*, og er udviklet med afsæt i de 75 egenskaber, som projektet med hjælp fra branchen har fundet frem til indgår i materialepasset version 1.0. Egenskabslisten indholder 75 egenskaber fordelt på 10 kategorier. Kategorier er beskrevet i *Vejledning - Hvordan udfylder du materialepasset?*

Alle egenskaber er forsynet med følgende attributter: (se begreber - kapitel 2)

- Kategori
- Egenskab / Property (DK/EN)
- Definition / Definition (DK/EN)
- Faste værdier / Enumerated values (DK/EN)
- Enhed / Unit (EN)
- Datatype (EN)
- Eksempelværdi / Example value (DK/EN)

Attributterne anvendes til at inddele væsentlige informationer om egenskaberne i nogle kategorier, der gør egenskaberne mere overskuelige for både mennesker og it-systemer. For mennesker såvel som it-systemer gælder det, at en overskrift for en information om egenskaben, gør informationen mere forståelig og anvendelig. Attributtet fungerer som sådanne "overskrifter".

Her ses eksempel på egenskaben *"har tegn på skader"* og dens attributter:

Attributter									
Kategori	Egenskab	Property	Definition	Definition	Faste værdier	Enum. values	Enhed / Unit	Data-type	Eksempel værdi
Tilstand	har tegn på skader	has signs of damage	angiver om der findes indikationer på forhold, der påvirker byggevarens tilstand eller ydeevne	specifies if there are indications of impact which will affect the condition or performance of the construction item	Sand; Falsk;	True; False;	unitless	Boolean	"Sand"

## 4.5. Dataordbogens datatyper

I skemaet nedenfor er listet de datatyper der er anvendt inkl. den sammenhæng de indgår i. Datatyper kan findes som attribut på egenskaber i *Dataordbog - Egenskabsliste i Excel*.

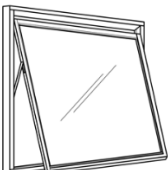
Datatype <i>(Sammenhæng)</i>	Forklaring	Eksempel på værdi
<b>Boolean</b> <i>(sand/falsk)</i>	Egenskab der angiver om noget er sandt eller falsk ved at have værdierne "true" eller "false". Kan også have værdien "null" for at angive, at der ikke er taget stilling til udsagnet.	true
<b>Image</b>	Billede der kan være gemt som et link til en fil på en server eller som en sekvens af ASCII-karakterer.	<a href="https://api.pris-data.net/Image.ashx?Id=20226c6d-5673-43ad-83d7-8a0e0ddd9ea6.png">https://api.pris-data.net/Image.ashx?Id=20226c6d-5673-43ad-83d7-8a0e0ddd9ea6.png</a>
<b>Link</b>	Link til en web-adresse, hvor yderligere information kan findes. Kan enten være en URL, der er et link til en hjemmeside, eller en URI, der er et link til en ressource, der er defineret i henhold til RDF (Ressource Definition Framework).	<a href="https://www.test.dk">https://www.test.dk</a>
<b>Number, Float</b> <i>(Areal)</i>	Decimaltal der angiver arealet af en flade.	5,27
<b>Number, Float</b> <i>(Længde)</i>	Decimaltal der angiver en længde.	56,2
<b>Number, Float</b> <i>(Volumen)</i>	Decimaltal der angiver størrelsen af et volumen.	3,33
<b>Number, Integer</b> <i>(Årstal)</i>	Heltal der angiver et årstal.	2021
<b>String</b> <i>(Betinget tekst)</i>	Tekststreng der har restriktioner hvad angår opbygning og indhold.	<a href="mailto:peter.jensen@gmail.com">peter.jensen@gmail.com</a>
<b>String</b> <i>(Lukket værdiliste)</i>	Tekststreng der skal have en værdi, der er taget fra en fast defineret liste.	TVOC (3 days);
<b>String</b> <i>(Lukket værdiliste / multiple)</i>	Liste af tekststreng, der skal have værdier, der er taget fra en fast defineret liste.	Træ; Plast; Metal;
<b>String</b> <i>(Tekst)</i>	Vilkårlig tekststreng	Peter Jensen
<b>String</b> <i>(Åben værdiliste / multiple)</i>	Liste af tekststreng, der har værdier, der kan være taget fra en fast defineret liste, men hvor der også er mulighed for at angive supplerende egne værdier.	Træ; Plast; Metal; "egne værdier";

## 4.6. Vedligehold og udstilling af Dataordbog

I projektet er samtlige 75 egenskaber fra *Dataordbog - Egenskabsliste i Excel* oprettet i Molios dataordbogstjeneste [Molio LeksiCON](#). På sigt vil det tjene branchen at dataordbogen opdateres og vedligeholdes i en tjeneste som denne.

LeksiCON understøtter internationale standarder for dataordbøger og muliggør distribution af egenskaber både via web-viewer og API-opkobling. Via API-opkobling kan branchen udvikle løsninger til at understøtte dataflow og værdikæde.

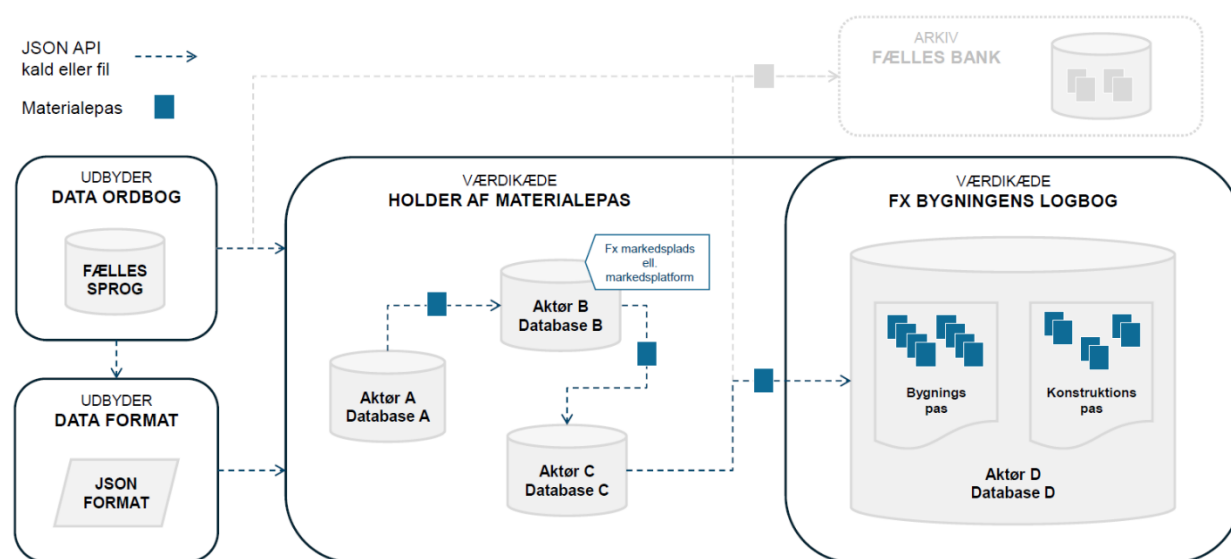
Udstilling af dataordbogens egenskaber (DK) og attributter via fx LeksiCONs API, kunne se ud som følgende visualisering:

<b>Byggevarerbeskrivelse</b> byggevarerbetegnelse: Topstyret vindue af fyrretræ, 1.188 x 1.188 m byggevarer billede:  har QR kode: <input type="checkbox"/> har RFID tag: <input checked="" type="checkbox"/> materiale: Træ, Glas	<b>Forureninger – indhold og afgang</b> indeholder stoffer på REACH's kandidatliste: <input checked="" type="checkbox"/> er byggevarer kemisk behandlet: <input checked="" type="checkbox"/> overfladebehandling: None tiltænkt indvendig anvendelse: <input checked="" type="checkbox"/> mærkningsordning: Nordic Swan udledningsniveau: E0 har asbest analyse: <input type="checkbox"/>
<b>Tilstand</b> visuel kontrol gennemført: <input checked="" type="checkbox"/> har tegn på skader: <input checked="" type="checkbox"/> er deformeret: <input type="checkbox"/> er ridset: <input checked="" type="checkbox"/> er overflade intakt: <input checked="" type="checkbox"/> har intakte kanter: <input type="checkbox"/>	<b>Miljø- og ressourcetilstand eller bæredygtig udnyttelse af naturressourcer</b> tilbagekøbsordning til rådighed: <input checked="" type="checkbox"/> byggevarer består naturligt af enkeltdele: <input checked="" type="checkbox"/> <b>Øvrige vigtige egenskaber</b> reaktion på brand: A2-s1,d0 brandmodstandsevne: REI90 documentation of fire classification: Klassificeret uden eller uden yderligere branc

## 5. Datamodel, aktører og dataflow

Materialepasset er designet til at indgå i et digitalt landskab, hvor der dels er en række udbydere af digitale tjenester, og dels en værdikæde i form af aktører i byggeriet, der hver især spiller en rolle i den genbrugte byggevares rejse fra det bygværk, den oprindeligt har været indbygget i, til det bygværk, hvor byggevaren er indtil næste udskiftning, genanvendelse eller ultimativ bortskaffelse.

Figuren nedenfor illustrerer et bud på det digitale landskab, som den genbrugte byggevare kunne indgå i. I skrivende stund er dele af dette landskab ufuldstændigt, og det er givet, at rammer og betingelser – og dermed også selve løsningen – vil ændre sig i de kommende år.



Figur 1: Digitalt landskab

### 5.1. Aktører i det digitale landskab

Følgende typer af aktører og udbydere indgår i det skitserede digitale landskab.

- **Udbyder** af en dataordbog i form af Molio LeksiCON der leverer og vedligeholder en dataordbog til byggeriet iht. gældende materialepas og standarder.
- **Udbyder** der leverer og vedligeholder et dataformat iht. gældende dataordbog og materialepas som værdikæden kan basere deres dataudveksling på.
- **Aktører (A, B, C)** der leverer digitale platforme eller tjenester for fx kortlægning, materialebaner og markedsplatforme, der anvendes af aktører i værdikæden til at opbevare, vise og redigere indhold af digitale materialepas efterhånden som byggevaren kortlægges, bearbejdes og håndteres.
- **Aktører (D)** der leverer systemer til håndtering af bygningers logbog, indeholdende digitale bygnings- og konstruktionspas, som materialepas kan indgå i, i forbindelse med at de indbygges i nye bygværker.

- **Arkiv** der på sigt opsamler kopi af alle materialepas, enten som offentlig, offentlig-privat eller en selvejende institution med en klar governance-struktur. Formålet er at opsamle materialepasdata der vil kunne bruges til offentlig indrapportering og i forskningsøjemed mv.

Brugere at de digitale platforme og systemer kunne omfatte bygherrer, bygningsejere, nedrivere, entreprenører og rådgivere mv.

Foruden de nævnte udbydere og aktører eksisterer en part der er ansvarlig for at stille materialepasset til rådighed for branchen, hvilket også omfatter at varetage udvikling og vedligehold fremover.

## 5.2. Dataflow

Den part, der varetager udviklingen og vedligeholdelsen af materialepasset, har adgang til Molio LeksiCON, hvor samtlige egenskaber i materialepasset er oprettet og vedligeholdes løbende.

Selve dataformatet for materialepasset indeholder for hver egenskab en GUID fra LeksiCON, der gør det muligt at hente metadata som definitioner, datatyper, enheder, værdilister etc.

Når en aktør skal oprette et materialepas for en genbrugt byggevare, hentes ovennævnte dataformat som en skabelon fra den part, der udbyder materialepasset, til det system, som man anvender til at oprette materialepasset. Sidstnævnte system har adgang til LeksiCON, hvorfra metadata for alle egenskaber hentes.

Det udfyldte materialepas, der følger den genbrugte byggevare til næste led i værdikæden, indeholder ligesom skabelonen kun navne, GUID og værdier for egenskaberne.

Ovenfor beskrevne proces gentages for alle de transaktioner, som den genbrugte byggevare gennemgår, indtil den når frem til det bygværk, som den skal indbygges i.

På dette tidspunkt importeres materialepasset i en database, der redegør for de materialer, der er indbygget i bygværket med henblik på at understøtte drift og vedligehold samt yderligere genbrug eller genanvendelse af materialerne. I den forbindelse er det oplagt, at informationer fra materialepasset for genbrugte byggevarer vil blive overført til konstruktions- eller bygningspas for bygværket.

## 6. Materialepas og Dataformat

For arbejdet i dette projekt har det været helt centralt at beskrive hvilke egenskaber, der er relevante i forbindelse med et materialepas for genbrugte byggevarer samt hvordan de kan defineres entydigt og udveksles mellem aktører.

For nogle af egenskaberne vil det gælde, at de rettelig hører hjemme under fx et konstruktions- eller bygningspas, men da den digitale infrastruktur, der kunne facilitere dette, ikke er på plads for indeværende, har vi valgt at knytte informationerne til selve materialepasset.

Dette kan dog også være en grund til at vente med at lægge sig fast på et endeligt format i forhold til de overvejelser, der er beskrevet nedenfor i afsnit 6.2.

### 6.1. Hvorfor dataformat?

Der er principielt to tilgange til, hvordan data skal struktureres ved overførsel mellem parter og systemer.

**Den ene** af disse er en "løst koblet" struktur, hvor man anvender standardiserede egenskaber, der refererer til en dataordbog uden at stille yderligere krav til, hvordan disse data indbyrdes er struktureret i den datastrøm, der overføres.

**Den anden** tilgang er at definere en fast struktur, der dikterer, hvilke felter, der skal inkluderes, samt hvordan disse relaterer sig til hinanden.

Fordele og ulemper ved de to metoder er beskrevet i det følgende med henblik på at understøtte et valg af fremgangsmåde.

#### Løs kobling

Fordelen ved denne metodik er, at der stilles færre krav til de digitale systemer, der skal indgå i processen, da ind- og udlæsning af data ikke skal tilpasses et bestemt dataformat.

#### Fast struktur

Fordelen ved denne metodik er, at når først den er implementeret i branchen vil både afsendere og modtagere af data have en klar beskrivelse af hvordan data skal struktureres for at kunne blive læst og forstået af de modtagende systemer.

Ulemperne er at det kræver en højere grad af tilpasning i de involverede systemer end den løse kobling, og derudover er der en risiko for at man på et for tidligt tidspunkt får lagt sig fast på et "umodent" dataformat med deraf følgende rework for alle involverede parter.

### 6.2. Grundlag for valg af udvekslingsdataformat

I det følgende har vi forudsat, at det vil være til alles bedste, at arbejde med et fælles dataformat til strukturering af data i forbindelse med materialepas for genbrugte byggevarer, og har dermed sat os for at beskrive, hvordan et sådant format kunne være opbygget.



Den konkrete beslutning om indførelsen af dette dataformat i branchen er ikke taget på indeværende tidspunkt, og det foreliggende arbejde skal ses som input i forhold til at træffe en sådan beslutning.

Som udgangspunkt peger vi på JSON som udvekslingsformat i forbindelse med både API- og filbaseret udveksling. Baggrunden for dette valg er, at JSON mere eller mindre er en standard i branchen i forhold til digital udveksling mellem systemer.

Et alternativt format man kunne vælge er XML, der vha. XSD-filer giver større muligheder for at indlejre tjek af at datatyper m.v. overholdes, ligesom der er mulighed for at referere internt i format til værdilister for de enkelte egenskaber.

I den struktur, vi lægger op til, foregår tjek af datatyper og hentning af værdilister ved at lave opslag i en dataordbog, og er altså ikke noget der defineres internt i filformatet. For at understøtte dette er alle egenskaber udstyret med en unik identifikation (GUID), som anvendes til at hente relevante metadata og attributer fra dataordbogen i form af datatyper, værdilister, definitioner etc.

### 6.3. Struktur for dataformat

#### Opbygning af dataformat

Dataformatet er opbygget med udgangspunkt i den byggevare, som er beskrevet i materialepasset. Egenskaberne er inddelt i ti kategorier, der fremgår af *Vejledning - Hvordan udfylder du materialepasset?*.

Formatet skal ses som "bottom-up" i modsætning til en "top-down"-struktur. Dette skal forstås sådan, at formatet definerer en række af egenskaber, der hver især har et specificeret indhold og hører til en af de ovennævnte ti kategorier, men at formatet ikke beskriver at egenskaberne nødvendigvis skal eksistere og komme i en bestemt rækkefølge.

Hver kategori indeholder en liste af egenskaber indenfor den pågældende kategori.

I selve formatet er der defineret følgende tre entiteter for hver kategori:

- **nameEN:** Engelsksproget navn på kategorien.
- **nameDK:** Dansksproget navn på kategorien.
- **Properties:** Liste med de egenskaber, der hører til kategorien.

Hver egenskab er som udgangspunkt opbygget af tre felter:

- **name:** Egenskabens navn på engelsk. Det er dette navn egenskaben har i dataordbogen.
- **guid:** Unik identifier i form af en short GUID. (LeksiCON guid)
- **value:** Værdi for egenskaben.

Eksempel:

```
{
  "nameEN": "Owner",
  "nameDK": "Ejer",
  "properties": [
    {
      "name": "materialpassport owner contact name",
      "guid": "{guid fra LeksiCON}",
      "value": "Anders Andersen"
    }
  ]
}
```

Der findes følgende typer af egenskaber:

- **Simple egenskaber**, hvor egenskaben har en værdi i form af en tekststreng, et tal, et billede eller lign.
- **Multiværdiegenskaber**, hvor der er tale om én egenskab, hvor værdien for egenskaben er en liste af tekststreng, tal, billeder etc.
- **Komplekse egenskaber**, hvor egenskaben består af en liste egenskaber, der hver især kan være simple eller multiværdiegenskaber, som beskrevet ovenfor.

Formatet er helt generisk i den forstand, at et system, der skal læse og præsentere formatet, ikke behøver at kende noget til navngivning af kategorier eller egenskaber, men blot skal kende reglerne for opbygningen af de 3 typer af egenskaber, der er beskrevet i afsnit 6.4

### Transaktionslog

Dataformatet indeholder en transaktionslog, hvor ændringer i formatet eller de enkelte egenskaber kan gemmes med information om, hvad ændringen består i, hvornår den er foregået, samt hvem der har foretaget ændringen.

Hvert punkt i transaktionsloggen er opbygget af følgende elementer, der er oprettet som key-pair værdier:

- **type**: *document* hvis ændringen vedrører passet i helhed eller *property* hvis ændringen vedrører en egenskab.
- **guid**: unik identifikator for dokument eller egenskab afhængigt af, hvad ændringen vedrører.
- **edited by**: email-adresse på person, der har foretaget ændringen.
- **edited date**: dato for ændring.
- **old value**: værdi før ændringen blev foretaget, hvis der er tale om egenskab.
- **new value**: værdi efter ændringen, hvis der er tale om egenskab.

### Metadata for materialepas

Materialepasset indeholder en sektion, der hedder **Metadata**, hvor man kan finde informationer om selve materialepassets versionsnummer og -dato samt dato for oprettelse og sidste revision samt en unik identifikator for det enkelte materialepas i form af en guid.

Eksempel:

```
"metadata": {  
  "document guid": "{guid}",  
  "document creation date": "YYYY-MM-DD",  
  "document revision date": "YYYY-MM-DD",  
  "version number": "X.X.X",  
  "version date": "YYYY-MM-DD"  
}
```

## 6.4. Eksempler på indhold i dataformat

Vedlagt projektets leverancer er et *dataformat - JSON - Eksempelfil*. Eksempelfilen for dataformatet (JSON-fil) indeholder den ovenfor beskrevne struktur med eksempel data, og udgør et bud på hvordan det anbefalede dataformat kan struktureres.

Nedenfor er de 3 typer egenskaber beskrevet.

### Simple egenskaber

Disse egenskaber er karakteriseret ved at de består af et egenskabsnavn, en GUID, der refererer til dataordbogen, samt en værdi i form af en af følgende:

- tekststreng
- tal
- dato
- billede
- sandt/falsk

Eksempel:

```
{  
  "name": "manufacturer",  
  "guid": "{guid fra LeksiCON}",  
  "value": "Jensen Stål"  
}
```

## Multiværdiegenskaber

Disse egenskaber har ligesom simple egenskaber et egenskabsnavn og en GUID men værdierne er ikke en enkelt værdi, men derimod en liste af værdier, der hver især kan have en GUID under forudsætning af, at værdien stammer fra en værdiliste i dataordbogen.

Værdierne i sig selv kan have samme datatyper, som datatyperne for de simple egenskaber. Det forudsættes at alle værdier i en værdiliste har samme datatype.

Eksempel:

```
{
  "name": "material",
  "guid": " guid fra LeksiCON",
  "values": [
    {
      "value": "{Træ}",
      "guid": "{guid fra LeksiCON}"
    },
    {
      "value": "{Plast}",
      "guid": "{guid fra LeksiCON}"
    }
  ]
}
```

## Komplekse egenskaber

Komplekse egenskaber anvendes, når værdien af én egenskab skal kendes for at forstå værdien af en anden. Det kan fx være at man skal kende målemetoden for at kunne tolke et måleresultat.

Selve egenskaben har ikke en (eller en liste af) værdi(er) som de to ovennævnte egenskabstyper. Derimod har den en liste af egenskaber, der hver især kan være simple eller multiværdiegenskaber jævnfør beskrivelsen af disse.

Eksempel:

```
{
  "name": "emissions",
  "guid": "{guid fra LeksiCON}",
  "properties": [
    {
      "name": "emission standard",
      "guid": "{guid fra LeksiCON}",
      "value": "ISO 16000-10:2006"
    },
    {
      "name": "emission type",
      "guid": "{guid fra LeksiCON}",
      "value": "TVOC (3 dage)"
    },
    {
      "name": "lowerInterval",
      "guid": "{guid fra LeksiCON}",
      "value": "50"
    },
    {
      "name": "upperInterval",
      "guid": "{guid fra LeksiCON}",
      "value": "100"
    },
    {
      "name": "emission quantity type",
      "guid": "{guid fra LeksiCON}",
      "value": "Interval"
    },
    {
      "name": "measuring unit",
      "guid": "{guid fra LeksiCON}",
      "value": " mg/kg "
    }
  ]
}
```

## 6.5. Fremtidigt arbejde

Som tidligere nævnt skal ovenstående læses som et oplæg til et eventuelt fremtidigt format for et digitale materialepas for genbrugte byggevarer. Der er således tale om 2 spørgsmål, branchen skal tage stilling til:

1. **Om** der skal defineres et fælles format for et digitalt materialepas for genbrugte byggevarer,

2. og **hvis** der skal, i hvor høj grad det skal ligne det foreslåede, samt hvilke tilpasninger der skal laves.

Parterne bag indeværende projekt er klar til at indgå i dette arbejde, som beskrevet i afsnittet "*Branchens anbefalinger til implementering af materialepasset*" i indledningen af denne rapport.



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

**MOLIO**  
— viden, du bygger på

CON  
TECH  
LAB —  
EN DEL AF  
MOLIO

circue