Downloaded from orbit.dtu.dk on: Apr 26, 2024

DTU Library

Analyse af frivillig ordning for bygnings- og materialepas

Jensen, Lotte Bjerregaard; Negendahl, Kristoffer; Karlshøj, Jan

Publication date:
2021

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

Link back to DTU Orbit

Citation (APA):
Jensen, L. B., Negendahl, K., & Karlshøj, J. (2021). *Analyse af frivillig ordning for bygnings- og materialepas*. Technical University of Denmark, Department of Civil Engineering.

General rights
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

DTU Byg
Institut for Byggeri og Anlæg

BYG R-458

Analyse af frivillig ordning for bygnings- og materialepas

Lotte Bjerregaard Jensen, Kristoffer Negendahl, Jan Karlshøj

Analyse af frivillig ordning for bygnings- og materialepas

Lotte Bjerregaard Jensen
Kristoffer Negendahl
Jan Karlshøj

Juni 2021

Analyse af frivillig ordning for bygnings- og materialepas

Rapport DTU Byg R-458
Juni 2021

Af
Lotte Bjerregaard Jensen
Kristoffer Negendahl
Jan Karlshøj

Copyright: Hel eller delvis gengivelse af denne publikation er tilladt med kildeangivelse
Forsidefoto: Martin Vorel (CC)
Udgivet af: DTU Byg, Institut for Byggeri og Anlæg, Brovej, Bygning 118, 2800 Kgs. Lyngby
www.byg.dtu.dk
ISBN: 87-7877-560-4 (elektronisk udgave)

Forord

For at genanvende byggematerialer er der brug for viden om bygningers og byggematerialers indhold og egenskaber. Bolig- og Planstyrelsen har tiltag for udvikling af bygnings- og materialepas, der skal opfylde dette behov i den danske byggesektor.

Nærværende rapport er udarbejdet for Bolig- og Planstyrelsen og er resultatet af et projekt gennemført i perioden maj til december 2020. Rapporten peger på modeller for bygnings- og materialepas, som vurderes at være praktisk anvendelige i Danmark, og som kan danne grundlag for videre tiltag mod indførelse af en ordning for bygnings- og materialepas i den danske byggesektor.

Efter projektperiodens afslutning har EU-kommissionen udgivet den afsluttende rapport (European Commision, 2020) vedrørende en undersøgelse om Building Log Books, hvis resultater og anbefalinger ikke er indarbejdet nærværende rapport. Fremadrettede nationale tiltag angående implementering af en frivillig ordning for bygnings- og materialepas bør forholde sig til undersøgelsens anbefalinger.

Rapporten er udarbejdet af lektor, ph.d. Lotte Bjerregaard Jensen, der også har ledet projektet, adjunkt, ph.d. Kristoffer Negendahl og lektor, ph.d. Jan Karlshøj, alle fra DTU Byg. Herudover har ph.d. stud. Rune Andersen, lektor, ph.d. Gunvor Marie Kirkelund, professor, ph.d. Jørn Toftum og professor, ph.d. Lisbeth M. Ottosen fra DTU Byg bidraget. Institutdirektør, ph.d. Niels-Jørgen Aagaard har kommenteret rapporten.

Under udarbejdelsen har forfatterne haft gavn af løbende dialoger med:

- arkitekt Martha Lewis, Henning Larsen Architects
- arkitekt, bæredygtigschef Anna-Mette Monnelly, NCC
- teknisk chef Jan Boström, SundaHus
- adm. direktør Lisa Elfström, SundaHus
- projektleder Charlotte Vartou Forsingdal, Dansk Standard
- projektleder Birgitte Ostertag, Dansk Standard
- ph.d. stud. Rune Andersen, DTU Byg
- lektor ph.d. Gunvor Marie Kirkelund, DTU Byg
- professor, ph.d. Jørn Toftum, DTU Byg

Herudover har en række forskere fra projektets arbejdsgruppe på DTU bidraget samt fra DBI - Dansk Brand- og Sikringsteknisk Institut.

Endvidere er projektets afrapportering af flere omgange diskuteret med et panel bestående af repræsentanter for NIRAS A/S, Lendager Group, Danske Byggecentre, Bygherreforeningen, DI Dansk Byggeri samt Søren Jensen Rådgivende Ingeniører.

”Etablering af en ordning for bygnings- og materialepas i byggebranchen må nødvendigvis forholde sig til divergerende faglige synspunkter og forretningsmæssige interesser. DTU har i projektet haft opmærksomhed på dette, og tilstræbt en hensigtsmæssig balance mellem sådanne hensyn. DTU takker enkeltpersoner, virksomheder og organisationer for deres aktive og konstruktive bidrag.

Kgs. Lyngby, juni 2021

Jan Karlshøj
Sektionsleder
DTU Byg, Sektionen for Design og Processer

Indhold

Forord ... 3

Indledning ... 7
Formål7
Baggrund ... 7
Grundlag ... 8
Fremgangsmåde ... 8
Læsevejledning ... 10

1. Anbefalinger ... 11
Generelle anbefalinger for bygnings- og materialepas ... 11
Anbefalinger for materialepas ... 12
Anbefalinger for bygningspas ... 12
Anbefalinger for implementering af bygnings- og materialepas ... 13

2. Bygnings- og materialepasmodeller ... 16
2.1 Typer af bygnings- og materialepas ... 16
2.2 Udvalgte modeller for bygnings- og materialepas ... 23
2.3 Sammenligning af udvalgte modeller ... 23
2.4 Indhold i materialepas: vurdering og efterspørgsel fra byggebranchen ... 31
2.5 Internationale krav om deklaration af byggevarer ... 34
2.6 Road map til Europæisk Standard for materialepas ... 35
2.7 Ideelt dansk materialepas ... 36
2.8 Ideelt dansk bygningspas ... 46
2.9 Levetid af bygnings- og materialepas ... 51

3. Digitale bygnings- og materialepas ... 53
3.1 De digitale løsninger for bygnings- og materialepas ... 53
3.2 Udvekslingsformat for bygnings- og materialepas ... 54
3.3 Dataopbevaring – forskellen på filer og databaser ... 57
3.4 EPD'er i materialepas ... 58
3.5 Udveksling af materialepas ... 59
3.1 Indlejring og referencer i et materialepas ... 60
3.2 Bygningspas som 'holder' af materialepas ... 61
3.3 BIM-baseret bygnings- og materialepas opbevaret i forbindelse med BIM ... 63
3.4 Bygningspas og lokalitetsbestemmelse ... 65
3.5 Udveksling af bygningspas: Hvor finder jeg bygningspas? ... 66
3.6 Opbevaring af bygningspas i nationalt register ... 67

4. Implementeringsstrategi og forretningsmodeller ... 71
4.1 Potentialer, barrierer og værdiskabelse for byggeriets aktører ... 71
4.2 Implementeringsplan på kort sigt ... 79
4.3 Forretningsmodel på kort sigt ... 82
4.4 Langsigtet implementeringsstrategi ... 89

4.5 Forretningsmodel på langt sigt 89

5. Referencer 92

Fremgangsmåde 97
Analyser 97
Overordnet valg af pas 98
Analyser af indhold og implementering af pas 100
Analyser af håndtering digitale pas og BIM 102
Analyser af forretningsmodeller for pas 103
Workshop og webinarer 104
Diskussion af metoder 105

Bilag 2. Interviewguide 106
Guide for interview af personer fra byggebranchen 106

Bilag 3. Eksempler på materialepas 110
Eksempel på materialepas, eBVD 110
Eksempel på materialepas, SUSb 118

Indledning

Byggeriet står over for en radikal omstilling drevet af behovet for at nedbringe udledningen af klimagasser. Et helt uomgængeligt element i denne omstilling er en øget genanvendelse og genbrug af byggevarer, som vil påvirke hele byggesektoren værdi og leverancekæder. Byggevareproducenterne vil med stor sandsynlighed opleve ændrede krav til deres produkter og graden af genanvendelse i deres produkter.

Formål

Formålet med denne rapport er at udvikle vidensgrundlaget for en praktisk og økonomisk levedygtig model for en frivillig ordning for bygnings- og materialepas i Danmark. Formålet med materiale- og bygningspas er at levere information om bygningers og byggevarers indhold, egenskaber og andre elementer som grundlag for øget genbrug og genanvendelse i byggeriet; herunder med kendt kvalitet og acceptabel risiko for uønskede stoffer.

Projektets resultat er en række anbefalinger for bygnings- og materialepas til Danmark. Anbefalingerne er udviklet på baggrund af analyser af pasmodeller, deres indhold og opbygning, samt fordele og ulemper for de forskellige modeller. Fordele og ulemper beskrives i forhold til kort- og langsigtede potentialer, udfordringer og barrierer for implementeringen og anvendelsen af de opstillede detaljerede modeller for bygnings- og materialepas, herunder ejerskab, drift, datahåndtering, databeskyttelse samt mulige beregninger af potentialet for cirkulær materialeanvendelse. Anbefalingerne er koblet til nordiske og europæiske initiativer og perspektiver på området.

Et delmål for projektet har været at sikre de anbefalede modellers mulighed for praktisk implementering gennem inddragelse af branchens viden og synspunkter. Fra starten har projektet derfor været i dialog med et bredt udvalg af brancherepræsentanter om konkrete indholdselementer for at identificere barrierer og udfordringer for implementering og drift af de anbefalede bygnings- og materialepas.

Baggrund

I Miljøministeriets rapport 'Strategi for Cirkulær Økonomi' (MFVM, 2018) og den efterfølgende Handlingsplan (MFVM, 2020) fremhæves, at en international standard for bygningspas vil kunne medvirke til øget genanvendelse af byggevarer, fordi der vil være et bedre overblik over de ressourcer, der står til rådighed. Et bygningspas vil også kunne anvendes til en mere effektiv planlægning af vedligeholdelse og renovering af bygningsmassen.

Byggeriets store miljøpåvirkning er markant og veldokumenteret – både i form af CO_2-udledning fra drift og opførelse, men også i form af miljøpåvirkningen fra kemisk indhold i byggevarer (som bl.a. påvirker menneskers helbred) og udvindingen af råstoffer i relation til biodiversitet (Pedersen et al., 2016), (World Green Building Council, 2019), (European Commission, 2021). Genanvendelse af byggevarer udpeges som en vej frem mod reduktion af negative påvirkninger. Men for at det kan realiseres, er der behov for data om bygninger og byggevarer. I Transport-, Bygnings- og Boligministeriets Strategi for digitalt byggeri (Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, Januar 2019) nævnes bygnings- og materialepas, som værende et af flere bærende indsatsområder som en vej mod en bæredygtig fremtid.

Teknologisk Institut har i den forbindelse afdækket eksisterende viden på området om bygnings- og materialepas (Hauge Smith et al., 2019). Inden da havde der i Danmark været projekter i Videncenter for håndtering og genanvendelse af affald, der inkluderede forslag til et bygningspas (Hauge Smith, 2017), (Sørensen, 2018).

Grundlag

Grundlaget for denne rapport er som nævnt et udbud fra Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen (TBST) i april 2020 – i dag Bolig- og Planstyrelsen. I udbudsteksten beskrev TBST, at der dels ønskedes klarhed over, hvilke detaljerede data og informationer bygnings- og materialepassene kan indeholde, men også hvad konsekvenserne er ved en implementering, og hvordan bygnings- og materialepas kan implementeres i Danmark som en frivillig ordning. Ønsket var, at mindst to materialepas fremkom. Udbudsteksten efterspurgte inddragelse af byggebranchen, så et solidt vidensgrundlag om potentialer og konsekvenser kunne tilvejebringes. Analysens formål var at skabe et oplyst vidensgrundlag, som kunne danne grundlag for en model for bygnings- og materialepas, der kan øge genbrug og genanvendelsen af byggevarer og håndteringen af problematiske stoffer i byggeriet.

På baggrund af analyser, som beskriver kort- og langsigtet økonomisk værdi for de forskellige led i byggebranchen, efterspurgtes i udbudsteksten information om detaljegrad af bygnings- og materialepassene samt konkrete forretningsmodeller. Afdækningen af potentialer, udfordringer og barrierer i branchen som helhed skal ligge til grund for forretningsmodellerne. Afdækningen skal tage udgangspunkt i, at bygnings- og materialepassene er frivillige branchedrevne initiativer.

Fremgangsmåde

Projektet er gennemført i perioden fra maj til december 2020. Projektets anbefalinger er dokumenteret i nærværende rapport, og baseret på dialogmøder med branchen og en række analyser af bygnings- og materialepas.. Projektets foreløbige resultater har været præsenteret ved et afsluttende seminar. Herudover bygger rapporten videre på analyser og anbefalinger udført af Teknologisk Institut i 2019 (Hauge Smith et al., 2019). En detaljeret beskrivelse af fremgangsmåden er beskrevet i bilag 1.

Brancheinddragelse

- seks webinarer med samlet set 80 forskellige deltagere fra byggeindustrien
- interviews af i alt 64 brancherepræsentanter
- surveys med webinardeltagere og bygningsejere

Analyser af indhold af bygnings- og materialepas

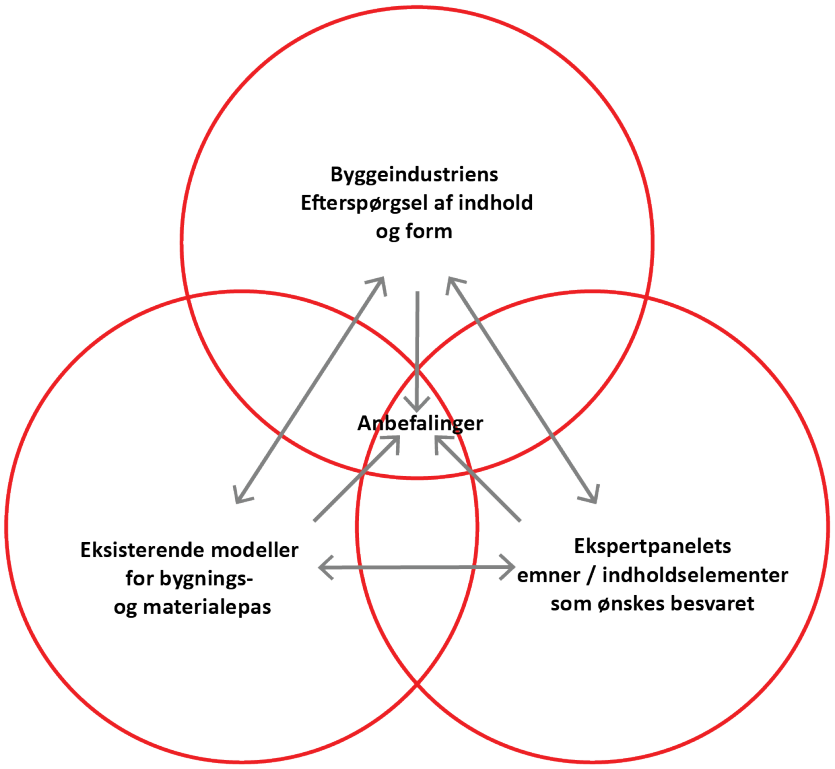
- identifikation af indholdselementer i materialepas
- analyse af hvilke eksisterende materialepas, der adresserer hvilke indholdselementer og på hvilken måde
- analyse af branchens vægtning af indholdselementer i materialepas
- analyse af struktur for bygningspas
- kortlægning af eksisterende byggevaredeklarationer

Analyser af digitale løsninger for bygnings- og materialepas i forhold til:

- format for materialepas
- format for bygningspas
- digitale løsninger for integration af eksisterende deklareringer
- materialepas-integration med Industry Foundation Classes (IFC) BIM-modeller
- databaseløsninger for bygningspas
- sikkerhed og robusthed

Analyser af forretningsmodeller for bygnings- og materialepas via:

- Værdistrømsanalyse
- Interview med udvalgte virksomheder i branchen



Figur 1: Anbefalingerne er baseret på analyser af eksisterende pasmodeller, deklareringer og viden fra specialister og branchen.

Læsevejledning

Rapportens struktur

Rapporten indeholder først et kortfattet kapitel, hvor anbefalinger i forhold til indhold og implementering af bygnings- og materialepas i Danmark er præsenteret. Anbefalingerne er baseret på analyseresultaterne.

Herefter følger tre kapitler, som detaljeret beskriver analyseresultaterne:

Kapitel 2 giver en detaljeret beskrivelse af indhold i et ideelt dansk bygnings- og materialepas. Endvidere beskrives resultater af analyser af en række materialepas, og hvordan indholdselementerne vurderedes af den danske byggebranche.

Kapitel 3 giver en beskrivelse af digitale problemstillinger og løsninger i forhold til implementering af bygnings- og materialepas i Danmark.

Kapitel 4 beskriver forretningsmodeller og implementeringsplan på kort og lang sigt for bygnings- og materialepas i Danmark. Dette er baseret på en udredning af værdiskabelse for byggeriets aktører af bygnings- og materialepas.

Bilag 1 beskriver fremgangsmåde og analysemetoder.
Bilag 2 beskriver Interviewforudsætninger.
Bilag 3 beskriver eksempler på materialepas.

1. Anbefalinger

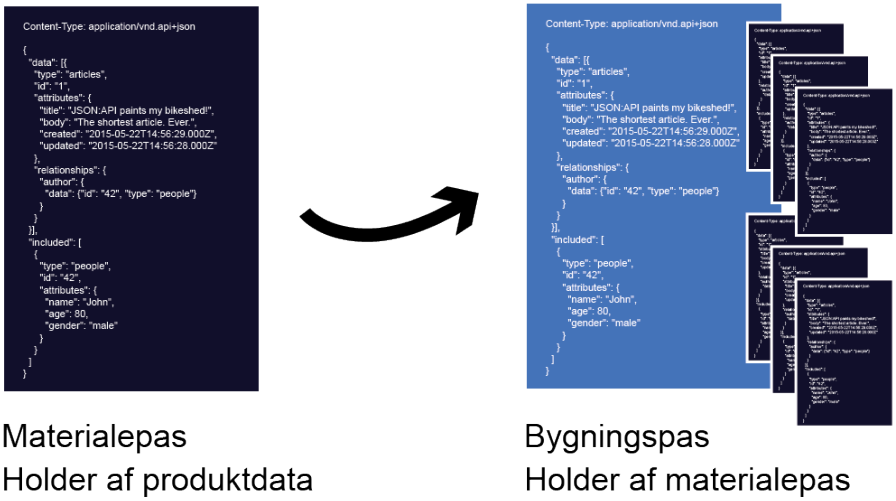
Den danske byggebranche efterspørger enkle og robuste løsninger, som her og nu gør det nemmere at bygge mere bæredygtigt og understøtter et cirkulært byggeri på længere sigt. Der efterspørges et bygnings- og materialepas i arbejdsgange, som kan håndteres inden for de kendte og eksisterende processer og strukturer i byggebranchen. Der må holdes en balance mellem på den ene side at imødekomme nutidige behov og på den anden side at understøtte det fulde potentiale af bygnings- og materialepas over tidshorisonter, der matcher byggevarers og bygningers levetid, typisk 50-100 år.

På basis af nærværende rapports analyser og konklusioner anbefales bygnings- og materialepas implementeret i Danmark på basis af følgende anbefalinger.

Generelle anbefalinger for bygnings- og materialepas

Det anbefales generelt, at:

1. der etableres et nationalt bygnings- og materialepas, som har umiddelbar værdi bredt i byggebranchen, og som leder mod et mere cirkulært byggeri på længere sigt.
2. der sondres mellem bygningspas og materialepas.
3. et materialepas defineres som en deklaration og '*holder af data om materialet*'; se kapitel 2.7.
4. et bygningspas defineres som en deklaration og '*holder af materialepas*' for byggevarer i bygningen suppleret med informationer om bygningen som helhed; se kapitel 2.8.
5. materialepas baseres på én af de deklarerende materialepasmodeller: det svenske eBVD (Byggvarudeklaration, 2021) eller danske SUSb (Sustainable Build, 2021).
6. bygningspas opbygges fra grunden.
7. bygnings- og materialepas følger bygningen henholdsvis byggevaren gennem hele dennes levetid.



Figur 2. Diagram over forholdet mellem bygnings- og materialepas.

Anbefalinger for materialepas

Det anbefales, at materialepas for nye byggevarer:

- baseres på en fast og ufravigelig datamodel, som rummer mulighed for obligatorisk indhold og frivilligt indhold, se afsnit 2.7.
- indeholder alle informationer om materialets indhold og egenskaber; herunder
    - miljø- og klimapåvirkning
    - kemi og sundhed
    - cirkularitet
    - tekniske egenskaber
- deklareres af materialeproducenten, fx via en applikation/indberetningssoftware.
- skal kunne verificeres af en tredjepart (ej obligatorisk), og information herom skal fremgå af materialepasset; se kapitel 4.
- rummer mulighed for link til eksisterende deklarationer og lovpligtige optegnelser, fx REACH eller CE-mærkninger, så materialepasset er en 'one-point-of-entry' til disse, se afsnit 2.7.2.
- kan understøttes af fysiske mærker, som følger dent pågældende byggevare, fx QR-koder, fysiske sporstoffer, stregkoder, RFID-tags eller fysisk dokumentation.
- er statisk og ikke ændres under byggevarens levetid, men ved fx vedligehold suppleres bygningspasset med ekstra materialepas for de nye byggevarer, fx overfladebehandling.

Se afsnit 2.7.1 for detaljeret beskrivelse af indhold i materialepas.

Det anbefales, at materialepas for eksisterende byggevarer:

- svarer til materialepas for nye byggevarer, idet:
    - mængden af obligatoriske informationer reduceres.
    - der skal fremgå information om materialepassets oprindelse samt kvaliteten og oprindelse af de indgående informationer.
- deklareres af bygningsejeren ved renovering og nedrivning eller frivilligt under bygningens brug.

Anbefalinger for bygningspas

Det anbefales, at bygningspas for en ny bygning:

- baseres på en fast og ufravigelig datamodel, som rummer mulighed for obligatorisk indhold og frivilligt indhold, se afsnit 3.4.
- indeholder informationer om:
    - bygningen selv; herunder:
        - bygningens byggevarer med referencer til materialepas.
        - ændringer på bygningen; herunder udgåede materialer og indgående materialer, fx nye vinduer eller tag.
- deklareres af bygningsejere
- rummer reference til BBR
- baseres på:
    - pragmatiske krav om obligatorisk opdatering ved bygningsændringer set i forhold til de indgående byggevarers og bygningens levetid.

    - bygningsejernes gevinster ved et vedligeholdt og opdateret bygningspas set i forhold til egen drift og vedligehold samt ejendomsmarkedets efterspørgsel på information, se afsnit 4.2.
    - obligatoriske krav om fjernelse af materialepas fra bygningspas ved renovering eller nedrivning; herunder flytning af materialepas til eventuel ny bygning ved genbrug.

Se afsnit 2.8.1 for detaljeret beskrivelse af indhold i bygningspas.

Det anbefales, at bygningspas for eksisterende bygninger:

- svarer til bygningspas for nye bygninger, idet
    - mængden af obligatoriske informationer reduceres.
    - der skal fremgå information om bygningspassets oprindelse samt kvaliteten og oprindelse af de indgående informationer.
- genereres ved renovering, ejendomshandel eller nedbygning på basis af:
    - eksisterende informationer i BBR (BBR, 2021), SAVE (Save, 2021), Energimærkningsordning, bæredygtighedsordninger, tilstandsrapporter m.m., og at muligheder for maskinaflæsninger og samkøringer af disse kilder videreudvikles.
    - obligatoriske informationer deklareret af bygningsejeren

Anbefalinger for implementering af bygnings- og materialepas

Strategi for implementering

For implementering af bygnings- og materialepas anbefales, at:

a. bygnings- og materialepas implementeres pragmatisk i en serie af implementerings- og udviklingsprojekter, hvor det første er udvikling af en detaljeret datamodel og prototype for et materialepas, som kan:
    - anvendes til test af koncept mht. indhold, format og brugbarhed.
    - danne grundlag for en frivillig ordning i en begrænset tidsperiode for alle byggeriets parter.
    - indgå i igangværende europæisk standardiseringsarbejde drevet af Dansk Standard.
b. indrettes fra starten med sigte på at indgå i et europæisk byggemarked.
c. bygnings- og materialepas for nye bygninger og eksisterende bygninger er ens, men i en overgangsperiode implementeres separat med sigte på senere integration.
d. bygnings- og materialepas for eksisterende byggevarer og bygninger:
    - introduceres i en reduceret form
    - gives høj prioritet ved implementeringen

    da de største potentialer for cirkulært byggeri ligger i den eksisterende bygningsmasse.
e. der nedsættes en organisation for styring af udviklingen af bygnings- og materialepas med stærk deltagelse af byggeriets interessenter, organisationen fastlægger formkrav (udvekslingsformat og indhold) på gyldige bygnings- og materialepas.

Grundlag for implementering

Som grundlag for implementering af bygnings- og materialepas og for at fremme brugbarhed og tillid til passene, anbefales at:

f. bygnings- og materialepas er tilgængeligt på en åben platform, så beslutningstagere i byggeriet har adgang til relevant information, for materialepas fx på bygdok.dk og for bygningspas i et offentligt nationalt register, som kan håndtere data i et meget langt perspektiv, fx ved udvidelse af BBR, se afsnit 3.6/3.9.
g. der defineres et åbent format for materialepas (*Material Passport Interchange Format, MPIF*) og bygningspas (*Building Passport Interchange Format, BPIF*) baseret på eksisterende webteknologier, se kapitel 3, og som er maskinlæsbart og kompatibelt med ISO 23386 (ISO, 2020) og ISO 23387 (ISO, 2020 July).
h. materialepas indrettes, så det kan opbevares i et BIM-baseret bygningspas, gerne *Industry Foundation Classes* (IFC) (Buildingsmart, 2021) , se afsnit 3.4.
i. der udvikles beskrivelsesmetoder og ikke-destruktive testmetoder for eksisterende byggevarer i den eksisterende bygningsmasse.
j. på længere sigt kan formkrav til gyldige bygnings- og materialepas implementeres i myndighedsregulerede lovkrav, evt. efter samme indlemnings- og overgangsproces for indførsel af formkrav til den frivillige bæredygtighedsklasse (FBK) (Den frivillige bæredygtighedsklasse, 2021) i bygningsreglementet. Før og under overgangsordningen varetages formkrav af dertil nedsatte organisation (se pkt. e.)
k. der etableres en akkrediteret ordning, så materialepas kan verificeres af uafhængige tredjeparts organisationer; se kapitel 4 bygnings- og materialepas.

Udfordringer ved implementering

Det er afgørende for en transitionen til cirkulær økonomi, at informationer om materialer og bygninger kan strømme efter behov. Dette kan udfordres af digitale og forretningsmæssige barrierer.

Digitale udfordringer ligner i mangt og meget de klassiske udfordringer ved implementering af it-løsninger. For digitale bygnings- og materialepas er det især vigtigt, at der ikke vælges løsninger, som ikke matcher den teknologiske kapacitet i byggebranchen i Danmark, som er kendetegnet ved stor diversitet og varierende grader af modenhed. Endvidere kan det nødvendige valg af et open data-format indebære en risiko for, at kopivareproducenter kan kontaminere originale materialepas.

Transition af en hel sektor til en højere grad af cirkularitet vil indebære mange udfordringer, som kræver mere detaljerede analyser, end dette arbejde rummer mulighed for. Der er identificeret følgende umiddelbare udfordringer:

- Leverandører og producenter af byggevarer vil bære en stor del af den økonomiske byrde ved deklarering af materialepas, især for nye byggevarer. Nogle producenter vil således på den korte bane skulle pålægges udgifter, som alt andet lige kan udfordre deres konkurrenceevne. Denne udfordring må håndteres med motivationsfremmende virkemidler; i det mindste i en implementeringsperiode. Der kan skelnes mellem de økonomiske byrder producenterne har pga. deklareringen i materialepas, de forpligtelser producenterne i forvejen har over for dokumentationskrav og den generelle udfordring for virksomhedens transition til cirkulære processer.
- Mange aktører i byggebranchen har umiddelbare fordele af et bygnings- og materialepas. Der er dog undtagelser, hvor producenter af byggevarer risikerer lavere omsætning pga. cirkulær økonomi generelt, med mindre der samtidig sker en omstilling til at

håndtere og klargøre byggevarer og -komponenter til genanvendelse. Dette vil imidlertid udfordre producenterne med behov for betydelige investeringer.

- Bygnings- og materialepas vil kunne nedsætte producenternes konkurrenceevne, fordi de evt. skal knytte underleverandører tættere til sig for at kunne deklarere materialer med den nødvendige præcision. Endvidere kan materialepasset eksponere forretnings-hemmeligheder og lede til kopivarer. Krav til deklarering bør tage hensyn hertil.

2. Bygnings- og materialepasmodeller

I dette kapitel defineres og beskrives bygnings- og materialepas i en række afsnit om typer af bygnings- og materialepas, udvalg af modeller og sammenligning af disse samt vurdering af disse. Dette sættes i relation til den internationale udvikling af bygnings- og materialepas med særligt fokus på den europæiske standardisering på området. Endelig beskrives de ideelle danske bygnings- og materialepas og en række forhold og udfordringer omkring passenes liv og levetid diskuteres.

2.1 Typer af bygnings- og materialepas

Der er identificeret tre typer bygnings- og materialepas primært målrettet nye materialer i nye bygninger:

- **Deklarerende materialepas**
  Information om byggevarernes indhold, egenskaber, bygge- og brugsforhold, tidsstempler, producentinformationer m.m. Informationen ved *deklarerende materialepas* kan udveksles helt eller delvist mellem leverandøren og modtageren af materialet. Bygningspas håndteres separat.
- **Certificerende materialepas**
  Materialer gennemgår en certificeringsproces vha. et dedikeret regelbaseret certificeringssystem, som redegør for byggevarens indhold, egenskaber, bygge- og brugsforhold m.m. Certificerede byggevarer modtager et mærke, som repræsenterer opfyldelsesgraden af certificeringssystemets regler. Betingelserne for opfyldelsesgrad og certificeringsmærke leveres med materialet til modtageren. Bygningspas håndteres separat.
- **Integrerende bygnings- og materialepas**
  Informationer om byggevarens indhold, egenskaber, bygge- og brugsforhold, tidsstempler, producentinformationer m.m. Byggevarer beskrives på individuelt objekt-niveau, kontekstuelt ift. bygning med et bygningspas. Information for et materiale er indlejret og er forbundet til en specifik bygning, som har ydereligere informationer om bygningen, fx adresse, opførelsessår m.m. Informationen ved *integrerende bygnings- og materialepas* kan udveksles helt eller delvist mellem leverandøren (af materiale/bygning) og modtageren af materialet/bygingen. Både materiale- og bygningspas håndteres samlet i et system.

Der er mindre præcedens for bygningspas for eksisterende bygninger og materialepas for allerede anvendte, eksisterende 'gamle' byggevarer (Second Life Components, SLC). Dermed eksisterer også mindre litteratur at basere typologier på. Helt overordnet er der identificeret to typer bygnings- og materialepas for eksisterende materialer i eksisterende bygninger:

- **Materialelister**
  Et deklarerende bygnings- og materialepas for bygninger, som nedrives helt eller delvist. Indholdet er begrænset til kendte materialer, som typisk vil kunne håndteres i et affaldssystem. Materialelister skabes ofte fra data om bygningsaffald. Både bygnings- og materialepas håndteres samlet i et system.

- **Approksimativ deklaration**
  Et deklarerende materialepas for eksisterende bygninger, som giver en approksimativ deklaration med samme deklareringspotentiale som for nye byggevarer. Informationen ved *deklarerende approksimerende materialepas* kan udveksles helt eller delvist mellem en teknisk kyndig vurderingsspecialist og modtageren af materiale. En approksimativ deklaration skabes ofte ved test og vurdering af den eksisterende bygnings materialer. Bygningspas håndteres separat.

2.1.1 Deklarerende materialepas

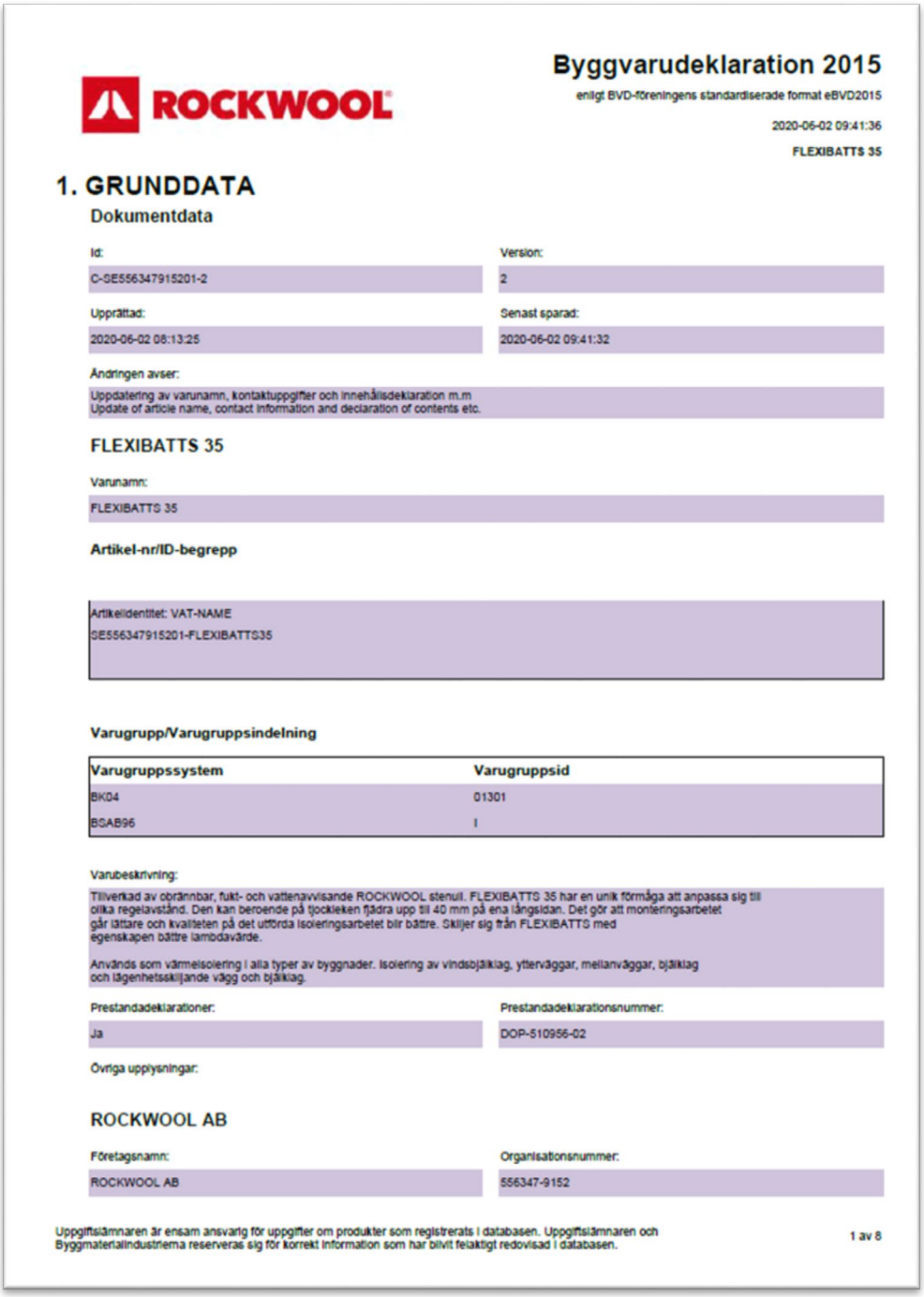
Deklarerende materialepas opbevarer og deler indhold og forudsætninger for indhold, typisk i digitalt filformat. En udbredt måde at organisere indholdet i et materialepas på er i en tabel (et skema, en oplistning). Al data i deklarerende materialepas er typisk tilgængeligt for modtageren.

Eksempel på et deklarerende materialepas: eBVD

Byggvarudeklaration, eBVD (eBVD, 2021) er den aktuelle udgave af den svenske byggevaredeklaration oprindelig kaldt BVD.

eBVD er et eksempel på et materialepas udformet som deklaration. Materialepasset består af en maskinlæsbar fil, der ikke nødvendigvis er tilknyttet en bygning. eBVD fremstår som et digitalt indberetningsskema, som udfyldes af byggevareproducenter. Det er meget udbredt og anvendt også af danske producenter. eBVD'er tilgås gratis af alle på Byggmaterialindustriernas hjemmeside. Det er producenterne, som mod et gebyr får lov at deklarere deres produkt til databasen, hvor rådgivere og andre kan tilgå informationen. Sammenslutningen af producenter (Byggmaterialindustrierna) faciliterer databasen og opdaterer den. Materialepasset kræver ikke 3. partsverificering eller certificering.

I eBVD tillades hyperlinks, fx til producentens hjemmeside, men der er ikke link til andre deklareringer såsom REACH (REACH, 2021) etc.. Systemet er indrettet med en dedikeret indberetningsapplikation, hvor eksempelvis afkrydsningsfelter bruges af producenten, som kan meddele, hvorvidt produktet er omfattet af fx RoHS-direktivet (RoHS, 2002), og om der findes en Miljøvaredeklaration - Environmental Product Declaration (EPD)(CEN, 2011) på materialet. Producenten har mulighed for at indikere, hvilke dele som kan indgå i en certificering og 3. parts certificering, så materialepasset principielt kan anvendes som grundlag for et certificerende materialepas. Der skelnes mellem obligatoriske dele, frivillige dele og dele tilpasset brug til certificeringer



ROCKWOOL

Byggvarudeklaration 2015

enligt BVD-föreningens standardiserade format eBVD2015

2020-06-02 09:41:36

FLEXIBATTS 35

1. GRUNDDATA

Dokumentdata

Id:	Version:
C-SE556347915201-2	2
Upprättad:	**Senast sparad:**
2020-06-02 08:13:25	2020-06-02 09:41:32

Ändringen avser:

Uppdatering av varunamn, kontaktuppgifter och innehållsdeklaration m.m
Update of article name, contact information and declaration of contents etc.

FLEXIBATTS 35

Varunamn:

FLEXIBATTS 35

Artikel-nr/ID-begrepp

Artikelidentitet: VAT-NAME
SE556347915201-FLEXIBATTS35

Varugrupp/Varugruppsindelning

Varugruppssystem	Varugruppsid
BK04	01301
BSAB96	I

Varubeskrivning:

Tillverkad av obrännbar, fukt- och vattenavvisande ROCKWOOL stenull. FLEXIBATTS 35 har en unik förmåga att anpassa sig till olika regelavstånd. Den kan beroende på tjockleken fjädra upp till 40 mm på ena långsidan. Det gör att monteringsarbetet går lättare och kvaliteten på det utförda isoleringsarbetet blir bättre. Skiljer sig från FLEXIBATTS med egenskapen bättre lambdavärde.

Används som värmeisolering i alla typer av byggnader. Isolering av vindsbjälklag, ytterväggar, mellanväggar, bjälklag och lägenhetsskiljande vägg och bjälklag.

Prestandadeklarationer:	Prestandadeklarationsnummer:
Ja	DOP-510956-02

Övriga upplysningar:

ROCKWOOL AB

Företagsnamn:	Organisationsnummer:
ROCKWOOL AB	556347-9152

Uppgiftslämnaren är ensam ansvarig för uppgifter om produkter som registrerats i databasen. Uppgiftslämnaren och Byggmaterialindustriema reserverar sig för korrekt information som har blivit felaktigt redovisad i databasen.

1 av 8

Figur 3. Eksempel på en dansk producent og et udsnit af et materialepas i det svenske eBVD-system. (eBVD. 2021)

2.1.2 Certificerende materialepas

Certificerende materialepas deler typisk ikke selve byggevarens indhold af materialer med modtageren, men hviler typisk på et omfattende certificeringssystem og særligt uddannede assessorer til at skabe troværdighed om materialeindholdets kvalitet og beskaffenhed. Certificerende materialepas benytter typisk point-/vægtningssystemer til at skabe en samlet bedømmelse/vurdering af materialet.

Eksempel på certificerende materialepas: C2C
Cradle-to-Cradle (C2C) (Cradle to Cradle, 2021)*Products Innovation Institute*, n.d.) er en internationalt anvendt certificeringsordning, der kan benyttes som materialepas for bl.a. byggevarer.

C2C har ligesom en række andre certificeringssystemer en tilgængelig søgedatabase med certificerede byggevarer udlagt til fri afbenyttelse, hvor modtagere af materialepasset let kan sammenstille og vælge mellem byggevarer i samme kategori. C2C som system står inde for, at certificerede materialer lever op til en række krav og specifikationer, som Cradle-to-Cradle-organisationen har defineret. Et materialepas i C2C er per definition "assessed", dvs. har gennemgået en proces af en uddannet C2C-assessor, som, for at kunne certificere en byggevare, selv er registreret hos Cradle-to-Cradle-organisationen. Materialedeklarationerne er således kun gyldige, hvis de er certificerede af en assessor. Der er eksempler på, at højere niveauer af certificeringsordninger på bygningsniveau, fx DGNB (DGNB, 2021), LEED (LEED, 2021) og WELL (WELL, 2021), kan acceptere C2C-certificerede materialer til validering af materialeindhold af byggevarer, også selvom materialeindholdet ikke er oplyst. Den helt grundlæggende forskel mellem C2C som materialepas og andre pastyper er, at C2C ikke deler data med materialepasmodtageren. Dvs. modtageren kan ikke se, verificere eller anvende de præcise data, som ligger til grund for passets udstedelse. Modtageren kan dog se forudsætningerne for det certificeringsmærke, som Cradle-to-Cradle udsteder.

Section Number	Section Title	Subsection	Applicable Product Types	Applicable Achievement Level(s)
1	Percent Cycled or Renewable Content	a. Provide percentages of the product by weight that are sourced from post-industrial, post-consumer, renewable, and responsibly sourced renewable content.	All	Basic and above
		b. If unable to meet the required percentage of cycled or renewable content, provide an explanation of the limitation(s) preventing the incorporation of the required cycled or renewable content.	All	Basic and above
		c. If unable to meet the required percentage of post-consumer or responsibly sourced renewable content, provide an explanation of the limitation(s) preventing the incorporation of the requred post-consumer and responsibly sourced renewable content.	All	Basic and above
		d. If applying for re-certification and are still unable to meet the required percentage of cycled or renewable content, provide a description of progress to incorporate more cycled or renewable content.	All	Basic and above
		e. If applying for re-certification and are still unable to meet the required percentage of post-consumer or responsibly sourced renewable content, provide a description of progress to incorporate more post-consumer cycled or responsibly sourced renewable content.	All	Basic and above
2	Accesibility for Cycling	a. Describe the general accessibility of the product and what is required in order to extract the product from its use location.	Permanently installed building and home products, semi-permanently installed building and home products	Basic and above
		b. Describe the general connectivity of the product to its environment (e.g. detached and mobile, connected yet detachable, connected but not detachable) and details on that connectivity.	Permanently installed building and home products, semi-permanently installed building and home products, electronics/appliances, furniture/interior design	Basic and above

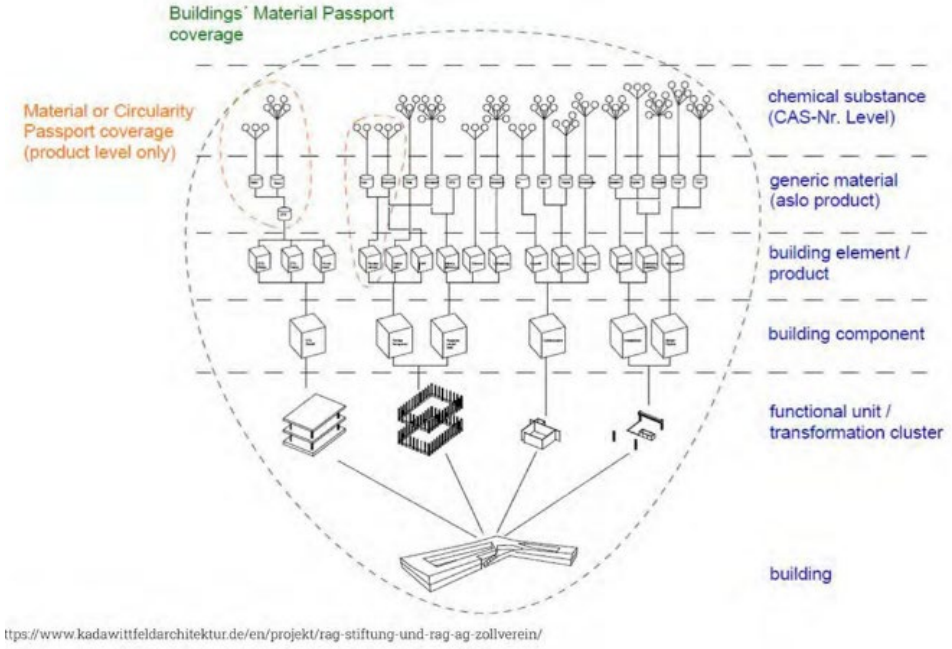
Figur 4. C2C (Cradle to Cradle ©) sammenhæng mellem certificeringsmærke og typisk indhold, som kan forefindes i produkter inden for EU.

2.1.3 Integrerende bygnings- og materialepas

Integrerende bygnings- og materialepas er udlagt som en kombination af materialespecifik data og bygningsspecifik data. Ideen er, at de to datatyper ikke fuldt ud kan adskilles og bør af denne årsag indgå i samme system.

Eksempel på Integrerende bygnings- og materialepas: BAMB

Buildings as Material Banks (BAMB) (*Buildings As Material Banks*, n.d.), (BAMB, 2021) er et forskningsprojekt i EU horizon-regi, som forløb fra 2016 til 2020. Et hovedresultat fra projektet er et integreret bygnings- og materialepas, som i dag eksisterer som betaversion, men som ikke er offentligt tilgængeligt i sin fulde form, bl.a. grundet uafklarede licensbetingelser. Passet er tænkt som en integration mellem forskellige topologiske niveauer af et byggeri; fra deklaration af materiale-indhold til bygning. I denne niveauopdeling indgår begrebet 'instances', som betyder, at byggevaren kan identificeres som unikt element blandt mange lignende materialer i samme bygning. Fx kan BAMB-passet anvendes til at beskrive det unikke indhold og komposition i et vindue, som er blevet bemalet, mens et andet vindue ved siden af ikke er bemalet. Dvs. at der er flere niveauer, som integreres, og ud over at vide, hvad byggevaren kan deklarere af indhold, kan det også stedfæstes, hvor de unikke komponenter er lokaliseret i bygningen. Niveauerne i BAMB defineres oppefra og ned således: 1. building/project 2. element/component, 3. layer/generic material/unit, 4. specific product. Under BAMB-projektet blev systemet testet som tabelnotation for de enkelte byggevarer/materialer, men hvor 'instances' blev noteret i tekst (hver unikke byggevare var at finde i bygningen med separat notation). Det kan for et stort byggeri blive en næsten uoverskuelig opgave at deklarere alle materialer på denne vis. Derfor blev vægten i stedet lagt på BIM-modeller (bl.a. IFC), hvor instances mere effektivt kan noteres via BIM-objekter. BAMB er ikke udviklet eller implementeret siden afslutningen af projektet, men i projektperioden blev det demonstreret, at det er muligt at etablere et 'Buildings' Material pasport', dvs. et bygningspas med deklaration på instance-niveau.



Figur 5. Diagram over BAMB-versionen af materialepas. Her vises, at selve bygningspasset og materialepasset integreres. https://www.bamb2020.eu/wp-content/uploads/2019/02/D7-Operational-materials-passports.pdf (Debacker W., 2016)

I BAMB-projektet blev det også undersøgt, hvorvidt block chain-teknologi kunne være relevant for bygnings- og materialepas. Det er en teknologi, som bruges bl.a. i crypto-valuta, hvor det eksponeres, hvis et flow af informationer brydes, hvilket kan bruges til identificere, af hvem og hvornår et materialepas eller bygningspas er blevet ændret.

Figur 6. Demonstratorbygning i Essen, Tyskland, fra BAMB-projektet. https://www.bamb2020.eu/topics/pilot-cases-in-bamb/new-office-building/

2.1.4 Materialelister

En deklarering af SLC kan opgøres vha. materialeopgørelse fra byggeaffald fra bygninger, som nedrives og renoveres.

Eksempel på materialeliste: Mulig afledt effekt af Affaldsbekendtgørelsen

Det er muligt, at fremtidig data opsamlet på baggrund af Affaldsbekendtgørelsen (Klima-Energi- og Forsyningsministeriet, 2020) kan følge affaldet frem til første affaldsmodtagere. Dermed er der lagt op til, at anmeldelsen ikke blot, som tidligere, vil omfatte et skøn på forventede affaldsmængder, men kan indebære langt mere præcise informationer om materialerne og mængderne. Denne kombination omtales som 'materialelister' og vil omfatte en kortlægningsrapport med en række oplysninger, herunder analyseresultater på repræsentative prøver, placeringen af evt. forurenede materialer, hvordan materialerne er planlagt udsorteret, fjernet og håndteret. Samtidig er der i udkast til affaldsbekendtgørelsen foreslået, at anmeldelsen ajourføres løbende, fx hvis der dukker ny viden op om forekomsten og koncentrationen af problematiske stoffer. Dette kombineret med den hidtidige miljøkortlægning med ressourcekortlægning lægger op til at genanvende byggevarerne i højere grad, end hvad tidligere har været muligt. Materialelisten er informeret af affaldsopgørelser og inkluderer ikke materialer i bygninger, der ønskes bevaret. Materialelisten er en blanding af information, som relaterer til materialepas, og information som relateres til bygningspas.

2.1.5 Approksimativ deklaration

Denne typologi er principielt ens med et deklarerende materialepas (se 2.1.1) for nye byggevarer med den forskel, at en producent ikke længere forventes at deklarere materialet, men at en

anden part med interesse i SLC, en rådgiver, en forskningsinstitution m.fl., kan undersøge, dokumentere og oprette materialepas.

Eksempel på approksimativ deklaration: inspiration i Gamle Mursten
Approksimativ deklaration er i en vis forstand tankegangen bag arbejdet med at etablere en standard for gamle mursten (Miljøstyrelsen, 2018). Virksomheden "Gamle Mursten" (Gamle Mursten, 2021) kan i dag deklareres med en CE-mærkning efter ETA (European Technical Assessment) (ETA, 2021) udstedt på baggrund af en EAD (European Assessment Document) (EAD, 2021). En EAD er i mange sammenhænge juridisk sidestillet med en harmoniseret standard, som er baggrunden for CE-systemet. Her er formålet med deklareringen, at byggevaren anvendes i en anden bygning inden for EU. Et materialepas for SLC vil for materialeindholdet gælde som en approksimativ (proxy-) deklaration med samme deklareringspotentiale som for nye byggevarer, men det accepteres som en forudsætning, at det p.t. ikke er muligt at deklarere 100%, hvilket nye byggevarer principielt ikke er forhindret i samme grad. I tilfældet for Gamle Mursten kan det lade sig gøre at forenkle en deklaration for eksisterende materialer til at omfatte kategorien 'gamle mursten', såfremt en tilstrækkelig kvalitet og tilstand i materialet kan påvises ved prøvning EN 771-1 (DS, 2015). Stenene gennemgår desuden en rensningsproces samt miljøscreenes (for bl.a. indhold af PCB), før de frigives igen til en ny bygning. Det kræver et omfattende arbejde for hver individuelle komponent (i nogle tilfælde inspicerer Gamle Mursten hver sten manuelt) at vide på et detaljeret niveau, hvad en SLC indeholder, fordi byggevaren har været udsat for forskelligt slid, vejrlig og belastning, som gør den unik. Pga. det nuværende teknologiske stade for non-destructive-test methods (NDT) er et 'proxy-materialepas' tænkt delvist udfyldt, men ellers fungerer passet som for nye byggevarer, se 2.1.1.

Andre bygnings- og materialepas, som helt eller delvist bruger mærker, certificeringer eller garantier, men ikke nødvendigvis deler data om byggevaren, kan nævnes: BYGFYN (Byg Fyn, 2021), Svanemærket (Svanemærket, 2021), EPEA (Epea, 2021), Madaster (*Madasterfoundation, 2021)*), UpCyclea (Upcyclea, 2021), SundaHus (Sundahus, 2021). Typisk tilbydes der også et slags bygningspas og en opbevaring af bygningspas samt vedligeholdelse og opdatering af data omkring bygningen fra nogle af disse platforme – udover selve evalueringen/certificeringen af bygningen og byggevarerne i passet.

2.2 Udvalgte modeller for bygnings- og materialepas

Med udgangspunkt i definition og betingelser for bygnings- og materialepas beskrevet i Teknologisk Instituts rapport (Hauge Smith et al., 2019) har nærværende projekt dannet grundlag for identifikation af i alt ni mulige bygnings- og materialepasmodeller. Dette er gjort ved anvendelse af kriterier for et bygnings- og materialepas som beskrevet i Bilag 1. Kriterierne indebærer bl.a., at modellen skal behandle følgende typer informationer:

- Monterings-, vedligeholdelses- og demonteringsvejledninger
- Oplysninger om bæredygtighed
- Oplysninger om tekniske data
- Oplysninger om kemiske stoffer i byggevarerne
- Oplysninger om cirkularitet

I alt fire bygnings- og materialepasmodeller opfylder kriterierne som beskrevet i (Hauge Smith et al., 2019):

- **Sustainable Build (SUSb)** (*Sustainable Build*, 2021)
  Igangværende dansk initiativ til udvikling af en materialepasmodel. SUSb er et deklarerende materialepas.
- **Cradle to Cradle (C2C)** (*Cradle to Cradle*, 2021)
  Aktivt kørende internationalt certificeringssystem, der har relevante overlap med en materialepasmodel. C2C er et certificerende materialepas.
- **Buildings as Material Banks (BAMB)** (*Buildings As Material Banks*, 2021)
  EU-støttet innovationsprojekt afsluttet i 2019 og er ikke længere under aktiv udvikling. BAMB er et integrerende bygnings- og materialepas.
- **Byggvarudeklaration (eBVD)** (*eBVD*, 2021)
  Aktuel udgave af den svenske Byggvarudeklaration. Har eksisteret længst som deklaration, sammenlignet med de andre tre kandidater. eBVD er et deklarerende materialepas

I det følgende redegøres for resultaterne af en sammenlignende vurdering af disse fire modeller for bygnings- og materialepas med henblik på yderligere at indkredse mindst to modeller, der synes at være bedst egnede til at opfylde behovene i Danmark.

Vurderingsmetoder og resultater er nærmere beskrevet i Bilag 1, 'Valg af modeller for bygnings- og materialepas'.

2.3 Sammenligning af udvalgte modeller

Kort opsummeret er de fire materialepasmodeller C2C, BAMB, eBVD og SUSb meget forskellige, både hvad angår parametres antal, indhold og detaljeringsgrad og mht., hvordan modellerne forholder sig til dokumentationsform og dokumentationsniveau, og derfor er det ej muligt at sammenligne modellerne direkte vha. vurderingskriterierne beskrevet i foregående afsnit.

Som svar på denne udfordring formuleres fem emner; cirkularitet, kemi (sundhed), miljøpåvirkning (klimapåvirkning), tekniske egenskaber og implementering med hver især mindst tre ind-

holdselementer, som særligt ønskes oplyst vha. bygnings- og materialepasset, se tabel 1. Indholdselementerne danner således yderligere og mere målrettet grundlag for, hvad et materialepas i dansk kontekst bør indeholde. Samme emner og indholdselementer er benyttet til de efterfølgende analyser af de fire udvalgte materialepasmodeller samt som grundlag for interview med byggeindustrien.

Tabel 1: Oversigt over indholdselementer, som et dansk materialepas minimum skal indeholde.

Emne	Indholdselementer (information om)
1. Cirkularitet	Adskillelsesproces når/hvis materialet/byggevaren fjernes fra bygningen
2. Cirkularitet	Genanvendelsesgrad og deponeringsandel af materialet/byggevaren
3. Cirkularitet	Vedligeholdelse og drift af materialet/byggevaren
4. Cirkularitet	Andel af materialet/byggevaren som er deklareret/beskrevet
5. Kemi (Sundhed)	Byggevarens/materialets negative påvirkninger på menneskers helbred
6. Kemi (Sundhed)	Kemisk indholdsfortegnelse af materialets/byggevarens delkomponenter
7. Kemi (Sundhed)	REACH- og SVHC-kemikalier i materialet/byggevaren
8. Kemi (Sundhed)	Afgasning af materiale/byggevare
9. Miljøpåvirkning	Materialets/byggevarens miljøbelastning
10. Miljøpåvirkning	Livscyklusanalyser (LCA) i byggeri
11. Miljøpåvirkning	Materialets/byggevarens levetider
12. Tekniske egenskaber	Mulighed for opsporing af produktion/producent
13. Tekniske egenskaber	Angivelse af materialets/byggevarens tekniske egenskaber
14. Tekniske egenskaber	Fysiologiske og performative egenskaber for materialet/byggevaren (f.eks. størrelse, styrke)
15. Implementering	Adgang til kildedata
16. Implementering	Beskyttelse af producentens følsomme data
17. Implementering	Hvor data kommer fra

Indholdselementer er også formuleret som A/B-spørgsmål, som gør det muligt at sammenligne modellerne parvist. Denne notation ses bl.a. i tabel 2. A/B-notationen henviser til pasmodellerne når de sammenlignes i par f.eks. eBVD/BAMB el. C2C/eBVD el. SUSb/C2C osv. De parvise sammenligninger af modellerne for materialepas foretages vha. metoden Analytical Hierarchy Process (AHP) (Saaty, 2008). Se bilag 1, 'Analyser af indhold og implementering af pas' for detaljer af fremgangsmåde.

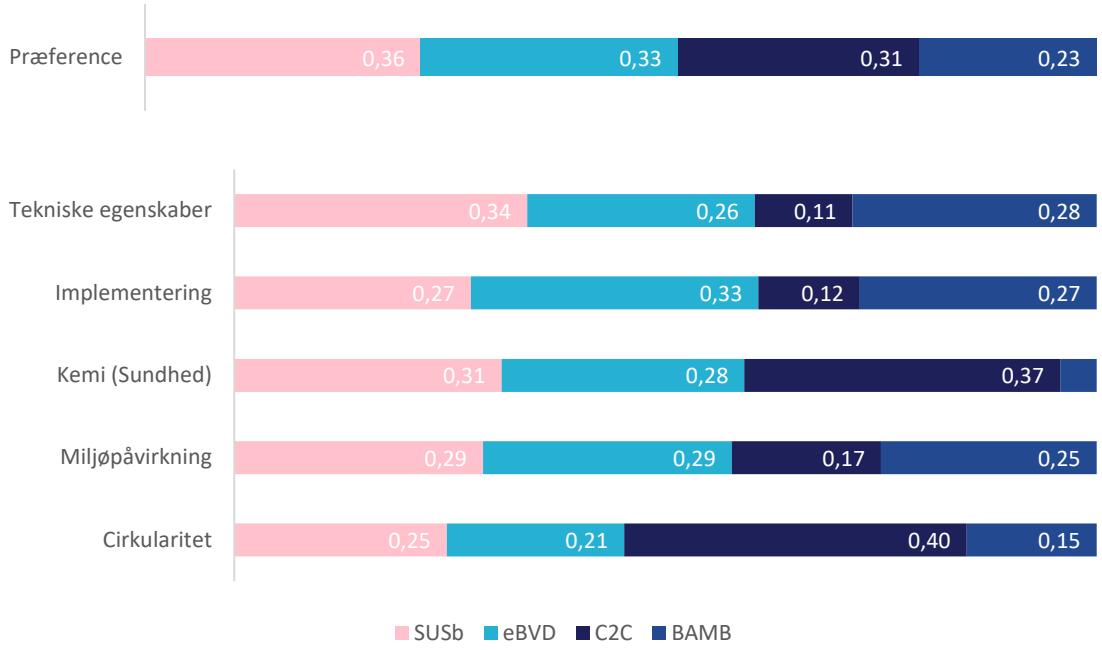
Resultat af sammenligningen af fire udvalgte materialepasmodeller

Resultaterne opsummeres i figur 7, som viser, at materialepasmodellerne SUSb, eBVD og C2C i nævnte rækkefølge rangerer højst, selvom de ligger relativt tæt på hinanden på udvalgte dele, mens BAMB rangerer betydeligt lavere ift. emneopdelingen.

Der er fordele og ulemper ved alle fire modeller, og analysen viser i detaljer, hvordan modellerne har forskellige måder at optage deklareret indhold og formidle indholdet til brugeren.

Hver parameter (også omtalt som felt) har en eller flere muligheder for at blive udfyldt. Typisk ses afkrydsningsfelter eller kommentarfelter, dette ses bl.a. i figur 4 (2.1). Der er stor forskel på den måde, felterne udfyldes i de forskellige pas, og dermed også hvordan informationen optages og efterfølgende bruges.

C2C adskiller sig fra de tre andre modeller ved ikke at have et egentligt optegningsskema tilgængeligt for slutbrugeren, da Cradle-2-Cradle som system ender med at give et certificeringsmærke og ikke selve data til slutbrugeren. Derfor er der i analyserne lagt vægt på den måde, C2C-modellen er opbygget, og hvilke data og parametre modellen håndterer.



Figur 7. Overblik over 300 uafhængige analyser på baggrund af de 17 delementer for materialepas. Overblikket viser den normaliserede fordeling af præference til et givent pas. Øverst vises den samlede præference på tværs af de 17 delelementer.

BAMB har en mere kompleks struktur end de andre modeller, da BAMB-modellen forholder sig til ”instances”, altså individuelle deklarationer af hver subkomponent (helt ned til enkeltdele af byggekomponenter) og er integreret med bygningspas. Også af denne årsag er modellens måde at håndtere parametre og data lagt til grund for sammenligningsanalyserne.

SUSb og eBVD har flere overlap og minder mest om hinanden i struktur. Begge modeller er digitale som udgangspunkt, men har flere forskelle i den måde, indhold deklareres på, og store forskelle, hvad angår indhold af parametre.

SUSb er er ligesom eBVD opbygget som et digitalt skema, der udfyldes af producenter. SUSb er i modsætning til eBVD fra starten lanceret som værende i Open-Data-format uden samme licensrestrektioner, som fx eBVD (eller BAMB). Dette digitale format gør det enklere og mere robust at udveksle data. Det er en fordel for producenterne, når de skal deklarere til forskellige deklareringssystemer, at formatet er det samme, så det er nemt for dem at overføre data. Men det er også vigtigt i forhold til at gøre det robust og operationelt at tilknytte materialepas til BIM-objekter. SUSb kræver ligesom eBVD ikke en 3. parts verificering, og er modsat eBVD, som er et etableret system og eksisterer SUSb i en betaudgave, uden dokumenteret implementering og få vejledninger til anvendelse.

Ved at sammenstille de forskellige modeller med udgangspunkt i AHP-metoden tildeles kandidaturer som beskrevet i tabel 2 til hvert af materialepassene inden for hvert emne og for indholdselement.

Kun under to spørgsmål er det muligt helt entydigt at sætte 1. kandidatur på en model, og i begge tilfælde er det SUSb, som tilskrives kandidaturet. Det sker i forhold til cirkularitets-spørgsmålet "Hvilken model A, B beskriver bedst genanvendelsesgraden og deponeringsandelen af byggevaren?" og cirkularitets-spørgsmålet "Hvilken model A, B oplyser bedst andelen af byggevaren, som er deklareret?". Dette betyder med andre ord, at i to tilfælde kan der entydigt peges på en model ud af de fire modeller. Værd at bemærke er, at i begge tilfælde omhandler spørgsmålene emnet cirkularitet.

2. kandidaturer tildeles til materialepasmodeller, hvor der kan opstå lettere uenighed mellem delanalyserne, altså at der ikke er entydigt svar, men der er flest dele i analyserne, som peger på den ene model frem for de andre tre. Særligt at fremhæve er, at inden for emnet cirkularitet har BAMB-modellen den fordel, at den er bedst egnet til at beskrive vedligeholdelse og drift af byggevaren. Dette skyldes, at BAMB som system kan benyttes til at tildele ændringer i deklarationen, og at deklarationen kan ske på instance-niveau, hvor de tre andre modeller ses som faste deklarationer, som ikke kan/må ændres efterfølgende. Helt enkelt betyder dette, at BAMB vil kunne bruges til fx at deklarere at en gulvflade er "let at vedligeholde" på en etage, men "vanskelig at vedligeholde" på en anden etage, mens begge gulve er af samme deklarerede materiale. De tre andre modeller er ikke egnet til at optage sådanne oplysninger, da de primært forholder sig til producentens muligheder for deklaration/indberetning, og det er sjældent at producenten vil inspicere et produkt, efter det er monteret i bygninger. Nogle af modellerne kan dog i nogle tilfælde håndtere informationer om *betingelser* for drift og vedligehold (se fx tabel 4, pkt. 6.2).

Samlet har SUSb flest 2. kandidaturer og dermed flest fordele sammenlignet med de andre tre modeller.

Tabel 2. Kandidater v. AHP-udvælgelse for indholdselementer, her i A/B-notation

Emne	A/B-notation af indholdselementer	1.Kandidat	2.Kandidat	3.kandidat alt. 1	3.kandidat alt. 2
1. Cirkularitet	Hvilken model A, B beskriver bedst vedligeholdelse og drift af byggevaren?		BAMB	BAMB	BAMB
2. Cirkularitet	Hvilken model A, B beskriver bedst genanvendelsesgraden og deponeringsandelen af byggevaren?	SUSb	SUSb	SUSb	SUSb
3. Cirkularitet	Hvilken model A, B beskriver bedst adskillelsesprocessen når/hvis byggevaren fjernes fra bygningen?		C2C	C2C	C2C
4. Cirkularitet	Hvilken model A, B oplyser bedst andelen af byggevaren, som er deklareret?	SUSb	SUSb	SUSb	SUSb
5. Kemi (Sundhed)	Hvilken model A, B synliggør bedst byggevarens negative påvirkninger på menneskers helbred?		eBVD	eBVD	eBVD
6. Kemi (Sundhed)	Hvilken model A, B stiller højest krav til kemisk indholdsfortegnelse af byggevarens delkomponenter?			eBVD	SUSb
7. Kemi (Sundhed)	Hvilken model A, B oplyser mest detaljeret data om REACH- og SVHC-kemikalier i byggevaren?			eBVD	SUSb
8. Kemi (Sundhed)	Hvilken model A, B oplyser bedst afgasning af byggevaren?		eBVD	eBVD	eBVD
9. Miljøpåvirkning	Hvilken model A, B giver bedst mulighed for at lave og sammenlignelige livscyklusanalyser (LCA) i byggeri?			eBVD	BAMB
10 Miljøpåvirkning	Hvilken model A, B er bedst til at definere et materiales miljøbelastning?			eBVD	SUSb
11. Miljøpåvirkning	Hvilken model A, B giver den mest detaljerede beskrivelse af materiales levetid?		SUSb	SUSb	SUSb
12. Tekniske egenskaber	Hvilken model A, B stiller mest omfattende krav til angivelse af byggevarens tekniske egenskaber?		SUSb	SUSb	SUSb
13. Tekniske egenskaber	Hvilken model A, B beskriver bedst de fysiologiske og performative egenskaber for byggevaren (såsom størrelse, styrke, tæthed, u-værdi osv.)?			eBVD	BAMB
14. Tekniske egenskaber	Hvilken model A, B angiver bedst data om og mulighed for opsporing af produktion/producent?		SUSb	SUSb	SUSb
15. Implementering	Hvilken model A, B giver bedst adgang til kildedata?			C2C	BAMB
16. Implementering	Hvilken model A, B er mest transparent, mht. hvor data kommer fra?		SUSb	SUSb	SUSb
17. Implementering	Hvilken model A, B beskytter bedst producentens følsomme data?			eBVD	BAMB

1. kandidat – den model som entydigt (absolut flertal blandt besvarelserne) foretrækkes ved hver af de tre mulige A/B-sammenstillinger

2. kandidat – den model som ved flertal (simpelt flertal blandt besvarelserne) foretrækkes ved hver af de tre mulige A/B-sammenstillinger

3. kandidat – den model som ved flertal (uden konsensus blandt besvarelserne) foretrækkes ved hver af de tre mulige A/B-sammenstillinger 3. kandidat kommer med to muligheder, som begge er gyldige.

Der tilskrives 2. kandidatur til de modeller, som under simpelt flertal og uafhængigt kan pege på én af de 4 modeller. I 10/17 spørgsmålsbesvarelser er der fundet 2. kandidater. Når 1. kandidater er fratrukket gives otte 2. kandidater, hvoraf fire 2. kandidater tilskrives SUSb, to 2. kandidater tilskrives eBVD, én 2. kandidat tilskrives C2C og én 2. kandidat tilskrives BAMB.

SUSb har flest fordele inden for emnet cirkularitet. Især det faktum, at SUSb tydeligt deklarerer andelen af byggevaren, som kan genanvendes, gør passet mere brugbart på dette felt end de andre kandidater. Desuden har SUSb en fordel ved at oplyse om andelen af byggevaren, som er deklareret, hvilket de andre modeller ikke i samme grad kan.

Særligt bør bemærkes, at C2C fremhæves ved cirkularitetsspørgsmålet "Hvilken model A, B beskriver bedst adskillelsesprocessen, når/hvis byggevaren fjernes fra bygningen?". Her ses af analyserne, at C2C giver en god forklaring af, hvordan produktet skal cirkuleres. Derudover påkræves, at der ligges en plan for, hvordan byggevaren skal cirkuleres, inden produktet produceres. Væsentlig information fra C2C's manual kan nævnes: Når det er relevant, skal ansøgeren give offentligt tilgængelige instruktioner om, hvordan man cirkulerer produktet. Instruktionerne skal indeholde, hvordan man identificerer byggevarerne til cirkulering, al nødvendig produktvedligeholdelse, og hvordan man gendanner, genoparbejder eller genbruger produktet. De andre modeller har lignende muligheder for indberetning, men ikke i samme gennemarbejdede beskrivelse af, hvad der forventes af dokumentation.

Yderligere skal det bemærkes, at der ikke kan findes hverken 1. eller 2. kandidater for 2/3 implementeringsspørgsmål, 2/3 kemi/sundhedsspørgsmål og 2/3 miljøpåvirkningsspørgsmål. Dette betyder, at der særligt under disse tre emner måles inkonsistens, hvorfor det må opfordres at tage inspiration i forskellige pasmodeller på særligt disse emner, hvis et pas ønskes opbygget helt fra bunden.

I figur 8 (og 9) sammenstilles materialepasmodellerne over for hinanden, hvor det kan ses, at overvægten af besvarelser til spørgsmålene peger på SUSb. Pasmodellerne eBVD og BAMB har hver især fire områder, hvor de foretrækkes, mens C2C kun i to spørgsmål foretrækkes over SUSb.

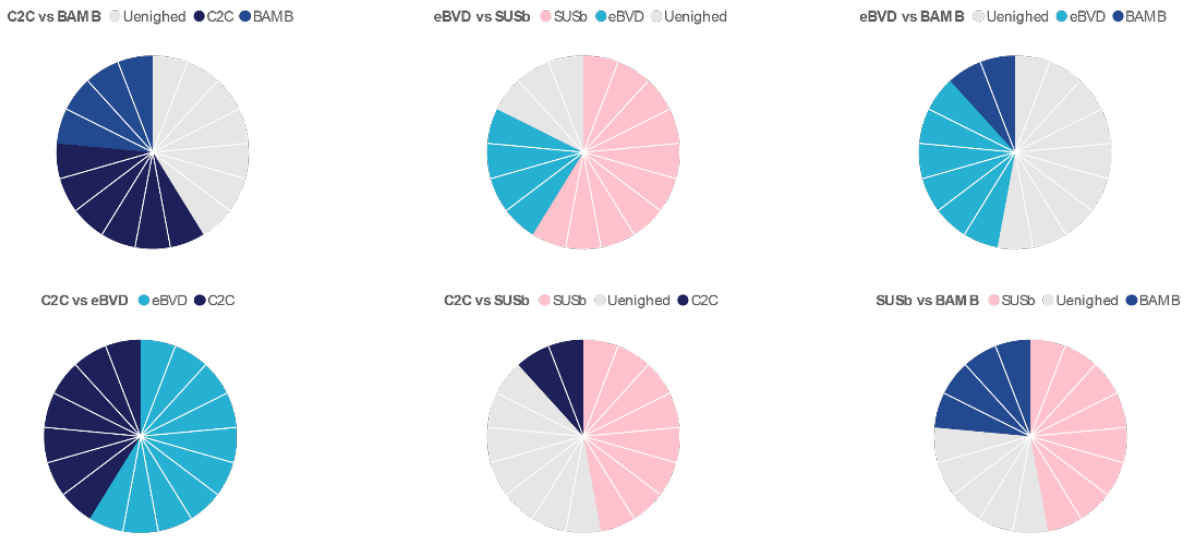
Under emnet kemi og sundhed har eBVD flere fordele end de andre pasmodeller, og eBVD synliggør tydeligere de negative påvirkninger på menneskers helbred. Desuden er eBVD bedst til at deklarere afgasning fra byggevaren.

Under emnet miljøpåvirkning og klimapåvirkning har SUSb en lille fordel ved, at det bedst beskriver byggevarens levetid.

BAMB stiller krav til oplysninger om vedligeholdelse og drift, og det kan fremhæves, at BAMB-modellen stiller individuelle krav til en række forhold, hvilket de andre modeller undlader. Herunder har BAMB-modellen fordel af at kunne beskrive individuelle forhold for:

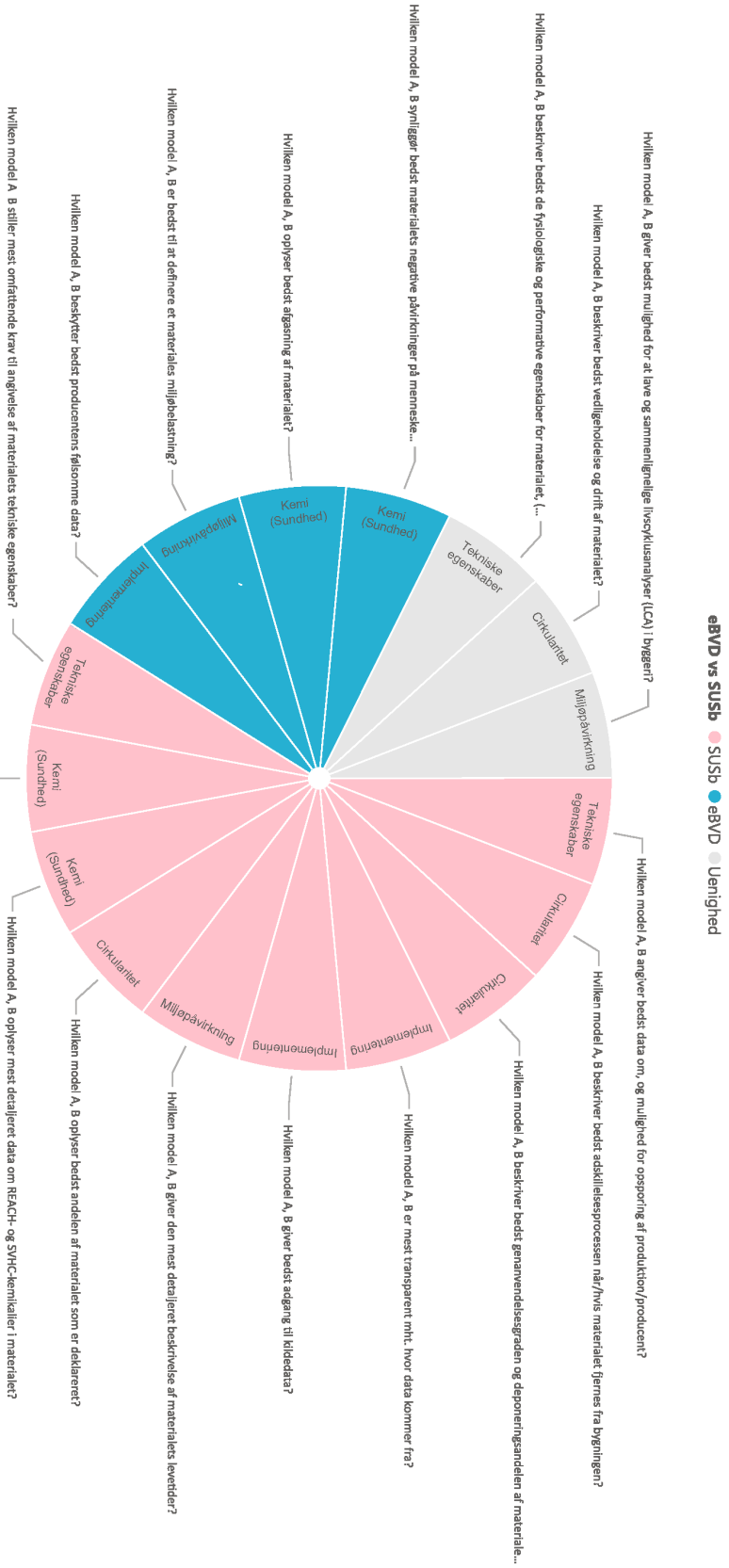
- Rengøring og instruktioner til vedligeholdelse for byggevaren
- Garantier fra producent
- Tilgængelighed af reservedele oplyst af forhandler
- Reference til BIM og andre digitale repræsentationer

Analyserne viser, at det er muligt at sammenligne modellerne parvist. Dette er gjort i figur 9 for alle A/B-6 muligheder. Uden at omtale detaljerne i analyserne ses, at eBVD og SUSb har flest områder, hvor de er at foretrække over BAMB og C2C.



Figur 8. AHP-analyseoverblik for de seks individuelle A, B-sammenstillinger. Selve cirkeldiagrammerne viser præference ift. indholdselementer. Den grå farve viser at de to pas lige godt kan repræsentere indholdselementet, mens der sættes en farve for hver af de fire pasmodeller, når disse foretrækkes.

Under de tekniske egenskaber har SUSb fordel af at kunne formidle de mest omfattende krav til angivelse af byggevarens tekniske egenskaber (omend ingen af de fire modeller havde særligt omfattende muligheder til deklaration af tekniske egenskaber – jf. branchens ønsker i tabel 3) samt den bedste fremstilling af mulighederne for at opspore producenten. SUSb har nogle fordele i forhold til de andre pas, når det kommer til emnet implementering, bl.a. er SUSb mere transparent end de andre pasmodeller med hensyn til datas oprindelse. Et samlet overblik for SUSb overfor eBVD ses i figur 9.



Figur 9. AHP-analyseoverblik for A, B-sammenstillingen for eBVD og SUSb. Selve cirkeldiagrammet viser indholdselementer og emne.

2.4 Indhold i materialepas: vurdering og efterspørgsel fra byggebranchen

Som supplement til ekspertpanelets vurdering af inklusion af specifikke indholdselementer er branchen vha. en række interviews blevet spurgt om deres synspunkter og behov for indholdselementer. I bilag 1 ses fremgangsmåde for interview.

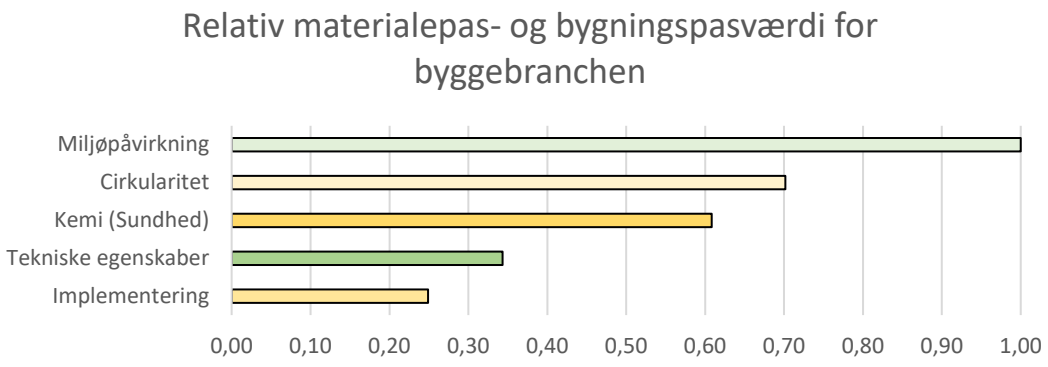
Resultatet af ønskede og særligt fremhævede indholdselementer opsummeret fra interviews ses i tabel 3.

Tabel 3: Indholdselementer identificeret på baggrund af 59 interviews: Byggebranchens ønskede indhold af materialepas.

Emne	Indholdselementer særligt fremhævet af byggebranchen	Detaljer for data, form eller format
Cirkularitet	Vejledninger til dekonstruktion og afmontering	Skriftlige vejledninger, diagrammer, 3d-filer m.m.
	Klassificering af sværhedsgrad af nedtagning	Ej defineret
	Klassificering af genanvendelsesgrad	Ej defineret
	Klassificering af deponeringsandel	Ej defineret
	Fuld kemisk indholdsdeklaration	Svarende til indholdsdeklaration for produkter i andre sektorer, fx fødevarer og kosmetik.
Kemi (Sundhed)	Flygtige organiske forbindelser	VOC, SVOC og TVOC
	REACH-oplysninger	EU's kandidatliste (Echa. Europa 2021), sikkerhedsdatasæt SDS EU-OSHA, SCIP (SCIP, 2021)
	Formaldehyd	Ej defineret
	Nanopartikler	Ej defineret
	Antibakteriel spray	Ej defineret
	Luftkniske egenskaber, afgasning, emission	DIM-klasse, EMICODE, AgBB-kriterier, VOC-emissionsklassifikation, GUT-label (tæpper). Andre muligheder for ensartet og produktspecifik deklaration (Teknologisk Institut, 2020).
Miljøpåvirkning	Miljøvaredeklaration	EPD, ækvivalent til data til EPD
	Generiske miljødata for specifikke byggevarer	Ej defineret
Tekniske egenskaber	Lydtekniske egenskaber	Lydabsorptionsklasse, R'w-værdier,
	Brandtekniske egenskaber	Europæisk brandklassifikation, klasse for røgintensitet, klasse for brændende dråber, vedlæg af brandtekniske anvisninger m.m.
	Termiske egenskaber	Varmekapacitet, varmeledningsevne, smelte- og fordampningsvarme
	Optiske egenskaber	Transmittans, R-værdi, g-værdi, SHGC-koefficient, refleksion, absorption
	Fugttekniske egenskaber	Permeabilitet, kapillarradius, stighøjde, stighastighed, gennemtrængning af vanddamp, vandabsorbering ved diffusion, fryse-/optøningsmodstand, skimmelbestandighed
	Sikkerhedsrelaterede egenskaber	Sikkerhedsdatablade
Implementering	Information om producent	Navn, adresse, land m.m.
	Information om produkt/materiale	Navn, version, tidspunkt for udstedelse, produktionsland, m.m.
	Version af materialepas	Versionsnummer til håndtering i bygningspas, evt. unikt ID.
	Tredjepartsverifikation	Information om passet er tredjepartsverificeret samt oplysning om institution, der har verificeret.

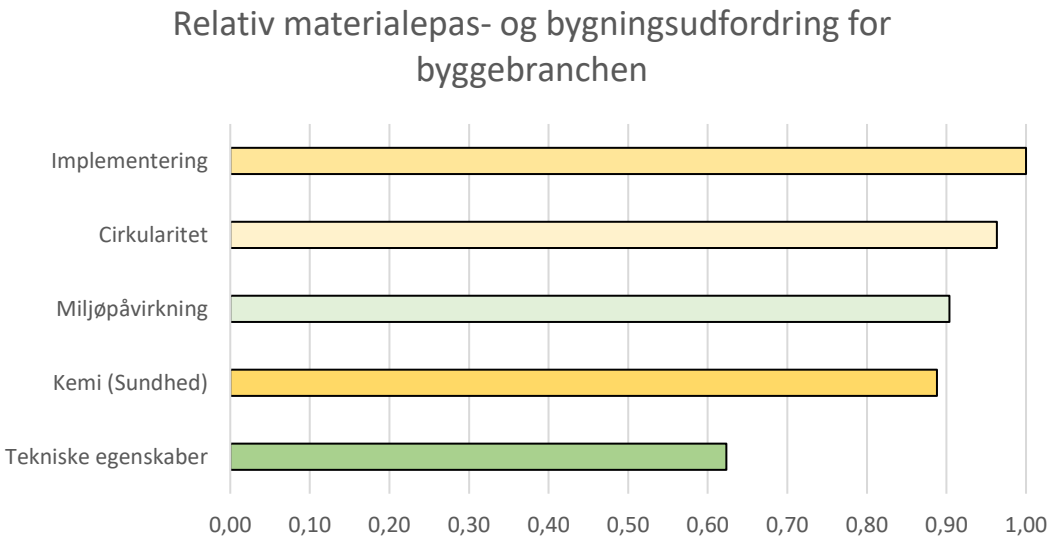
En komplet kemisk indholdsdeklaration er det mest centrale element i ønskerne til indhold i et dansk materialepas. Samtidigt viser interviewene et udbredt ønske om, at materialepasset bliver en *one-point-of entry*-adgang (se 2.7.2) til fx digitale miljøvaredeklarationer (se 3.5), som har været et af de mest efterspurgte indholdselementer i flere interviews. Det ønskes, at materialepasset opsamler, ensarter og distribuerer eksisterende data (fx REACH/SCIP og EPD'er), samt giver adgang til en række nye, ikke hidtil oplyste data om byggevarers kemiske sammensætning, genanvendelsesgrad og deponeringsgrad m.m.

Ud over at afdække behov for indhold i bygnings- og materialepas afdækker interviewene også, hvor respondenterne finder størst udfordringer og mest potentiale/værdi inden for ekspertpanelets indholdselementer og dermed også for de fem emner. Formålet med afdækningen er at synliggøre de parametre/data, der er mest motivation for at arbejde med, og hvilke parametre/data som vil møde mest modstand. Samlet kan der drages en række konklusioner fra disse analyser, herunder hvilket indhold som på kort sigt vil kunne drive efterspørgsel på bygnings- og materialepas op og hjælpe til at få implementeret mere udfordrende dele af deklareringen.



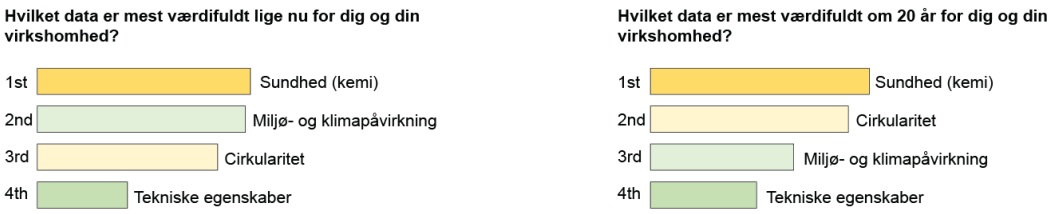
Figur 10. Branchens efterspørgsel (værdi for virksomheden/organisationen) normaliseret ift. emner i relation til indholdselementer. Resultatet er baseret på 59 interviews på tværs i byggebranchen.

I figur 10 ses, at den relative værdi for emnerne i passet og her sættes miljøpåvirknings-elementer højest. Værdien afspejler tydeligt det (nutids-)fokus, branchen har på klimagasser, og en stor efterspørgsel på eksempelvis miljøvaredeklarationer som en del af materialepassene og bygningspassene. Cirkularitet og kemi (sundheds)-spørgsmål ligger forholdsvist langt efter miljøpåvirkningsefterspørgsel, hvilket er et udtryk for den mere langsigtede værdi af disse emner kontra validt og struktureret data, fx byggevarernes påvirkninger på klimagasser. Tekniske egenskaber ligger som den næstlavest rangerede i efterspørgsel, hvilket er et udtryk for, at branchen normalt godt kan finde frem til de tekniske data, men der er tid at spare ved at modtage informationerne samlet. Implementeringsemnet, som bl.a. dækker detaljer for, hvordan passene er indlejret har ikke en direkte værdi for branchen. Dette er et udtryk for, at det er data, indholdet, og ikke selve passet, der efterspørges.



Figur 11. Branchens syn på udfordringer (for virksomheden/organisationen) normaliseret ift. emner i relation til indholdselementer

Når branchens største udfordringer sammenlignes på emneniveau (figur 11) ses, at den største udfordring ligger i at få selve materialepasset og bygningspasset etableret som system, altså den konkrete implementering på tværs i branchen. Især producenter ser oplægget til materialepas som en udfordring (dette uddybes i kapitel 4). På andenpladsen ligger emnet cirkularitet, hvor fx informationer om, hvordan emner adskilles, er svært at håndtere. Nederst ligger udfordringen i at indlejre og benytte tekniske egenskabsdata som fx størrelse, styrke, tæthed, u-værdi osv. Dette betyder helt enkelt, at denne form for data forholdsvist let kan indlejres og uden større problemer og afbenyttes af aftagerne.



Figur 12. Branchens syn på værditilførsel over tid (for virksomheden/organisationen) normaliseret ift. fire emner: cirkularitet, sundhed (kemi), miljøpåvirkning og tekniske egenskaber - resultater fra spørgeskema med 25 deltagere fra webinar.

Af figur 12 ses imidlertid, at emnet om cirkularitet formodentlig vil få større værdi for branchen i fremtiden, end det har i dag. Og som udgangspunkt er emnet sundhed mest værdifuldt. Det ses også, at sundhed og miljøpåvirkning har stort set samme værdi for respondenterne, hvilket er i kontrast til den mere entydige vægt imod miljøpåvirkning i interviewene (se figur 11). Dette skyldes formentlig, at branchedeltagerne i webinarerne ikke nødvendigvis har entydigt samme definition af, hvad der indgår af data under hovedemnerne, som deltagerne har haft under interviewene. Af samme årsag kan to forskellige resultater ikke nødvendigvis sammenlignes, dog

understreges vigtigheden i, at en række data inden for alle emner efterspørges, selv informationer om tekniske egenskaber synes at få mere værdi over tid, og værd at bemærke er, at miljødata på sigt vil få mindre betydning end i dag.

2.5 Internationale krav om deklaration af byggevarer

Der er en international tendens til skærpede krav om deklaration af byggevarer og disses egenskaber, hvilket ikke mindst gør sig gældende i kraft af EU-lovgivning.

En stor del af de data, der vil indgå i et materialepas, er således allerede lovbefalede, men i dag placeret i forskellige registre, underlagt forskellige standarder og vejledninger. Materialepasset vil kunne samle disse data i et 'one-point-of-entry' og kombinere dette med data, som i dag ikke er lovbefalet at deklarere. Et materialepas skabt i denne ånd, og i den detaljegrad som anbefalet i denne rapport, eksisterer ikke (endnu). Konkrete internationale konventioner for data er opsummeret i følgende afsnit.

2.5.1 Byggevareforordningen

For produkter, som er omfattet af en harmoniseret standard, eller for hvilke der er udstedt en Europæisk Teknisk Vurdering (ETA, 2021), kræver den europæiske byggevareforordning (Construction Products Regulation, CPR), (CPR, 2021) at der leveres følgende sammen med produktet:

- CE-mærke inkl. væsentlige ydeevner og referencer
- Ydeevnedeklaration (Declaration of Performance, DoP) (DoP, 2021)
- Brugsanvisning og/eller monteringsvejledning
- REACH-certifikat hvor dette er relevant (REACH står for *Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of CHemical substances*)
- SCIP (SCIP, 2021) BEK nr. 662 af 19/05/2020trådte i kraft i d. 5.jan 2021. Det er i SCIP-bekendtgørelsen producenterne, der har både oplysnings- registreringspligten og adgang til data.

En CE-mærkning er en varedeklaration reguleret af CPR og en bekræftelse af en DoP. Når en vare er CE-mærket, betyder det, at den er i overensstemmelse med EU-lovgivningen og dermed har fri bevægelighed på det indre marked. Der er ikke krav om CE-mærkning af genanvendte byggevarer.

Nogle tror fejlagtigt, at CE-mærket er et kvalitetsstempel for bl.a. byggevarer. Men CE-mærket deklarerer blot en række tekniske egenskaber for et produkt og forholder sig ikke til, hvordan disse værdier harmonerer med dansk byggelovgivning. Producenten vælger selv de egenskaber, der skal deklareres. Det vil sige, at der i realiteten godt kan være en CE-mærket byggevare, som ikke er egnet til anvendelse i Danmark, eller som måske kun er egnet under visse forudsætninger i fx dansk klima. CE-mærkningen på byggevarer er ikke underlagt et digitalt format eller register, som er tilgængeligt, søgbart for aftagere af byggevarer. Typisk er byggevarer med CE-mærkninger dokumenteret i tekniske datablade, som hverken har en harmoniseret form eller et dataformat.

2.5.2 Miljøvaredeklaration - Environmental Product Declaration (EPD)

En EPD er en sammenfatning af en omfattende livscyklusvurdering (LCA) for et produkt eller en produktgruppe og angiver potentielle miljøpåvirkninger, herunder den indlejrede CO_2-udledning.

EPD'er er reguleret af CEN-standarden DS/EN 15804 (DS, 2019). En EPD er en frivillig deklaration, men koster penge at få oprettet og verificeret.

Flere EPD'er kan benyttes til at udarbejde livscyklusanalyser (LCA'er) for bygninger i henhold til ISO 14025 (ISO 2006). Der er en stigende efterspørgsel efter EPD'er for næsten alle byggevarer, da de giver mere retvisende LCA'er for bygninger end generiske materialedata.

EPD-systemet har generelt fået kritik for sin prismodel og repræsenterer en stor omkostning for især mindre producenter (Tasaki et al., 2017). Dette bidrager til, at langt fra alle byggevarer har en EPD.

Der er via FN's bæredygtighedsmål stigende fokus på social bæredygtighed i forbindelse med produktion, fx CSR - code of conduct/guidelines - FN, Global Compact, ILO, OECD, ISO 26000 (ISO, 2010) (eBVD og C2C er blandt de materialepas, som efterspørger data for social bæredygtighed). FN's bæredygtighedsmål påvirker en række forhold omkring byggevarer og det byggede miljø indirekte, men er ikke direkte indskrevet i regler.

Ligesom CE-mærkninger findes der i dag ingen harmoniseret digital læsbar form af EPD'er.

2.6 Road map til Europæisk Standard for materialepas

I øjeblikket findes ingen fælles europæisk standard for bygnings- og materialepas, og der findes heller ikke standardiserede metoder til at fremme cirkularitet ved nedrivning, fx med standardiserede miljøscreeninger. Omvendt er dele af det efterspurgte indhold i materialepas allerede integreret i europæiske standarder og tilknyttet international lovgivning, fx REACH, mens dele af, hvad der kan minde om et bygningspas, eksisterer i forskellige nationale registre, fx BBR (BBR, 2021). Danmark har en mulighed for at bringe erfaringer med dansk udviklede bygnings- og materialepas ind i et kommende arbejde med at etablere europæiske CEN-standard. Det anbefales, at en model for bygnings- og materialepas indebærer, at alle pas skal foreligge på engelsk, samt at det enkelte bygnings- og materialepas tillige kan foreligge i en parallel, dansksproget version.

Danmark står i en unik position i Europa, når det handler om tilgængelige og åbne ejendomsdata. Allerede i dag opbevarer danske bygningsejere informationer, som er relevante for et bygnings- og materialepas, i offentligt tilgængelige bygningsregistre: BBR, Energimærkeordningens register (Energimærkning, 2021), SAVE (Save, 2021) m.fl. Især BBR har en robusthed, som rækker langt tilbage i tiden. Den danske registermodel med BBR og Energimærkningsordningen nyder stor anerkendelse som europæisk *best practice*. Der vil således være et stort potentiale i at anvende BBR som central opbevaring af bygningspas, selvom det vil kræve en række ændringer af registret (se 3.11.1).

Danmark har en fremtrædende rolle i det europæiske arbejde med standardisering af bygnings- og materialepas. Dansk Standard er sekretariat for en nyoprettet CEN-subkomité, som bl.a. har til formål at standardisere materialepas. Dansk Standard har i den forbindelse indsamlet information om forskellige aktørers ønsker og bekymringer i forhold til materialepas. Dette arbejde har bl.a. resulteret i etablering af en danskledet komité om cirkulær økonomi i byggeriet hvori

der indgår en arbejdspakke om materialepas. Dansk Standard vil således være i stand til at nedsætte et dansk spejludvalg, der bl.a. kan udarbejde et samlet dansk indspil til en europæisk arbejdsgruppe om udvikling af europæiske modeller for bygnings- og materialepas. Dansk Standard vil gennem rollen som sekretariat og facilitator i CEN-arbejdet kunne bygge oven på den viden, der er opnået i nærværende projekt.

2.7 Ideelt dansk materialepas

På baggrund af analyserne kan beskrives det detaljerede indhold i et ideelt dansk bygningspas, som både lever op til kortsigtede og langsigtede behov.

Ud over selve indholdet i materialepasset (beskrevet nedenfor), som kombinerer indhold af SUSb og eBVD med indholdsønsker fra branchen, så er der fem markante drivers i forhold til implementeringen:

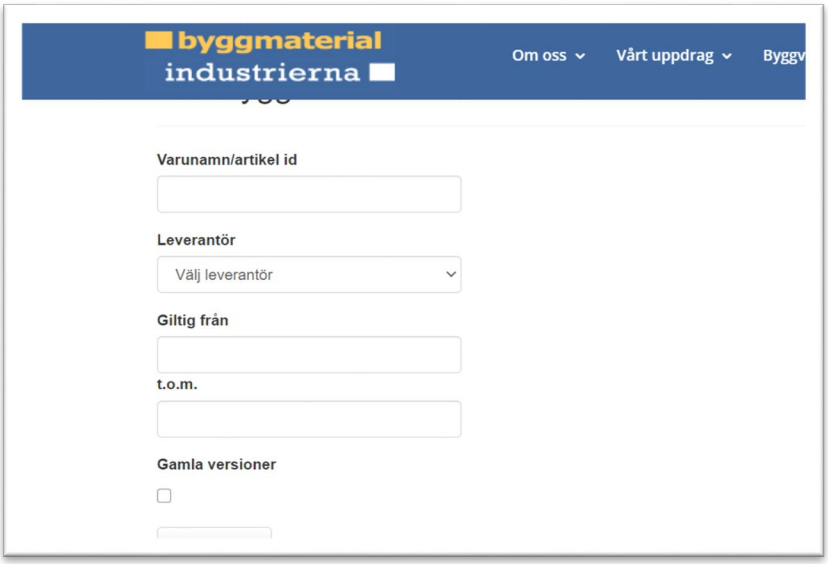
- **Driver 1:** Materialepasset skal indeholde, opbevare og dele data, som kan maksimere potentialet for cirkulært byggeri (se 2.7.1).

- **Driver 2:** Materialepasset skal være et one-point-of-entry til eksisterende data (se 2.7.2).

- **Driver 3:** Materialepasset skal bidrage til, at man i planlægnings- og designfasen kan tage bedre informerede beslutninger på baggrund af materialepasset. Man skal fx kunne sammenligne to byggevarer (figur 13) eller kunne fremsøge kun byggevarer, som ikke indeholder en et bestemt indhold etc. Sidstnævnte har at gøre med aflæsnings-applikationens brugerflade, integration i andre systemer m.m. (behandles i afsnit 3.10).

- **Driver 4:** Materialepasset skal være på engelsk og med tiden udfoldes til eller drejes imod en europæisk standard (se 2.6).

- **Driver 5:** Materialepasset skal være i Open Data-format, således at de digitale data bedst muligt sikres i forhold til en langsigtet robusthed og maksimal udveksling med andre formater gennem en lang tidsperiode (behandles i 3.1-3.4).



Figur 13. eBVD har en brugerflade i aflæsningsapplikation, hvor det er muligt at fremsøge produkter, men søgefunktionen er ikke indrettet, således at man fx kan sammenligne produkter eller fremsøge produkter med eller uden særlige karakteristika.

2.7.1 Indholdselementer i et ideelt materialepas

Med udgangspunkt i SUSb og eBVD (resultater beskrevet i 2.2-2.3) samt branchens vurdering af indholdselementer (se 2.4) listes indhold i materialepas. Navn, kort beskrivelse og referencer er her udført på dansk, men skal udføres på engelsk for grundlæggende internationalt brug (se 2.6). Ud over den fulde indeksering af de to foretrukne pas (eBVD og SUSb) er her tilføjet parametre/felter, som forventes implementeret (specifikt mere præcis data ift. EPD og SCIP-id-reference) og på baggrund af foregående analyser. I alt 213 forskellige parametre/felter er identificeret.

Nogle parametre er 'afhængige parametre', hvilket vil sige, at de kun udfyldes, hvis andre parametre indeholder data. Fx vil tabel 4, pkt. *3.4 (Uafhængige certificeringer)*, kun benyttes, hvis også punkt pkt. *3.3 Uafhængige certificeringer* er udfyldt. Andre parametre fungerer som tabeller/matricer, som i listeform udfyldes for flere delkomponenter, se fx tabel 4, pkt. *3.30 Indhold (tabel)*. Dvs. at en parameter kan dække over en liste af data, før den tæller som udfyldt.

Parametre/felter markeret med 'X' er implementeret i modellen.
Parametre/felter markeret med ' / ' forventes implementeret i modellen.
Parametre/felter markeret med ' ' er tilføjet på baggrund af foregående analyser.

Tabel 4 kan ses som bruttoliste for forslag til en kommende dansk implementering af materialepas eller som en nettoliste, hvori der indarbejdes flere parametre/felter, fx flere tekniske egenskaber, som kunne være efterspurgt af branchen.

Tabel 4. Liste over indhold af materialepas

KATEGORI / FASE	ID	PARAMETER/FELT	SUSB	EBVD
1. GRUNDDATA	1.1	Produktnavn	X	X
	1.2	CCS/CoClass/CCI klassifikation	X	X
	1.3	GTIN / EAN nummer	X	X
	1.4	BASTA-nummer		X
	1.5	Andre identifikationsnumre (varegrupper) (J (specificer system, id)/N)	X	X
	1.6	Varebeskrivelse (tekst)	X	X
	1.7	Anvendelse (tekst)	X	X
	1.8	Vægt (kg)	X	X
	1.9	Størrelse, længde/vol/areal (m/m2/m3)	X	X
	1.10	Massefylde (kg/m3)	X	X
	1.11	Produktionssted (Land, By, Adresse)	X	X
	1.12	Nyt materialepas / Revideret pas / SLC (-)	X	X
	1.13	Ydeevnedeklaration (DoP) (link)	X	X
	1.14	Ydeevnedeklarationsnummer (DK.XX.XX.XX-X)	X	X
	1.15	Revisionsnummer (DK.XX.XX.XX.XX)	X	X
	1.16	Oprettet/ændret (Dato)	X	X
	1.17	3. parts verificeret (J/N)	X	
	1.18	3. parts verificeret (Dato)	X	
	1.19	3. parts verificeret (Organisation)	X	
	1.20	3. parts verificeret (UID)	X	
	1.21	Andel af vare deklareret (%)	X	X
	1.22	Øvrige oplysninger	X	X
2. LEVERANDØROPLYSNINGER	2.1	Producent (Navn)	X	X
	2.2	Adresse (Land, By, Adresse)	X	X
	2.3	CVR	X	X
	2.4	Kontaktperson	X	X
	2.5	Telefon	X	X
	2.6	E-mail	X	X
	2.7	Hjemmeside	X	X
	2.8	Miljøledelsessystem (J/N)	X	X
	2.9	Certificeringer (ISO 9001, ISO 14001, CSR, andre)	X	X
	2.10	Virksomhedsretningslinjer (FNs mål form menneskeret-tigheder, ILO-konventioner, OECDs retningslinjer, ISO26000, andre)		X
	2.11	Socialt ansvar (kortlægning, risikoanalyse, handlings-plan, opfølgningsplan)		X
3. PRODUKTINDHOLD	3.1	Sikkerhedsdatablad (J/N)	X	X
	3.2	Sikkerhedsdatablad (dato, link)	X	X
	3.3	Uafhængige certificeringer (Svanemærket, Blomsten, C2C, Blauer Engel, BREEM, LEED, DGNB andre)	X	X
	3.4	Uafhængige certificeringer (dokumentation/link)	X	X
	3.5	Miljøvaredeklaration, EPD (J/N)	X	X
	3.6	Miljøvaredeklaration (UID, link)	X	X
	3.7	EPD, Funktionel enhed (f.eks. 1 m2)	X	
	3.8	EPD, Potential environmental impact matrix (A1-A3, A4, A5, B1, B2-B7, C1, C2, C3, C4, D)		
	3.9	EPD, Resource deletion matrix (A1-A3, A4, A5, B1, B2-B7, C1, C2, C3, C4, D)		

	3.10	EPD, Waste and output flows matrix (A1-A3, A4, A5, B1, B2-B7, C1, C2, C3, C4, D)		
	3.11	EPD, level (100ppm, 1000ppm, other)	X	
	3.12	EPD, GWP100 (kg CO2-ækv.)		X
	3.13	EPD, ODP (kg CFC 11-ækv.)		X
	3.14	EPD, AP (kg SO2-ækv.)		X
	3.15	EPD, POCP (kg eten-ækv.)		X
	3.16	EPD, EP (kg PO4-3-ækv.)		X
	3.17	EPD, Fornybar energi (MJ)		X
	3.18	EPD, ikke fornybar energi (MJ)		X
	3.19	Green Guide mærkning (J (angiv mærke)/N)		X
	3.20	Genanvendelsesgrad (vægt%)	X	
	3.21	Andel som ikke deklareres pga. genanvendelsesgrad (vægt%)	X	
	3.22	Nanomateriale (J (fremgår af indholdstabel)/N)	X	
	3.23	Træbaserede byggevarer (J/N)	X	X
	3.24	Træbaserede byggevarer, EUTR-godkendt (J/N)	X	X
	3.25	Træbaserede byggevarer, CITES-beskyttet (J/N)	X	X
	3.26	Træbaserede byggevarer, certificeret (FSC, PEFC, andet, (angiv referencenummer))	X	X
	3.27	Træbaserede byggevarer, certificeringsandel (%)	X	X
	3.28	Træbaserede byggevarer, træsort (tekst)	X	
	3.29	Træbaserede byggevarer, oprindelsesland (Land, Region)	X	X
3.30 INDHOLD (TABEL)	3.30.1	Komponent / materiale (navn)	X	X
	3.30.2	Komponent består af (beskrivelse)	X	X
	3.30.3	Indgående indholdsstoffer/ alt. direkte genbrug	X	
	3.30.4	Vægt%	X	X
	3.30.5	Oplyst % af komponent	X	
	3.30.6	SCIP-id	/	/
	3.30.7	Indholdsstoffers EF-nr./CAS-nr.	X	X
	3.30.8	Indholdsstoffers Klassificering (H-sætninger)	X	X
	3.30.9	Undersøgt om værende på REACH-liste (Dato)	X	
	3.30.10	Oprindelsesland	X	
	3.30.11	Kommentar	X	
	3.31	Samlet vægt (kg)	X	X
	3.32	Samlet andel deklareret (%)	X	X
	3.33	Samlet VOC (kg/m3)	X	
3.34 GENBRUGSVARER (TABEL)	3.34.1	Komponent / materiale / type (navn/beskrivelse)	X	
	3.34.2	Vægt%	X	
	3.34.3	Andel af materiale som indgår medtager korte cykliske byggevarer, mindre end 10 år		X
	3.34.4	Andel af materiale som indgår medtager lange cykliske byggevarer mere end 10 år		X
	3.34.5	% pre-forbruger	X	
	3.34.6	% post-forbruger	X	
	3.34.7	3. parts certificeret (BES 6001:2008, EMS certificate, USGBC Program, MST, andet)	X	X
	3.34.8	Oprindelsesland	X	
	3.34.9	Kommentar	X	
3.35 KEMISK BEHANDLING (TABLEL)	3.35.1	Byggevarer/komponenter kemisk behandlet ved deklaration (J/N)	X	
	3.35.2	Komponent / materiale (navn)	X	
	3.35.3	Komponent består af (beskrivelse)	X	
	3.35.4	Indholdsstoffers EF-nr./CAS-nr	X	

	3.35.5	SCIP-id	/	/
	3.35.6	Indholdsstoffers klassificering (H-sætninger)	X	
	3.35.7	Sikkerhedsdatablad er vedlagt (J/N)	X	
	3.35.8	Behandlingsårsag (beskrivelse)	X	
	3.35.9	Kommentar	X	
	3.35.10	Er varen modstandsdygtig overfor svamp/skimmel ved anvendelse i vådrum (J (specificeres) / N)		X
3.36 KEMISK ÆNDRING (TABEL)	3.36.1	Ændrer varen kemisk sammensætning efter byggeprocessen (J/N)	X	
	3.36.2	Komponent / materiale (navn)	X	
	3.36.3	Komponent består af (beskrivelse)	X	
	3.36.4	Vægt%	X	
	3.36.5	SCIP-id	/	/
	3.36.6	Indholdsstoffers EF-nr./CAS-nr	X	
	3.36.7	Indholdsstoffers klassificering (H-sætninger)	X	
	3.36.8	Kommentar	X	
3.37 ELEKTRONIK (TABEL)	3.37.1	Indhold af elektroniske komponenter (J/N)	X	X
	3.37.2	I overensstemmelse med RoHS-direktivet (J/N)	X	X
	3.37.3	(Hvis N, beskrives hvorfor)	X	X
4. PRODUKTIONSFASE	4.1	Oplyses råvarer og kemiske stoffer anvendt til produktion af byggevaren (J/N)	X	X
	4.2	Komponent / materiale (navn)	X	X
	4.3	Komponent består af (beskrivelse)	X	X
	4.4	Indgående indholdsstoffer/ alt. direkte genbrug	X	
	4.5	Vægt%	X	X
	4.6	Oplyst % af komponent	X	X
	4.7	Indholdsstoffers EF-nr./CAS-nr	X	X
	4.8	Indholdsstoffers klassificering (H-sætninger)	X	X
	4.9	SCIP-id	/	/
	4.10	Undersøgt om værende på REACH-liste (Dato)	X	
	4.11	Oprindelsesland	X	
	4.12	Kommentar	X	
5. DISTRIBUTION	5.1	Returnerbar emballage (J/N)	X	X
	5.2	Flergangsemballage (J/N)	X	X
	5.3	Returemballage (J/N)	X	X
	5.4	Øvrige oplysninger om distribution (tekst)	X	X
6. BYGGEFASE	6.1	Særlige karv til opbevaring (J (specificeres) /N)		X
	6.2	Særlige krav til brug og vedligehold (J (specificeres) /N)	X	X
	6.3	Særlige krav til energitilførsel ved brug (J (specificeres) /N)	X	X
	6.4	Særlige krav til byggevarer som sammenbygges med produktet (J (specificeres) /N)		X
7. BRUGSFASE	7.1	Referencelevetid (år/år-år)	X	X
	7.2	Referencelevetid, dokumentation (link)	X	
	7.3	Referencelevetid, kommentar (tekst)	X	
7.4 EMMISIONER (TABEL)	7.4.1	Er varens emissioner målt (J/N)	X	X
	7.4.2	Indgående indholdsstoffer (TVOC/Formaldehyder)	X	X
	7.4.3	3 dage (µg/m3)	X	
	7.4.4	4 uger (µg/m3)	X	
	7.4.5	26 uger (µg/m3)	X	
	7.4.6	Målemetode	X	
	7.4.7	Kommentar	X	

	7.5	Certificeringer v. test udført (J/N)	X	X
	7.6	EC1+, EC, M1, M2, agBB, E1, GUT, DIM, andre	X	X
	7.7	Energimærkning (J (specificeres)/N/ikke relevant)		X
	7.8	Akustiske forhold relevant (J/N)	X	X
	7.9	lydabsorptionsklasse (ISO 354), NRC, andre	X	X
	7.10	Brandklasse (Land, Standard, Klasse)	X	
	7.11	Røgklasse (Land, Standard, Klasse)	X	
	7.12	Udledning af farlige stoffer ved brand (J (specificer)/N)	X	
	7.13	Har varen en kritisk fugtighedstilstand (J (specificer (%)) /N)	X	X
	7.14	Danner varen et elektrisk felt under brug (J (specificer værdi, enhed, målemetode) / N)		X
	7.15	Danner varen et magnetisk felt under brug (J (specificer værdi, enhed, målemetode) / N)		X
	7.16	Giver varen anledning til støj under brug (J (specificer værdi, enhed, målemetode) / N)		X
	7.17	Øvrige oplysninger	X	X
8. RESSOURCEPOTENTIALE	8.1	Er varen forberedt til nedrivning/demontering (J (specificer) /N)	X	X
	8.2	Særlige tiltag til beskyttelse af helbred og miljø ved nedrivning/demontering (J (specificer) /N)	X	
	8.3	Fjernelse, der kun kan foretages destruktivt (J/N)	X	
	8.4	Adskillelse kan ikke udføres på byggepladsen (J/N)	X	
	8.5	Svær fjernelse af fastsiddende rester (J/N)	X	
	8.6	Maskinel indsats for demontering (J/N)	X	
	8.7	Kan fjernes med håndkraft eller med enkle redskaber (J/N)	X	
	8.8	Sværhedsgrad for demontering fra bygning for dekleret brug (%, specificer)	X	
	8.9	Kan varen skilles ad i dele (J (specificer),N)	X	X
	8.10	Kemisk / cementforbindelse, ikkeopløselig (J/N)	X	
	8.11	Selvklæbende eller vandopløselige byggevarer anvendt (J/N)	X	
	8.12	Støbes på plads (J/N)	X	
	8.13	Svejset på plads (J/N)	X	
	8.14	Nittet på plads (J/N)	X	
	8.15	Sømmet på plads (J/N)	X	
	8.16	Skruet på plads (J/N)	X	
	8.17	Boltet på plads (J/N)	X	
	8.18	Friktionssamling (J/N)	X	
	8.19	Kliksamling el. lign. (J/N)	X	
8.20 GENVINDING OG BORTSKAFFELSE (TABEL)	8.20.1	Materialegenvinding mulig for hele eller dele af varen (J (specificeres)/N)	X	X
	8.20.2	Energigenvinding mulig for hele eller dele af varen (J (specificeres)/N)		X
	8.20.3	Andel af farligt / giftigt / radioaktivt affald (vægt%)	X	
	8.20.4	Andel til deponering (vægt%)	X	
	8.20.5	Andel til energiudnyttelse/forbrænding (vægt%)	X	
	8.20.6	Andel til funktionel fyldning (fx vejfyld) (vægt%)	X	
	8.20.7	Andel til genanvendelse ind i ny bygning, rå materiale (vægt%)	X	
	8.20.8	Andel til genanvendelse ind i ny bygning, nedbrudte materiale (vægt%)	X	

	8.20.9	Andel til bionedbrydning (vægt%)	X	
	8.20.10	Andel til genbrug, ved proceshåndtering af materiale (vægt%)	X	
	8.20.11	Andel til genbrug, ved omfattende rengøring af materiale (vægt%)	X	
	8.20.12	Andel til genbrug, ved simpel rengøring af materiale (vægt%)	X	
	8.21	Restriktioner og anbefalinger for materiale- eller energigenvinding eller deponering (J (specificer/N)	X	X
	8.22	Take-back aftale mulig på tidspunkt af købet (J (specificer/N)	X	
	8.23	Mulighed for en leasingaftale i løbet af brugsfasen (J (specificer/N)	X	
	8.24	Affaldskode (EAK)	X	X
	8.25	Klassificeret som farligt affald (J/N)	X	X
9. TEKNISKE EGENSKABER	9.0	Tekniske egenskaber med relevans for produktet funktion (J (specificeres)/N)		
	9.1	Lydtekniske egenskaber (J (specificeres)/N)		
	9.1.0	Lydabsorptionsklasse (J (specificeres)/N)		
	9.1.1	R'w-værdi (J (specificeres)/N)		
	9.2	Brandtekniske egenskaber (J (specificeres)/N)		
	9.2.1	Europæisk brandklassifikation (J (specificeres)/N)		
	9.2.2	Klasse for røgintensitet (J (specificeres)/N)		
	9.2.3	Klasse for brændende dråber (J (specificeres)/N)		
	9.3	Termiske egenskaber (J (specificeres)/N)		
	9.3.1	Varmekapacitet (J (specificeres)/N)		
	9.3.2	Varmeledningsevne (J (specificeres)/N)		
	9.3.3	Smelte- og fordampningsvarme (J (specificeres)/N)		
	9.4	Optiske egenskaber (J (specificeres)/N)		
	9.4.1	Transmittans (J (specificeres)/N)		
	9.4.2	R-værdi (J (specificeres)/N)		
	9.4.3	g-værdi (J (specificeres)/N)		
	9.4.4	SHGC-koefficient (J (specificeres)/N)		
	9.4.5	Refleksion (J (specificeres)/N)		
	9.4.6	Absorption (J (specificeres)/N)		
	9.5	Fugttekniske egenskaber (J (specificeres)/N)		
	9.5.1	Permabilitet (J (specificeres)/N)		
	9.5.2	Kapillarradius (J (specificeres)/N)		
	9.5.3	Stighøjde (J (specificeres)/N)		
	9.5.4	Stighastighed (J (specificeres)/N)		
	9.5.5	Gennemtrængning af vanddamp (J (specificeres)/N)		
	9.5.6	Vandabsorbering ved diffusion (J (specificeres)/N)		
	9.5.7	Fryse-/optøningsmodstand (J (specificeres)/N)		
	9.5.8	Skimmelbestandighed (J (specificeres)/N)		

Det er muligt for de fleste af parametrene at specificere enhed i tabellen (Tabel 4). Det anbefales, at der, hvad enten der vælges at tage udgangspunkt i eBVD, SUSb eller begge:

- entydigt dokumenteres den eksakte definition af hver parameter.
    - at denne refererer til internationale standarder, guidelines eller lign. i dokumentationen for materialepasset.
    - at dokumentationen for materialepasset foreligger i versioneret form som svarer til versionen af materialepasset.
- at der dokumenteres enhed for hver parameter, evt. supplereret med specifikation af tilladte målemetoder.
    - at denne dokumentation foreligger sammen med ovenstående definitioner i ovenstående versionsstyrede dokumentation.
    - at enheden er fast indlejret i passet sammen med parametrene.

For begge pasmodeller SUSb og eBVD er det muligt at udfylde dele af passet. Det anbefales, at denne mulighed tages med i det kommende danske materialepas, og at der entydigt angives, hvordan udfyldningsgraden i % beregnes. Et pas kan fx tælle som 100% udfyldt, når en fuld indholdsopgørelse (se tabel 4, pkt. 3.30) er påført, også selvom der i passet ikke er angivet frivillig EPD-data (hvis der ikke er lavet en EPD på produktet).

Der er ikke angivet minimumsindhold, altså deklarerede parametre/felter som *skal* være udfyldt, før at materialepasset kan anses som gyldigt materialepas. Det anbefales, at minimumskrav til materialepas kan implementeres med 3. parts verificering, såfremt denne løsning ønskes medtaget (se også 4.2). Dermed er det op til et dertil indrettet certificeringsorgan, evt. via en tilknyttet Bygnings- og materialepas-styregruppe, at definere, hvornår et materialepas kan opfattes som et gyldigt pas.

2.7.2 Inklusion af allerede eksisterende deklareringer – one-point-of-entry

Det er et stort ønske i branchen og en kraftig motivation for implementering af materialepas, at det bliver et one-point-of-entry for digitaliseret ensrettet data af eksisterende datakilder.

Der er identificeret tre årsager til, hvorfor materialepasset ikke blot bør være en kontant deklaration af indhold af byggevaren, men at der bør inkluderes en række supplerende (og typisk eksisterende) data:

- Eksisterende data, som producenterne allerede er forpligtet til at deklarere, er vanskelige at fremskaffe, og alene en lettere tilgang til eksisterende data giver anløb til en hurtigere cirkulær omstilling i byggeriet.

- Eksisterende data, som producenterne allerede har, og som de er villige til at frigive, men ikke nødvendigvis formidler ens, vil ensrettes via passet og kan dermed afhjælpe den manglende koordinering af definitioner og øge pålidelighed af SLC-byggevarer.

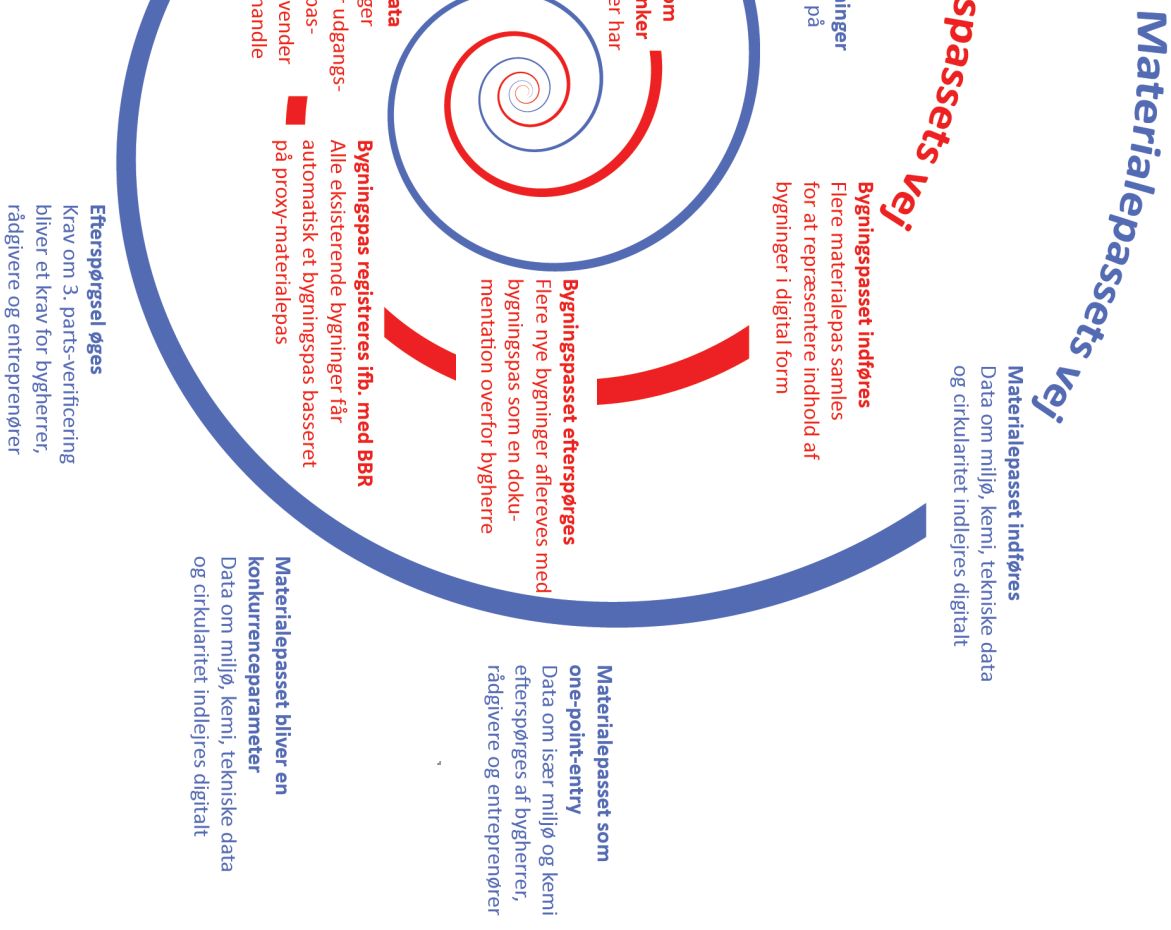
- Branchens efterspørgsel på materialepas er langt højere på kort sigt, hvis materialepasset indeholder andre eksisterende data om byggevarer (se 2.4). På lang sigt vil øget efterspørgsel af bedre, mere retvisende data potentielt resultere i en spiral imod cirkularitet i byggeriet (se figur 15).

Materialepas bør således omfatte data fra allerede eksisterende deklareringer samt en række supplerende data på en sådan måde, at de kan maskinaflæses. Analyserne i nærværende projekt peger som sagt på, at det er en stor katalysator for bygningsejere, projekterende og byggevareforhandlere, hvis materialepas inkluderer allerede eksisterende deklareringer.

Data fra følgende, allerede eksisterende deklareringer bør inkluderes i et materialepas i det omfang, at disse data foreligger for det pågældende materiale:

- Sikkerhedsdatablade
- Environmental Product Declaration (EPD)
- Certificeringer (fx Svanemærket og C2C)
- Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH)
- SCIP
- Substances of Very High Concern (SHVC)
- CE-mærkning
- Producenters tekniske datablade
- Health Product Declaration (HPD)

Data efterspurgt af bygningsindustrien og dataparametre i eksisterende pasmodeller er beskrevet i afsnit 2.4



Figur 14 Bygnings- og materialepas-spiral. Vejen mod cirkulært byggeri.

2.8 Ideelt dansk bygningspas

I forbindelse med den samlede anbefaling af enten eBVD eller SUSb som materialepas står det klart, at der ikke eksisterer en 'hyldevare'-bygningspas-model, som automatisk optager og deler informationer fra SUSb eller eBVD på en sådan måde, at det betegnes som et bygningspas med de forhold, som foregående analyser har lagt op til. Af den årsag skal et bygningspas principielt opbygges fra grunden, såfremt eBVD, SUSb eller en kombination af de to tages i brug. Herudover kan der fås inspiration fra de deklarerende materialepas-typers opbygninger, fra allerede eksisterende teknologier, registre og etablerede systemer for at skabe en implementerbar bygningspasmodel. Samlet anbefales en opbygning og indhold som beskrevet i afsnit 2.8.1

Inspiration fra eksisterende BIM-initiativer i bl.a. det offentlige byggeri
Det har siden 2007 været et lovkrav at udarbejde digitale informationsmodeller (BIM, og specifikt IFC) til større offentlige byggerier (Transport- og Boligministeriet, 2021). Hvis disse modeller havde indlejret data om byggevarer (som efterspurgt i materialepas – se 2.7) kunne disse modeller have bidraget til at øge cirkularitet i byggeriet. Men på nuværende tidspunkt er det ikke muligt at fremsøge offentlige bygningsinformationsmodeller og anvende dem, da offentligheden ikke har et centralt register eller database for offentlige bygningsmodeller, til trods for de omkostninger der kan have været for at opbygge og dokumentere BIM for disse bygninger. Men selv hvis det var muligt at få adgang til modellerne, forventes det, at kun fraktioner af data indlejret i sådanne modeller vil have sammenfald med de efterspurgte data, som beskrives i materialepassene (se nogle af konklusionerne for sammenfald i BIM og bygnings- og materialepas i 3.8). Derfor er anbefalingen, at bygningspas placeres centraliseret i forbindelse med fx BBR (se 3.11) på en rationel og enkel måde for fremtidig genbrug og genanvendelse. Ikke kun for offentlige byggerier, men for alle bygninger på frivillig basis. Bygningspasset anbefales desuden at skulle kunne udveksles og "leve frit" på det åbne marked, hvorfor Open Source-licensbetingelser (se 3.2) er særligt gunstigt for en række forretningspotentialer (se 4.1), det bør dog ikke udelukke en fremtidig CEN standardisering af dataformater til bygnings- og materialepas.

Bygningspasset kan udvikle sig over tid
Der opfordres til at udvikle bygningspasset i en retning, hvor materialepas frit kan indgå som detaljerede datareferencer til alle typer byggevarer, og hvor bygningspasset ikke blot angiver mængden, tidspunkt for indlejring/udskiftning af materialepas, og over tid udvikles til at udfylde informationshullet om byggevarer, der er indbygget/monteret i bygninger.

Det vil indebære, at bygnings- og materialepas reelt integreres, således at der opnås det samme informationsniveau som i BAMB (den integrerede løsning). For at der kan opnås en topologisk højere kompleksitet som i BAMB i bygningspasset, er det nødvendigt at bringe BIM-tankegangen op igen, men dette har også sine komplikationer (se 3.8). Af samme årsag foreslås at underbygge to typer af bygningspas: 1. Tabel-type og 2. BIM-baseret bygningspas (se. 2.8.2).

2.8.1 Indholdselementer i et ideelt bygningspas

På samme måde som for materialepasset er der i tabel 5 opstillet et ideelt indhold i bygningspas. Her er beskrevet indhold ift. udvekslingsformatet BPIF, som beskrives teknisk i kapitel 3.

For at gøre implementeringen i praksis så overkommelig som mulig anbefales, at der til at begynde med skabes et 'lille bygningspas' baseret på udvekslingsformatet BPIF (se også afsnit 3.2), som tager udgangspunkt i 22 parametre (tabel 5). Af disse parametre er nogle dedikerede til at identificere bygningen, mens andre er dedikerede til at identificere og journalføre materialepas. Og som det læses i tabel 5, er der inkluderet parametre, som kan angive "udfyldningsgraden" (1.14), altså hvor meget kan bygningspasset siges at dække indholdet af bygningen og muligheden for at 3. partsverificere bygningspasset.

Tabel 5: Liste over indhold af bygningspas

KATEGORI / FASE	ID	PARAMETER/FELT	BPIF
1. GRUNDDATA	1.1	Adresse (Fuld DK adresse)	X
	1.2	Lokalitet (Land)	X
	1.3	GIS/LIS (koordinat)	X
	1.4	BBR ID	X
	1.5	Bygningstype (BBR/Tabula)	X
	1.6	Bygningsalder (Dato for opførsel)	X
	1.7	Oprettet/ændret (Dato)	X
	1.8	Journal for revisioner (Datoer, revisionsnumre)	X
	1.9	Revisionsnummer (DK.XX.XX.XX.XX)	X
	1.10	3. parts verificeret (J/N)	X
	1.11	3. parts verificeret (Dato)	X
	1.12	3. parts verificeret (Organisation)	X
	1.13	3. parts verificeret (UID)	X
	1.14	Andel af bygning deklareret (%)	X
	1.15	Øvrige oplysninger	X
2. MATERIALEPAS (TABEL)	2.1	Byggevarer og mængder	
	2.2	Materialepas-Navn (MPIF 1.1, Produktnavn)	X
	2.3	Materialepas-ID (MPIF 1.15, Revisionsnummer (DK.XX.XX.XX.XX)	X
	2.4	Mængde-vægt (kg, total)	X
	2.5	Mængde-volumen (m3, total)	X
	2.6	Mængde-antal (-, total)	X
	2.7	Tidstempel (Dato, Status (tilføjet, opdateret, slettet))	X
	2.8	Sti til Materialepas (lokal sti til MPIF)	X

2.8.2 To typer bygningspas

I nærværende projekt vurderes det at være en meget stor barriere, hvis de danske bygningspas skal være en integrerende type. Her forudsættes en korrekt udført topologisk model, fx IFC (som i BAMB). Det vurderes i kraft af interviewene foretaget med branchen og de undersøgelser, der er foretaget med repræsentanter fra danske rådgivere (se bilag 1 'Analyse af integration af materialepas i BIM'), at et BIM-baseret bygningspas alene vil være vanskelig at gennemføre. Det vil potentielt udskyde implementeringen af bygnings- og materialepas i adskillige år pga. de ujævne BIM-færdigheder, den danske byggebranche har, såfremt bygningspasset skal håndteres som et interfererende bygnings- og materialepas eller alene bero sig på en BIM-lignende modelstruktur. Sandsynligheden for, at et BIM-baseret bygningspas vil kunne applikeres af hele branchen er lille. Det er vigtigt, at bygnings- og materialepas kan anvendes af alle aktører på alle niveauer i byggebranchen.

I stedet foreslås et bygningspas, som har motiverende elementer her og nu for den danske byggebranche, og som er baseret på tabel-type-materialepas (se figur 15). Samtidigt skal det være muligt, at den valgte tabel-type materialepas kan indgå i en integreret løsning over tid med bygningspasset. Det ideelle bygningspas til Danmark skal dermed både kunne fungere på kort sigt og på lang sigt som beskrevet i tabel 6.

Tabel 6. Bygningspas implementeret over tid.

Bygningspas, kort sigt (0-5 år)	**Bygningspas, lang sigt (0-15 år)**
Tabel-type 'fladt' bygningspas med få parametre, som hovedsageligt deklarerer summen af mængder for: Samling af digitale, maskinaflæselige materialepas af deklarerende modeltype	BIM-baseret bygningspas med mange parametre, kan deklarere individuelle, 'instances' af mængder, tilstande, m.m. for: Samling af digitale, maskinaflæselige materialepas af deklarerende modeltype

Der er ikke nogen hinder for, at BIM-baserede bygningspas allerede ved indførsel af materialepasordningen kan supporteres/tillades som gyldige bygningspas. Så længe at der sondres mellem et officielt udvekslingsformat, BPIF, baseret på et pas af tabel-typen og branchens egne implementeringer af bygningspas i BIM-form, så vil der kunne sikres en anvendelse af bygningspasset for hele byggebranchen.

	'Fladt' bygningspas til udveksling	'BIM'-bygningspas til opbevaring
Oprettelse og angivelse af bygningspas for nye bygninger er primært en proces om at få digitalt opmålte mængder og tilknytte disse til korrekte materialepas. Dette gøres enten i en manuel opmåling eller via BIM	Nye digitale maskinaflæslige materialepas indsamles ved design og projektering af bygning Mængder på materialer med materialepas angives i tiknytning til hvert materialepas	Nye digitale maskinaflæslige materialepas indsamles ved design og projektering af bygning Mængder på materialer med materialepas angives i tiknytning til hvert materialepas - for hvert objekt
Ajourføring af bygningspas kan udføres af Bygherre selv eller via specialister (BIM)	Bygningspas opbevares digitalt, hvor Bygherre har mulighed for at hente og ændre i bygningspasset	Bygningspas opbevares digitalt, hvor Bygherre har mulighed for at hente og ændre i bygningspasset
Ajourføring af bygningspas kan være omfattende ved store byggerier med kontinuerlige ændringer. Her vil et objektbasseret (BIM-) bygningspas egne sig bedst, da specialister kan påtage sig opgaven og sikre data	Bygningspas opdateres ved ændringer i bygningen (renovering) - materialepas arkiveres/slettes/erstattes Bygningspas deaktiveres hvis bygningen nedrives	Bygningspas opdateres ved ændringer i bygningen (renovering) - materialepas arkiveres/slettes/erstattes - for hvert objekt Bygningspas deaktiveres, hvis bygningen nedrives
	Simpelt bygningspas Lavt tidsforbrug Kan autogeneres Kan integreres lettere i eksisterende registre (BBR)	Objektbasseret bygningspas Høj præcision af mængder Mindre risici for fejl Større potentiale for SLC Anledning til åbent marked

Figur 15. Nøjagtig den samme type materialepas kan 'holdes' på to måder, i to typer bygningspas. Det første bygningspas er et forholdsvist enkelt pas, som primært er en beholder til materialepas. Dette pas har til formål at kunne opbevares og udveksles af ikke-specialister. Den anden type af bygningspas er egnet for drift af store byggerier, som typisk varetages af specialister. Bygningspasset kan med fordel være implementeret i IFC.

2.8.3 Forbindelsen mellem et ideelt bygningspas og et ideelt materialepas

Den direkte association mellem materialepasset og bygningspasset, som har ført til megen forvirring, sammenblanding og anlæg til forskellige fortolkninger, skal stå entydigt klar ved indførelsen af et dansk bygnings- og materialepas. Denne rapports anbefaling er, at de to pas er adskilt, men sammen danner et større potentiale for cirkulært byggeri. Adskillelsen tager udgangspunkt i, *hvem* der motiveres for at deklarere og opretholde deklarationen, navnligt at:

- materialepasset deklareres af produktejeren – producenten/leverandøren
- bygningspasset deklareres af bygningsejeren – bygherre/projekterende

Med denne opdeling af motivation, ansvar og ejerskab, er det nødvendigt at afspejle samme fordeling i materialepas- og bygningspas-implementeringen.

Al data, som i princippet forholder sig til den egentlige bygning, hvor byggevaren er, dens tilstand osv., kan bedst håndteres i bygningspasset, netop fordi bygningsejeren har ejerskabet over produktet, i det øjeblik byggevaren er bygget ind i en bygning. Eller med en simplere definition, når materialepasset er lagt ind i bygningspasset, ændrer byggevaren tilstand fra en ny byggevare til en brugt byggevare.

Det fremgår stadig, at enkelte parametre omkring demontering i materialepasset har snert af at være bedre placeret i, hvad der betegnes som bygningspasdata. Et eksempel fra tabel 4, pkt. '*8.6 Maskinel indsats for demontering (J/N)'* kan være vanskelig at vurdere ud fra producentens synspunkt, og man kan argumentere for, at nogle af disse parametre er for specifikke i forhold til, hvordan produktet er taget i brug i en bygning.

Materialepasset er designet til at være knyttet til en bestemt byggevare. Afhængig af bygningspassets implementering kan materialepasset principielt kobles til hvert enkelt repræsentation af byggevaren i bygningspasset. Dette er imidlertid kun muligt, hvis materialepasset er tilknyttet objekter i et BIM-baseret bygningspas. I sådan tilfælde kan man få information om et materiale (og tilknyttet materialepas), fx et materiale som ligger som tredje lag i en beklædning (svarer til BAMB projektets 'instances'). Men hvis materialepasset ikke er knyttet til BIM-objekter, er der begrænsede muligheder for at opbevare yderligere informationer i forhold til konkret adskillelse. Når dette så er sagt, er der mulighed for at kompensere for dette rent datateknisk ved at tillade og indføre mere detaljerede informationer om *måden,* byggevarer er sammenbygget, for ikke at glemme hvilken tilstand de er i, som parametre i bygningspasset. Dette kan som sagt gøres uden begrænsninger i de BIM-basserede bygningspas. Bygningspasset i den form eksisterer ikke i dag, hvorfor meget simplere tabel-baserede, 'flade' bygningspas med et særligt standardiseret udvekslingsformat anbefales på kort sigt (0-10 år). Se afsnit 3.2 for detaljer af format.

2.9 Levetid af bygnings- og materialepas

I både webinarer og interviews har repræsentanterne for byggesektoren peget på, at investeringen i bygnings- og materialepas først tilbagebetales efter mange år, og at robusthed derfor har afgørende betydning. Også af denne grund bør der anvendes et åbent dataformat, som kan læses af fremtidig software, og som kan indgå i forskellige typer af databaser.

Materialepas er statiske, hvilket indebærer, at indholdet af et materialepas aldrig ændres. Hvis producenten af et materiale ændrer produktionen for byggevaren, eller på anden vis ændrer produktets sammensætning kan producenten udstede en ny version af materialepasset. For at håndtere dette, bør der være en versionsangivelse i materialepas Eksempel på versionshåndtering (eBVD_2, 2021). Levetider for byggevarer fremgår af de deklarerede levetider, som angives i materialepasset. De reelle levetider for det egentlige materiale fremgår af bygningspasset, beskrevet i analogien nedenfor.

Bygningspas kan, modsat materialepas, tage imod information om ændringer af bygningen, og deraf skal bygningspasset ses som en dynamisk opbevarings- og udvekslingsformat. Bygningspasset kan udover at huse materialepas tilknytte andre informationer om fx mængder af byggevarerne, lokalitet af byggevarer m.m. Alle informationer kan ændres over tid i et bygningspas, og af denne årsag kan bygningspas benyttes til at registrere reelle levetider af byggevarer. Noget som hidtil ikke er registreret systematisk på samme vis. Reelle levetider af materialepas er således ækvivalent til frekvensen for udskiftningen af byggevarer, altså den tid, et materialepas er opbevaret i et bygningspas, er tilsvarende den reelle levetid af det produkt, materialepasset er knyttet til.

Tabel 7. Levetider i bygnings- og materialepas.

Deklareret levetid af materiale	Reel levetid af materiale
Producenterne angiver en deklareret levetid for byggevaren. Levetiden er typisk baseret på standarder og mekaniske afprøvninger på laboratorier.	Bygningsejeren angiver (indirekte) den reelle levetid for byggevaren. Levetiden er defineret som den tid, et materialepas er opbevaret i bygningspas.

Forholdet mellem bygnings- og materialepas, kan sammenlignes med deklaration på et mejeriprodukts *deklarerede levetid* – beskrevet ved holdbarhedsdato, som deklarerer, hvor længe mejeriproduktet er holdbart, efter emballagen er brudt. Bygningspasset kan i denne analogi være køleskabet hos en forbruger, mens mejeriproduktet er ejer af et materialepas. Når forbrugeren tager hul på produktet og stiller det i køleskabet, løber den *reelle levetid*. Levetiden ender reelt, når produktet ikke længere stilles tilbage i køleskabet og smides ud.

Levetiden for bygningspas skal per definition reflektere levetiden af den bygning, som bygningspasset er tilknyttet, hvorfor bygningen og bygningspasset skal sameksistere fra opførsel til nedrivning af byggeri. Når det er sagt, er der flere gode grunde til at arkivere bygningspas efter deres levetid af historiske, kulturelle forskningsmæssige årsager, hvilket igen bidrager til anbefaling om et nationalt understøttet register af bygningspas (se 3.11). Levetiden for bygningspas er primært et spørgsmål om at opbevare og aktivt journalføre bygningspasset under hele bygningens levetid. Såfremt bygningspasset ikke journalføres, fx i tilfælde af at materialepas (for byggevarer der fjernes fra bygningen) ikke erstattes med nye materialepas (for byggevarer der tilføres til bygningen) ved renovering, vil bygningspasset gradvist repræsentere bygningen mindre

og mindre og dermed til sidst efter mange år delvist stoppe med at fungere som tilsigtet. Det samme gør sig gældende med fx BBR i dag, hvor bygningsejer også har indberetningspligt. Levetiden for bygningspasset er således afhængig af bygningsejer og dennes vilje til at sørge for, at bygningspasset kontinuerligt afspejler bygningen. Se i øvrigt 3.3 for anbefalinger af digitale formater for langtidsopbevaring af bygnings- og materialepas.

3. Digitale bygnings- og materialepas

En af de tydeligste anbefalinger fra Teknologisk Instituts rapport fra 2019 er, at bygnings- og materialepas grundlæggende er digitale formater. Denne anbefaling er yderligere bekræftet i bl.a. webinar om digitalisering. De følgende afsnit søger at afklare de måder at opbevare, dele og håndtere hhv. bygnings- og materialepas, der findes, med henblik på at anbefale løsninger for implementering i praksis.

3.1 De digitale løsninger for bygnings- og materialepas

Med digitale løsninger menes, at materialepasset bliver digitaliseret, så computeren kan forstå indholdet af materialepasset, hvilket er i modsætning til fx en udfyldt PDF-fil, hvor det er vanskeligt i praksis at opsøge specifik data og at sammenligne byggeprodukter 1:1 eller at fremsøge byggevarer med særlige karakterer under et eller flere kriterier.

Et digitalt pas er lettere at inkorporere i andre digitale sammenhænge, herunder BIM-modeller og digitale værktøjer, som danner bro mellem produkter (nye og brugte) og købere osv. Dermed kan aftagere af bygnings- og materialepas sammenkobles, og der kan overføres data fra materialepasset fra selektive parametre, fx tekniske egenskaber, massefylde og dimensioner til bl.a. BIM. Som flere i branchen (se 2.4) peger på, kan dette fx gøre arbejdet med LCA-analyser langt enklere ved koblingen til BIM-værktøjer, da særligt miljødata kan være vanskeligt at fremsøge på ensartet og pålidelig måde. Og netop de to faktorer: at kunne gøre fx livscyklusanalyser nemmere og at kunne fremsøge byggevarer ud fra bestemte kriterier via digitale materialepas er en motivation, som kan skabe en stor efterspørgsel på bygnings- og materialepas på kort sigt (se kapitel 4 om implementering og forretningsmodeller).

Fælles for alle versioner af pas er, at:

- de er digitale fra udgangspunktet, og at alle parametre er maskinlæsbare.
- de kan konverteres og opbevares uden licensbegrænsninger, mens der stilles krav til udvekslingsformatet.

Forskellen ligger derimod i datagrundlaget for kommende bygninger og byggevarer og for eksisterende og SLC. jf. tabel 8.

Tabel 8. Forskellige forudsætninger for data.

	Materialepas	**Bygningspas**
Eksisterende bygninger	Få, estimerede data	usikre, estimerede mængder
Nyopførte bygninger	Mange, detaljerede data	Præcise mængder, lokaliteter, mm.

Udgangspunktet er, at data for en eksisterende bygning og for en ny bygning ikke kan sikres samme dybde og kvalitet med nutidens teknologier. Der kan eksempelvis ikke forventes en korrekt angivet mængdeudtræk i bygningspas for eksisterende bygninger, da grundlaget for mængder typisk er baseret på fysisk registrering/opmåling. Det er lettere at angive detaljerede data i et materialepas for et nyt produkt af en producent, som har interesse i at oplyse detaljerede oplysninger om byggevaren, end et eksisterende og indbygget produkt, der er produceret af en virksomhed, som muligvis ikke længere eksisterer.

En konsekvens af ønsket om, at bygnings- og materialepas skal være maskinlæsbare og tilgængelige for byggeriets interessenter, betyder, at data skal lagres i dataformater, hvis syntaks og parameterbeskrivelser enten frit kan hentes fra en troværdig organisation eller erhverves gennem en officiel national standardiseringsorganisation. Bygnings- og materialepas skal kunne læses og tolkes af såvel mennesker som computere.

Maskinlæsbare data gør det muligt, at applikationer aktivt kan behandle data, automatisere delprocesser, fjerne behovet for genindtastning, og som reducerer risikoen for fejlindtastninger. Det er en forudsætning for, at computere kan tolke informationerne i pas korrekt, hvis man ikke baserer sig på en automatisk identifikation af indholdet via kunstig intelligens. Det vurderes, at kunstig intelligens ikke vil kunne give den fornødne sikkerhed for, at informationerne fortolkes korrekt med nutidige teknologier. Det anbefales derfor, at hver enkel egenskab (felt) i et materialepas tildeles en entydig parameter, som beskrives i en digital ordbog, så det fremgår tydeligt, hvad parameteren indeholder, hvilken enhed som parameteren måles i og efter hvilken testmetode, målingen er foretaget i henhold til. Det bør endvidere være muligt maskinelt at kunne tolke administrative data omkring bygnings- og materialepas for at fjerne usikkerhed om, hvornår et aktuelt pas er genereret, og automatisk at kunne foretage sammenligninger med andre udgaver af passene for at sikre, at brugeren af passets informationer får adgang til det seneste opdaterede pas.

Rent datateknisk bør et dansk bygnings- og materialepas have et internationalt perspektiv, og som minimum et europæisk fokus, da både bygge- og softwareprodukter samt ydelser omkring passene flyder på tværs af internationale grænser. I denne forbindelse, når et internationalt og et europæisk pas ikke eksisterer, og det er uvist, hvor længe tidshorisonten for internationale pasimplementeringer er, så anbefales, at implementering sker på anerkendte internationale webstandarder.

3.2 Udvekslingsformat for bygnings- og materialepas

Uagtet om der sigtes mod et materialepas eller bygningspas og uagtet, om der laves et pas til nye bygninger eller eksisterende, så er det nødvendigt at definere et format, hvori data kan opbevares over tid (set i dataperspektiv, *meget* lang). Hvis data samtidigt skal kunne ”flytte hænder” over både et materiales og bygnings levetid, skal dette format som udgangspunkt være supporteret bredt i branchen og håndteres med minimale hindringer. Formatet skal her ses som den digitale opbevaring, hvor forskelligt software kan læse og skrive til. Selve det data, som opbevares, er defineret typologisk af *datatyper* (tal, tekst, billeder, lyd, osv.) og kan enten selv være opbevaret i filer (fx kan video opbevares i formatet .avi), eller data kan opbevares i (mere) rå form (’encoded’, fx ISO 8859-1, som definerer tilladte ASCII standard-tegn) (ISO, 1998). Fælles for begge er, at protokoller og standarder sikrer interoperabilitet og læsbarhed af data. Man kan generelt sige, at et opbevaringsformat, som tilbyder at opbevare få datatyper på færrest

mulige måder, er mindre kompleks end et opbevaringsformat, som kan indeholde mange datatyper, defineret over flere forskellige protokoller. Da materialepasset og bygningspasset forventes at blive brugt af mange parter i bygningssektoren og muligvis med både bidragydere og aftagere fra andre sektorer, så bør der ikke være restriktioner på, hvem der kan lave et pas, og hvordan et pas skal læses. Det bemærkes dog, at der kan være forretningsmæssige strategier i at indskrænke, hvem der kan læse dele af passet eller skrive til dele af passet – men dette har intet med selve formatets licens at gøre.

Dataformat ≠ data

- Et dataformat er en ”beholder” til data og indeholder i sig selv som udgangspunkt ingen information om indholdet (data).
- Dataformat er defineret som ”sproget” anvendt af computere til at kommunikere med andre computere.
- Dataformatet har til formål at sikre, at data ikke bliver ”misforstået”, og at data sikkert kan bruges af en eller flere aftagere.

Åbent dataformat ≠ åbent data

- Et åbent dataformat kan bruges af alle computere (software) til kommunikere frit uden licensbegrænsninger.
- Et åbent dataformat er *ikke* offentliggørelse af data.
- Et åbent dataformat er *ikke* en database.
- Et åbent dataformat ændrer *ikke* på licensbetingelser af data.
- Et åbent dataformat er *ikke* en kontrakt.

Figur 16. Fakta om åbne formater og åbne data.

Analyserne peger på, at en fri udveksling og fri mulighed for opbevaring sikrer højest mulig robusthed, og af denne årsag anbefales et åbent dataformat.

Et åbent format vil bl.a. kunne gøre det enklere at servicere arkitekter i de tidlige designstadier, og fx muliggøre brug af Application Programming Interfaces (API) og kobling til BIM, GIS m.m.

Dataformatet (og specifikation af indhold, navngivning, mm.) skal synkroniseres med andre lignende projekter i EU. På nuværende tidspunkt er der ingen andre bygnings- og materialepas at synkronisere med, hvorfor denne rapport baserer anbefalingerne af formater på eksisterende åbne webformater:

- Formater for bygnings- og materialepas standardiseres/ensrettes for at kunne udveksle data. Udvekslingsformatet kan være åbent, gratis og frit distribueret som open source, uden at de indeholdte data nødvendigvis er det. Et åbent dataformat ændrer heller ikke på eventuelle licensbetingelser for de indeholdte data (men faktisk anbefaler dette projekt, at materialepas også skal være open source data) se figur 16 for forskellen mellem åbent data og åbent dataformat.

For at et dataformat kan opnå bred accept, skal det være:

- valgt af informationsmodtagerne

  Hvis behovene hos dem, der skal modtage oplysningerne ved hjælp af formatet, ikke er opfyldt, er der ingen grund til at bruge det.

- åben og gratis at implementere

  Så snart der tilføjes begrænsninger som forskellige vilkår, licensaftaler og gebyrer, sænkes også implementeringsgraden. Næsten alle populære dataformater, der bruges på internettet, er åbne. Bemærk, at dette ikke betyder, at alle data, der sendes i formatet, er frit tilgængelige.

For at kunne kommunikere på tværs af flere computere uden tab af data kan definerede og officielle udvekslingsformater (Material Passport Interchange Format, MPIF, og Building Passport Interchange Format, BPIF) anvendes.

Disse formater anbefales at være baseret på (åbne (web-) formater, såsom XML, CSV eller muligvis JSON, og kunne indeholde alle de oplysninger, der kunne indgå i et bygnings- og materialepas – såfremt at datatyperne i passet supporteres. Og som nævnt tidligere, kan både JSON, XML og CSV i princippet anvendes til arbitrere datatyper, hvis der benyttes links.

Det er <u>ikke</u> anbefalet, grundet nutidens teknologi, at adaptere en standard for udveksling af databaser som den primære udvekslingsform for bygnings- og materialepas, hvilket uddybes i afsnit 3.3.

Der er en række metoder til udveksling af et materialepas (og bygningspas). Et datasæt, der er gemt i MPIF el. BPIF, kan håndteres og overføres på flere måder:

- Filformat
  Med et standardiseret filtypenavn kunne materialepas meget vel opbevares som enhver anden fil i et filsystem. Filen indeholder derefter simpelthen dataene i MPIF. Et forslag ville være at definere to filnavneudvidelser, en til tilfældet, når MPIF er i klar tekst, og en til det tilfælde, hvor MPIF er zippet i filen, da sidstnævnte, for et format baseret på XML eller JSON, ville spare betydelig plads. Et eksempel på dette er SVG og SGGZ filtypenavne. Hvis der også er registreret en medietype med IANA (IANA, 2018) i overensstemmelse med RFC 6838, ville følgende være muligt:
  - Opbevaring i et lokalt filsystem
  - Opbevaring i Cloud som Dropbox (Dropbox, 2021), SharePoint (Microsoft, 2021), Google Drive (Google, 2021) osv.
  - Direkte hyperlinks med afsendelse fra websted til download (Data.Europa, 2021)
  - Vedhæftning til e-mail
  - Zippe flere sammen og send Zip-filen til nogen

- API (online kommunikation med databasebaseret system)
  API er en måde at kommunikere med et materialepas eller bygningspas, men er i sig

selv ikke udvekslingsformat MPIF eller BPIF. API'er kan med fordel forenkle processen i at læse *inde i* et pas og tilgå data på dynamisk vis, som ligger på tværs af flere pas. Det er også muligt at udvikle et API til fx at hente et MPIF – formateret til en bestemt form. Et eksempel ville være opkald til RESTful API: Det ville, hvis succesfuldt, returnere data i MPIF til fx webprotokollen HTTP GET https://api.bigdatabase.org/materialpas-sports/98562158

I tilfældet for både bygnings- og materialepasset forventes passene at leve i sin digitale form over flere årtier, måske endda længere. Det er ikke en enkel sag at skulle pege på, hvilken digital opbevaringsform, som er mest holdbar, da holdbarhed i den digitale verden primært knytter sig til de platforme, som anvender formatet. Begrebet robusthed involverer formatets/platformens evne til at modvirke datakorruption ("data decay", "bit rot"). De ældste digitale formater, som stadig anvendes i dag, er fx PCM (PCM, 2021), som er over 50 år gammelt, og som i 1981 blev introduceret i CD-afspilleren. Den dag i dag er det stadig muligt at benytte samme format og afspille lyd på nye afspillere, også selvom CD'en er blevet overhalet af først mp3-formater og siden streamingtjenester (ogg-formatet) (OGG, 2021) benyttes eksempelvis af Spotify). I vores tilfælde af bygnings- og materialepas kan formatet formentlig forventes at gennemgå lignende forandring over tid. Altså selve opbevaringen af data kan se anderledes ud om 50 år, men vi kan forvente, at data fra tidligere pas bliver overført fra version og format til det næste, akkurat som vi kan overføre CD-lyddata til fx mp3 eller ogg. Open data-format vil blive udsat for en lignende 'oversættelse', og robustheden ligger i denne evne.

3.3 Dataopbevaring – forskellen på filer og databaser

Der er grundlæggende to måder, et materialepas kan eksistere på:

- i en fil
- i en database

Som nævnt i forrige afsnit kan alle datatyper i princippet indgå i et materialepas. Men formatet (som beholder) bliver vanskeligere at konstruere og vedligeholde, des mere kompleks den er (dvs. des flere datatyper den skal supportere).

Den anden mulighed, som ofte benyttes af softwareudviklere til at opbevare større mængder af data (og forskellige datatyper), er anvendelse af databaser. Disse databaser er på lige fod med filformater en struktureret måde at udveksle data mellem computere. Forskellen mellem de to er, at filformatet typisk er beregnet som en form for statisk opbevaring af data, hvor database (ofte) anvendes til at læse og skrive, modificere og fjerne data mange gange over databasens levetid.

Man kan som udgangspunkt sige, at den måde materialepasset forventes at blive brugt på, altså som en deklaration af et materiale/produkt, betyder, at data i materialepasset ikke vil skulle modificeres, efter det er bragt i spil (det er statisk). Bygningspasset derimod er langt mere dynamisk. Bygningspasset vil over tid ændre indhold af materialepas, da disse bliver erstattet, udskiftet, fjernet og tilføjet, når bygningen gennemgår renoveringer og ændringer gennem bygningens levetid. Et filformat egner sig godt som opbevaringsformat for materialepasset, mens et bygningspas med fordel kan opbevares i en database.

Fordele ved opbevaring i filformat:

- Let at dele, distribuere.
- Med eksisterende (åbne) formater (xml, json, mfl.) behøver brugere ikke særskilt software til at læse et materialepas.
- Versionsstyring er enkel at udføre, da hver version af et materialepas er en ny fil
- Et filformat kan hjælpe med at standardisere praksis.

Ulemper ved opbevaring i filformat

- Når et filformat er udvalgt som standard, er det vanskeligt at ændre til et nyt format.
- Et filformat skal på forhånd vide, hvilke datatyper det skal indeholde.
- Filformat alene kan ikke tilbyde funktioner (som at sortere i data), det skal filformat-visnings-softwaren tilbyde.

Der er klare fordele ved at opbevare data i materialepasset som et filformat, især hvis formatet kan optage datatyper, som byggebranchen efterspørger.

3.4 EPD'er i materialepas

Et af de afgørende punkter for en one-point-of-entry-model for materialepasset er, at miljødata, specifikt fra miljøvaredeklarationer, EPD, kan indlejres og gøres maskinlæsbare.

Det er en mulighed at afvente og koble sig på initiativer, som forsøger at gøre netop dette, nævnes bl.a. Ecoplatform (Ecoplatform, 2021), som er i færd med at ensrette og digitalisere EPD'ere. Alternativt, som anbefalet her, kan materialepasset udvides til at inkludere specifikke EPD-data, såfremt at materialet allerede har en EPD. Som demonstration har en af DTU's kandidatstuderende (Andreas Sørensen) i samarbejde med Rambøll udviklet og testet pasimplementeringer i et action research-forløb. En af konklusionerne var, at SUSb-passet på forholdsvis enkel vis kunne udvides til at inkludere al nødvendig data fra en EPD på en sådan måde, at en livscyklus-analyse kunne sammenkøres via materialepas og mængdeudtræk fra en Revit-model (BIM).
I figur 17 ses implementeringen både i skemaform (tv) og i json-formatering (th). Det er værd at bemærke er, at de tre matricer 'potential for environmental impacts', 'ressource depletion' og 'waste and output flows' er fuldt ud deklareret. Dvs. at det ikke er tilstrækkeligt med eksempelvis eBVD's lettere implementering, hvis der ønskes at lave en livscyklusanalyse som beskrevet i fx den frivillige bæredygtighedsklasse (Den frivillige bæredygtighedsklasse, 2021), eller hvis analysen bruges i forbindelse med DGNB (DGNB, 2021), netop fordi begge analyser tager udgangspunkt i LCAbygs implementering af LCA (Lcabyg, 2021).

5 Life cycle assessment

Potential environmental impact and resource consumption during the production of the product

EPD documentation	LINK				
Functional unit	e.g. 1 m^2 exterior wall				
Estimated technical lifespan of the product is indicated by one of the alternatives a) or b) below:					
a) Reference lifespan is expected to be:	☐ 5 years	☐ 10 years	☐ 15 years	☐ 25 years	☐ 50 years
	☐ other, specifiy: (___) years				
b) Reference lifespan is estimated to be in the range:	(_;_) years				
Documentation for the lifespan/referral:					

Potential environmental impacts

Parameter	Unit	A1-A3	A4	A5	B1	B2-B7	C1	C2	C3	C4	D
GWP	[kg CO_2-eq.]										
ODP	[kg CFC11-eq.]										
AP	[kg SO_2-eq.]										
EP	[kg PO_4-eq.]										
POCP	[kg ethene-eq.]										
ADPE	[kg Sb-eq.]										
ADPF	[MJ]										

Resource depletion

Parameter	Unit	A1-A3	A4	A5	B1	B2-B7	C1	C2	C3	C4	D
PERE	[MJ]										
PERM	[MJ]										
PERT	[MJ]										
PENRE	[MJ]										
PENRM	[MJ]										
PENRT	[MJ]										
SM	[kg]										
RSF	[MJ]										
NRSF	[MJ]										
FW	[m^3]										

Waste and output flows

Parameter	Unit	A1-A3	A4	A5	B1	B2-B7	C1	C2	C3	C4	D
HWD	[kg]										
NHED	[kg]										
RWD	[kg]										
CRU	[kg]										
MFR	[kg]										
MER	[kg]										
EEE	[MJ]										
EET	[MJ]										


```
"05 life cycle assessment":
  {
    "description":"potential environmental impact and resource consumption during the production
of the product",
    "EPD documentation link":"",
    "functional unit description":"e.g. 1 m2 wall",
    "functional unit":[1,"m3"],
    "Estimated lifespan":
    {
      "description":"Estimated lifespan is indicated by one of the alternatives a) or b)",
      "a) reference lifespan is expected to be:":
      {
        "5 years":false,
        "10 years":false,
        "15 years":false,
        "25 years":false,
        "50 years":false,
        "other, specify":[null,"years"]
      },
      "b) reference lifespan is estimated to be in the range:":[[60,100],"years"],
      "documentation for the lifespan/referral:""
    },
    "potential environmental impacts":
    {
      "parameter":["unit","A1-A3","A4","A5","B1","B2-B7","C1","C2","C3","C4","D"],
      "GWP":["kg CO2-eq.",1,2,3,4,5,6,7,8,9,10],
      "ODP":["kg CFC11-eq.",0,0,0,0,0,0,0,0,0,0],
      "AP":["kg SO2-eq.",0,0,0,0,0,0,0,0,0,0],
      "EP":["kg PO4-eq.",0,0,0,0,0,0,0,0,0,0],
      "POCP":["kg ethene-eq.",0,0,0,0,0,0,0,0,0,0],
      "ADPE":["kg Sb-eq.",0,0,0,0,0,0,0,0,0,0],
      "ADPF":["MJ",0,0,0,0,0,0,0,0,0,0]
    },
    "resource depletion":
    {
      "parameter":["unit","A1-A3","A4","A5","B1","B2-B7","C1","C2","C3","C4","D"],
      "PERE":["MJ",1,2,3,4,5,6,7,8,9,10],
      "PERM":["MJ",0,0,0,0,0,0,0,0,0,0],
      "PERT":["MJ",0,0,0,0,0,0,0,0,0,0],
      "PENRE":["MJ",0,0,0,0,0,0,0,0,0,0],
      "PENRM":["MJ",0,0,0,0,0,0,0,0,0,0],
      "PENRT":["MJ",0,0,0,0,0,0,0,0,0,0],
      "SM":["kg",0,0,0,0,0,0,0,0,0,0],
      "RSF":["MJ",0,0,0,0,0,0,0,0,0,0],
      "NRSF":["MJ",0,0,0,0,0,0,0,0,0,0],
      "FW":["m3",0,0,0,0,0,0,0,0,0,0]
    },
    "waste and output flows":
    {
      "parameter":["unit","A1-A3","A4","A5","B1","B2-B7","C1","C2","C3","C4","D"],
      "HWD":["kg",1,2,3,4,5,6,7,8,9,10],
      "NHED":["kg",0,0,0,0,0,0,0,0,0,0],
      "RWD":["kg",0,0,0,0,0,0,0,0,0,0],
      "CRU":["kg",0,0,0,0,0,0,0,0,0,0],
      "MFR":["kg",0,0,0,0,0,0,0,0,0,0],
      "MER":["kg",0,0,0,0,0,0,0,0,0,0],
      "EEE":["MJ",0,0,0,0,0,0,0,0,0,0],
      "EET":["MJ",0,0,0,0,0,0,0,0,0,0]
    }
  },
```

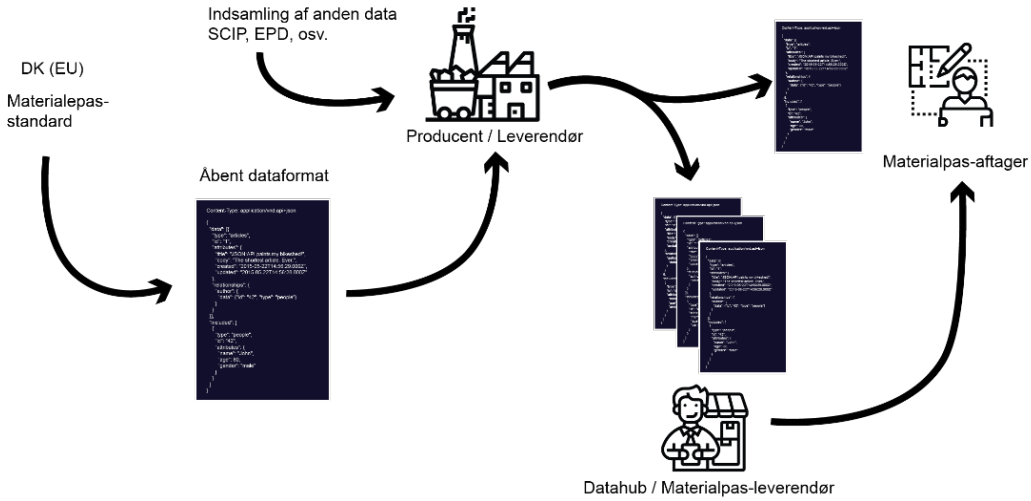

Figur 17. Eksempel på udvidelse af materialepas så det kan optage og frigive EPD-data på maskinlæsbar vis. Til venstre vises tabelform af input, til højre json-implementering til opbevaring og udveksling som fil-format.

3.5 Udveksling af materialepas

Der bør ikke sættes krav til, hvilken teknik eller format, der skal bruges til at opbevare et digitalt materialepas internt i et system, bortset fra at oplysningerne skal lagres på en sådan måde, at ingen information går tabt, ændres eller ødelægges ved en returkonvertering fra MPIF, BPIF, jf. 3.2. Det skal nævnes, at selvom der ses fordele i at opbevare data samlet et sted i en fil, så er der andre muligheder, som producenter, udbydere, distributører, projekterende, bygningsejere osv. vil foretrække, og af denne årsag skal materialepasset kunne opbevares på brugernes egne måder fx på Bygdok.dk.

Udveksling af materialepas

Udveksling af materialepas bør ske i et veldefineret, fuldt dokumenteret standardformat, baseret på eksisterende webformater. Se i øvrigt afsnit om opbevaring af materialepas for yderligere detaljer. Såfremt links er anvendt i formatet, bør disse linkfiler medfølge ved udveksling. Det anbefales, at der sættes krav til link-håndtering, og at hyperlinks helt undgås (se i øvrigt afsnit om indlejring og referencer).



Figur 18. Udveksling af materialepas mellem producent direkte til aftager eller gennem en datahub .

3.1 Indlejring og referencer i et materialepas

I flere interview kommenteres især muligheden for at indlejre eller linke til eksisterende dokumentation for eksempelvis EPD, sikkerhedsbladdata, hvilket i dag ligger i mere eller mindre standardiserede pdf-formater. Disse filtyper kan med nuværende teknologi enkelt linkes til materialepasset, mens det er teknologisk udfordrende helt automatisk og fejlfrit at aflæse, registrere datatype og indlejre data fra disse formater. Desuden anbefales koblinger til andre digitaliserede systemer, hvor det er muligt, herunder kommende registre og formater for fx eEPD (EcoPlatform, 2021), InData (Indata, 2019). FAQ for Table of Definitions ILCD+EPD Data Format, CPEN2018.(Indata, 2021) og SCIP-bekendtgørelsen (SCIP-databasebekendtgørelsen 2021). Udveksling af bygnings- og materialepas bør inkludere links (fx til REACH), men undgå hyperlinks.

Det kan være en stor fordel at kunne linke til eller vedhæfte information. Omvendt kan der være fordel i at indlejre data, så al information skal ligge i selve materialepasset uden links. Pointen er, at materialepasset som dokumentationsgrundlag ikke skal være afhængig af, at firmaer vedligeholder deres hjemmesider og databaser, da det er ret usandsynligt, at dette kan ske fejlfrit i 100 år.

Passet bør anbefales i udgangspunkt ikke at tillade hyperlinks (altså links som er afhængig af eksternt beliggende data). Dog findes det nødvendigt med enkelte undtagelser, bl.a. anbefales, at SCIP-referencer er hyperlinks. Det anbefales, at whiteliste særlige dynamiske og statiske adresser udpeget og styret af den nedsatte branchestyregruppe (se 4.2). Al data skal deklareres som et objekt med defineret enhed, forklaring og datatype (se 2.7.1), også selvom de fremkommer fra eksisterende andre deklarationer (se 2.7.2). Dataobjektet skal være uafhængigt og skal kunne sættes ind og tages ud af passet, uden at andre dele af passet påvirkes. Det forbedrer maskinlæsbarheden og fremtidssikrer formatet.

Links (ikke hyperlinks, men lokale links) til dokumentation af data bør være tilladt. Når det gælder dokumentation af data, som ikke er maskinlæsbart (fx pdf, Word-filer, billeder) kan disse vedlægges som links. Ideelt skal linket skabes til en lokal sti ved udvekslingen. Dvs. eksternt tilknyttet dokumentation skal vedlægges sammen med passet.

Det nødvendigt at have distinktive identifikationer til de forskellige parametre i passene. Dette gælder også i tilfælde af brugen af links/referencer til eksterne filer og data. Dette skyldes at software som skal håndtere pseudonymer og referencer med flere betydninger typisk genererer en langt mere kompleks kodebase hvor at variable benyttet af koden i nogle tilfælde uhensigtsmæssigt kan referere til en adresse i programmet, som ikke var tiltænkt. Dette sker i tilfælde af, at variable af forskellige årsager får samme navn eller identifikation. I den forbindelse mødes en af begrænsningerne ved brug at dynamiske links og i særdeleshed brug af hyperlinks (weblinks). Over tid er det ikke unormalt, at især webadresser ændres, flyttes, opdateres eller slettes. Det betyder, at materialepas, som peger på eksterne referencer (linker) tilbage til materialepasset, over tid mister ”forbindelsen”. Det vurderes, at der er en reel risiko for, at data går tabt, hvis materialepasset dokumenteres med eksterne hyperlinks, uden at der føres tilsyn til linkene, med mindre at selve referencerne opbevares i et neutralt styret arkiv (EU, 2021).

Det er projektets anbefaling, at indlejring af data i passet er bedst i det lange løb, hvis man ser materialepasset, som det er nu. Men på sigt, når materialepasset er modnet, kan man indtænke nye versioner, hvor standardiserede link-objekter kan accepteres. Virksomheder, som udbyder pas som services, vil kunne drage fordel af at opbygge egne linkede systemer, hvor data er distribueret. Ved MPIF kan der med fordel stilles krav til indlejret data, hvis der ikke er etableret et åbent link-objekt.

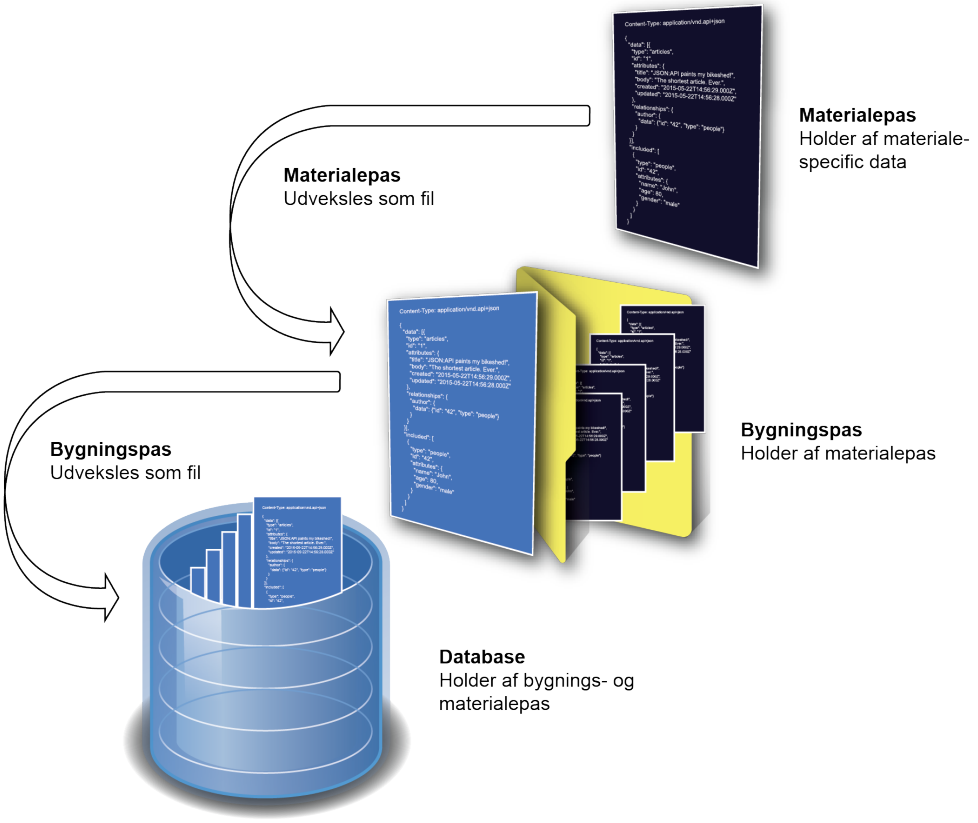
3.2 Bygningspas som ’holder’ af materialepas

Den primære forskel mellem materialepasset og bygningspasset, set med implementeringsperspektiv, er, at materialepasset forholder sig til enkeltstående unikke felter/parametre/objekter, som har tilknyttet et data-objekt (med deklareret datatype og evt. metadata). Bygningspasset kan have mange materialepas, dvs. bygningspasset skal funktionelt kunne kende forskel på materialepassenes objekter. Den anden forskel mellem de to pas er, som tidligere beskrevet, den fundamentale måde, hvorpå de to pas forventes at blive brugt. Materialepasset er deklareret af producenten og fremsendt/delt med aftageren. Herfra lever materialepasset som et statisk stykke dokumentation. Bygningspasset derimod forventes at blive ændret mange gange over dets levetid. Deraf er det mere kritisk for bygningspasset at kunne levere let tilgang til skriverettigheder, end hvad der gælder for materialepasset.

Uanset et bestemt system eller en bestemt database; så snart der er et krav om, at oplysningerne skal gemmes i eller passere gennem et udpeget system, opstår der en række komplikationer, såsom: Hvem skal eje systemet? Hvordan skal det finansieres (især hvis man vil undgå licensaftaler og gebyrer i henhold til foregående afsnit)? Hvordan skal fortrolige oplysninger, der kun er til bestemte kunder, administreres?

Bemærk, at dette ikke betyder, at centrale systemer til håndtering og arkivering af den aktuelle information ikke udvikles. På den anden side bør der ikke være et tvunget monopol/database,

fordi det som i så mange andre tilfælde vil øge omkostningerne, men frem for alt hæmme udviklingen af nye og bedre tjenester.



Figur 19. Materialepassets 'rejse' til bygningspas og database. 3 niveauer af opbevaring.

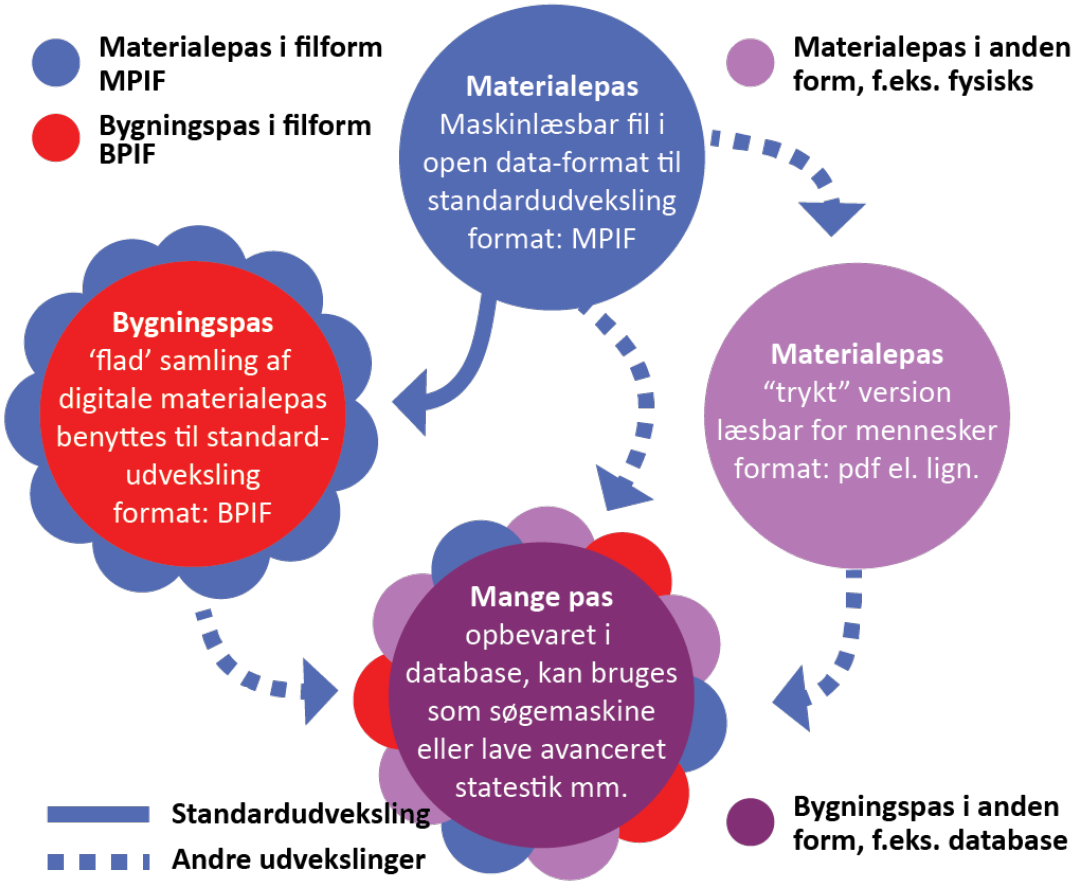
Fordele ved opbevaring i database:

- Let at opdatere, tilføje, slette (operationer) et eller flere materialepas i databasen.
- Databaser kan registrere tidspunkt og dato for hver operation, hvilket gør, at bygningspasset kan bruges til ajourføring med tidsdimension (en automatisk 'logbog').
- Databaser kan registrere brugere, roller og hvem der udfører operationer, hvilket gør bygningspasset egnet til at lave særlige tilladelser for fx at skrive/læse materialepas.
- Databaser kan indeholde ekstra information, såsom mængder, på arbitrere måder og have indlejrede konverteringsfunktioner (fx kan kg/m^3 automatisk omregnes til lb/ft^3).
- Databaser kan indeholde arbitrere formater tilknyttet til fx et materialepas.

Ulemper ved opbevaring i database:

- Databaser kræver (i dag) en serverarkitektur med software som (i dag) ikke er udbredt hos den alm. forbrugere.

- Databaser er (i dag) vanskelige at dele, distribuere (da der ofte medfølger særlige indstillinger, scripts m.m.).



Figur 20. Udveksling af pas, fx når et materialepas indlejres i et bygningspas, sker enklest, såfremt der anvendes dedikerede 'tabeltype-formater' til udvekslingerne. Både bygnings- og materialepasset bør af denne årsag implementeres i et udvekslingsformat.

3.3 BIM-baseret bygnings- og materialepas opbevaret i forbindelse med BIM

Både i Teknologisk Instituts rapport fra 2019 og under interview og webinar i nærværende projekt er der peget på muligheden for at lave overlap mellem bygningspasset og bygningsinformationsmodeller (BIM). BIM er et vidt begreb og forholder sig ikke til standardiserede formater eller konventioner reguleret på europæisk eller nationalt plan. Dog med undtagelse af Danmark, som siden 2007 har stillet krav til IFC i offentlige og støttede byggerier (se figur 22 om Industry Foundation Classes, IFC).

Principielt er materialepas en repræsentation af et byggeobjekt (en byggevare), og dets data er objektspecifikt på et generisk plan. Af denne årsag kan data i et materialepas repræsenteres af

et BIM-objekt. Set i dette lys er der principielt ikke noget i vejen for, at alle data fra flere materialepas kan aflæses og indføres i en BIM.

Dette kan enten gøres via et link til et lokalt eller delt arkiv indlejret i BIM-objektet eller ved at omdanne data i MPIF til udvekslingsprotokoller, som passer til forskellige BIM-formater. I denne forbindelse kan der overvejes, at der laves en bro mellem MPIF, ISO 23386 (ISO, 2020) og ISO 23387 (ISO, 2020 July) til overførsel i IFC.

Det supporteres af respondenterne i interviews og webinarer, der demonstrerer, at der er et ønske om, at materialepasset skal have en god koblingsflade til internationale standarder. IFC-formatet er en del af internationale standarder for BIM (figur 21). Det har derfor været af interesse at undersøge IFC-formatet i relation til materialepasset. At inkorporere materialepasset i IFC4 vil muliggøre brugen af materialepasdata direkte i et vilkårligt BIM-værktøj. Derfor er det undersøgt, hvorledes materialepasset kan digitaliseres og indlejres i et IFC-format. Det er sket i et samarbejde mellem DTU og tegnestuen Lendager Group i et casestudie, se figur 22.

Industry Foundation Classes (IFC)

Industry Foundation Classes (IFC) er en datamodel beregnet til at beskrive data fra byggeindustrien.

IFC er en platformneutral, åben filformatspecifikation. Det er et objektbaseret filformat med en datamodel udviklet af buildingSMART (tidligere International Alliance for Interoperability, IAI) for at lette interoperabilitet og fremme digitalt samarbejde i byggesektoren. IFC er et almindeligt anvendt samarbejdsformat i bygningsinformationsmodellerings(BIM)-baserede projekter. IFC-model-specifikationen er open source og er uden licensrestrektioner til fri og gratis brug. IFC er registreret af ISO og er en officiel international standard ISO 16739-1: 2018. (Iso.org 2018), (Buildingsmart, 2021).

IFC kan opbevares og udveksles i forskellige filformater, herunder step/spf, xml, zip, rdf (ifcowl), json, hdf, sqlite (beta).

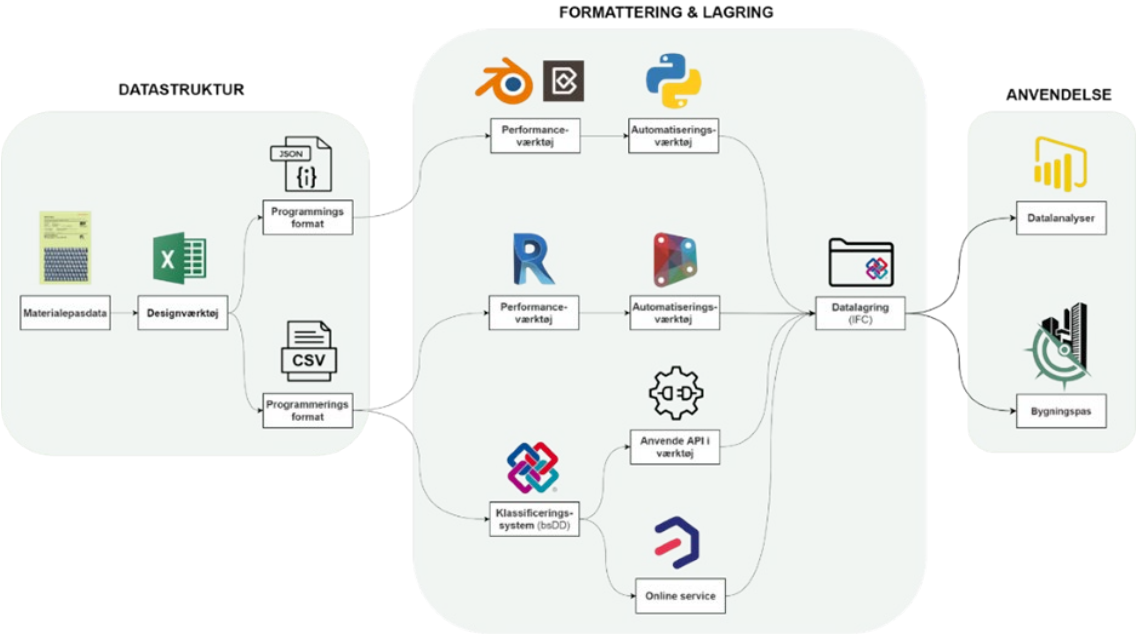
IFC er særligt anerkendt i Danmark, bl.a. pga. projektet Det Digitale Byggeri (2003-2007) (Realdania, 2021), efter udbud fra Erhvervs- og Byggestyrelsen, som udmundede i en bekendtgørelse, BEK nr. 1365 af 11/12/2006 (BEK, 2006) (BEK_2, 2006). Denne bekendtgørelse kræver bl.a., at større statslige entrepriser (over 40M DKK) skal afleveres i IFC-formatet.

Figur 21. Fakta om IFC.

I figur 22 ses den overordnede fremgangsmåde, der består af tre metoder med hver deres performanceværktøjer, der alle bruges til at koble materialepasdata til IFC-formatet. Værktøjet BlenderBIM er valgt, fordi det er open source og tillader brugeren at placere objekter korrekt i IFC-strukturen. Værktøjet Revit er valgt, fordi det er det mest anvendte værktøj til projektering i byggeprojekter, hvilket betyder, at det øger sandsynligheden for, at metoden kan anvendes med det samme. Konkret undersøges det, hvorvidt man kan få materialepasset ind i Revit ved at eksportere til IFC-formatet via et tekstdokument med de ønskede IFC-definitioner. Ved at arbejde med eksterne links undgås, at modellen bliver for langsom at arbejde med, som også Teknologisk Institut har peget på. Men uanset hvilken metode, der vælges, vil løsningen inde-

bære en stor mængde manuelt arbejde. Derfor skal metoden også kunne automatiseres. Automatiseringsprocesser blev undersøgt i forhold til BlenderBIM, ved programmering i Python og for Revit, ved at scripte i Dynamo.

Vigtigt for digitalisering af materialepasdata er dataenes placering, da det skal passe ind i eksisterende strukturer uden at påvirke eksisterende data og workflows. Derfor afprøvedes kobling af data i henholdsvis eksisterende IFC4-definitioner og ved oprettelse af brugerdefinerede definitioner. Konklusionen er, at dataene kan struktureres og gøres mere fleksible ved at oprette nye definitioner i IFC, som direkte refererer til samme parametre som defineret i materialepasset.



Figur 22. Eksempel på overførsel af data fra et sæt at materialepas via MPIF (her vist CSV og JSON), koblet til hhv. Blender, Revit og IFC – for derved at generere et forslag til et BIM-baseret bygningspas.

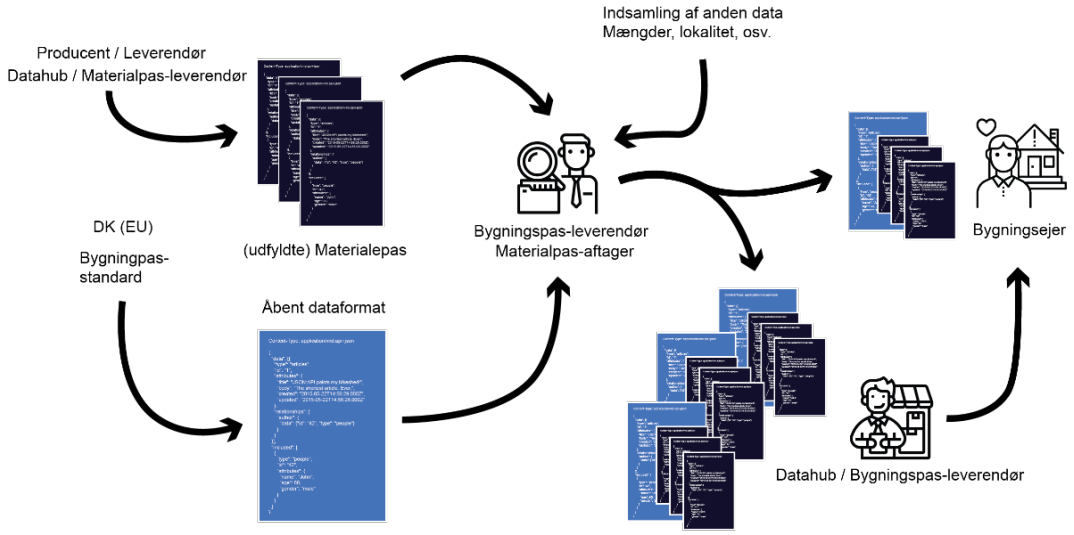
3.4 Bygningspas og lokalitetsbestemmelse

Bygningens lokalitet og historik kan dokumenteres på flere niveauer. Fra den helt "lette version", hvor kun bygningens adresse ajourføres med tilføjelse af adresse og Geografisk Informations System GIS koordinater - til den helt "tunge version" af et bygningspas, som beskriver både lokale og globale koordinater og koblinger mellem byggevarer (for således fx at kunne oplyse om en bestemt plade er placeret i tredje lag under gulv på fjerde etage i lokale 42). Hvis ønsket er at genskabe en dyb topologisk sammenhæng i modellen, skal bygningspasset være en egentlig BIM-model og ikke en 'flad' samling af materialepas.

Forbindelse mellem bygningspasset og GIS kan gøres ved at tilføje koordinater i et globalt koordinatsystem i passet og ved at sikre, at koordinaterne eller hele passet udstilles digitalt i henhold til gældende internationale GIS-standarder, som domineres af standarder udviklet af OGC (OGC, 2021), og hvoraf mange er optaget som internationale ISO-standarder.

3.5 Udveksling af bygningspas: Hvor finder jeg bygningspas?

Udveksling af bygningspas bør ske i veldefineret, fuldt dokumenteret standardformat, baseret på eksisterende web-formater. Det anbefales at bruge et pakke-format (fx 7-zip), som har indbygget fejlkorrigering, hvilket øger robustheden og holdbarheden.



Figur 23. Udveksling af bygningspas mellem bygningspas-leverandør (fx projekterende) direkte til bygningsejer eller gennem en datahub.

I selve udvekslingen sendes 1) en fil med oplysninger om bygning og 2) en række af materialepas (og deres links). I selve formatet 1) opgøres, hvilke tilknyttede materialepas bygningspasset består af. Dette kan med fordel gøres med en *universally unique identifier* (UUID) for hvert materialepas, som via 128bit identifikationsnummer kan modvirke digitale kollisioner og referere tilbage til bygnings- og materialepas via navnet (doi:10.17487/RFC4122) . Derudover skal bygningspasset indeholde andre oplysninger, fx mængder/antal for hvert materiale(pas), hvilket kan registreres automatisk. Bygningspasset består således af en pakket (zippet) fil indeholdende:

1. Filformat som indeholder mængder, antal af materialepas, tidsstempler, adresse, lokalitet, GIS, LIS, geometri, m.m. med reference til hvert materialepas i materialepas-listen
2. Liste af materialepas + evt. links

3.6 Opbevaring af bygningspas i nationalt register

På flere af de afholdte workshop og hos nogle af respondenterne under interview samt i Teknologisk Instituts rapport fra 2019 blev der påpeget et ønske om, at bygnings- og materialepas skal forholde sig til, og gerne skal være kompatibelt med, et digitalt opdateret offentligt dansk register, fx Bygnings- og Boligregistret (BBR, 2021), som en mulig løsning på behovet for robusthed. Der er en bred konsensus om, at materiale- og bygningspas har værdi om 20-100 år, når bygninger skal renoveres eller nedrives, jf. idéen om bygninger og byer som 'materialebank'. Der er kommercielle systemer, såsom Svanemærket, UpCyClea, BygFyn og det hollandske Madaster , som kan holde bygningspas for eftertiden. Der er en mulig udfordring, at det er en privatudbyder i forhold til det lange tidsperspektiv. I dag opbevares informationer, som kan indgå i et bygningspas, typisk af bygningsejere. Det gælder fx de BIM-modeller, som har været lovbefalede for større offentlige byggerier siden 2007. Forskningsprojekter om cirkulær økonomi (fx CIRCuIT) har registreret, at det ofte ikke er muligt at finde frem til BIM-modellerne. Dermed mister de en del af deres værdi for en cirkulær økonomi praksis i byggeriet.

3.6.1 BBR og andre danske registre

Det største bygningsregister i Danmark er BBR, som omfatter informationer om hele den godkendte bygningsmasse. BBR indeholder informationer om en lang række bygningsforhold, såsom opførelsesår, etagearealer, bygningsanvendelse, ombygningsår, samt identifikation af det primære tag- og facademateriale. Data fra BBR er offentlig tilgængelig, medmindre bygningerne er tilhørende Forsvaret eller Justitsministeriet. Data i BBR er registreret på tre niveauer, hhv. matrikel, bygning og enhed (fx lejlighed).

Et andet register, som indeholder informationer om bygninger, er energimærkningsdatabasen, der er ejet og administreret af Energistyrelsen. Energimærkningsdatabasen indeholder tekniske informationer, som er blevet indtastet i beregningen af energimærket for en bygning. Energimærker er i udgangspunktet gyldige i 10 år, og derfor vil det være muligt at hente data for de bygninger, som er blevet energimærket inden for de sidste 10 år (Energimærkning, 2020). Det skal dog nævnes, at der kan være sket ændringer på bygningen, siden energimærkningen blev udført, og derfor er der risiko for, at elementer af bygningsdata ikke er retvisende for de nuværende faktiske forhold. Energimærket (som typisk oprettes/opdateres ved salg) indeholder specifikationer for alle tekniske installationer samt de termiske egenskaber og opmålte arealer af ydervægge, tag, terrændæk, og vinduer. Der er på nuværende tidspunkt ingen offentlige registre, som indeholder informationer om den samlede materialesammensætning af bygninger i Danmark. Skadelige stoffer er kun registreret i BBR, hvis der er asbest i det primære tag- eller facademateriale (se i øvrigt figur 24 for detaljer om BBR).

Bygnings- og Boligregistret, BBR

BBR er Danmarks nationale bygnings- og boligregister, der indeholder information om samtlige bygninger i Danmark. BBR blev oprettet i 1977 og er siden blevet opdateret mange gange igennem årene til den online digitale platform, der anvendes i dag.

Ejendomsregistrering har været højt prioriteret i de nordiske lande i forbindelse med beregning af ejendomsskatter, og de forskellige nordiske lande anvender derfor bygnings- og boligregistre, der er opbygget efter de samme principper og i enkelte tilfælde den samme registreringsstruktur og indhold.

Data i BBR er registreret på tre niveauer, som er henholdsvis ejendoms-, bygnings- og enhedsniveau, som fx bolig- eller erhvervsenheder. BBR indeholder data om en lang række forskellige registreringsforhold som arealer, tekniske installationer, ydervægs- og tagarealer, anvendelse, opførelsesår m.m.

På nuværende tidspunkt er der 36 registreringsforhold på ejendomsniveau, 68 registreringsforhold på bygningsniveau samt 34 registreringsforhold på enhedsniveau. Krav til indholdet af data samt registreringsstrukturen i BBR bliver bestemt af Udviklings- og Forenklingsstyrelsen, som hører under Skatteministeriet. Det er kommunernes opgave at opdatere og vedligeholde informationen i BBR samt føre kontrol med, om indberetningerne til BBR er korrekte. Det er bygningsejerens ansvar, at oplysningerne i BBR til enhver tid er korrekte og afspejler de faktiske bygningsforhold. (BBR.2021).

Figur 24. Fakta om BBR.

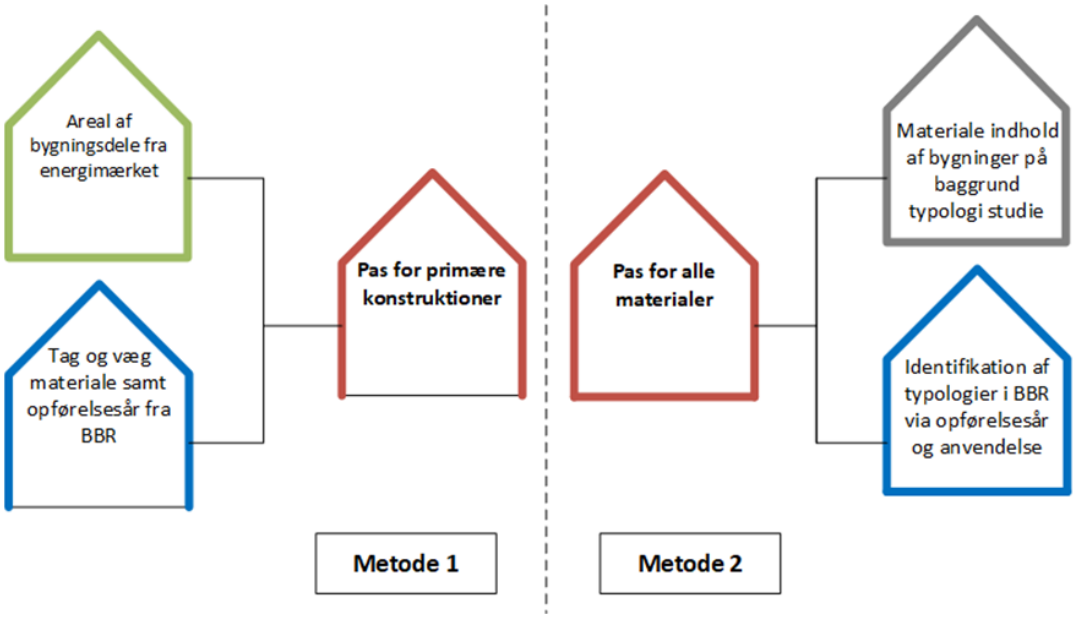
Set fra et nationalt synspunkt er en kobling (eller som minimum en henvisning) til BBR-ID essentiel. Selve BBR-id kan identificere den enkelte bygning og dens lokalitet med dansk adresse, men BBR som system følger ingen international standardisering for lokalitetsbestemmelse, hvorfor der anbefales en sekundær lokalitetsidentifikation basseret på internationale datastandarder (se 3.9). Desuden foreslås det, at der laves en mapping mellem bygnings- og materialepassenes parametre og OIS Datamodel, som BBR-registret er lagret i, for at undgå, at et fremtidigt bygnings- og materialepas ikke låses i forhold til OIS' eksisterende Datamodel, som ikke følger internationale datastandarder med højt semantisk indhold. I det følgende beskrives nogle af de potentialer, der kan opnås ved at samle bygningspasdata i et nationalt register sammenkoblet med BBR.

3.6.2 Autogenerering af data fra BBR

Danmark har en unik mulighed for at påbegynde en registrering af den danske bygningsmasse og lade hele den danske byggesektor få glæde af det, netop fordi Danmark har et etablereret, robust digitalt register for bygninger (BBR).

I BBR findes allerede data, som kan indgå i et bygningspas. Det data, som er i BBR, er dog sparsomt og det vil kun være muligt at benytte BBR til en overordnet ressource-kortlægning af ressourcerne i den danske bygningsmasse. Når det er sagt, så er potentialet for at begynde på at skabe rammerne for en frivillig (og sandsynligvis, på sigt, et reguleret lovpligtigt) bygningspas reel, hvis der tages udgangspunkt i BBR og evt. relateret data (som Energimærket) for at generere et approksimativt bygningspas (se 2.1.4) på alle bygninger i Danmark.

Der anbefales at igangsætte et eller flere projekter, som kan kortlægge den danske bygningsmasse i forbindelse med bygnings- og materialepasapproksimation.



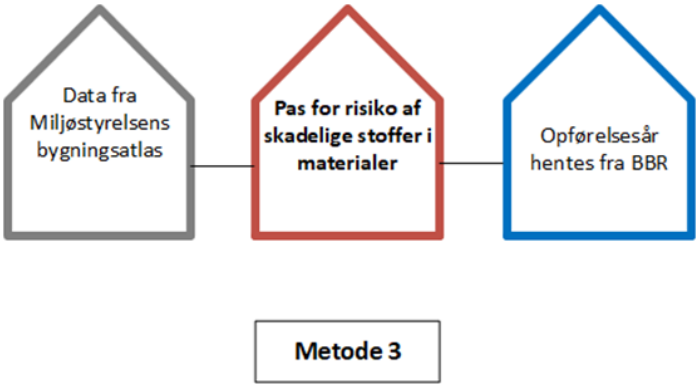
Figur 25. Forslag til automatisk generering af bygningspas med byggevarer via eksisterende data i BBR og Energimærket.

Størstedelen af bygningsmassen består af ældre bygninger. Disse bygninger er især vigtige i forhold til viden om byggevarer til genbrug og genanvendelse samt i forhold risikoen for skadelige stoffer, eftersom det er denne andel af bygningsmassen, hvor der bliver genereret store affaldsmængder fra nedrivninger og renoveringer. Derudover vil et bygningspas for disse bygninger kunne samle viden, som kan anvendes til at vurdere muligheder for indeklima og energiforbedringer, samt hvordan bygningsaffaldet skal håndteres i forhold til skadelige stoffer. Der vil her blive beskrevet tre forskellige metoder til at generere bygningspas for hhv. byggevarer og skadelige stoffer for eksisterende bygninger.

Metode 1 er det koncept, som anvender data, som allerede er tilgængelige, men som desuden giver den mindste information om byggevarer. I metode 1 kan et areal af det primære tag og væg materiale estimeres ved at kombinere materialeinformationer fra BBR med de faktiske opmålte arealer fra energimærket. Denne metode vil dog kun være anvendelig på bygninger, der har været energimærket. Ud over de primære konstruktioner i klimaskærmen vil det også være muligt at oplyse et samlet vinduesareal og vinduestype fra energimærket. Med denne metode er det ikke muligt at estimere de interne byggevarer i bygningen og materialemængder i klimaskærmen.

Metode 2 kræver, at der bliver udført et studie af den typiske materialesammensætning af alle bygningstypologier. En bygningstypologi kunne være defineret af et opførelsesår samt en anvendelse. Her ville det være oplagt at anvende den typologiinddeling, der er defineret for Danmark i det Europæiske TABULA-projekt (TABULA, 2021). Når der er lavet et studie over den typiske materialesammensætning, kaldet materialeintensitet (ofte defineres som kg/m2 typologi areal), for typologierne vil det være muligt at tildele byggevarer til bygninger via årstal, anvendelse og bygningsareal fra BBR. Dette er den mest anvende metode til at estimere byggevarer i den eksisterende bygningsmasse. Materialeintensiteten for de forskellige bygninger kan estime-

res via nedrivningsdata for de forskellige typologier. Alt efter hvor mange typologier man inddeler bygningsmassen i, kan dette kræve utroligt meget data for at kunne skabe et retvisende datagrundlag for materialeintensiteten. Dette datagrundlag kan enten skabes via bygningsinspektioner eller via den byggeaffaldsdata, som bliver rapporteret til kommunerne i henhold til affaldsbekendtgørelsen.



Figur 26. Kombination af data fra Miljøstyrelsens Bygningsatlas og BBR kan indikere risiko for skadelige stoffer

Metode 3 kan anvendes til at lave en risikovurdering af tilstedeværelsen af skadelige stoffer i byggevarer, som fjernes fra bygningen via en nedrivning eller renovering. I metoden samkøres opførelsesåret for bygningen i BBR med Miljøstyrelsens Bygningsatlas over skadelige stoffer. Atlasset er en liste, hvor de forskellige bygningsdele er inddelt efter årstal med en tilhørende vurdering af risikoen for tilstedeværelsen af 16 forskellige skadelige stoffer i bygningens byggevarer. Derved vil man i bygningspasset kunne generere en liste over skadelige stoffer, der er risiko for er til stede i den pågældende bygning. Det er dog ikke muligt at vide, om byggevaren faktisk er til stede i bygningen, eller om det eventuelt er blevet fjernet ved en renovering.

4. Implementeringsstrategi og forretningsmodeller

Byggeriets aktører og interessenter påvirkes forskelligt ved implementering af bygnings- og materialepas, afhængigt af om de bidrager til eller drager fordel af indholdet af passene. Med udgangspunkt i værdistrømsanalyser er konsekvenserne vurderet for de enkelte aktører i form af potentialer, udfordringer og værdiskabelse. Det forretningsmæssige perspektiv anskueliggøres efterfølgende, og forhold omkring ansvar for og ejerskab af bygnings- og materialepas belyses. Kapitlet afsluttes med et forslag til en implementeringsstrategi.

4.1 Potentialer, barrierer og værdiskabelse for byggeriets aktører

Resultaterne fra værdistrømsanalyserne præsenteres opdelt efter aktører: bygningsejere, projekterende, udførende, producenter, nedrivere og recirkuleringsvirksomheder.

4.1.1 Bygningsejere

Potentialer
Et bygningspas kan give bygningsejeren overblik over, hvor fremtidssikrede deres ejendomsportefølje er. Ny lovgivning og ny viden om eksempelvis kemikalier kan påvirke billedet af, hvor sundhedsskadelige eller hvor genanvendelige bestemte byggevarer er, og dermed bygningens fremtidige anvendelsesmuligheder. Med et bygningspas kan bygningsejeren fremvise en fyldestgørende deklaration, der kan have værdi i forhold til risikovurderinger og forsikringsforhold. Bygningspas kan forbedre værdifastholdelsen af bygninger som ressourcebank for fremtidige byggerier. Bygningspas kan forbedre bygningsejeres bæredygtighedsprofil. I forbindelse med drift og vedligehold kan materialepassets information, om forventede levetider være med til, at foretage rettidige inspektioner og udskiftning af byggevarer
Udfordringer
Bygningsejere pointerer, at det er vigtigt, at et bygningspas er fuldt opdateret for at undgå uforudsete problemer ved nedrivning og renovering. Det vil dog være udfordrende at administrere bygningspasset, hvis passet skal opdateres i forhold til alle byggevarer, som tilføjes eller fjernes fra bygningen i hele dens livetid. Der bør i princippet ske en registrering, hvis fx en lejer maler væggene eller lakerer gulve. På nuværende tidspunkt vil materialepasset ikke have den store betydning for bygningsejerne, til andet end bæredygtighedscertificering, idet effekten fra passene først realiseres, når nyopførte bygninger skal renoveres eller nedrives. Bygningsejerne ser en potentiel stor økonomisk byrde, hvis der skal etableres bygnings- og materialepas for eksisterende bygninger. Fordelen ved bygnings- og materialepas i moderne

bygninger er begrænset, da det er vanskeligt at adskille og genanvende eller genbruge komponenterne i andre byggerier.	
Værdiskabelse	
Reducerede omkostninger	Et reduceret tidsforbrug hos projekterende og udførende ved at de med materialepas opnår lettere adgang til informationer om bæredygtighed, hvilket medfører lavere omkostninger hos bygningsejere, som ønsker bæredygtighedscertificerede byggerier.
Øget omsætning	Der er potentiale for højere lejeindtægter pga. bæredygtighedscertificering og bygninger, der i større grad end dagens praksis tilgodeser sundhedsmæssige hensyn.
Forbedret proces	En lettere håndtering af bæredygtighedscertificeringsprocessen pga. adgang til bedre dokumentation.
Øget tilfredshed	Øget tilfredshed hos lejere pga. transparens i forhold til bæredygtighed og øget tilfredshed hos medarbejdere og omverden pga. bygningsejernes målsætning om at reducere bygningernes klimapåvirkning og ressourceforbrug.

4.1.2 Projekterende

Potentialer	
Et materialepas kan spare tid ved at forenkle arbejdsprocessen, når specifikke krav fra bygningsejeren skal efterkommes. Hvis bygningsejeren ønsker sine fremtidige bygninger bæredygtighedscertificeret, vil de projekterendes indsats lettes, såfremt de via materialepas opnår adgang til den fornødne dokumentation for, at bygningen kan opnå bæredygtighedscertifikatet. Materialepas forbedrer den projekterendes beslutningsgrundlag til at begrænse omfanget af skadelige kemiske stoffer i byggeriet. Materialepas styrker rådgivernes mulighed for at reducere eventuel risici for bygningsejerne. Materialepas gør det lettere at udarbejde retvisende LCA-analyser.	
Udfordringer	
Projekterende ser en udfordring, hvis materialepasset vil give ekstra administration i forhold til at registrere alle enkeltdele i bygningen med materialepas, og de ser det som en udfordring at opdatere bygningspas. Hvis producenter øger prisen for byggevarer grundet omkostninger til materialepas, kan det resultere i, at fx budget til projekterende kan udfordres.	
Værdiskabelse	
Reducerede omkostninger	Der kan opnås omkostningsbesparelser gennem en systematisk brug af materialepas, som giver en lettere adgang byggevarernes bæredygtighedsprofil.
Øget omsætning	Der er potentiale for et øget mersalg inden for bæredygtighedsanalyser gennem en mere effektiv adgang til byggevarernes bæredygtighedsprofil.
Forbedret proces	En lettere adgang til informationer om byggevarer via materialepas reducerer kompleksiteten i byggesager.

Øget tilfreds-hed	Der kan opnås en øget tilfredshed hos bygningsejerne, som fokuserer på bæredygtighed, pga. den forbedrede transparens i forhold til produkternes bæredygtighedsprofil.

4.1.3 Udførende

Potentialer

Materialepas kan gøre den udførende i stand til at træffe bedre beslutninger med henblik på, at begrænse brugen af kemisk skadelige stoffer i byggeriet.

Et materialepas kan i forhold til den nuværende praksis give hurtigere og nemmere adgang til dokumentation i forhold til genanvendelse og genbrug af byggevarer. Forhold som er vigtige i forhold til at opnå bæredygtighedscertifikater.

Materialepas kan gøre det enklere for den udførende at vælge byggevarer ud fra parametre som sundhed, kemi og certificering.

Materialepas kan bidrage til at forbedre arbejdsmiljøet i udførelsesfasen, da det styrker den udførendes overblik over potentielle risici.

Udfordringer

Uventede forhold, som ikke er beskrevet i bygningspas i forbindelse med renoveringsopgaver.

Aflevering af en omfattende dokumentation i form af bygnings- og materialepas.

Prisstigning på byggevarer

Værdiskabelse

Reducerede omkostninger	En enklere adgang til materialepas vil give tidsbesparelser hos de udførende i forbindelse med produktvalg. Indhentning af informationer vedr. bæredygtighed fra producenterne kan tage timer per produkt, og da der er ofte er mere end 1.000 produkter i et almindeligt kontorbyggeri, kan de samlede omkostningsbesparelser være betydelige.
Øget omsætning	Der er en potentiel omsætningsforøgelse hos udførende, som er frontløbere og bygger bæredygtighedscertificerede bygninger, gennem en systematisk brug af materialepas.
Forbedret proces	Adgang til materialepas giver udførende forudsigelige og enklere processer til at fremskaffe den fornødne dokumentation i forhold til bæredygtighedscertificering.
Øget tilfreds-hed	Øget tilfredshed hos bygherren, da certificeringsprocessen kan effektiviseres, og der kan opnås større sikkerhed for, at produkternes sammensætning og miljøpåvirkning overholder kravene for at kunne certificeres.

4.1.4 Producenter

Potentialer

Hvis indholdet i materialepas valideres og integreres i hele byggeriets værdikæde, ser producenterne mulighed for en konkurrencefordel pga. tydeliggørelsen af forskellen mellem originale produkter og kopiprodukter. Producenterne giver udtryk for, at det kan være svært at lave et materialepas, hvis man også skal dokumentere firmaets underleverandørers underleverandører, men dermed kan et materialepas også give større indsigt i egne produkter.
Udfordringer
Producenterne udtrykte ønske om kompatibilitet mellem materialepas og lovpligtige produktregistreringssystemer. Den største udfordring beskrives i forhold til producenter, som generelt udtrykker en bekymring for, at materialepasset vil påvirke deres konkurrencedygtighed negativt, med mindre passet bliver internationalt og udbredt til hele Europa som en generisk model. Producenterne er skeptiske i forhold til, om der er behov for et materialepas, da der allerede er etablerede deklareringssystemer, fx i forhold til indholdet af skadelige kemiske stoffer. Yderligere oplysninger ville indebære en risiko for at afsløre forretningshemmeligheder. Det er i forvejen en udfordring, at underleverandørers underleverandører skal deklarere i forhold til SCIP, det vil være en meget stor udfordring i forhold til at etablere en fuld deklarering. Det kan indebære, at nogle producenter bliver nødt til at integrere underleverandører i virksomhederne, hvilket vil påvirke firmaets konkurrencedygtighed yderligere i negativ retning.

Værdiskabelse	
Reducerede omkostninger	Omkostningsreduktionen afhænger af producenternes historiske håndtering af produktdokumentationer. En ensrettet og systematisk håndtering af produktdokumentation gennem brug af materialepas kan føre til lavere omkostninger. Producenter, som historisk har haft mindre fokus på produktdokumentation, vil sandsynligvis opleve stigende omkostninger til udarbejdelse af dokumentation.
Øget omsætning	Der er potentiale for en øget omsætning i en overgangsperiode hos frontløbere, indtil markedet generelt kræver adgang til materialepas fra producenterne.
Forbedret proces	En systematisk brug af materialepas kan lede til en mere struktureret proces for udarbejdelse og publicering af materialeparametre. Da materialepas er statiske, sikres det, at producentens egne officielle egenskabsparametre fastholdes over tid. Derved reduceres risikoen for, at produkterne tillægges forkerte produktegenskaber af tredjepart.
Øget tilfredshed	Let adgang til materialepas kan lede til bedre service for slutbrugere, udførende, bygherrer og forhandlere.

4.1.5 Nedrivere og recirkuleringsvirksomheder

Potentialer
Et bygningspas gør det lettere for nedrivere og recirkuleringsvirksomheder at danne sig et overblik over indholdet af skadelige stoffer, og hvilke byggevarer der kan genbruges. Bygningspas åbner for nye forretningsmodeller ved, at nedriveren kan tilgå bedre dokumentation for genanvendelse og genbrug. Med et bygningspas kan nedrivere transformere deres rolle fra nedrivere til specialister i genanvendelse og genbrug.

Et materialepas kan sikre et bedre arbejdsmiljø for medarbejderne, idet et materialepas giver bedre overblik over, hvilke skadelige stoffer medarbejderne på nedrivningspladsen udsættes for.	
Udfordringer	
Nedrivere ser en barriere i forhold til selve genanvendelsen af de fysiske dele af bygningen, som stiller krav til maskiner, som skal bruges til nedbrydningen, krav til opbevaring på lagerplads og samt forhold omkring transport og logistik. Selve bygnings- og materialepas ses ikke som en udfordring, med mindre 'materialebanken' har for mange data og er uoverskuelig.	
Værdiskabelse	
Reducerede omkostninger	En adgang til materialepas vil reducere omkostningerne for nedrivere til at fremskaffe dokumentation om farlige stoffer.
Øget omsætning	Potentialet for videresalg af produkter fra nedrivninger og ombygninger øges pga. en bedre dokumentation om produkterne gennem materialepas.
Forbedret proces	En bedre adgang produktinformationer via materialepas reducerer kompleksiteten i at skaffe adgang til information om farlige stoffer i forbindelse med nedrivnings- og ombygningsopgaver.
Øget tilfredshed	Medarbejderne og bygningsejerens tilfredshed forbedres, da forholdene omkring arbejdsmiljø styrkes.

4.1.6 Udfyldelse og ejerskab af samt ansvar for indhold i materialepas

I de anbefalede ordninger for materialepas vil byggevareproducenterne være ansvarlige for at deklarere nyfremstillede byggevarer. Som nævnt tidligere er en række af disse data imidlertid allerede i dag lovbefalet og allerede tilgængelige for tredjepart gennem dokumenter og registre. Dertil kommer en del supplerende information om kemiske indhold, adskillelse mv. som producenterne selv skal tilvejebringe. Det vurderes, at selve indtastningen kun vil kræve begrænsede ressourcer. Der kan endvidere være udfordringer forbundet med at integrere data fra eksisterende ordninger, der ikke foreligger i maskinlæsbart format, fx EPD'er. Det er frivilligt, hvor meget af passet, som udfyldes, men det angives, hvilken % af passet, som er udfyldt. Imidlertid udtrykker en række af respondenterne, særligt blandt projekterende, helt entydigt, at deres ønske er et materialepas, hvor alle indholdsstoffer deklareres.

Selvom antallet er voksende, er der fortsat kun få virksomheder, som bearbejder SLC, og der er behov for både innovation og finansiering for at etablere den nødvendige industri, som kan nyttiggøre bygnings- og materialepas i en cirkulær økonomi.

Der er et udtalt ønske om at få deklareret SLC generelt, men problemet er, at mange SLC'er er unikke, fordi deres egenskaber afhænger af den specifikke anvendelse, som de har været udsat for. Det vil dog ofte være muligt at få foretaget en prøvning af en SLC, men selvfølgelig ikke uden omkostninger. Fx har genanvendelse af teglsten nået et omfang, så det har givet anledning til CE-mærkning af disse (Zimmermann, 2019). Der vil i de kommende år kunne ske et teknologisk gennembrud i brugen af scannere, der kan identificere byggevarer og teknologi indenfor ikke-destruktiv prøvning. Der findes med få undtagelser ingen standarder for, hvordan man vurderer SLC, hvilket er en mangel. I takt med udviklingen af mere sikre, ikke-destruktive

metoder til undersøgelse af indhold og ydeevne af SLC vil dækningen af den eksisterende bygningsmasse kunne øges.

Det er producenten af nyfremstillede eller SLC-byggevarer, som skal udfylde byggevarens materialepas, uanset om dele er varen er fremstillet af underleverandører. Producenten kan udlicitere opgaven, men forventes at kunne levere et materialepas, såfremt de ønsker at medvirke i en frivillige bygnings- og materialepasordning. Producenten har ejerskabet af materialepasset, og indholdet af passet skal ikke ændres over tid.

Ansvaret for indholdet af materialepasset reguleres gennem aftaleforholdet mellem kunde og leverandør, dvs. hvis en bygningsejer køber en byggevare af producenten, så har producenten ansvaret for indholdet af materialepasset. Hvis bygningsejeren køber byggevaren gennem en entreprenør, som køber varen gennem et byggemarked, der køber varen hos en producent, så vil ansvaret for indholdet af materialepasset skifte mellem forskellige aktører gennem processen. Den enkelte aktør i processen må dermed selv sikre, at materialepasset indeholder korrekte information om byggevaren. En neutral tredjeparts instans kan benyttes til at verificere indholdet af materialepasset.

Bygningsejeren er ansvarlig for indholdet af bygningspasset, men vil som udgangspunkt ikke kunne garantere en fuld deklaration af bygningen, da det er urealistisk, at alle hændelser i forbindelse med drift og vedligeholdelse er dokumentet. Bygningsejeren bør forholde sig til konsekvenserne ved mangler i bygningspasset, som kan have betydning for brugernes og håndværkernes sundhed, salg byggevarer til genbrug eller genanvendelse, prissætning af bygningen m.v.

4.1.7 Potentialer i anvendelse af bygnings- og materialepas

Via input fra branchen i analyser demonstreres det, at der er et stor potentiale inden for cirkularitet og bæredygtighed, jf. fremgangsmåden som er beskrevet i bilag 1. Byer og bygninger vil i fremtiden komme til at fungere som bank for byggevarer i en cirkulær økonomi. Det forudsætter detaljeret kendskab til de byggevarer, der er lagret i de enkelte bygninger, så byggevarerne i videst muligt omfang kan genanvendes ved nedrivning og renovering. Samtidig vil detaljeret kendskab til bygningernes byggevarer styrke beslutningsgrundlaget i forbindelse med bygningstransformation og -renovering. Genanvendelsen og *upcycling* af byggevarer fra eksisterende bygninger – såkaldt *urban mining* – reducerer behovet for nye byggevarer. I en livscyklusanalyse af et nybyggeri vil anvendelsen af byggevarer fra nedrivning af eksisterende bygninger – såkaldte *second life components* (SLC) – noteres som havende et relativt lavt klimaaftryk. Der vil være emissioner forbundet med at teste, rense og transportere byggevarerne, men resultatet vil stadig ofte være, at det genanvendte materiale har et lavere klimaaftryk end nye byggevarer.

En producent ville potentielt kunne opnå større indsigt i egne produkter igennem et materialepas, særligt hvis produktet består af en lang række sammensatte artikler fra flere underleverandører. Producenten skal kun indtaste data om deres produkter én gang i materialepassets strukturerede dataformat, og der kan linkes til EPD'er, CE, REACH, SCIP etc. For producenter, som har investeret i at gøre deres produkter sundere og med mindre miljøpåvirkning, vil materialepasset kunne eksponere deres investering til kunder.

Ved genbrug af byggevarer og bygningskomponenter er det ikke på nuværende tidspunkt muligt at give garanti for byggevarer og bygningskomponenters holdbarhed. De adspurgte nedrivere ser en værdi i bygnings- og materialepas i forhold til at øge mulighederne dokumentation både i forhold til videresalg og i forhold til økonomiske tab ved 'overraskelser' ved nedrivning (fx forekomst at skadelige stoffer). Med et materialepas vil nedrivnings- eller adskillelsesfasen lettere kunne planlægges, og værdi i bygningen identificeres.

For bygherrer vil et bygningspas tydeliggøre værdien af byggevarerne og minimere risici i forhold til, hvordan lovgivning og ny viden inden for eksempelvis kemikalier kan påvirke, hvordan en bygning kan bruges fremover, hvor sundhedsskadelig bygningen er, og hvor genanvendelige byggevarerne er. Med materialepas kan bygherrer fremvise en mere fyldestgørende deklaration af bygningens indhold, hvilket kan have værdi i forhold til salg og udlejning, hvor sundhed, risikovurderinger og forsikring samt genbestilling af en lignende bygning vægtes. For både bygherrer og driftsorganisationer kan den viden, der ligger i bygnings- og materialepas være med til, at de kan drifte ejendomme bedre.

Materialepas kan lette indsatsen med etablere grundlaget for at opnå bæredygtighedscertifikat. Det vil potentielt kunne nedsætte omkostninger til rådgivertimer. De er ikke umiddelbart skræmt af, at det vil give virksomhederne yderligere omkostninger ud fra forventningen om, at byggevarer kan risikere at blive dyrere grundet yderligere krav om dokumentation. De ser det som en nødvendighed.

For rådgivere vil et materialepas spare tid ved at forenkle arbejdsprocessen, når specifikke krav fra bygherren skal efterkommes. Det vil gøre dem i stand til at kunne træffe bedre beslutninger med henblik på at begrænse kemisk skadelige stoffer i byggeriet og fremme cirkularitet samt at kunne dokumentere det.

Det er imidlertid også tydeligt, at samfundet har en stor værdi af cirkulær økonomi byggeriet i transition mod et bæredygtigt samfund. De fundamentale digitale rammer, som en forretningsmodel kan udvikles oven på, er derfor en oplagt muligt for staten og fonde at bidrage til.

4.1.8 Udfordringer ved anvendelse af bygnings- og materialepas

Udrulningen af en frivillig ordning for brug af bygnings- og materialepas rummer flere udfordringer. Det er vanskeligt at identificere den reelle efterspørgsel baseret på interviews og webinarerne og dermed behovet for passene, da deltagerne alene har udtrykt deres interesse baseret på overordnede principper for passene og fordelene de giver, uden at kende de reelle omkostningerne forbundet med at etablere, opdatere og anvende passene.

Efterspørgslen efter materialepasset varierer blandt byggeriets aktører. Der er et anerkendt behov for blandt aktørerne som er involveret i byggerier, hvor bygningsejeren ønsker at opnå en bæredygtighedscertificeres. Introduktionen af den frivillige bæredygtighedsklasse er også med til at fremme behovet for informationer, hvad bygningen består af. Producenterne ser udfordringer i, at skulle indsamle informationer og publicere dem i et materialepas, da mange af de foreslåede data allerede er dokumenteret i andre ordninger og registrer.

Producenterne har udtrykt en bekymring over omfanget af de foreslåede informationerne, som kan registreres i materialepasset. Producenterne forudser vanskeligheder i at redegøre for byggevarernes fulde kemiske sammensætning, som forudsætter kendskab til indholdet af alle underleverandørernes komponenterne. Producenterne vurderer, at omkostningerne til at tilvejebringe informationerne er store og risikoen for kopiprodukter stiger.

Producenterne ønsker internationale løsninger, og har ytret bekymring over dansk enegang med et ønske om at udvikle et dansk materialepas. Producenterne forventer uanset om det danske pas opnår status på europæisk niveau at der vil være behov for justeringer i materialepasset, og dermed ekstra omkostninger, såfremt det opnå accept i EU. Producenterne forudser unødvendige store omkostninger, hvis de skal udarbejde nationale materialepas til markederne, hvor de opererer.

Alle aktørerne ser en risiko for der ikke er tillid til indholdet af passene, hvis der ikke etableres en uvildig instans, som verificerer indholdet af passene. Materialepassene gyldighed over tid kan udfordres af ændringer i produktionsmetoder og underleverandørenes delkomponenter, da ændringer her påvirker indholdet i passene. Afhængig af den formelle status som materialepassene tillægges kan misinformation eller mangler i passene have stor betydning for byggemarkeder, projekterende, udførende, bygningsejere, nedrivere og recirkulationsvirksomheder.

Alle aktørerne ser digitalisering af materialepassene som en nødvendighed, men som også udfordres afr byggevarernes lange levetid bygninger i forhold til den digitale udvikling, hvor både hardware, software og dataformater ændrer sig hurtigt over tid. Også på dette felt, vurderes internationale løsninger baseret på standarder fra veletablerede uafhængige institutioner at give den bedste beskyttelse.

Endelige er der en usikkerhed om materialepassene position i forhold til juridiske forhold i forhold til forældelse, og om validiteten af passenes indhold. Det bør afklares om passene er vejledende, hvilket ikke mindst er relevant i forhold til materialepas til byggevarer i eksisterende bygninger, eller om indholdet skal være juridisk bindende.

Implementering af bygningspasset rummer udfordringer. Bygningspassets samling af materialepas og de tilhørende mængdeangivelser kan benyttes i forbindelse med bæredygtighedscertificeringer, men ellers er der risiko for at fordelene ellers først opnås, måske først 50 år efter passene er dannede.

Set fra kontraktmæssigt synspunkt er bygningspasset udfordret, da indholdet ofte kun kan være et vejledende grundlaget i en aftalemæssig sammenhæng, da der kan være usikkerhed om kvaliteten af indholdet af de tilknyttede materialepas og mængdeangivelserne.

Der er udfordringer i generering af bygningspas for eksisterende bygninger. Hvis bygningspasset dannes på basis af BBR-informationer, er det kun muligt, at danne overordnet indtryk af materialerne i bygningen, der er uegnet som grundlag for projekteringsopgaver eller som dokumentation, der kan indgå i ejendomshandel eller i forbindelse med nedrivning. Troværdigheden af informationerne i bygningspasset kan udfordres, da det er vanskeligt at fremskaffe detaljerede informationer vedrørende ældre byggevarer.

Det er en udfordring at holde bygningspassene opdaterede, da eksekvering af almindelige driftsopgaver kan påvirke indholdet af passet. Enhver vedligeholdelsesopgave kræver opdatering af passet og i udlejningsejendomme kan lejerenes aktiviteter kræve opdateringen af passet, uden bygningsejeren informeres om ændringerne.

Både bygnings- og materialepassene er udfordret af, at omkostningerne til at etablere passene sjældent er de samme aktører, som efterfølgende opnår fordele ved effekterne ved at have adgang til passene.

4.2 Implementeringsplan på kort sigt

Der skelnes mellem kortsigtede og langsigtede planer for implementering af bygnings- og materialepas, da der er afgørende forskelle på horisonterne. På kort sigt er målet at etablere en frivillig ordning for brug af bygnings- og materialepas.

Det er en forudsætning for anbefalingerne i nærværende rapport, at implementeringen af bygnings- og materialepas i Danmark sker via en frivillig ordning. Uanset om ordningen er frivillig eller ej, påvirkes byggesektoren af det øgede fokus på bæredygtighed, fordi det er underlagt samfundets strategi om reduktion af CO_2 og øgning af biodiversitet. Implementeringen af 'Den Frivillige Bæredygtighedsklasse' (*Den Frivillige Bæredygtighedsklasse*, 2021) er medvirkende til på nationalt niveau at stimulere interessen for bygnings- og materialepas i branchen.

Det er afgørende for at fremme brugen af bygnings- og materialepas i en frivillig ordning, at få etableret en alliance af engagerede bygherrer, som er villige til at gå forrest og skabe en efterspørgsel efter bygnings- og materialepas. Der er i nærværende projekt foretaget en survey med otte besvarelser og to semistrukturerede interviews med bygherrer og bygningsejere om værdi af bygnings- og materialepas. Begge analyser viser, at bygningsejere ser en værdi i bygningspas, fordi det vil tydeliggøre en ekstra værdi i investeringen (byggevarer til re-use), samtidig med at bygningspas reducerer bygningsejeres risici, fordi de ved mere om byggevarerne. Bygningsejere må ofte betale projekterende et ekstra honorar for tilvejebringelse af dokumentation for byggevarer.

Materialepasset har en særlig position, da det både har en selvstændig funktion i forbindelse med valg af produkter, og fordi materialepas indgår i bygningspas. En alliance af bygherrer, som efterspørger materialepas i forbindelse med bæredygtighedscertificering af nybyggerier, kan skabe et momentum og en efterspørgsel efter materialepas i byggebranchen. Ved at fokusere på bæredygtighedscertificering opnår man en effekt, hvor materialepasset allerede på kort sigt potentielt kan være en gevinst for alle parterne i det konkrete byggeri.

Der er ellers en risiko for, at implementeringen af materialepasset bliver vanskelig at iværksætte, da materialepasset i mange situationer først vil give gevinster for byggeriets parter på langt sigt. Det er derfor formålstjenligt først at fokusere på initiativer, som giver gevinster på kort sigt.

Materialepasset bør være digitalt maskinlæsbart og være orienteret mod et internationalt åbent dataformat. Det anbefales at tilbyde et gratis indtastningsværktøj og en viewer, som materialepassene hhv. kan oprettes og vises i. Materialepas bør kunne tilgås på producenternes hjemmesider og udstilles på platforme såsom Bygdok.dk.

4.2.1 Forslag til en serie udviklingsaktiviteter

Der er behov for at etablere en serie af udviklingsaktiviteter, som en helt central del af implementeringen:

Definition af udvekslingsformater

Valg af udvekslingsformat for bygnings- og materialepas er helt essentielt for implementering og succes. For at sikre kommunikationen på tværs af flere computere uden tab af data bør der defineres officielle udvekslingsformater: Et *Materiale Passport Interchange Format* (MPIF) og et *Building Passport Interchange Format* (BPIF). Disse bør være baseret på åbne dataformater. Der skal sondres mellem dataopbevaring og dataudveksling. Der skal ikke stilles krav til opbevaring af data, men derimod krav til udvekslingsformat af både bygnings- og materialepas (se afsnit 3.2).

Det anbefales at udvikle et åbent udvekslingsformat for bygnings- og materialepas, MPIF og BPIF, og at det baseres på nuværende web-formater, fx xml, eller json. Formaterne bør være kompatibelt med datamodellen i ISO 16739 (ISO, 2018.), som er lovpligtig at benytte i offentlige og støttede byggerier i Danmark. Formatet skal vedblive med at være offentligt tilgængeligt, men kan adopteres af CEN/ISO.

Materialepassets 'Digitale ordbog' for maskinlæsning

Indholdet i materialepas skal have en tildeling af en entydig parameter, som beskrives i en digital ordbog for at kunne maskinlæses. Dette er et mindre og overskueligt digitalt udviklingsprojekt, som staten, fonde eller branchen kan finansiere. Både SUSb og eBVD angives i tabelform, og begge har behov for et mindre digitalt udviklingsprojekt for at sikre maskinlæsbarheden via et utvetydigt udvekslingsformat. Dertil efterspørges bedre dokumentation for parametre/felter, noget som fx C2C har udmærket sig ved at være meget grundige i. Parametrene bør defineres i henhold ISO 12006-3 (ISO, 2016).

Indberetnings- og aflæsningsapplikationer

Det anbefales, at udvikling og lancering af et Open Source indberetningsapplikation, som producenterne kan benytte til indberetning af data i materialepasset. På samme måde anbefales udvikling af en Open Source indberetningsapplikation til oprettelse af bygningspas.

Det anbefales, at der også udvikles og lanceres en simpel åben aflæsningsapplikation for bygnings- og materialepas. Denne applikation skal være etableret, så den på en enkel og tilgængelig vis kan aflæse indholdet af pas med det formål at imødekomme materialepasset som kilde til en one-point-of-entry.

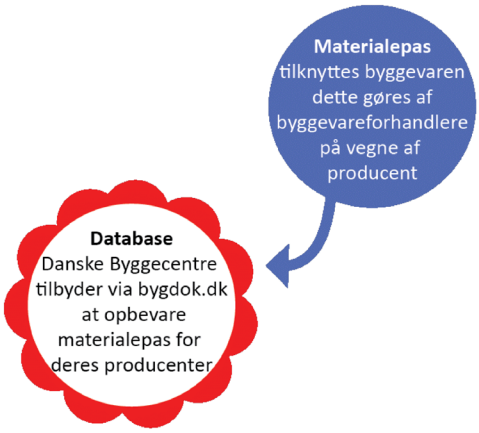
Branchestyregruppe
Det anbefales, at der nedsættes en styregruppe med repræsentanter for branchen og myndighederne til at forvalte indholdet i aflæsnings- og indberetningsapplikationer, herunder til behandling af spørgsmål om indberetningsformater. Styregruppen vil med fordel kunne formidle og dele applikationerne online og opbevare og dele eksempler på bygnings- og materialepas.

Opdateret BBR - Integration i nationale registre
Det anbefales, at sideløbende med de private initiativer (Madaster, BYGFYN etc.) kan det nationale danske register BBR forberedes til at kunne indeholde bygningspas. Særligt opfordres en offentligt supporteret form for udveksling af bygningspas (se kapitel 3 om udvekslingsformatet BPIF). Dermed langtidssikres samlinger af materialepas, nøjagtige opmålinger af mængder og en række kvalitetsløft af forståelse af bygningers egentlige sammensætning i Danmark.

Autogenererede materialepas for eksisterende bygninger
Udvikling af BBR og energimærkeordningen samt SAVE til at kunne maskinlæses, så der på den baggrund kan autogenereres approksimative materialepas for eksisterende byggevarer (SLC) i eksisterende bygninger (se også 2.1.4).

Akkrediteringsinstitution for 3. parts verificering af deklareringer
Det anbefales, at der akkrediteres en eller flere institutioner, som mod betaling fra producenter kan foretage frivillig 3. parts verificering af byggevareproducenternes deklarering af byggevarer. Verificeringen af materialepas kan være betalt af byggevareproducenterne, byggevareforhandlerne, bygningsejere eller dataopbevaringsvirksomhederne.

Mulighed for auto-genereret bygningspas
Danske Byggecentre, som driver www.bygdok.dk, kan fungere som en driftsplatform for materialepas. Med tiden vil det være sandsynligt, at flere af sådanne initiativer kan hjælpe med at drive og opbevare både materialepas bundet i et kommercielt motiv. Danske Byggecentre har som nævnt også i dag en deklareringsforpligtigelse, og det er muligt, at autogenerere et bygningspas via de materialepas, som følger byggevarerne til en byggeplads, hvor de indbygges i bygningen. Metoden tager ikke højde for spild, og derfor vil mængderne i bygningspasset ikke være præcise.



Figur 27. www.bygdok.dk kan udvikles til at være en af flere ”data-hubs”, som stiller materialepas til rådighed offentligt.

Parallelt hermed skal der iværksættes initiativer for at få et tilstrækkeligt antal producenter og deres produkter dokumenteret i den første officielle version af materialepasset. Producenternes motiv til at foretage de nødvendige investeringer skal først og fremmest være baseret på en kommerciel forventning om et fremtidigt afkast og konkurrencefordele. Disse fordele opnås ved at understøtte bygherrealliancens, projekterendes og udførendes behov for adgang til den information om byggeprodukternes sammensætning, som skal indrapporteres for at opnå den ønskede bæredygtighedscertificering.

Initialt vil der ikke være tilstrækkeligt volumen eller grundlag for en uafhængig, neutral tredjepartsvalidering af indholdet af de enkelte materialepas, men det vil være hensigtsmæssigt tidligt at påbegynde opstillingen af kravene til en sådan tredjepartsverificering. Det anbefales, at tredjepartsverificeringen sker på kommercielle vilkår gennem en neutral instans, og at denne instans akkrediteres af en veletableret akkrediteringsinstitution.

Det vurderes, at der vil være både juridiske og markedsmæssige konsekvenser for producenter, som ikke indberetter korrekt, hvilket også Teknologisk Institut påpegede i deres rapport. Det bør overvejes at foretage en egentlig juridisk vurdering af konsekvenserne med introduktionen af et bygning- og materialepas.

Det bør ligeledes sikres, at Dansk Standard kan varetage en central rolle i forbindelse med udarbejdelse af europæiske bygnings- og materialepas gennem bæredygtighedsstandarder i CEN-regi. Gennem en tæt forbindelse og rapportering fra bygherrealliancen og repræsentanter fra branchen skal det sikres, at viden om og erfaringer med det danske materialepas bringes ind i en europæisk kontekst.

Det skal påpeges overfor alle de involverede parter, at de er med til at fremme brugen af materialepas, og at alle positive erfaringer med det danske materialepas bliver indarbejdet i bestræbelserne på at etablere europæiske standarder på området. Parterne må påregne, at materialepassets struktur og indhold vil ændre sig over tid i forbindelse med, at der udarbejdes et europæisk materialepas.

Det foreslås at identificere bygningsejere, der arbejder med deres ejendomsportefølje ud fra et længere tidsperspektiv, for at opfordre dem til at eksperimentere med implementering af bygningspas. Det vil være svært at iværksætte en større målrettet indsats for at fremme brugen af bygningspas, så længe at materialepasset fortsat er under udvikling.

4.3 Forretningsmodel på kort sigt

Ved at fokusere på indholdet i et materialepas, som er relateret til bæredygtighedscertificering, er der en risiko for, at producenterne investerer i at udarbejde materialepas, mens det er byggeriets øvrige parter, der opnår gevinsterne.

På længere sigt vil det sikkert blive obligatorisk for producenterne at udarbejde materialepas, hvormed investeringen retfærdiggøres, så længe materialepassets indhold og struktur ikke ændres signifikant.

Med et stigende fokus på bæredygtighed hos bygningsejere og driftsorganisationer vil producenter, som supplerer deres produkter med materialepas, opnå en konkurrencefordel ved at yde en bedre service til projekterende og udførende, som skal opnå den af bygejeren krævede bæredygtighedscertificering. Producenter vil kunne opnå fordele i forhold til konkurrenterne ved at tilbyde en bedre dokumentation og større transparens omkring produkternes sammensætning.

Markedsvolumen er afhængig af alliancen af bygningsejere, som vil medvirke til at implementere krav om at efterspørge materialepas. Det er afgørende, at volumenet bliver så stort og homogent som muligt for at øge efterspørgslen inden for et snævert produktsortiment.

Det vil være nødvendigt at finde sponsorer til investeringer, som er knyttet til udarbejdelse af specifikationer for materialepasset, etablering af en digital platform og applikationer til at oprette og vise indholdet af materialepas, da parterne ikke initialt er villige til at betale for at tilføje eller tilgå materialepassene. På sigt vil det være muligt at finde andre løsninger, fx gennem at opkræve betaling for udstilling af byggevarer eller gennem reklamefinansiering og offentlige tilskud.

I det følgende oplistes de gevinster, som byggesektorens forskellige grupper af aktører kan opnå ved indførelse af en ordning for bygnings- og materialepas.

4.3.1 Forretningsmodelanalyse - Drift af materialepas

Følgende afsnit redegøre for hvordan et materialepas kan drives ved at præsentere synspunkter fra workshoppen og webinaret vedrørende tre forretningsmodeller. Det præsenteres hvordan virksomheder på tværs af værdikæden sammen kunne forestille sig, at udvikling og drift af et bygnings- og materialepas kan blive økonomisk bæredygtigt. Der blev diskuteret fordele og ulemper ved de tre modeller ud fra emner som produktbeskyttelse mod kopivarer, hvor den økonomiske byrde bør ligge og verificering af data.

Model 1 - Markedsadgang	
Koncept: Markedsadgang - Producenter betaler for at etablere og vedligeholde et data format for materialepas. Ikke-producenter har fri adgang til materialepas. Der indgår ikke 3. parts verificering.	
Fordele ved markedsadgang	**Ulemper ved markedsadgang**
Åben adgang til produktdata skaber transparens i byggeriet og gør alle, både virksomheder og privatpersoner, i stand til at tage et mere bæredygtigt valg i forhold til cirkularitet, sundhed, indeklima osv. Værdistrøms-analyserne viser at kunderne ønsker mere information fra producenterne. Der vil være meget begrænsede omkostninger ved at etablere et åbent data format for materialepas, som ikke kræver sekretariat, database etc. og der ikke indgår verificering.	Producenterne skal indvillige i at videregive produktdata i et åbent format, hvor der ikke påtages ansvar eller føres tilsyn med producentens produktdata. Der stilles her spørgsmål ved hvilken værdi denne forretningsmodel tilfører producenterne. Uden verificering af produktdata er der begrænset kontrol. Producenter kan i teorien uploade forkert produktdata – dog ville det være kortsigtet, da det ville kunne reducere markedsandele og skabe risiko for at skade byggerier konkret og juridiske sanktioner.

	Det er muligt at udgiften ved at uploade produktdata (herunder arbejdstimer og produkttests), kunne overstige det beløb ikke-producenter (kunden) vil betale i højere pris for varen. Det er dermed usikkert om en forretningsmodel hvor producenterne betaler vil være værdiskabende for producenterne. Uden behovet fra kunderne i værdikæden er det usandsynligt at producenter vil betale for en frivillig ordning. Der skal være et behov for bedre dokumentation af byggematerialer fra eksempelvis bygherren og rådgivere før forretningsmodellen er holdbar.

Model 2 - Neutral instans	
Koncept: Frivillig tredjeparts verificering af en neutral instans. Det er gratis for producenter at uploade produktdata og ikke-producenter kan anvende data gratis. (Etablering og drift af åbent dataformat for materialepasset drives af staten eller med bidrag fra alle branche organisationer, da det vurderes at være meget begrænsede ressourcer som kræves). Producenterne kan herudover frit vælge at få deres materialepas verificeret af en uafhængig tredjepart. Som en service samler og verificerer en udbyder dem i en samlet database. (Denne forretningsmodel kan udvikles til at ligne det eksisterende system for EPD'er hvor EPD'er frit kan uploades i en database, men skal verificeres før de bliver udgivet og tilgængelige).	
Fordele ved Neutral instans	**Ulemper ved Neutral Instans**
En frivillig tredjeparts verificering skaber mere åbenhed og alle har mulighed for at tilbyde materialepas og alle har mulighed for gratis at tilgå materialepas. Frivillig tredjeparts verificering kan øge konkurrencen i forhold til verificering af data og produkter. En uafhængig tredjeparts verificering kan bedre beskytte mod kopivarer ud fra antagelsen at databasebestyreren og verificeringsaktøren holder specifikke produktdata fortrolig og oplyser kun om eksempelvis tilstedeværelse af kemikalier eller overskridelse af tabelværdier. Det skal være muligt for en producent at betale en neutral instans for at 'opbevare' hemmeligholdt indhold – der dermed er deklareret men ikke synligt. (Hvis man i fremtiden finder ud af at indholdet er skadeligt, vil informationen på denne måde være tilgængelig for rådgivere og bygningsejer).	Ingen ulemper ved Neutral Instans blev diskuteret under workshoppen. Deltagerne til det afsluttende webinar noterede en ulempe ved at små producenter bliver presset ud af markedet hvis de ikke kan finansiere verificering af deres data.

Producenter, som ikke har råd til at verificere deres materialepas, har stadig mulighed for at dele deres materialepas. Det er derefter op til de resterende led i værdikæden at vurdere troværdigheden af produktdata, som ikke er 3. parts verificeret Deltagerne til det afsluttende webinar noterede fordele ved troværdigheden af data gennem verificering og at denne model kunne åbne op for et marked (3. parts verificerings instans) med nye arbejdspladser.	

Model 3 - Markedsplads	
Koncept: Markedsplads - Det er gratis for producenter at uploade produktdata i et materialpas format, med integreret verificering. Ikke-producenter betaler for adgang til materialepasset. Det sker ved at ikke-producenter betaler for adgang til serviceudbyders håndtering af materialepas og verificering. Denne forretningsmodel kan sammenlignes med køb af softwareløsninger hvor brugeren betaler.	
Fordele ved markedsplads	**Ulemper ved markedsplads**
At f.eks. bygningsejerne betaler, er at foretrække frem for at producenterne betaler. Det skyldes at bygningsejerne ønsker at samle materialepas for bygninger i en digital platform – og derved opnå et bygningspas. Der er for bygejernes side et ønske om en digital platform for informationer om materialer bygninger og deres vedligeholdelse. Projekterende og udførende sparer tid hvilket er en direkte værdiskabelse ved denne forretningsmodel. Såfremt der er tid at spare, er der muligvis incitament for at investere i en serviceudbyders håndtering af materialepas – fx at der er en god bruger interface, og at netop det data fra materialepasset, som projekterende typisk skal bruge til f.eks. DGNB certificering eller i forhold til Frivillig bæredygtighedsklasse er lagt nemt håndterbart op. Materialepasset har potentielt meget mere information end den projekterende har brug for i det daglige. Et abonnement pr. Rådgiver eller bygherre er mere økonomisk overskueligt fordi alle materialepas kan tilgås hos udbyderen af service databasen.	Producenterne skal fra de resterende led i værdikæden motiveres til at uploade produktdata hvilket stadigvæk koster producenterne arbejdstimer og eventuelle produkttests. Store rådgiver virksomheder har større økonomisk råderum og dermed lettere ved at betale for omkostningerne for en tilgang til verificerede materialepas. Mindre virksomheder risikerer at miste konkurrenceevne. Der er fri adgang til materialepas, men nogle køber sig adgang til verificerede pas og en database med skræddersyet brugerflade. For nogle vil der dermed være ringere adgang til materialepas, hvilket forringer muligheden for at tage et bæredygtigt valg. I spørgeskemaet lød et af spørgsmålene på, hvor i værdikæden bør omkostningerne ved at drive et materialepas ligge. Generelt var projekterende af den holdning, at omkostningerne forbundet ved driften et materialepas burde ligge hos producenterne. Enkelte projekterende og producenter svarede at omkostningerne burde ligge hos bygningsejeren. En respondent svarede at udgifterne ideelt set burde fordeles ud i hele værdikæden. Deltagerne til det afsluttende webinar noterede at forretningsmodellen ville hæmme

Deltagerne til det afsluttende webinar noterede at dem der gerne vil have et materialepas også betaler for det. Dette set i lyset af at ikke-producenter ser en større værdi i et materiale- og bygningspas sammenlignet med producenterne jf. Kortlægning af værdi i hvert af værdikædens led.	transparensværdien ved et materialepas idet brugerne skal betale for (bedre) transparens.

Med hensyn til hvor i værdikæden den økonomiske byrde til at drive et materialepas måtte ligge, så opstod der på baggrund af diskussionerne ikke nogen endegyldig konsensus. Forslag om at fordele udgiften til hele værdikæden samt at undersøge hvorvidt det vil være muligt at samfundet finansierer et materialepas blev foreslået og bør være interessante at undersøge nærmere.

I interviews og workshops er der givet udtryk for at producenter bør betale for drift af pasmodellerne. Det er især projekterende som har dette synspunkt. Det peger på en Model 1 – Markedsadgang - Producenter betaler for at få deres produktdata i materialepas. Ikke-producenter har fri adgang til passets informationer.
Projekterende har direkte fordele af pasmodellerne, fordi det vil effektivisere den informationsbearbejdning, som er en del af deres forretning. Bygningsejere vil kunne minimere risici og have en bedre sikring af den værdi deres byggematerialer indeholder i en cirkulær økonomi. Det vil tale for en Model 3 – Markedsplads -Det er gratis for producenter at uploade materialepas i åbent format, og ikke-producenter betaler for adgang til 3. parts verificerede materialepas, hvor data er organiseret tilpasset rådgiveres behov.

Mht til Neutral Instans, er der heller ikke et entydigt billede af, hvem der har den største værdi ved en sådan ordning. Flere interviewede har givet udtryk for, at hvis informationer i materialepasset ikke er pålidelige, har det begrænset værdi. Producenter har en interesse i at udskille sig positivt ved at have en verificeret kvalitets-produkt-portfølje. Projekterende og bygningsejere har en sikkerhedsrisikomæssig fordel ved en pålidelig 3. parts verificering.

Det vurderes at forretningsmodellen for tredjeparts certificering er mest realistisk at implementere kommercielt. I Sverige eksisterer der flere instanser, som tilbyder en uvildig verifikation af byggevarernes indhold. Forretningsmodellen er baseret på en efterspørgsel efter byggevarer, hvis indhold er vurderet af en neutral instans. En af disse virksomheder er SundaHus AB, som ifølge (Allabolag, 2021) har en omsætning på ca. 18 Mkr. og gennem flere år haft et overskud på ca. 15%. SundaHus har miljødata (Sundahus, 2021) på ca. 47.000 produkter og ca. 200.000 artikler. SundaHus gennemførte ca. 22.000 bedømmelse af produkter i 2018 (Sundahus, 2018) både gennemføres for producenter og bygningsejere Byggvarubedömmingen. BVB Service AB tilbyder miljøvurdering af byggevarer i regi af en forening, som har haft en stigende omsætning som i 2019 udgjorde ca. 18.0 Mkr. (Allabolag_2, 2021). En grundlæggende efterspørgslen på materialepas er en forudsætning, for en reel profitable forretningsmodellen for en neutral instans.

Baseret på reaktionerne ved workshops og interview, virker det ikke sandsynligt at forretningsmodellen baseret på markedsadgang er plausible. I og med Bygdok tilbyder publicering af producenternes materialepas er det ikke grundlag for, forretningsmodeller baseret på en betalt markedsadgang, med mindre den adgangen kombineres med en verificering.

Der er ikke opstillet en forretningsmodel set fra bygningsejerens side, men det er en kendsgerning at en række bygningsejere ønsker at deres bygninger certificeres i henhold til bæredygtighed. Behovet for materialepas vil øges i takt med bygninger indgår i den frivillige bæredygtighedsklasse, som forventes gjort obligatorisk i 2023. En effektiv adgang til informationer om byggevare vil give bygningsejeren besparelser hos projekterende og udførende mod en forventet begrænset merpris på byggevarerne.

4.3.2 Forretningsmodelanalyse - Drift af bygningspas

Der eksisterer forskellige forretningsmodeller til oprettelse og drift af bygningspas. I nærværende rapport, foreslås det initelt, at udvide BBR-registreret til at kunne lagre og publicere bygningspas.

Model 1 – BBR-registreret	
Koncept: Lagring af bygningspas i BBR-registreret	
Fordele ved BBR-lagring	**Ulemper ved BBR-lagring**
Udnytte den unikke situation i Danmark ved eksistensen af et centralt bygnings- og boligregister, til at etablere en samling af bygnings- og materialepas på en offentlig tilgængelig og kontrolleret platform. Gennem stordriftsfordele kan omkostningerne til registret reduceres. Staten kan evt. outsource driften af systemet til tredjepart, som er underlagt en statslig kontrol. Afhængig af adgangen til data vil staten have overblik over materialerne i den danske bygningsmasse, og kunne følge og forudse konsekvenserne ved ændringer i lovgivningen eller udviklingen i bygningsmassen. En statslig løsning giver den størst mulige sandsynlighed for data er tilgængelige for bygningsejere i dekader.	Ulempen ved løsningen er først og fremmest at der sandsynligvis vil være tale om en minimumsløsning, som risikerer at have begrænset værdi for bygningsejerne, der så ikke prioritere at opdatere data i registret. Monopoler fører sjældent til brugervenlige løsninger, og udbyderen har ikke et motiv til løbende at forbedre løsningen. Ovenstående forhold kan reduceres såfremt, man giver tredjepart mulighed for at levere supplerende services baseret på registrets informationer. Tvungen statslig afgift hos bygningsejerne til at dække omkostningerne.

Lagring af bygningspas i BBR-registreret er imidlertid kun én af flere forskellige forretningsmodeller. I forbindelse med de afholdte workshops og interviews har fokus været rettet mod materialepasset, og derfor har de nedenstående skitserede forretningsmodeller ikke været drøftet med branchen.

Model 2 – Bygningspas som en service
Koncept: Bygningspas som en service - Bygningsejeren betaler en udbyder for at lagre bygningspas i et standardiseret neutralt format. Udbyderen kan herudover tilbyde bygningsejeren yderligere services mod betaling.

Fordele ved bygningspas som en service-del	Ulemper ved bygningspas som en service
Konkurrence mellem udbydere af services i forhold til pris, funktionalitet, kvalitet og ydelser vil give bygningsejerne det bedste produkt. Supplerende services fra udbyderen baseret på bygningspasset kan giver bygningsejeren værdi i form af dataanalyse, kunstig intelligens mv. som kan stille forslag om, advare, advisere bygningsejeren om vedligeholdelsesforslag, udskiftning, eller risici. Vedligeholdelse af bygningspasset kan være en tillægsydelse.	Der er en risiko for bygningsejeren låses til bestemte udbydere, hvis det ikke er muligt let at flytte bygningspassene mellem udbyderne. At udbyderen ikke længere tilbyder ydelsen og bygningspassene går tabt fx i forbindelse med konkurs eller tekniske udfordringer. Det vil være svært at danne et overblik over materialer i danske bygninger, da bygningspassene vil være placeret hos flere udbydere. Løsningen vil primært været rettet mod professionelle bygningsejere, og mindre bygningsejere kan stå uden en relevant udbyder.

Det hollandske Madaster bygningspas er etableret i en non-profit organisation Madaster Foundation, som køber service fra den kommercielle organisation Madaster Services. Madaster tilbyder at opbevare bygningspas for bygningsejere. Det må vurderes om en tilsvarende konstellation er formålstjenelig i Danmark, men det har vist at der et marked for bygningspas baseret på åbne data formater i Europa. Madaster Services havde en omsætninger på 31Mkr (Zoominfo, 2021) i 2019, som foruden at levere services til det hollandske marked også betjener Norge, Tyskland og Schweiz.

Model 3 – Inkluderet i Facility Management	
Koncept: Inkluderet i Facility Management – Professionelle leverandører af Facility Management ydelser varetager vedligeholdelse af bygningsejernes bygningspas.	
Fordele ved Inkluderet i Facility Management	**Ulemper ved Inkluderet i Facility Management**
Professionelle Facility Management firmaer vil kunne kombinere deres ydelser og viden om bygningen til at opdatere og vedligeholde bygningspassene. Facility Managere vil kunne drage nytte af informationerne i bygningspassene i forbindelse med udførelse, og optimering af drift og vedligeholdelsesopgaver.	Der er en risiko for bygningsejeren låses til bestemte udbyder, hvis det ikke er muligt let at flytte bygningspassene mellem udbyderne. At udbyderen ikke længere tilbyder ydelsen og bygningspassene går tabt fx i forbindelse med konkurs eller tekniske udfordringer. Det vil være svært at danne et overblik over materialer i danske bygninger, da bygningspassene vil være placeret hos flere udbydere. Løsningen vil primært været rettet mod professionelle bygningsejere, og mindre bygningsejere kan stå uden en relevant udbyder.

4.4 Langsigtet implementeringsstrategi

Det er forventeligt, at ønsket om bygnings- og materialepas stiger internationalt i fremtiden, ikke mindst i EU-lande, pga. det øgede fokus på bæredygtighed og FN's 17 verdensmål. Bygnings- og materialepas er en vigtig komponent i at levere informationer som grundlag for bæredygtighedsanalyser af bygninger i hele deres livscyklus.

Det er afgørende for danske bygningsejere og byggesektoren som helhed, at bygnings- og materialepas standardiseres på europæisk niveau, da en dansk enegang på langt sigt er uholdbar. Erfaringer fra brugen af danske bygnings- og materialepas på kort sigt skal opsamles og bruges til at skabe en europæisk praksis, som både tilgodeser danske interesser og behovet for ensartede løsninger inden for EU.

Danmark har via sekretariatsfunktionen hos Dansk Standard for CEN's tekniske komité TC 350, *'Sustainability of Construction Works*' en god platform for at fremføre danske ønsker og erfaringer i forbindelse med udarbejdelsen af kommende europæiske bæredygtighedsstandarder. Der er i EU indført krav om deklaration af farlige kemiske stoffer i byggevarer pr. 5. januar 2021, og Kommissionen vil sandsynligvis være en drivende kraft i forhold til at stille yderligere krav om byggevarers kemiske indhold.

Fra dansk side bør den europæiske udvikling på området følges og påvirkes gennem såvel det politiske system som gennem brancheorganisationer og Dansk Standard, ikke mindst af hensyn til forberedelserne på skærpede krav til byggesektorens bæredygtighed. Brancheforeninger bør dele viden om erfaringer med en frivillig ordning vedrørende implementering af bygnings- og materialepas i Danmark og orientere deres medlemmer om den fremtidige udvikling i EU og CEN.

Danmarks internationale position som et samfund med en relativt høj grad af digitalisering bør udnyttes til at sikre, at fremtidige internationale og europæiske bygnings- og materialepas bliver digitalt maskinlæsbare og baseret på åbne eller officielt standardiserede digitale standarder rettet mod det byggede miljø.

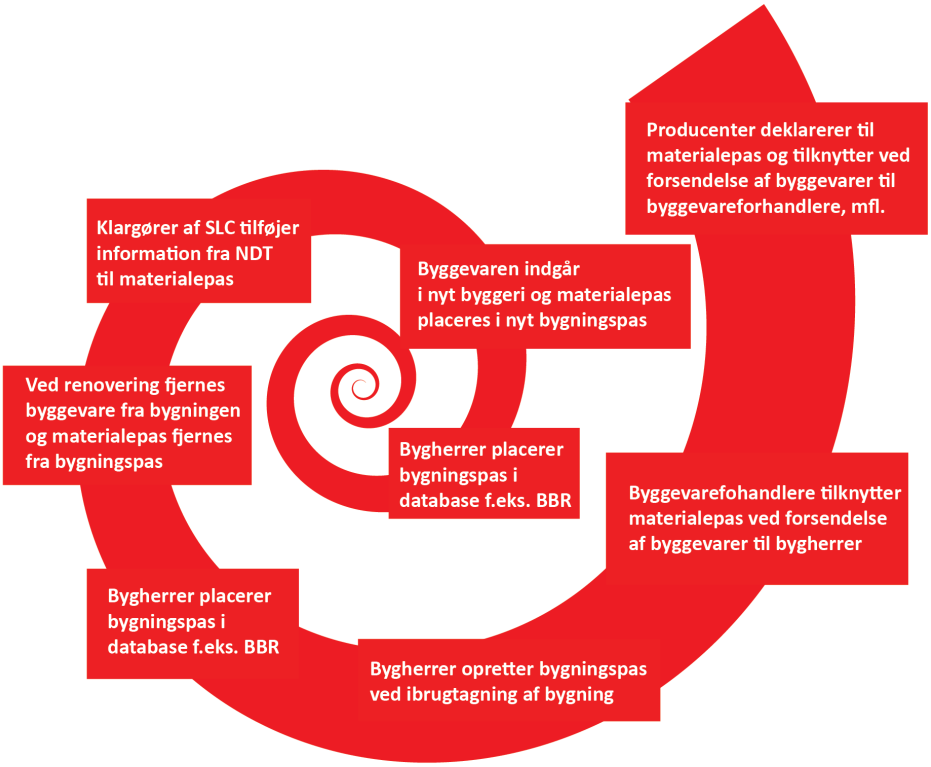
4.5 Forretningsmodel på langt sigt

Det er afgørende for den danske byggesektors eksport af produkter og tjenesteydelser, at der konkurreres på så ensartede regler inden for EU som muligt, og derfor bør bygnings- og materialepas på langt sigt standardiseres på europæisk og gerne på internationalt niveau.
Det er en fordel for danske virksomheder at operere på fremmede markeder uden at skulle tilpasse sig nationale varianter af bygnings- og materialepas, da nationale løsninger vil favorisere hjemmemarkedet i det pågældende land.

Virksomheder, som udvikles for private midler:

Der vil som følge af den øgede adgang til data omkring bygninger ske en række udviklinger af nye forretningsområder. Producenter, nedrivere, entreprenører og nye opstartsvirksomheder, som tester og klargør SLC til byggeriet har mulighed for at udnytte disse forretningsmuligheder.

Hvis blot en del af byggevarerne genanvendes, vil der være en økonomi inden for dette forretningsområde, som er markant og udgør 15% af markedet i 2035, som beskrevet i POTENTIAL FOR DENMARK AS A CIRCULAR ECONOMY s. 59 (EllenMacarthurfoundation, 2015



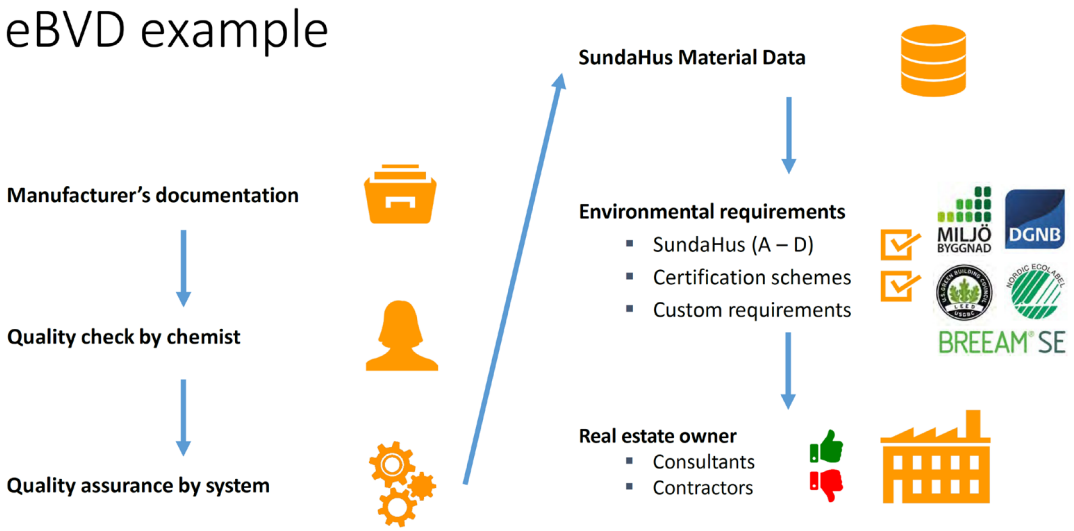
Figur 28. Bygnings- og materialepas-spiralen. Det er ikke afklaret endnu, om det vil være nedrivere, entreprenører, byggevareforhandlere, producenter eller separate nye start-ups, som vil overtage markedet for test og klargøring af SLC, men potentialet er der, når data for byggevarer kommer i tilstrækkelig høj kvalitet.

Herudover vil den øgede data omkring bygninger også give mulighed for digitale start-ups. Her er en række mulige sådanne:

- Akkrediteringsinstitution for 3. parts verificering af deklareringer af materialepas

Som allerede nævnt er der behov for en 3. partsverificerings institution.
På lidt længere sigt vil samme institution evt. kunne udvikle en ydelse om at verificere, certificere bygningspas med korrekte mængder og materialepas på linje med de virksomheder, som allerede nu tilbyder denne ydelse (se nedenfor).

Herudover kan samme institution hjælpe producenterne med at foretage deklareringen 100%. Samme institution kan også tilbyde en ydelse, hvor producenter deklarerer 100%, men forretningshemmeligheder kan opbevares i denne institution (generisk indhold, som ikke er en forretningshemmelighed er synlig, men skulle en fremtidig cocktail-effekt af kemi vise sig eller en ny PCB skandale, vil deklareringen kunne tjene samfundet).



Figur 29. Eksempel: Procesdiagram for konsulenthuset SundaHus som vurderer byggevarers deklaraionr herunder eBVD'er samt tilpasning til certificeringssystemer. (Sundahus).

- Materialepas-facilitator

Skræddersyede brugerflader til indberetning, kobling og nedtagning af materialepas.
Det er vigtigt, at materialepasset er generisk og ikke alt for kortsigtet er tilpasset fx behov relateret til FBK- eller DGNB-certificering. I stedet vil der være basis for opstart af virksomheder, som faciliterer rådgivernes og bygningsejers behov for brugervenlighed, et eksempel kunne være Responsible Assets. Baseret på denne simple implementering vil andre udviklere kunne skabe egne implementeringer og sikre, at de er konforme med formaterne. Disse andre udviklere vil kunne sigte på et marked for virksomheder, som 'skræddersyr' en brugerflade med indhold i gængse materialepas til fx Svanmærkning, DGNB-certificering etc. Eller imødekomme nedrivere som kan tage udgangspunkt i bygningspas-dokumentation i forbindelse med nedrivning. Der er formentligt mange andre måder at appellere til et fremtidigt marked, som vil drage nytte af et åbent format uden licensbegrænsninger.

- Bygningspas-facilitator

Virksomheder som faciliteterer bygningsejere i forhold til at opbygge og ajourføre og opbevare bygningspas. Verificere, certificere bygningspas med korrekte mængder og materialepas. Der eksisterer allerede en serie af virksomheder, som tilbyder denne service såsom Madaster, Upcyclea, BYGFYN etc.

- Materialepas-deklarering af SLC og eksisterende byggeri

Virksomheder, som præciserer approksimative materialepas og supplerer med NDT og drone- samt interiørscanninger af eksisterende bygninger.

- Facilitator af digitale markedspladser for SLC

Udviklingen af mere data omkring bygninger skal drive omstillingen til cirkulær økonomi, og det vil blive indfriet, når data anvendes i forhold til køb og salg af SLC, hvilket vil skabe grobund for virksomheder, som arbejder med data i det regi.

5. Referencer

Allabolag. (2021). SundaHus i Linköping Aktiebolag. Lokaliseret den, 17 april, 2021, fra https://www.allabolag.se/5564041373/bokslut

Allabolag_2, (2021). BVB Service AB. Lokaliseret den, 17 april, 2021, fra https://www.allabolag.se/5568956964/bvb-service-ab

BAMB. (2021). Framework for Materials Passports. Lokaliseret den, 3 februar 2021, fra https://www.bamb2020.eu/wp-content/uploads/2018/01/Framework-for-Materials-Passports-for-the-webb.pdf

BEK. (2006). Retsinformation December 2006. Lokaliseret den, 9 april, 2021, fra https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2006/1365

BEK_2. (2006) Transport- og Boligministeriet, Vejledning til bekendtgørelse om IKT i byggeri, nr 10111 af 01/01/2006, Transport- og Boligministeriet. Lokaliseret den, 14 april, 2021, fra https://www.retsinformation.dk/eli/retsinfo/2006/10111.

Bernstein. (2004) Likert Scale Analysis. In Encyclopedia of Social Measurement (pp. 497–504). Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/B0-12-369398-5/00104-3

Buildings As Material Banks. (2021). Buildings As Material Banks. Lokaliseret den, 14 februar, 2021, fra https://www.bamb2020.eu/

Buildingsmart. (2021). BuildingSMART. Lokaliseret den, 9 april, 2021, fra https://www.g.org/standards/bsi-standards/industry-foundation-classes/

Byg Fyn. (2021). BYG FYN - DK-GBC. Lokaliseret den, 17 april, 2021, fra https://www.dk-gbc.dk/medlemmer/byg-fyn/ 2021

BBR. (2021). Bygnings- og Boligregistret. Lokaliseret den, 9 april, 2021, fra https://bbr.dk/om-bbr

CEN. (2011) CEN EN 15978 Sustainability of construction works - Assessment of environmental performance of buildings - Calculation method. CEN.

Cradle to Cradle. (2021). Products Innovation Institute. Lokaliseret den, 14 februar, 2021, fra https://www.c2ccertified.org/

CPR. (2021). Construction Products Regulation (CPR). Lokaliseret den, 1 juni, 2021, fra https://ec.europa.eu/growth/sectors/construction/product-regulation_en

Den frivillige bæredygtighedsklasse. (2021). Den frivillige bæredygtighedsklasse. Lokaliseret den, 15 februar, 2021, fra https://baeredygtighedsklasse.dk/

DGNB. (2021). DGNB - DK-GBC – Green Building Counsil Denmark. Lokaliseret den, 17 april, 2021, https://www.dk-gbc.dk/dgnb

DoP. (2021). Declaration of Performance (DoP) and CE marking. Lokaliseret den, 9 april, 2021, fra https://ec.europa.eu/growth/sectors/construction/product-regulation/performance-declaration_da

Dropbox. (2021). Dropbox. Lokaliseret den, 17 April, 2021, fra https://www.dropbox.com/da_DK/

DS. (2015). DS/EN 771-1:2011+A1:2015, Forskrifter for byggesten til murværk - Del 1: Teglbyggesten. Dansk Standard.

DS. (2019). DS/EN 15804: Bæredygtighed inden for byggeri og anlæg – Miljøvaredeklarationer – Grundlæggende regler for produktkategorien byggevarer, 2012+A2:2019. Dansk Standard.

EAD. (2021). European assessment documents and European technical assessments. Lokaliseret den, 17 april, 2021, fra https://ec.europa.eu/growth/sectors/construction/product-regulation/european-assessment_en

eBVD. (2021). Byggvarudeklaration eBVD 1.0 - Byggmaterialindustrierna. Lokaliseret den, 16 februar, 2021, fra https://byggmaterialindustrierna.se/byggvarudeklaration-ebvd1-0/

eBVD_2. (2021). Eksempel på versionshåndtering i eBVD. Lokaliseret 9 april, 2021, fra https://www.ebvd.org/BMI/Document/Export/17/0/Pdf

Echa. Europa. (2021). Kandidatlisten over særligt problematiske stoffer til godkendelse.Lokaliseret den, 9 april, 2021, fra https://echa.europa.eu/da/candidate-list-table

Ecoplatform. (2021). Eco Platform. Lokaliseret den, 17 april, 2021, fra https://www.ecoplatform.org/epd-data.html

EllenMacarthurfoundation. (2015). Denmark Casestudy 2015, s. 59. Lokaliseret den, 9 april, 2021, fra https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/20151113_DenmarkCaseStudy_FINALv02.pdf

Energimærkning. (2020). Lovgivning om energimærkning, Lokaliseret den, 9 april, 2021, fra https://ens.dk/ansvarsomraader/energimaerkning-af-bygninger/lovgivning-om-energimaerkning

EPEA. (2021). Shaping the world of tomorrow together. Lokaliseret den, 16 februar, 2021, fra https://epea.com/en/

ETA. (2021). ETA Danmark. Lokaliseret den, 17 april, 2021, fra https://www.etadanmark.dk/en/eta

European Commision. (2020). Executive Agency for Small and Medium-sized Enterprises (EASME), Dec. 2020. Study on the Development of a European Union Framework for Digital Building Logbooks. Lokaliseret den, 14 april, 2021: https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/40f40235-509e-11eb-b59f-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-184010877

European Commission. (2021). European platform on life cycle assessment. LC Projects, Sustainable Consumption. Project: Indicators and Assessment of the Environmental Impact of EU. Lokaliseret den, 9 april, 2021, fra https://eplca.jrc.ec.europa.eu/lcProjects.html

Data.Europa, (2021). Resources with persistent URIs of the EU institutions and bodies. Lokaliseret den 17 april, 2021https://data.europa.eu/URI.html

Gamle Mursten. (2021). Gamle mursten. Lokaliseret den, 9 april, 2021, fra http://gamlemursten.dk/

Google. (2021). Google Drive. Lokaliseret den, 17 april, 2021, fra https://www.google.com/intl/da/drive/

Haefner. (2014). Quality Value Stream Mapping, Procedia CIRP, Volume 17, 2014, Pages 254-259. Lokaliseret den, 9 april, 2021 fra https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.01.093

HPD. (2021). Health Product Declaration Collaborative - Welcome - HPD Collaborative (. Lokaliseret den, 16 februar, 2021, fra https:// hpd-collaborative.org

IANA. (2018) , Internet Assigned Numbers Authority. Lokaliseret den, 17 april, 2021, fra https ://www.iana.org/

International Energy Agency and the United Nations Environment Programme (2018). 2018 Global Status Report: Towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector. Lokaliseret den, 17 april, 2021, fra https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/27140

Indata. (2019). International Open Data Network for Sustainable Building. Lokaliseret den, 17 april, 2021, fra https://www.oekobaudat.de/fileadmin/downloads/2017-10-13_WG_InData_2pager_v.tool_.pdf

Indata. (2021). Data Related Documents. Lokaliseret den, 17 april, 2021, fra https://www.indata.network/resources

ISO. (2016). DS/EN ISO 12006-3:2016, Building construction - Organization of information about construction works - Part 3: Framework for object-oriented information (ISO 12006-3:2007). International Standard Organisation.

ISO. (2018). ISO 16739-1:2018, Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries — Part 1: Data schema. International Standard Organisation-

ISO. (2006). ISO 14025:2006, Environmental labels and declarations — Type III environmental declarations — Principles and procedures. International Standard Organisation.

ISO. (2010). ISO 26000, Social Responsibility. International Standard Organisation.

ISO. (1998). ISO/IEC 8859-1:1998, Information technology — 8-bit single-byte coded graphic character sets — Part 1: Latin alphabet No. 1 (1st ed.). International Standard Organisation.

ISO. (2020 March). ISO 23386:2020, Building information modelling and other digital processes used in construction — Methodology to describe, author and maintain properties in interconnected data dictionaries (1st ed.). International Standard Organisation.

ISO. (2020 July). ISO 23387:2020, Building information modelling (BIM) — Data templates for construction objects used in the life cycle of built assets — Concepts and principles (1st ed.). International Standard Organisation.

Klima-Energi- og Forsyningsministeriet. (2020). Affaldsbekendtgørelsen. Lokaliseret den, 9 april, 2020, fra https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2020/2097

Lcabyg. (2021). LCAbyg. Lokaliseret den, 17 april, 2021, fra https://www.lcabyg.dk/

LEED. (2021). LEED rating system - U.S. Green Building Council. Lokaliseret den, 17 april, 2021, fra https://www.usgbc.org/leed

Madasterfoundation. (2021). Madaster Foundation. Lokaliseret den, 12 februar, 2021, fra https://madasterfoundation.com/

Microsoft. (2021) SharePoint. Lokaliseret den, 17 april, 2021, fra https://www.microsoft.com/da-dk/microsoft-365/sharepoint/collaboration, 2021

MFVM. (2018). Strategi for cirkulær økonomi, Lokaliseret den, 9 april, 2021, fra https://mfvm.dk/fileadmin/user_upload/MFVM/Miljoe/Cirkulaer_oekonomi/Strategi_for_cirkulaer_oekonomi.pdf

MFVM. (2020). Handlingsplan for cirkulær økonomi. Lokaliseret den, 9 april, 2021, fra https://mfvm.dk/fileadmin/user_upload/MFVM/Miljoe/Cirkulaer_oekonomi/PDF_af_faktaark.pdf

NOBB. (2021) Norsk Byggevarebase - Byggtjeneste. Lokaliseret den, 16 februar, 2021, fra https://byggtjeneste.no/nobb-norsk-byggevarebase

OGC. (2021). Open Geospatial Consortium. Lokaliseret den, april 17, 2021, fra https://www.ogc.org/

OGG. (2021). The Ogg container format. Lokaliseret den 17 april, 2021, fra https://xiph.org/ogg/

Osterwalder, A., Bland, D. J., (2019).Testing Business Ideas: A Field Guide for Rapid Experimentation. John Wiley & Sons Inc.

PCM. (2021). Puls-kode modulation. Lokaliseret den, 17 april, 2021, fra https://da.wikipedia.org/wiki/Pulse_Code_Modulation

Pedersen et al., (2016 september). Uønsket kemi i bæredygtigt byggeri. Miljøprojekt nr. 1882. Miljøstyrelsen. Lokaliseret den, 17 april 2021, fra https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2016/09/978-87-93529-11-3.pdf

Realdania. (2021). Det Digitale Byggeri. Lokaliseret den, 1 juni 2021, fra http:// www.realdania.dk

REACH. (2021). European Chemistry Agency. Lokaliseret den, 17 april, 2021, fra https://echa.europa.eu/da/regulations/reach/legislation

RoHS. (2002). Europa-Parlamentets og rådets direktiv 2002/95/EF. Lokaliseret den, 17 april , 2021, fra https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexServ.do?uri=OJ:L:2003:037:0019:0023:da:PDF

Saaty. (2008). Relative measurement and its generalization in decision making why pairwise comparisons are central in mathematics for the measurement of intangible factors the analytic hierarchy/network process. Revista de La Real Academia de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales – Serie A: Matematicas, 102(2), 251–318. https://doi.org/10.1007/BF03191825

Save. (2021). Lokaliseret den 16 februar, 2021, fra https://slks.dk/omraader/kulturarv/bevaringsvaerdige-bygninger-og-miljoeer/bevaringsvaerdige-bygninger-metode/save/

SCIP. (2021) BEK nr. 662 af 19/05/2020, SCIP-databasebekendtgørelsen. Lokaliseret den 9 april, 2021, fra https://echa.europa.eu/da/scip

Smith et al. (2019). Analyse af Bygnings- og Materialepas. Lokaliseret den, 9 april, 2021, fra https://www.teknologisk.dk/_/media/77203_Bygnings- og materialepas.pdf

Smith, K. H., (2017). Bygge og anlægsaffald. Lokaliseret den 9 april, 2021 fra https://www.innobyg.dk/media/75449/4-katrine-hauge.pdf

Sundahus. (2018). Press Release. Lokaliseret den 17 april, 2021, fra https://www.mynewsdesk.com/se/sundahus/pressreleases/oever-21-000-bedoemningar-genomfoerdes-av-sundahus-2018-2831649

Sundahus. (2021). Sundahus. Lokaliseret den, 17 april, 2021, fra https://www.sundahus.se/

Sustainable Build. (2021). Sustainable Build. Lokaliseret den, 14 februar, 2021, fra https://www.sustainablebuild.dk/om/

Svanemærket. (2021). Miljømærkning Danmark. Lokaliseret den, 17 april, 2021, fra https://www.ecolabel.dk/da/virksomheder/brug-miljoemaerkerne/svanen

Sørensen. (2018). Bygherrens rolle i den cirkulære økonomi, Lokaliseret den, 9 april, 2021, fra https://www.teknologisk.dk/_/media/73328_Bygherrens%20rolle%20i%20den%20cirkul%E6re%20%F8konomi_interaktiv.pdf

TABULA. (2021). TABULA. Lokaliseret den, 17 april, 2021, fra https://webtool.building-typology.eu/#bm

Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen. (2019, januar). Strategi for digitalt byggeri Januar 2019, Lokaliseret den, 9 april, 2021, fra https://www.trafikstyrelsen.dk/DA/Byggeri/Byggepolitik/Digitaliseringsstrategi.aspx

Tasaki et al. (2017). International Survey of the Costs of Assessment for Environmental Product Declarations. Procedia CIRP, 61, 727–731. Lokaliseret den, 9 april, 2021, fra https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.158

Teknologisk Institut. (2020). Indeklima Dokumentation. Lokaliseret den, 9 april, 2021, fra https://www.teknologisk.dk/indeklimadokumentation-af-byggevarer-og-bygninger/42306

Upcyclea. (2021). Upcyclea. Lokaliseret den, 17 april, 2021, fra https://www.upcyclea.com/

WELL. (2021). International WELL Building Institute, IWBI, Lokaliseret den, 17 april, 2021, fra https://www.wellcertified.com/

World Green Building Council. (2019, September 2019). Bringing Embodied Carbon Upfront. Lokaliseret den, 9 april, 2021, fra https://www.worldgbc.org/sites/default/files/WorldGBC_Bringing_Em-bodied_Carbon_Upfront.pdf

Zimmermann. (2019). Ressourceoptimering i genanvendelse af teglaffald. MST. Lokaliseret den 17 april, 2021, fra https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2019/04/978-87-7038-060-7.pdf

Zoominfo. (2021). Madaster Services. Lokaliseret den, 17 april, 2021, fra https://www.zoominfo.com/c/madaster-services-bv/417084186

Fremgangsmåde

I dette bilag beskrives fremgangsmåde for udvælgelse af modeller for bygnings- og materialepas, og usikkerheder ved de anvendte metoder diskuteres.

Analyser

Der er gennemført følgende faser med analyser af bygnings- og materialepas:

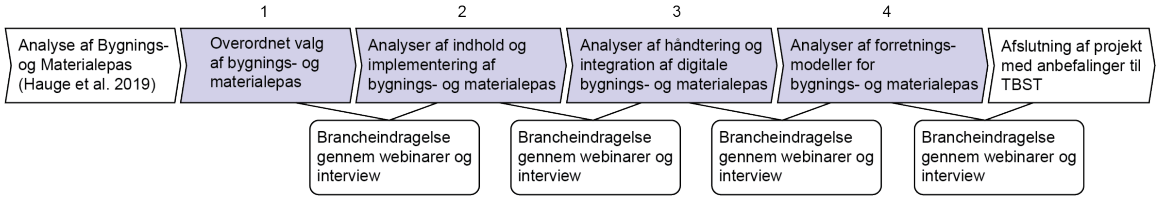
1. **Overordnet valg af pas**
   - 1.1 Udvælgelse af pas baseret på TI's kriterier
2. **Analyser af indhold og implementering af pas**
   - 2.1 Udvælgelse af essentielle indholdselementer
   - 2.2 Analytic Hierarchy Process (AHP)
   - 2.3 Vurdering og efterspørgsel fra byggebranchen

3 Analyser af håndtering og integration af digitale pas

- 3.1 Analyse af udvekslingsmuligheder for pas
- 3.2 Analyse af (langtids-)opbevaring af pas
- 3.3 Analyse af integration af materialepas i BIM
- 3.4 Analyse af autogenerering af pas

4 Analyser af forretningsmodeller for pas

- 4.1 Værdistrømsanalyse
- 4.2 Forretningsmodelanalyse
- 4.3 'Business canvas'-analyse



Figur 30: Fremgangsmåde for analyser og brancheinddragelse

Der er lagt vægt på at inddrage en bred gruppe af repræsentanter for den danske byggesektor, hvis interesser og behov er søgt afdækket gennem kvalitative metoder. Selve inddragelsen er gjort i flere omgange over hele projektforløbet i form af webinarer og via interview med branchen.

Analyser har taget udgangspunkt i tidligere arbejde af TI

I rapporten "Analyse af bygnings- og materialepas" fra udbud 1 udført af TI blev der udført et litteraturstudie som beskriver eksisterende viden om bygnings- og materialepas, samt certificeringer, deklarationer, projekter, databaser og initiativer som har relevans for bygnings-og materialepas. Litteraturstudiet blev gennemført ved søgninger på internettet med udgangspunkt i at beskrive kendte materiale – og bygningspas, men også andre ordninger og initiativer som kan have betydning for bygnings- og materialepas blev beskrevet. Endelig inkluderede litteraturstudiet også en beskrivelse af software og teknologiske løsninger, som kan anvendes i forbindelse

med materiale – og bygningspas. Der blev i litteraturstudiet også skelnet mellem danske, europæiske og internationale (hovedsageligt amerikansk) modeller og viden. Resultaterne af litteraturstudiet viste at der eksisterer mange initiativer, projekter, databaser og mærkninger som kan have form som materiale- eller bygningspas. Litteraturstudiet viste også at der er mange sideløbende initiativer, især hvis man ser på et europæisk plan, og det kan være svært at hurtigt gennemskue forskelle og ligheder mellem disse. I alt er over 40 danske, europæiske og amerikanske initiativer gennemgået, som kan have relevans for bygnings- og materialepas.

Overordnet valg af pas

Udgangspunktet for udvælgelsen af materialepasmodeller til nærmere analyse var den liste med over 40 nationale og internationale initiativer vedr. bygnings- og materialepas, som blev frembragt gennem Teknologisk Instituts projekt om emnet i 2019 (Hauge Smith et al., 2019).

Ved gennemgang af denne liste blev ni egentlige pasmodeller identificeret.

Tabel 9: Identificerede materialepasmodeller og deres tilgængelighed

Materialepasmodel	**Tilgængelighed**
Sustainable Build (SUSb)	Tilgængelig gennem projektgruppens medlemmer, da modellen er under udvikling og ikke tilgængelig online
Logbogen i Svanemærket	Ikke tilgængelig online, blev kontaktet men kontakt kunne ikke etableres
Vugge til vugge (C2C)	Tilgængelig online, version 4 (Cradle to Cradle, 2021)
BAMB-projektets materialepas	Prototype tilgængelig gennem projektgruppens medlemmer, fulde version ikke tilgængelig (BAMB, 2021.)
EPEA circularity passport, Nederland	Ikke tilgængelig online , blev kontaktet men kontakt kunne ikke etableres (*EPEA - Part of Drees & Sommer | The Original - EPEA*, n.d.)
Byggevaredeklaration (eBVD), Sverige	Tilgængelig online (eBVD, 2021) *Byggvarudeklaration EBVD 1.0 - Byggmaterialindustrierna*, n.d.)
Norsk Byggevarebase (NOBB)	Tilgængelig online i 14 dages gratis prøveperiode, som selv kan oprettes (*NOBB , 2021.*)
Madaster material passport, Nederland	Ikke tilgængelig online, demo account tilgængelig efter kontakt med Madaster (*Madasterfoundation.Com*, n.d.)
Health Product Declaration (HPD9), USA	Tilgængelig online (HPD, 2021)

Under arbejdet med vurderingen af Madaster og NOBB blev det tydeligt, at disse modeller mere havde karakter af bygningspas.

På baggrund af Teknologisk Instituts investoranalyse identificeredes yderligere fem udvælgelseskriterier.

Tabel 10: Kriterier for byggebranchens rangering af materialepasmodeller (Hauge Smith et al., 2019).

	Hvilke informationer skal et materialepas indeholde?	**Andel af positive respondenter**
K1	Monterings-, vedligeholdelses- og demonteringsvejledninger	71
K2	Oplysninger om bæredygtighed	61
K3	Oplysninger om tekniske data	71
K4	Oplysninger om kemiske stoffer i byggevarerne	92
K5	Oplysninger om cirkularitet	63

Vurderingen blev udført på en tretrins Likert-skala: Opfylder helt (2 point), opfylder delvist (1 point), opfylder ikke (0 point) (Bernstein, 2004).

Tabel 11: Vurdering og score af materialepas

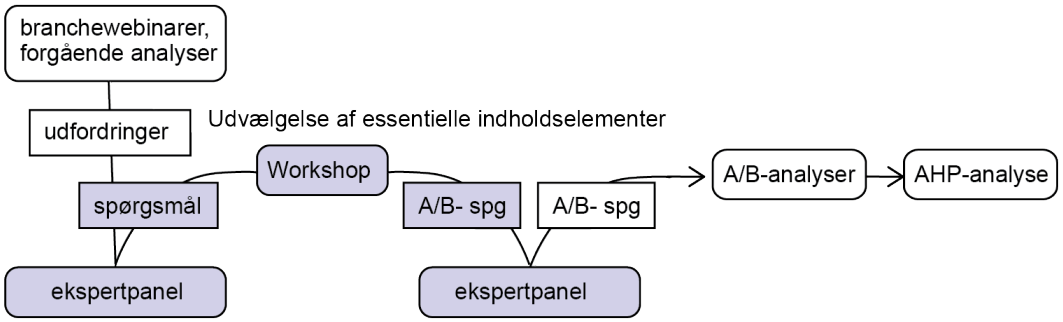
	K1	**K2**	**K3**	**K4**	**K5**	**total score**
SUSb	1	2	2	2	2	9
C2C	2	1	0	2	2	7
BAMB	2	2	1	1	2	8
eBVD	0	2	2	2	2	8
HPD9	0	1	0	2	0	3

De fire materialepas med højest score og som anbefales til nærmere analyse blev således SUSb, C2C, BAMB og eBVD.

Analyser af indhold og implementering af pas

Udvælgelse af essentielle indholdselementer

De fire udvalgte materialepas er meget forskellige i form, opbygning, indhold og hvordan forretningen rundt om passet er skruet sammen, hvilket gør sammenligning af de fire pas til en kompleks opgave. Som svar på denne udfordring formuleres først 116 spørgsmål af ekspertpanelet for afklaring, præcisering af indhold, opbygning af pas og særlige forhold vedr. cirkularitet og cirkulært byggeri.



Figur 31: Proces for udvælgelse af essentielle indholdselementer i bygnings- og materialepas – først identificeret som udfordringer, dernæst spørgsmål. Via workshop og 50 DTU-studerende omformuleret til A/B-notation, som til sidst behandles af ekspertpanel

Via en kategorisering og vægtning foretaget af udvalgte ingeniørstuderende, som undervises i cirkulært byggeri, er disse spørgsmål neutralt behandlet, omformuleret og reduceret til 15x8 udvalgte indholdselementer. Derefter har ekspertpanelet i nærværende projekt gennemgået resultatet og sammensat 17 essentielle indholdselementer (se 3.3), som ønskes undersøgt i relation til de fire materialepasmodeller. De 17 indholdselementer er basis for hvad et materialepas i Dansk kontekst bør indeholde. Denne basis er benyttet til de efterfølgende analyser af de fire udvalgte materialepasmodeller, samt grundlag for interview med byggeindustrien om vægtning af indholdselementer.

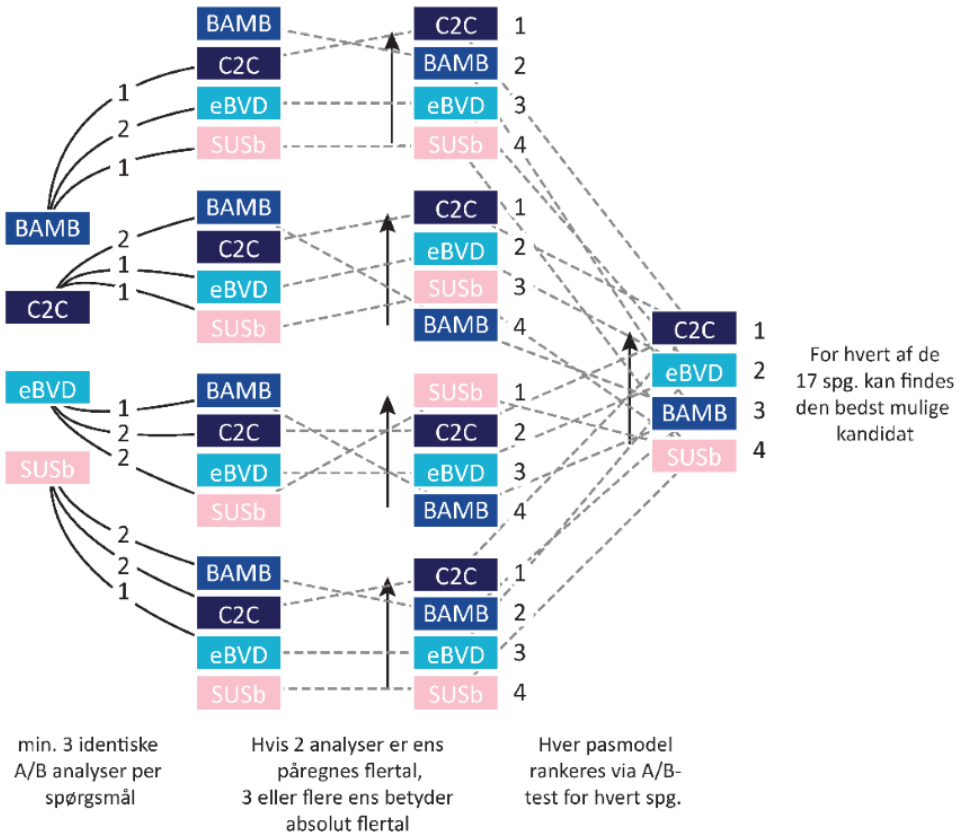
Analytic Hierarchy Process (AHP)

De 17 indholdselementer er formuleret som A/B-spørgsmål, som gør det muligt at sammenligne modellerne parvis. ”A/B”-notationen henviser til pasmodellerne når de sammenlignes parvist f.eks. eBVD/BAMB el. C2C/eBVD el. SUSb/C2C osv. De parvise sammenligninger af modellerne for materialepas foretages vha. metoden Analytical Hierarchy Process (AHP) - (Saaty, 2008), som i dette tilfælde indebærer, at hver model bliver sammenlignet med hver af de andre modeller mindst tre gange, hvilket medfører 300 separate sammenligningsanalyser.

Sammenligningerne gennemføres af 50 bachelor-, diplom- og kandidat bygningsingeniørstuderende på DTU-kurset ’Bygnings- og materialepas’, som har viden om området, men ikke er partiske hvilket giver en neutral tilgang til sammenstillingerne. Det er det store antal sammenligninger af et stort antal analytikere, som giver nøjagtigheden i metoden. De studerende fik en grundig baggrund for emnet i workshops og forelæsninger og fik udleveret så fyldestgørende materiale som muligt om de fire materialepasmodeller. I alt 20 grupper har arbejdet individuelt med

analyserne af de samlet set 17 parvise sammenligninger (A/B-spørgsmål). Således kan en gruppe fokusere på at besvare alle 17 spørgsmål ved at sammenligne eBVD med BAMB, en anden gruppe kan sammenligne SUSb med C2C, og en tredje gruppe kan sammenligne BAMB med C2C, og så videre – se figur 34.

I alt sikres fuld sammenligning af fire pasmodeller (A vs B vs C vs D) = 4*(4-1)/2 = 6 unikke sammenstillinger. Dermed kan forhold som enstemmighed og majoritet måles, hvilket giver muligheden for at sammenholde analyserne og finde kandidaturer for hvert af de 17 indholdselementer – se resultaterne i afsnit 3.3. Til støtte for at opretholde en ensartet struktur og analytisk tilgang blandt de 20 grupper med DTU-studerende blev der udviklet en dedikeret webapp til formålet. I undersøgelsen er benyttet tilgængeligt materiale om de forskellige modeller. Herunder eksempler på materialepas (f.eks. Figur 3) og dokumentation for systemerne, baggrundsmateriale, video, interviews af udviklerne af modellerne og relevante artikler.



Figur 32: De fire materialepasmodeller BAMB, C2C, eBVD og SUSb er sammenlignet parvist over tre eller flere omgange for hvert af 17 A/B-spørgsmål.

På grund af det store antal vurderinger foretaget af mange specialister uafhængigt af hinanden, er det muligt at konkludere, hvilke to materialepasmodeller der har flest fordele.

Vurdering og efterspørgsel fra byggebranchen
Baggrunden for AHP var ekspertpanelets vurdering af hvad et materialepas i Danmark skulle indeholde. Samme indholdselementer blev herefter vægtet og vurderet af 59 brancherepræsentanter på tværs af byggeindustrien via dybe interviews, der gav plads for at de interviewede kunne forhold sig til indholdselementerne og relatere dem til deres arbejdssituation. På den baggrund blev ekspertpanelets forslag til indholdselementer vurderet, vægtet og suppleret med en række elementer, som blev efterspurgt af branchen og kan således tilføjes 'det ideelle danske materialepas'

Efter at være blevet undervist i pasmodeller over en periode af tre uger gennemførte DTU-studerende sammenligninger af pasmodeller ud fra en række fastsatte parametre. Det var på denne baggrund af AHP analysen af de 4 materialepas modeller, som de 20 grupper med DTU studerende nu var i besiddelse af vidtgående kendskab til gennemførte de en række semistrukturerede interviews med virksomheder i byggebranchen. Interviewguiden, som også ses i bilag 2, fokuserer på implementeringsparathed i forhold til specifikke elementer i materialepasmodellerne.

I alt identificeredes 223 virksomheder og organisationer som kandidater til interview (interesseorganisationer, producenter, ingeniørrådgivere, arkitektrådgivere, distributører, entreprenører, bygherrer). I alt 59 interviews blev gennemført, hvor hvert interview varede mellem 20 og 45 min.)

Blandt de interviewede virksomheder og organisationer var der kun en enkelt bygherre og en enkelt dataudbyder (til trods for ihærdige forsøg på at få flere med). Af denne årsag er bygherrer og dataudbydere blevet kontaktet i andet format og behandlet særskilt via spørgeskema, se også afsnit 3.4.

For hvert af de udførte interview er interviewerne blevet bedt om at bedømme interviewet i form af interesseaspektet i en numerisk form. Den målbare tilgang til action research formatet har gjort det muligt at se på resultaterne fra en statistisk vinkel. Således er vurderingerne et produkt af flere krydsende interview udført af flere uafhængige deltagere. Resultaterne omhandlende branchens syn på implementeringsaspekter af en materialepasordning er blevet afrapporteret i følgende overordnede emnefordeling: Cirkularitet, Sundhed Kemi og komfort, Klimapåvirkning og miljøpåvirkning, Tekniske egenskaber og resultaterne har givet input til den anbefalede implementeringsstrategi.

Analyser af håndtering digitale pas og BIM

Analyse af udvekslingsmuligheder for pas
Analyse af udveksling og format er baseret dels på interview med forskellige aktører i branchen som allerede opbevarer og formidler data (Sundahus, Upcyclea, Molio, mfl.) dels på desktop studier som er formidlet og har modtaget feedback på webinarer. Analyserne har fokuseret på eksisterende teknologier og implementeringsparathed i branchen.

Analyse af (langtids-)opbevaring af pas

Analyse af opbevaring af pas er baseret på interview af de 59 branchere repræsentanter samt desktop studie af eksisterende teknologier som har vist potentiale for holdbarhed over tid. Analyserne har fokuseret på robusthed, tilgængelighed og (digital) fleksibilitet.

Analyse af integration af materialepas i BIM
Analyse af integration for materialepas i mere avancerede former, herunder BIM er baseret dels på interview og dels på action research studier med branchere repræsentanter, ingeniørstuderende og forskere. Bl.a. er en IFC-version af bygningspas udviklet i samarbejde med Lendager Group og DTU, og en anden integration af materialepas, livscyklus-data, BIM og LCA i samarbejde med Rambøll og DTU.

Analyse af autogenerering af pas
Analyse af autogenerering af pas er bundet op på desktopstudier i forbindelse med cirkularitetsspørgsmål med fokus på Nordiske bygningsdataregistre.

Analyser af forretningsmodeller for pas

For at se med friske øjne på en dansk situation er den generelle værdi af bygnings- og materialepas blevet analyseret med henblik på at identificere forretningsmodeller.
Det blev opdelt i to perspektiver: a) set i forhold til virksomhedernes generelle værdiskabelse (værdistrømsanalyse) b) som en forretningsmodel (forretningsmodelanalyse) specifikt for drift af et materialepas.
Det skete ved at undersøge forretningsmodeller for 5 kategorier af brancheaktører:

- Nedriver og Recirkulering
- Entreprenør
- Rådgiver
- Producent
- Bygherre og bygningsejer

Der blev indsamlet information af tre omgange. En workshop afholdt af Dansk Brand- og sikringsteknisk Institut d. 8. oktober 2020, interview udført af DTU-studerende i perioden efterår 2020 og et afsluttende webinar 17. november.

Værdistrømsanalyse
Under workshoppens første del udførtes en værdistrømsanalyse (Haefner, 2014). hvor deltagerne skulle identificere og diskutere hvilken værdi et materialepas måtte have for byggeriets værdikæde. En værdistrømsanalyse beskriver alle aktiviteter fra start til slut i en proces og kortlægger de værdiskabende aktiviteter.

Forretningsmodelanalyse
Under workshoppens anden del udførtes en forretningsmodelanalyse for bygnings- og materialepas, der ville fungere som kunde, var afsæt for anden del af workshoppen. Her skulle deltagerne diskutere fordele og ulemper for tre opstillede forretningsmodeller. De tre forretningsmodeller var alle typiske og velkendte modeller i byggebranchen.

Tre forretningsmodeller undersøgt:

1. Markedsadgang - Producenter betaler for at registrere data i materialepas format

2. Neutral instans - tredjeparts verificering
3. Markedsplads - Ikke-producenter betaler for adgang til serviceudbyders håndtering af materialepas og verificering

'Business canvas'-analyse

For yderligere at udforske værdien af et materialepas i hvert af værdikædens led, gennemførte studerende på DTU under kompetent vejledning syv semistrukturerede interviews om forretningsmodeller, med kategorier af brancheaktører: Bygherrer, Nedrivere og Materialeproducenter og en rådgiver.

Det var organiseret som case studier baseret på en metode udviklet af John Hebøll i DTU entreprenørskabskurser. På baggrund af omfattende desktop studier af case-virksomhederne noteres virksomhedernes forretningsmodeller i 'Osterwalder Business Canvas model (Osterwalder, A., Bland, D. J., 2019). På dette grundlag gennemføres semi-strukturerede interviews baseret på en interviewguide. Dét som primært ønskes afdækket via interviews med virksomhederne er to scenarier: hvordan vil virksomhedens forretningsmæssige virkelighed være MED og UDEN produktet. 'Produktet' er i dette tilfælde bygnings- og materialepas.

Følgende virksomheder er nævnt i rapporten

- Bygherrer: ATP ejendomme og Danica Ejendomme
- Nedrivere: JJ JENSEN og Tcherning
- Producenter: Rockwool og Troldtekt
- Rådgiver: CF Møller

Workshop og webinarer

Der er i projektet afholdt fem webinarer, hvoraf tre havde mulighed for fysisk fremmøde, og det ene gennemførtes som en workshop:

- Webinar 1, 26. juni 2020: Udvælgelse af fire pasmodeller til videre analyse.
- Webinar 2, 8. oktober 2020: De fire udvalgte pasmodeller analyseres i forhold til implementering og operationalitet/implementering.
- Webinar 3, 8. oktober 2020: Fysisk workshop om forretningsmodeller for pasmodellerne, som live-streames fra BLOX.
- Webinar 4, 19. oktober 2020: Fysisk møde om digitaliseringsaspektet: BIM og dataformat.
- Webinar 5, 17. november 2020: Opsamling og diskussion af mulige anbefalinger.

I webinarerne deltog 86 personer fra virksomheder. (Herudover deltog arbejdsgruppen, studerende og repræsentanter for Bolig- og Planstyrelsen). Ved webinarerne blev kommentarer og spørgsmål registreret og indarbejdet i projektet. Herudover blev der integreret survey-monkey surveys i det første og det sidste webinar. Ved workshop på BLOX skrev DTU studerende transcripts af diskussioner ved bordene af de fremmødte brancherepræsentanter.

Diskussion af metoder

Ekspertpanelet har haft en overvægt af rådgivere, mens bygherrer, producenter og distributører af byggevarer indirekte har været involveret. DTU har være bevidst om denne risiko for bias, og har kompenseret for det. Et eksempel er fokus med på bygherrer i målrettet survey sammen med bygherreforeningen.

Det kan diskuteres hvorvidt ingeniørstuderende er kvalificerede til at foretage en vurdering af materialepas indholds-elementer i AHP analysen og efterfølgende dybtgående interviews med branchen om indholdselementerne. Der er fordele og ulemper: ulemperne er at de studerende ikke kender branchen indgående og ikke i udgangspunktet vidste noget om bygnings- og materialepas. Fordelen er omvendt også at de studerende ikke kender branchen indgående og derfor ikke har haft de samme bias, som andre aktører ville have haft. I forhold til kendskab til bygnings- og materialepas kompenseredes der for dette, via et 2 ugers kursusforløb arrangeret af DTU byg. Der er meget få i byggebranchen som ved noget om bygnings- og materialepas, derved kom de ingeniørstuderende frem i rækkerne i forhold viden om emnet. Det er en forudsætning for AHP, at der skal foretages mange sammenligninger, for at den statiske begrundelse fungerer, derfor har det været en fordel at de 50 ingeniørstuderende kunne arbejde i AHP analysen.

Valget af deltagere i interviews er ikke foretaget så repræsentativt som det burde være, fordi ikke alle de kontaktede brancherepræsentanter svarede på henvendelsen. Det store antal af interviewdeltagere i analysen af indholdselementer på baggrund af AHP opvejede til en vis grad dette. I interviewanalysen på baggrund af business canvas' var det ikke helt således, her var der kun et par deltagere fra hver branchen kategori, hvilket udgør en markant svaghed.
Det var også en svaghed ved forretningsmodel workshop i BLOX at mange af de tilstedeværende ikke anvendte de udleverede boards til tilbagemelding.
Angående deltagerne i webinarer og de surveys og diskussionsnotater fra dem, er det vanskeligt at bedømme om der var tale om en repræsentativt udsnit af den danske byggebranche, fordi man kan forestille sig at de aktører som aktivt er for eller imod cirkularitet deltog.

Bilag 2. Interviewguide

Guide for interview af personer fra byggebranchen

Interviewtemplate

Interviewspørgsmål
Interviewspørgsmålene skal så vidt muligt lægge op til en dialog. I skal hjælpe kontaktpersonen med at forstå spørgsmålene og i nogle tilfælde kører man ud af tangenter, hvilket er helt i orden. Husk at skrive svarene ned, så detaljeret som muligt.
Interviewspørgsmål som skal indgå i interviewet markeret med fed. Efterfølgende tekst er ment som vejledning til supportspørgsmål og følgespørgsmål stilles hvis de giver mening for interviewet.

Generelt

Hvordan forstår du et materialepas? Spørg evt. Ind til detaljer om hvor de har hørt om begrebet før og gør det til en dialog. Ideen er at kontaktpersonerne allerede her forstår at de ikke bliver "eksamineret" men det er en samtale. (f.eks. BAMB-definition 'Materials passports are sets of data describing defined characteristics of materials in products that give them value for recovery and reuse'.)
Hvordan vil du beskrive et bygningspas? Forsøg at få etableret forskellen mellem materialepasset og bygningspasset allerede her. I må gerne formidle hvordan konsortiet og i selv sondrer mellem de to. Ideen her er at der nu skal være etableret en definition af hhv. Materialepas og bygningspas.
Hvad vil I bruge data i et materialepas til? Spørgsmålet skal relatere til den hypotetiske situation at materialepas eksisterer og vil være tilgængelige. Hvilken værdi og formål har materialepas for kontaktpersonen og virksomheden.
Hvad vil I bruge data i et bygningspas til? Spørgsmålet skal drejes over i hvad bygningspasset kan ift. en samling af enkelte materialepas – og dermed om der kontaktpersonen/virksomheden forventer en større informationsværdi i selve bygningspasset end i materialepassene alene.

Klimapåvirkning/biodiversitet

Benytter i jer af oplysninger ang. hvor klimavenligt materiale/produkter er?

- Hvad bruger i de informationer til?
- Hvordan ved i/vurderer i hvor klimavenligt et materiale/produkt er?
    - Hvor får i oplysningerne fra?
    - Er oplysningerne tilstrækkelige?
    - Er de lettilgængelige?
    - Føler i at I kan stole på oplysningerne?
    - Sammenligner i materialer/produkter med disse oplysninger?
    - Hvad kunne være nemmere?
- Benytter i jer af EPD'ere?
    - Er de svære at anvende? Hvordan?
    - Vil en et materiale med EPD være at foretrække over et uden EPD?

Laver i LCA-analyser?

- Bør der være særskilt oplysninger om CO2-belastninger (GWP/CO2e)

- Bør der være andre opløsninger om miljøbelastninger end hvad en EPD kan levere?

Sundhed og komfort

Benytter i jer af oplysninger ang. hvordan materialer/produkter påvirker menneskers sundhed og komfort i bygninger?

- Hvad bruger i de informationer til?
- Hvordan ved i/vurderer i hvor sundt/komfortabelt et materiale/produkt er?
    - Hvor får i oplysningerne fra?
    - Er oplysningerne tilstrækkelige?
    - Er de lettilgængelige?
    - Føler i at I kan stole på oplysningerne?
    - Sammenligner i materialer/produkter med disse oplysninger?
    - Hvad kunne være nemmere?

Ved I om eller hvornår materialer/produkters indholdsstoffer skal deklareres? Ala indholdsfortegnelse på vores fødevarer (fødevaredeklarationer). Hvis de ikke ved det, kan i fortælle at der ikke er krav til at byggevarer deklarerer hvad de indeholder (med undtagelse af faseskiftende materialer, maling og lign.)

- Har i eksperter i virksomheden som kan vurdere hvilke stoffer der kan være sundhedsskadelige og påvirke indeklimaet negativt?
- Har i oplevet at jeres kunder efterspørger om indholdsstoffer?
    - Hvad fortæller i til kunderne?
    - Fortæller i kunder om at de bør bekymre sig?
- Har lagt strategi for at kunne oplyse tidligere kunder om, at produkter i deres byggeri kan være sundhedsskadelige, (såfremt at oplysninger om disse produkter finder frem til jer)?
- Har I nogle specifikke krav til hvad man skal deklarere hvis i skulle vælge?
- Skal H-sætninger f.eks. vises i et pas?
- Bør der oplyses en procent-opgørelse af indholdsstoffer, eller vil det være iorden med blot at beskrive at stofferne er der?
- Skal REACHs SVHC oplyses, uanset hvilken procentdel de udgør af den totale mængde?
- Skal der fremgå af passet hvilke procent af produktet er deklareret?

Vil afgasning og emissioner være vigtigt at have deklareret i materialepasset? I kan uddybe bl.a. TVOCer og formaldehyd værdier, og evt. værdier med tider (3 dage samt 4 uger, evt. længere)

Er der andre indeklimatiske, sundheds- og komfortmæssige egenskaber som I ville kunne efterspørge i et materialpas? Forsøg at spørge ind uden selv at angive forhold som akustiske egenskaber, brandforhold / klasse og røgklasse, fugtighedstilstand, transmissivitet, g-værdier, osv... Spørg ind til om disse egenskaber hører hjemme i et materialepas.

Cirkularitet

Benytter i jer af oplysninger om hvor svært/nemt det er at fjerne materialer/produkter fra bygninger?

- Hvordan ved i/vurderer i at et materiale/produkt fjernes fra en bygning?
    - Hvor får i oplysningerne fra?
    - Er oplysningerne tilstrækkelige?
    - Er de lettilgængelige?
    - Føler i at I kan stole på oplysningerne?
    - Sammenligner i materialer/produkter med disse oplysninger?
    - Hvad kunne være nemmere?
- Kunne i forestille jer at komme med informationer om adskillelse af jeres produkt?
- Kunne i forestille jer at efterspørge informationer om adskillelse produkter?
- Hvordan kunne sådanne informationer se ud? *(f.eks. Diagrammer, informationer om materialets tilstand (i bygningspas formegentlig)*
- Vil det være værdifuldt at vide genanvendelse-% i deklareret form?

Validitet og format

Skal der i passet oplyses om det data er 3. parts verificeret, eller skal pas altid være 3.parts verificeret?

- Hvis pas skal verificeres af 3. parter, vil det formegentlig være dyrere at "certificere", hvordan tænker i at økonmien omkring passet skal hænge sammen?
    - hvem skal betale for det?
    - Vil I f.eks. betale for valideret pas?

Skal materialepasset pege på anden data f.eks. oplysninger om mulig eksistensen af produktets sikkerhedsdatablad, eller miljømærkning?

- Skal den fremhæve specifikke data fra sikkerhedsdatabladet/miljømærket?
- Skal materialepasset "indlejre" sikkerhedsdatabladet (og anden data der peges på) (altså låse data-delene fast) eller er det bedre at data kan linkes?

Har I nogen præference til i hvilken struktur materialepasset og data gemmes i digitalt?

- Har I forventninger til at materialepasset skal sammenkøres med BIM?
- Skal materialepassenes enkeltdele (dataen) kunne tilgåes via en api? *F.eks. så man kan søge på alle materialer som har en levetid over 30 år og som ikke har formaldehyd-% over 2.*

Skal det være muligt for producenten at selv bestemme hvor meget data de vil udfylde i materialepasset?

- Skal der være en endelig black-liste af indholdsstoffer som skal deklareres? Hvorved producenter kan få lov til at undlade at deklarere stoffer uden for listen?
- Hvad så med ikke-deklarerede stoffer som vil komme på black-listen I fremtiden?

Skal passet beskrive om det lever op til certificeringssysytemer og deres point-systemer?

- Hvilke certificeringssystemer er vigtigst at få med Svanemærket, DGNB, BREEAM...?

Økonomi/Pris

Hvis materialepas blev udbudt af producenterne, ville du så betale for dataen i passet?
Hvis materialepas blev udbudt af producenterne, ville du så aktivt fravælge producenter som ikke udbød materialepas?
Hvis en privat udbyder kan levere sammenstillede materialepas, ville du så betale for den service at have mest muligt, og opdateret data i form af materialepas? F.eks adgang til en hub, api så man kan søge i materialer på tværs
Hvis en privat udbyder kan levere sammenstillede bygningspas, ville du så betale for den service at have mest muligt, og opdateret data i form af bygningspas? F.eks et katalog, kort over eksisterende bygninger, deres tilstande og hvor der kan forekomme frigivne materialer.
Hvis materialepas på alle produkter eksisterede, ville du være mere fokuseret på at genbruge, upcycle og anvende eksisterende materialer i dit arbejde?

- Kan du nævne eksempler som kunne give værdi for dig/virksomheden?

Bilag 3. Eksempler på materialepas

Eksempel på materialepas, eBVD

Byggvarudeklaration 2015

enligt BVD-föreningens standardiserade format eBVD 2015

2020-06-02 09:41:36

FLEXIBATTS 35

1. GRUNDDATA

Dokumentdata

Id:	Version:
C-SE556347915201-2	2
Upprättad:	**Senast sparad:**
2020-06-02 08:13:25	2020-06-02 09:41:32

Ändringen avser:

Uppdatering av varunamn, kontaktuppgifter och innehållsdeklaration m.m
Update of article name, contact information and declaration of contents etc.

FLEXIBATTS 35

Varunamn:

FLEXIBATTS 35

Artikel-nr/ID-begrepp

Artikelidentitet: VAT-NAME

SE556347915201-FLEXIBATTS35

Varugrupp/Varugruppsindelning

Varugruppssystem	Varugruppsid
BK04	01301
BSAB96	I

Varubeskrivning:

Tillverkad av obrännbar, fukt- och vattenavvisande ROCKWOOL stenull. FLEXIBATTS 35 har en unik förmåga att anpassa sig till olika regelavstånd. Den kan beroende på tjockleken fjädra upp till 40 mm på ena långsidan. Det gör att monteringsarbetet går lättare och kvaliteten på det utförda isoleringsarbetet blir bättre. Skiljer sig från FLEXIBATTS med egenskapen bättre lambdavärde.

Används som värmeisolering i alla typer av byggnader. Isolering av vindsbjälklag, ytterväggar, mellanväggar, bjälklag och lägenhetsskiljande vägg och bjälklag.

Prestandadeklarationer:	Prestandadeklarationsnummer:
Ja	DOP-510956-02

Övriga upplysningar:

ROCKWOOL AB

Företagsnamn:	Organisationsnummer:
ROCKWOOL AB	556347-9152

Uppgiftslämnaren är ensam ansvarig för uppgifter om produkter som registrerats i databasen. Uppgiftslämnaren och Byggmaterialindustrierna reserveras sig för korrekt information som har blivit felaktigt redovisad i databasen.

1 av 8

Adress:	Kontaktperson:
Box 11505	David Fritzon
E-post:	Telefon:
david.fritzon@rockwool.com	+46365705210
Momsnummer:	Webbplats:
SE556347915201	www.rockwool.se
GLN:	DUNS:

Miljöcertifieringssystem

- [x] BREEAM
- [x] BREEAM-SE
- [x] LEED 2009
- [x] LEED version 4
- [x] Miljöbyggnad

Hänvisningar

Hänvisning

Green Guide Element number 815320007 - density 33 kg/m3, Rating A+
Green Guide Element number 815320008 - density 45 kg/m3, Rating A+
Green Guide Element number 815320009 - density 60 kg/m3, Rating A+
Green Guide Element number 815320010 - density 80 kg/m3, Rating A
Green Guide Element number 815320011 - density 100 kg/m3, Rating A
Green Guide Element number 815320012 - density 128 kg/m3, Rating B
Green Guide Element number 815320013 - density 140 kg/m3, Rating B
Green Guide Element number 815320043 - density 160 kg/m3, Rating C

Bilagor

Bilaga

https://cdn01.rockwool.se/siteassets/o2-rockwool/dokumentation-och-certifikat/dokumentation/epd-miljodeklaration/epd--miljodeklaration.pdf?f=20190426

https://www.rockwool.se/support/dokumentation/?selectedCat=dokumentation

2. HÅLLBARHETSARBETE

Företagets certifiering

- [x] ISO 9001
- [x] ISO 14001

Annat:

Policys och riktlinjer

- [x] Företaget har uppförandekod/policy/riktlinjer för att hantera socialt ansvarstagande i leverantörskedjan, inklusive rutiner för att säkerställa kraven
- [x] Denna är tredjepartsreviderad

Om ja, vilka av följande riktlinjer har ni anslutit er till eller ledningssystem som ni har implementerat

- [x] FNs vägledande principer för företag och mänskliga rättigheter
- [x] ILO's åtta kärnkonventioner
- [x] OECDs riktlinjer för multinationella företag
- [x] FN's Global Compact
- [ ] ISO 26000

Andra policys/riktlinjer

Danish Recommendations on Corporate Governance

Ledningssystem

Om du har ett ledningssystem för socialt ansvarstagande, vad av nedanstående ingår i arbetet?

- [x] Kartläggning
- [x] Riskanalys
- [x] Åtgärdsplan
- [x] Uppföljning

Hållbarhetsrapportering riktlinjer:

https://www.unglobalcompact.org/what-is-gc/participants/88871-ROCKWOOL-International-A-S

3. INNEHÅLLSDEKLARATION

Kemiskt innehåll

För hela produkten ange kemiskt innehåll. I Sverige ska koncentrationen beräknas på komponentnivå enligt principen en gång vara, alltid vara.

Finns säkerhetsdatablad för varan?	Finns klassificering av varan?
Ja	Nej
Ange vilken utgåva av kandidatförteckningen som har använts (År, månad, dag):	För sammansatta varor, har koncentrationen av ingående ämnen beräknats på:
	komponentnivå
Varan omfattas av RoHS-direktivet:	Ange varans vikt:
Nej	0 kg
Ange hur stor del av materialinnehållet som är deklarerat [%]:	
100	

Om varan innehåller nanomaterial som är medvetet tillsatta för att uppnå en viss funktion, ange dessa nedan:

ca 37 kg/m3

Är varan registrerad i Basta?	Ange andelen flyktiga organiska ämnen [g/liter], gäller endast tätningsmedel, färg, lack och lim:
Ja	

Övriga upplysningar:

ROCKWOOL stone wool produced in Europe complies with REACH: Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 concerning the Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals (REACH). ROCKWOOL stone wool does not contain substances of very high concern (SHVC), and in >0.1% no carcinogenic/mutagenic/ reproductive (CMR) toxic substances nor persistent bio-accumulative toxic (PBT) substances. It does not contain substances from the “Authorization List” (chemicals that can only be used with special authorization) nor from the “Candidate List” (chemicals being considered for the Authorization List).

Vara och/eller delkomponenter

Fas	Leverans		
Komponent	ROCKWOOL Stone wool	**Vikt% av produkt**	=100

Kommentar

Material	**Ämne**	**Koncentrations-intervall (%)**	**EG/CAS/Alternativ beteckning**	**Kandidat-listan**	**Utfasnings-ämne**
	Bindemedel/Synthetic thermo	<2	xxxxx	☐	☐
	Man-made vitreous (silicate) fi	>98	926-099-9	☐	☐
	Mineralolja/Mineral oil	<0.5	xxxxx	☐	☐

Fas	Inbyggd

Komponent	ROCKWOOL Stone wool	Vikt% av produkt	=100

Kommentar

Material	Ämne	Koncentrations-intervall (%)	EG/CAS/Alternativ beteckning	Kandidat-listan	Utfasnings-ämne
	Bindemedel/Synthetic thermo	<2	xxxxx	☐	☐
	Man-made vitreous (silicate) fi	>98	926-099-9	☐	☐
	Mineralolja/Mineral oil	<0.5	xxxxx	☐	☐

4. RÅVAROR

Råvaror

Totalt återvunnet material i varan

☐ Ingår återvunnet material i varan?

Förnybart material

Ange andel förnybart material i varan (kort cykel, mindre än 10 år):

Ange andel förnybart material i varan (lång cykel, mer än 10år):

☐ Ingående biobaserad är råvara testad enligt ASTM testmethod D6866:

Finns det för råvarorna underlag för tredjepartscertifierat system för kontroll av ursprung, råvarutvinning, tillverknings- eller återvinningsprocesser eller liknande (exempelvis BES 6001:2008, EMS-certifikat, USGBC Program)? Om ja, ange system/systemen:

Delvis. Skickas på begäran.

Träråvaror

☐ Träråvaror ingår

☐ Ingående träråvara är certifierad

Hur stor andel är certifierad [%]?

Vilket certifieringssystem har använts (exempelvis FSC, CSA, SFI med CoC, PEFC)?

Referensnummer:

Ange avverkningsland för träråvaran, samt att nedanstående kriterier har uppfyllts. Land för avverkning:

☐ Innehåller ej träslag eller ursprung i CITES appendix för hotade arter

☐ Trävirket har avverkats på ett lagligt sätt och intyg finns för detta

5. MILJÖPÅVERKAN

Miljöpåverkan under varans livscykel, produktionsskedet modul A1-A3 enligt EN 15804

☑ Finns en miljövarudeklaration framtagen enligt EN15804 eller ISO14025 för varan?

Vilka produktspecifika regler har använts s.k. PCR:	Registreringsnummer / ID-nummer för EPD:
Mineral insulation materials 12.2018	EPD-RWI-20190050-CBD1-EN
Klimatpåverkan (GWP100) [kg CO2-ekv]:	Ozonnedbrytning (ODP) [kg CFC 11-ekv]:
1,443	3,87E-09
Försurning (AP) [kg SO2-ekv]:	Marknära ozon (POCP) [kg eten-ekv]:
0,00776	0,000506
Övergödning (EP) [kg (PO4)-3-ekv]:	Förnybar energi [MJ]:
0,00125	
Icke förnybar energi [MJ]:	Har beräkning gjorts i Green Guide, ange vilket betyg:
	A+

Om miljövarudeklaration eller annan livscykelanalys saknas, beskriv hur miljöpåverkan av varan beaktas ur ett livscykelperspektiv:

För mer information se vår EPD på www.ROCKWOOL.se.

For more information please see our EPD at www.ROCKWOOL.se

6. DISTRIBUTION

Distribution av färdig vara

Tillämpar leverantören Retursystem Byggpall?	Tillämpar leverantören system med flergångsemballage för varan?
Ej relevant	Nej
Återtar leverantören emballage för varan?	Är leverantören ansluten till ett system för producentansvar för förpackningar?
Nej	Nej

Om ja, vilken förpackning och vilket system:

Övriga upplysningar:

Produkterna förpackas i emballage av antingen plastfolie (polyeten) eller wellpapp.
De levereras på träpallar eller på miljöpallar av stenull.

The products are wrapped with either plastic foil (polyethylene) or delivered in corrugated cardboard boxes.
The products are delivered on wooden pallets.

7. BYGGSKEDET

Byggskedet

Ställer varan särskilda krav vid lagring?

Ja

Specificera

Materialet ska förvaras i originalförpackning tills de ska användas.
Produkterna ska skyddas mot väta och mekaniska skador.

The material must be stored in their original packaging until they are being used.
he products must be protected towards moisture and mechanical damage.

Ställer varan särskilda krav på omgivande byggvaror?

Nej

Specificera

Övriga upplysningar:

8. BRUKSSKEDET

Bruksskedet

Ställer varan krav på insatsvaror för drift och underhåll?

Nej

Specificera:

Ställer varan krav på energitillförsel för drift?

Nej

Specificera:

Uppskattad teknisk livslängd för varan:

50-75 år

Kommentar:

Finns en energimärkning enligt energimärkningsdirektivet (2010/30/EU) för varan?

Ej relevant

Om ja, ange märkning (G till A, A+, A+, A++, A+++):

Övriga upplysningar:

9. RIVNING

Rivning

Är varan förberedd för demontering (isärtagning)?

Ja

Specificera:

Vanligtvis är produkterna monterade på ett sådant sätt att de enkelt kan plockas bort.

Usually the products are mounted in ways that they can be easily removed from the application area.

Kräver varan särskilda åtgärder för skydd av hälsa och miljö vid rivning/demontering?

Ja

Specificera:

Personlig skyddsutrustning som andningsskydd (dammfilter P2) skall användas om gränsvärdet riskerar att överskridas trots tekniska åtgärder och vid besvär från andningsorganen, t ex vid arbete med gammal mineralull i trånga utrymmen.
Vid starkt dammande arbete ska lämpliga skyddskläder som sluter tätt runt känsliga hudpartier som hals och underarmar användas.
Använd skyddshandskar och skyddskläder som är dammfrånstötande och utan fickor, slag eller liknande.
Använd skyddsglasögon vid arbet

Övriga upplysningar:

10. AVFALLSHANTERING

Levererad vara

Omfattas den levererade varan av förordningen (2014:1075) om producentansvar för elektriska och elektroniska produkter när den blir avfall?

Nej

Är återanvändning möjlig för hela eller delar av varan när den blir avfall?

Ja

Specificera:

Beroende på produkt så kan rent byggspill kan granuleras till lösull eller återanvändas som isolering i andra byggnader.

Depending on the composition of the product it can either be ganulated or reused as insulation in other buildings.

Är materialåtervinning möjlig för hela eller delar av varan när den blir avfall?

Ja

Specificera:

Rent rivningsspill kan återvinnas. Spillet görs till nya briketter som sedan blir till ny stenull.

Pure waste from demolitions can be recycled.
The waste is made into new briquettes which becomes new ROCKWOOL stone wool.

Är energiåtervinning möjlig för hela eller delar av varan när den blir avfall?

Nej

Specificera:

Har leverantören restriktioner och rekommendationer för återanvändning, material- eller energiåtervinning eller deponering?

Ja

Specificera:

Vi rekommenderar vårt återvinningsprogram där stenullen från byggarbetsplatser samlas in i containrar som sedan skickas till en återvinningscentral där den sorteras för att sedan skickas tillbaka till fabriken för att återanvändas/återvinnas.

We recommend our recycling program in which the recycled stone wool from construction sites is collected in containers and sent an recycling station to be sorted and after that sent to facories for recycling.

Avfallskod för den levererade varan när den blir avfall
170604 - 04 Andra isolermaterial än de som anges i 17 06 01 och 17 06 03.

När den levererade varan blir avfall, klassas den då som farligt avfall?

Nej

Inbyggd vara

Klassas den inbyggda varan som farligt avfall?

Nej

Övriga upplysningar

11. INNEMILJÖ

Innemiljö

- [ ] Varan är ej avsedd för inomhusbruk
- [ ] Varan avger inga emissioner
- [x] Varans emission ej uppmätt

Har varan ett kritiskt fukttillstånd?

Ja

Om ja, ange vilket:

90-95%

Buller	Elektriskt fält	Magnetiska fält
Kan varan ge upphov till eget buller?	Kan varan ge upphov till elektriska fält?	Kan varan ge upphov till magnetiska fält?
Nej	Nej	Nej
Värde:	Värde:	Värde:
Enhet:	Enhet:	Enhet:
Mätmetod:	Mätmetod:	Mätmetod:

Färger och lacker

- [ ] Varan är motståndskraftig mot svamp och alger vid användning i våtrum

Emissioner

Varan avger vid avsedd användning följande emissioner:

Övriga upplysningar

Vi har ett M1-certifikat för denna produkt som finns på vår hemsida, www.ROCKWOOL.se.

We have a M1-certificate for this product which can be found on our website www.ROCKWOOL.se.

Uppgiftslämnaren är ensam ansvarig för uppgifter om produkter som registrerats i databasen. Uppgiftslämnaren och Byggmaterialindustrierna reserveras sig för korrekt information som har blivit felaktigt redovisad i databasen.

Eksempel på materialepas, SUSb

DAC, den 14 januar, 2020

Materialepas

Materialpas er et sæt data, der beskriver definerede egenskaber ved materialer i produkter, der giver dem værdi til nyttiggørelse og genbrug, pr DS/EN BETA xxxx: 2020.

Ejer af passet: Firma navn
Pasnumber: Unikt passnummer
Oprettet: DD.MM.AAAR.
Senest ændret: DD.MM.AAAR. Rev. nr.: DD.MM.AAAR.

logo af åben data software generator

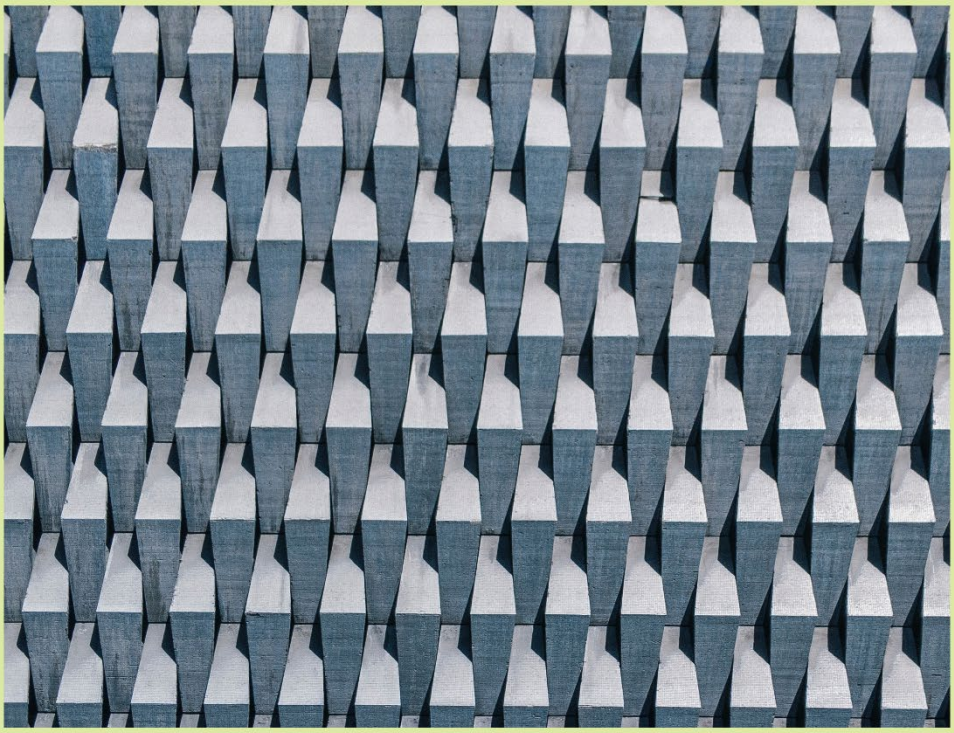
3. parts verificeret: ☐ Ja ☐ Nej
Verificerings organisation:_____
Verificeringsnummer:_____

% af varen der deklareres: _____

Generisk produkt navn

Firma navn i firma skrift A/S

firmaets logo



1. Grunddata

Vareidentifikation		Dokument-ID:
Produktnavn:	CCS/CoClass/CCI klassifikation (1):	CCS/CoClass/CCI klassifikation (2):
GTIN / EAN nummer:	Andre varenummer:	

Varebeskrivelse:

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis autem vel eum iriure dolor in hendrerit in vulputate velit esse molestie consequat

Anvendelse:

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip ex ea commodo consequat.

Vægt:	Størrelse:	Massefylde:	CO_{2e} i fase A1 – A3: kg / (enhed)
Produktionssted	By:	Land:	Årsagen, hvis land ikke kan angives:
☐ Ny materialepas	Ydeevnedeklaration (DoP):		
☐ Ændret materialepas	Ydeevnedeklarationsnummer:		

Liste over revisioner			
Rev. nr.:		Ændringen omfatter:	Ændret vare kan identificeres ved:
Dato:			
Rev. nr.:		Ændringen omfatter:	Ændret vare kan identificeres ved:
Dato:			
Rev. nr.:		Ændringen omfatter:	Ændret vare kan identificeres ved:
Dato:			
Rev. nr.:		Ændringen omfatter:	Ændret vare kan identificeres ved:
Dato:			

Oprettet/ændret den:	Kontrolleret uden ændring den:
Øvrige oplysninger:	

2. Leverandøroplysninger

Producent:		CVR nr.:	
Adresse:		Kontaktperson:	
		Telefon:	
Hjemmeside:		E-mail:	

Har virksomheden et miljøledelsessystem:	☐ Ja ☐ Nej		
Virksomheden er certificeret:	☐ ISO 9001	☐ ISO 14001	☐ CSR(specificer)
Andre relevante virksomhed certificeringer:			

3. Produktindhold

Findes sikkerhedsdatablad for varen?	☐ Ikke relevant ☐ Ja ☐ Nej
Findes sikkerhedsdatablad for varer ind i produktet?	☐ Ikke relevant ☐ Ja ☐ Nej
Er varen miljømærket som Svanen el. Blomsten?	☐ Kriterier savnes ☐ Ja, under kriterier: ☐ Nej
Findes andre certificeringer for varen:	C2C (niveau): Blauer Engel (kategori): Andre uafhængige:
Findes miljøvaredeklaration (EPD) for varen?	☐ Ja, nummer: Provider: ☐ Nej
Hvilke enheder anvendes i dette deklaration?	(kg, kg/m3, m2, stk.): ____
Deklarations niveau er:	☐ 100, ppm ☐ 1000, ppm
Er varen genanvendt?	☐ Nej %_____som er genanvendt
Hvor stor en del af produktets indholdsstoffer kan ikke deklareres pga. direkte genanvendelse?	Vægt _____ %_____

Varen består ved leverance af følgende komponenter/ indholdsstoffer / genbrugsandel og med den angivne kemiske sammensætning.
Hvis produktet består af flere komponenter skal hver komponent deklareres separat.

Substanser på EU's REACHs kandidatliste for godkendelse og endokrin prioritetsliste (pt afventer up date) skal altid deklareres uanset hvilken procentdel de udgør af den totale mængde.

Indholdstabellen

Komponent / materiale	Komponent består af	Indgående indholdsstoffer/ alt. direkte genbrug	Vægt i % eller gr	Oplyst % af komponent	Indholdsstoffers EF-nr./CAS-nr.	Indholdsstffers Klassificering (H-sætninger)	Oprindelsesland / Kommentar

Produktets komplet vægt (med enhed):	
% af produktet deklareret:	
Hvis relevant, deklarere indhold af VOC forbindelser i g/l:	
Dato for kontrolleret REACH kandidatliste:	

Angiv **genbrugsmaterialer** anvendt i produktion af varen				☐ Ikke relevant
Materialetype	**Mængde og enhed**	**% pre-forbruger**	**% post-forbruger**	**Kommentar**

Er genbrugs materialer 3. parts kontrolleret med hensyn til oprindelse, ekstraktion af råmaterialer, fremstillings- eller genvindingsprocesser eller lignende? (Se BES 6001:2008, EMS certificate, USGBC Program, MST?)	☐ Ikke relevant ☐ Ja ☐ Nej Hvis ja, under hvilke systemet?

3. Produktindhold, fort.

Nanomateriale: Definitionen af nanomateriale er udviklet af EU Kommissionen: *https://echa.europa.eu/da/regulations/nanomaterials*			
Indeholder produktet nanomateriale?	☐ Ja	☐ Nej	Hvis ja, specificer, og inkludere i **Indholdstabellen**:

Træbaserede produkter: Hvis produktet indeholder træ eller træbaserede materialer er det I overensstemmelse med EUTR Regulation (No 995/2010) ? http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1454073643617&uri=CELEX:32010R0995				☐ IR ☐ Ja ☐ Nej Hvis "ja" specificer:	
Indeholder produktet træ eller træbaserede dele der er beskyttet under CITES (Konvention om international handel med udryddelsestruede vilde dyr og planter)?				☐ IR ☐ Ja ☐ Nej Hvis "ja" specificer:	
Type træ:					☐ IR
Geografisk oprindelse (dyrkning sted):					☐ IR
Er træet certificeret?	☐ IR	☐ Ja	☐ Nej	Hvis "ja", hvor mange %?	Reference nr.:
Hvilket certificeringssystem?	☐ IR	☐ FSC	☐ PEFC	☐ Andet, specificer:	
Øvrige oplysninger					

Kemisk behandling af organisk produktet
Hvis produktet er kemisk behandlet (f.eks for at forebygge angreb af skadedyr eller svamp) skal substanser angives i **Indholdstabellen** og her.
Forordninger om biocidholdige produkter: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012R0528

Substans / komponent	Indholdsstoffers EF-nr./CAS-nr.	Indholdsstoffers Klassificering	Sikkerhedsdatablad er vedlagt	Kommentar
Hvad er årsagen til at produktet er behandlet?				
Ingen kemisk behandling af produktet		☐		

Elektronik Hvis dette produkt indeholder elektroniske komponenter er indholdet af disse i overensstemmelse med RoHS-direktivet (2011/65/EU)? http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32011L0065:EN:NOT	☐ IR ☐ Ja ☐ Nej Hvis "Nej" specificer hvorfor indholdet ikke er I overensstemmelse med RoHS direktivet:

Ændrer varen kemisk sammensætning efter byggeprocessen skal indholdet i den færdig indbyggede vare angives her. Hvis indholdet er uforandret, angives ingen oplysninger i nedenstående tabel.

Komponent / materiale	Indgående indholdsstoffer	Vægt %	Indholdsstoffers EF-nr./CAS-nr.	Indholdsstoffers Klassificering
Øvrige oplysninger				

4. Produktionsfasen

Ressourceforbrug og miljøpåvirkning under produktion af varen, se miljøvardeklareringen.

Angiv råvarer og hjælpestoffer anvendt under produktion af varen ☐ Ikke relevant

Indholdstabellen af råvarer og hjælpestoffer anvendt under produktion af varen

Komponent / materiale	Komponent består af	Indgående indholdsstoffer/ alt. direkte genbrug	Vægt i % eller gr	Oplyst % af komponent	Indholdsstoffers EF-nr./CAS-nr.	Indholdsstffers Klassificering (H-sætninger)	Oprindelsesland / Kommentar

5. Distribution af færdigvaren

Er produktet afleveret med returnerbar transportemballage?	☐ Ikke relevant	☐ Ja	☐ Nej
Er produktet afleveret med flergangsemballage?	☐ Ikke relevant	☐ Ja	☐ Nej
Er produktet afleveret med returemballage?	☐ Ikke relevant	☐ Ja	☐ Nej
Øvrige oplysninger:			

6. Byggefasen

Særlige krav til opbevaring?	☐ Ikke relevant	☐ Ja	☐ Nej	Hvis 'ja', specificer:
Særlige krav til omgivende byggematerialer?	☐ Ikke relevant	☐ Ja	☐ Nej	Hvis 'ja', specificer:
Øvrige oplysninger:				

7. Brugsfasen inkl. indeklima

Stiller varen særlige krav til brug og vedligehold?	☐ Ja	☐ Nej	Hvis 'ja', specificer
Stiller varen særlige krav til energitilførsel under brug?	☐ Ja	☐ Nej	Hvis 'ja', specificer

Vurderet teknisk levetid af varen angives med et af alternativerne a) eller b) nedenfor:

a) Reference levetid forventes at være:	☐ 5 år	☐ 10 år	☐ 15 år	☐ 25 år	☐ >50 år	Kommentar:
b) Reference levetid vurderes at være i intervallet:	_____år					
Levetidens dokumentation / henvis:						

Indeklima – luft kvalitet

Ved tilsigtet anvendelse afgiver varen følgende emissioner:

Emissioner	(µg/m²h) eller (mg/m³h) eller µg/m3			Målemetode – emissionsrater el. koncentrations	Kommentar
	3 dage	4 uger	26 uger	Angiv målenhed	
TVOCer					
Formaldehyde					

Produktet er ikke beregnet til indendørs brug	☐	Produktets emissioner er ikke mål	☐

Produktet er testet og opnår følgende certificeringer:

☐EC1+	☐EC1	☐ M1	☐M2	☐agBB	☐E1
Franske klasse	☐ GUT	☐Blauer Engel, produktgruppe		Andre	

Indeklima – akustikken					
Lyd absorptionsklasse (ISO 354)	Klasse:	Tilhørende konstruktion:			
Noise Reduction Class (NRC)	Klasse:	Tilhørende konstruktion:			
Brandforhold					
Hvilken brandklasse tilhører varen?	Land:		Standard:	Klasse:	
Findes der en certificering på beklædning?	Land:		Standard:	Klasse:	
Røgklasse?	Land:		Standard:	Klasse:	
Udledes farlige stoffer når varen brænder?	☐ Ja	☐ Nej	Hvis 'ja', specificer:		
Har produktet en kritisk fugtighedstilstand?	☐ Ikke relevant		☐ Ja	☐ Nej	
Øvrige oplysninger:					

8. Ressourcepotentiale - nedrivning / demontering / end of life

Nedrivning / demontering
DGNB System Denmark Dansk bæredygtighedscertificering Kategori: kontorbygninger Version: 2016

Er varen forberedt til nedrivning/demontering?	☐ Ikke relevant	☐ Ja	☐ Nej	Hvis 'Ja', specificer:
Kræver varen særlige tiltag til beskyttelse af helbred og miljø ved nedrivning/demontering?	☐ Ikke relevant	☐ Ja	☐ Nej	Hvis 'Ja', specificer:
Bygget ind i bygning, kan produktet fjernes /demonteres?	☐ Ja	☐ Nej	Hvis 'Ja', specificer sværhedsgrad:	

☐ Fjernelse, der kun kan foretages destruktivt, dvs. hvor komponenten uigenkaldeligt mister sin tekniske og funktionelle brugsværdi.	☐ Adskillelse der ikke kan udføres på byggepladsen af for eks. sammenstøbte, laminerede, sammenblandede eller overfladebehandlede materialer.	☐ Svært fjernelse af fastsiddende rester på materialer som gulvbelægninger eller vinduesrammer, f.eks. rester fra betongulve, fugemasse eller maling.	☐ Kræver ud over manuel arbejdsindsats også brug af maskiner, der er eget til anvendelse på byggepladsen, f.eks. ved brug af løftegrej eller frigørelse af komponenter ved at skære, hugge, afslibe osv.	☐ Kan fjernes med håndkraft eller med enkle redskaber: Ved at frigøre komponenter ved at løsne beslag og skruer eller ved at vippe, skubbe, trække, løfte af osv

Adskillelse
Pelle Munch-Petersen, "Circular Facade Design – The Tectonics of Circular Economy" PhD Diss., The Royal Danish Academy of Fine Arts CINARK, 2019.

Kan det ikke indbygget produktet skilles i deler?	☐ Ja	☐ Nej	Hvis 'Ja', specificer sværhedsgrad:	
☐ Kemisk / cementforbindelse, ikke-opløselig	☐ Selvklæbende eller vand-opløselige	☐ Støbte på plads	☐ Svejset	☐ Nitter
☐ Søm	☐ Skrue	☐ Bolt	☐ Friktion	☐ Hurtig frigivelse / delt klik / tyngdekraft

Genvinding og bortskaffelse
Pelle Munch-Petersen, "Circular Facade Design – The Tectonics of Circular Economy" PhD Diss., The Royal Danish Academy of Fine Arts CINARK, 2019.

Er materialegenvinding mulig for hele eller dele af varen?	☐ Ja	☐ Nej	Hvis 'Ja', specificer:

Vurdere produktets fremtidlige brugspotentiale ved at tilføje % :

% Farligt / giftigt / radioaktivt affald	% Deponering	% Energiudnyttelse	% Funktionel fyldning (nedcykling); vejfyldning, dræning osv.	% Genanvendelse ind i ny bygning - tilføjelse af andre (rå) materialer sikrer højere funktionel værdi (kompositter)
% Genanvendelse til ny bygning - med lavere funktionsværdi i bygninger; nedbrydning, granulering osv. men intet tilsat materiale.	% Bionedbryd-ning, kompost, tilbagevenden til kilde uden nedbrydning, eller økologisk værditab	% Klar til genbrug med tilsætning af materiale (lignende funktionsværdi i bygningen)	% Klar til genbrug efter omfattende rengøring (fjernelse af mørtel, maling etc.), lignende funktionel / økonomisk værdi i bygningen	% Klar til genbrug efter simpel rengøring med lignende funktionel / økonomisk værdi i bygningen

Har leverandøren restriktioner og anbefalinger for materiale- eller energigenvinding eller deponering?	☐ Ja	☐ Nej	Hvis 'Ja', specificer:
Findes der en take-back aftale på tidspunkt af købet?	☐ Ja	☐ Nej	Hvis 'Ja', specificer:
Er der muligheden for en leasing aftale etableret i løbet af brugsfasen?	☐ Ja	☐ Nej	Hvis 'Ja', specificer:
Angiv affaldskode for den leverede vare:			
Er den leverede vare klassificeret som farligt affald?	☐ Ja	☐ Nej	

Hvis varens kemiske sammensætning ændres efter byggeprocessen og den færdige indbyggede vare dermed får en anden affaldskode angives denne her. Er varen uforandret udelades nedenstående oplysninger.

Angiv affaldskode for den indbyggede vare:		
Er den indbyggede vare klassificeret som farligt affald?	☐ Ja	☐ Nej
Øvrige oplysninger		

DTU

DTU Byg
Institut for Byggeri og Anlæg

DTU Byg
Brovej, Bygning 118
2800 Kgs. Lyngby

www.byg.dtu.dk
Tlf: 4525 1700