



# Rapport

Sammensatte konstruksjoners miljøprestasjon



Husbanken



**SINTEF**



**epd-norge.no**  
The Norwegian EPD Foundation

# Rapport

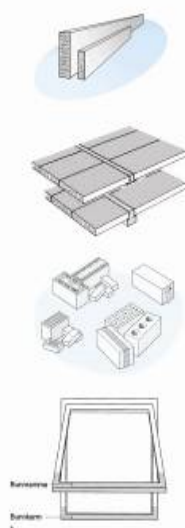
## Sammensatte konstruksjoners miljøprestasjon

Anbefalinger til en PCR på sammensatte konstruksjoner

**KJENDSETH WIIK, Marianne; DAHL SCHLANBUSCH, Reidun**

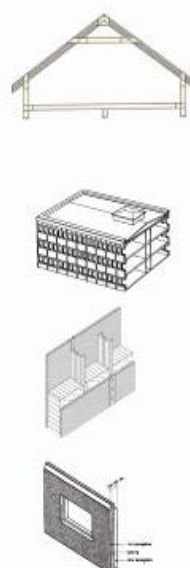
### PCR<sub>M</sub>

Byggevare  
Material



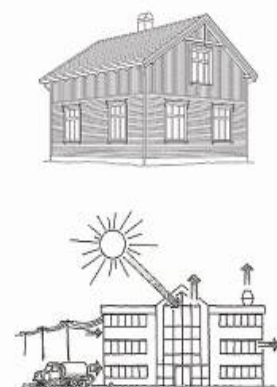
### PCR<sub>E</sub>

Konstruksjonstyper  
Bygningsdeler



### PCR<sub>B</sub>

Hele bygg i dets kontekst  
over livsløpet



Figurer: Runderforeningen

Postadresse:

# Rapport

Foretaksregister:

## Sammensatte konstruksjoners miljøprestasjon

Anbefalinger til en PCR på sammensatte konstruksjoner

EMNEORD:  
Sammensatte konstruksjoner  
Bygningsdel  
Funksjonell enhet  
Miljø  
PCR  
EPD

VERSJON	1	DATO	2016-10-01
FORFATTER(E)	KJENDSETH WIIK, Marianne; DAHL SCHLANBUSCH, Reidun		
OPPDRAGSGIVER(E)	EPD-Norge	OPPDRAGSGIVERS REF.	
PROSJEKTNR	102012478	ANTALL SIDER:	11

### SAMMENDRAG

Målet med denne rapporten er å ta opp noen av de problematikkene identifisert i Konsensus prosjektet, og deretter foreslår beregningsregler og metoder for å utvikle EPD for sammensatte konstruksjoner. Dette vil danne grunnlag til å utvikle en oppdatert, fullverdig vugge-til-grav PCR på ulike sammensatte konstruksjoner.

UTARBEIDET AV  
Marianne KJENDSETH WIIK

SIGNATUR



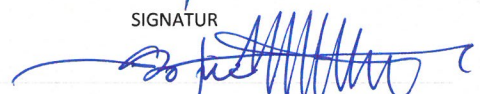
KONTROLLERT AV  
Christofer SKAAR

SIGNATUR



GODKJENT AV  
Sofie MELLEGÅRD

SIGNATUR



RAPPORTNR  
SBF2016A0430

ISBN

GRADERING  
Åpen

GRADERING DENNE SIDE  
Åpen

# Historikk

---

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE	
1	2016-10-01		F

# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Bakgrunn.....</b>	<b>4</b>
1.1	Konsensus .....	4
1.2	Målet.....	5
<b>2</b>	<b>Problemstillinger .....</b>	<b>5</b>
2.1	PCR rammeverk.....	5
2.2	Funksjonell enhet.....	6
2.3	Fleksible EPD .....	10
<b>3</b>	<b>Anbefalinger for videre arbeid .....</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>Referanser.....</b>	<b>11</b>

## VEDLEGG

---

Ingen vedlegg

---

## 1 Bakgrunn

Dagens BREEAM-NOR oppmuntrer til etterspørsel og innsamling av miljødeklarasjoner (EPD), men i mindre grad til videre bruk av EPD til materialvalg og miljøstyring. Skal EPD danne grunnlag for materialvalg, må vi kunne bruke dem til å sammenligne løsninger.

I hver EPD som registreres i EPD-Norge står følgende tekst: "EPD av byggevarer er nødvendigvis ikke sammenlignbare hvis de ikke samsvarer med NS-EN 15804 og ses i en bygningskontekst." Bygningskonteksten er ofte den mest utfordrende delen av en sammenlignende LCA for byggevarer. Det har for eksempel blitt gjort mange forsøk på å kåre det mest miljøvennlige isolasjonsmaterialet, men i praksis oppfyller ikke mineralull, skumglass og isopor nøyaktig samme funksjon i en bygningskontekst [1].

I en bygningskontekst stilles det funksjonskrav til bygningsdelene, og hver byggevare må oppfylle disse kravene i samspill med de andre materialene i konstruksjonen. Tradisjonelt har byggevarene blitt satt sammen til konstruksjoner på byggeplassen (plassbygde løsninger). I de siste årene har bruk av prefabrikkerte bygningsmoduler økt i Norge [2]. Det er betydelig konkurranse fra utenlandske produsenter i dette markedet [3].

Problemet med sammenligning av EPD i bygningskontekst kan løses. Løsningen krever en metodikk for å regne seg fra enkeltprodukt til konstruksjon, hvor helheten er mer enn summen av delene. Enkel addisjon er ikke nok, en rekke metodiske utfordringer må håndteres.

### 1.1 Konsensus

Prosjektet 'Sammensatte konstruksjoners miljøprestasjon' bygger videre på kunnskapsgrunnlaget som ble lagt i Konsensusprosjektet i 2011 [4]. Prosjektet oppdaterer og viderefører resultatene fra Konsensus, og adresserer problemene som da ikke ble løst.

Konsensus viste at det var mulig og hensiktsmessig å utvikle produktkategoriregler (PCR) for utvikling av EPD for bygningselementer eller konstruksjoner. Det ble laget et underlag for PCR for ytterveggkonstruksjoner, men denne begrenset seg til vugge-til-port med opsjoner. Opsjonene var transport til byggeplass og installasjon på byggeplassen. Med referanse til NS-EN 15804: 2012 gjelder dette PCR-underlaget altså bare for analyser fra A1-A5 [5]. PCR-underlaget ble ikke ferdigstilt for godkjenning og bruk. Følgende problemområder ble beskrevet i 2011:

- Problematisk å konvertere vekt til volum og areal på grunn av manglende informasjon om konverteringsfaktorer.
- Begrenset antall EPD av byggevarer.

I dag inneholder en del nyere EPD mer informasjon, og tilgangen på EPD for byggevarer har økt betraktelig siden den gang. Konsensusprosjektet konkluderte med følgende anbefalinger for videre arbeid:

- Det anbefales at det utvikles PCR for andre bygningselementer også, slik at en framtid har PCR for ulike bygningers hovedbestanddeler. Dette vil gi viktige bidrag inn i pågående FoU-satsinger og ikke minst BREEAM i Norge.
- Scenarier for bygging, bruk og avhending er ikke berørt i Konsensus. Erfaringsmessig vil dette ha stor betydning for det endelige resultatet, og det er et behov for å definere omforente scenarier basert på dagens praksis.



## 1.2 Målet

Målet med denne rapporten er å ta opp noen av de problematikkene identifisert i Konsensus, og deretter foreslå gode beregningsregler og metoder for å utvikle EPD for sammensatte konstruksjoner. Dette vil danne grunnlag til å utvikle en oppdatert, fullverdig vugge-til-grav PCR på ulike konstruksjonstyper.

Arbeidsoppgavene ble bestemt og oppdelt mellom SINTEF og Østfoldforskning 5. april 2016. SINTEF fikk i oppdrag å undersøke de følgende problemstillingene:

- a. PCR rammeverk – hvordan en PCR for sammensatte konstruksjoner henger sammen med andre eksisterende PCR for enkelte produkter.
- b. Funksjonell enhet – hvordan problematikken med å konvertere enheter kan løses, og hvordan funksjonell enheten kan ta hensyn til ulike bygningskontekst og funksjoner for å øke sammenlignbarhet av EPD for sammensatte konstruksjoner.
- c. Fleksible EPD – Utforske om det er mulig å lage fleksible, dynamiske EPD som tar hensyn til bl. a. ulike isolasjonstykkelser.

Scenariodelen av livsløpet (bygging, bruk og avhending) skal løses av Østfoldforskning.

## 2 Problemstillinger

### 2.1 PCR rammeverk

Miljødeklarasjoner er definert i ISO 14025: 2010 [6]. Standarden sier hvordan LCA basert deklarasjoner er strukturert. ISO 14025: 2010 forutsetter at produktkategoriregler er utviklet, vedlikeholdt og publisert for ulike produktgrupper av nasjonale program operatører, hvorav PCR er kun gyldige hvis publisert hos en program operatør. Siden det finnes ulike programoperatører finnes det også ulike nasjonale PCR. Per i dag finnes det mange PCR på byggevarer, og en svensk PCR for bygg, men ikke noe PCR for sammensatte konstruksjoner. Det er derfor av vesentlig betydning å utvikle først PCR for sammensatte konstruksjoner for å senere tilrettelegge for utvikling av EPD for sammensatte konstruksjoner.

NS-EN 15804: 2012 er innført som hoved PCR når det gjelder produktkategoriregler (PCR) for enkelte produkter eller byggevarer. EPD-Norge har deretter utviklet en serie av norske PCR (NPCR) for ulike produktgrupper, f.eks. "NPCR 022: 2012 takbelegg" som er da tilpasset for å gjenspeile produkt- og regionalspesifikke forhold. NS-EN 15804: 2012 som hoved PCR kan brukes for å utarbeide EPD fra vugge til port (med opsjoner, nemlig livsyklusmoduler A4 og A5). På samme måte er NS-EN 15978: 2011 brukt som hoved PCR for bygninger [7]. I tillegg har EU-kommisjonen gitt CEN/TC 350 som oppgave å utvikle en standardserie som ser på "bærekraftig byggverk" for å fjerne handelshindringer fra nasjonale deklarasjoner innenfor det Europeiske markedet. Se Figur 1 for en oversikt av hoved PCR for bygg og byggevarer i samsvar med den Europeiske standardserien på bærekraftig byggverk. Når det gjelder livssyklusanalyse av byggverk er disse standardene sett i parallell med ISO 14000-serien. Så langt finnes det bare en svensk PCR for ulike bygningstyper, nemlig PCR 2014:02 Buildings. EPD-Norge og Environdec har en avtale om gjensidig anerkjennelse, mutual recognition, og PCR for bygg fra Environdec kan derfor benyttes hos EPD-Norge. I tillegg til dette drøfter Standard Norge komite 356 en norsk standard for en metode for klimagassberegninger for bygg. Alle disse punktene viser at det er behov for å utvikle en hoved-PCR på konstruksjonsnivå som kan være en bro mellom PCR på produkt- og bygningsnivåene og dekker livsyklusmoduler A1 – A3 (nemlig vugge til port). I tillegg er det nødvendig å utvikle norske PCR på ulike typer sammensatte konstruksjoner som er tilpasset til norske forhold og byggeregler, og bygger videre på scenarioene etter en vugge til port systemgrense oppgitt i hoved PCR.

Ramme- verksnivå	NS-EN 15643-1 Bærekraftige byggverk – Vurdering av bygninger i et bærekraftsperspektiv – Del 1: Generelt rammeverk		
	NS-EN 15643-2 Rammeverk for vurdering av miljøprestasjon*)	NS-EN 15643-3 Rammeverk for vurdering av samfunnmessig prestasjon*)	NS-EN 15643-4 Rammeverk for vurdering av økonomisk prestasjon*)
Bygnings- nivå	NS-EN 15978 Vurdering av bygningers miljøprestasjon*)	prEN 16309 Assessment of Social Performance	WI 017 Assessment of Economic Performance
	WI 003 Use of EPDs		
Produkt- nivå	NS-EN 15804 Miljødeklarasjoner	(se merknad nedenfor)	(se merknad nedenfor)
	NS-EN 15942 Kommunikasjonsformat bedrift til bedrift	<b>MERKNAD</b> På det nåværende tidspunkt omfatter bestemmelsene i NS-EN 15804 teknisk informasjon om enkelte aspekter ved samfunns- messige og økonomiske prestasjoner for at de skal inngå i miljødeklarasjonen.	
	CEN/TR 15941		

Fig. 1 Oversikt av det harmoniserte Europeiske rammeverket for bærekraftvurdering av bygninger.

Det er derfor anbefalt å utvikle en hoved-PCR for sammensatte konstruksjoner. Etterpå kan man etter behov utvikle særegne PCR til hver og en konstruksjonstype med scenarier etter norske forhold og byggeregler. I tillegg er det anbefalt at PCR for sammensatte konstruksjoner overstyrer alle PCR på produktnivået, hvorav PCR for sammensatte konstruksjoner tar hensyn til PCR på produktnivået. På samme vis overstyrer PCR for bygg alle PCR for sammensatte konstruksjoner.

For å klargjøre hvilke type konstruksjoner EPD gjelder er det anbefalt å oppgi hvilke bygningsdel den omfatter i forhold til NS 3451: 2009 Bygningsdeltabell til i det minste 2 sifrer, f.eks. 23 yttervegg, 25 dekker eller 26 yttertak [8]. Dette tiltaket harmoniserer klassifisering med den forventende norske standarden for klimagassberegninger for bygg, hvor bygg klassifiseres ut i fra bygningsdeltabellen. En PCR for sammensatte konstruksjoner kan da være en bro fra EPD på produktnivået til EPD for et helt bygg.

## 2.2 Funksjonell enhet

I Konsensus-prosjektet var funksjonell enhet definert som 1m<sup>2</sup> yttervegg. Det var antatt at denne m<sup>2</sup> inneholder en fast andel på 17% vindu (inkl. karm, glass). I tillegg har OVAM undersøkt funksjonelle enheter for sammensatte konstruksjoner. OVAM er et offentlig avfallsbyrå i Belgia som har publisert en rapport om en metodikk for klimagassberegninger for sammensatte konstruksjoner. I rapporten diskuterer OVAM blant annet funksjonelle enheter for sammensatte konstruksjoner [9]:



'The functional unit is defined as 1 m<sup>2</sup> of an element (e.g. 1 m<sup>2</sup> of exterior or interior wall or 1 m<sup>2</sup> of floor) as built in practice and that does not score identically for all possible performances. The advantage of this approach is that it allows us to focus on one or more elements without having to design a complete building. A disadvantage of working only at the level of individual elements is that certain choices for one particular element can at times affect other elements (e.g. wider foundation if thicker insulation in the cavity), which can be analysed only at a building level. In addition, depending on the lay-out of the building, the quantity of a particular element per m<sup>2</sup> of floor area can vary (e.g. m<sup>2</sup> of roof for an apartment block or a bungalow). The 'element method' should, however, be seen as the first step towards a possible future extension to the building level. The final comparison using functional units must generally also be based on the technical performances of the building (element) and thus must include, among others, the related energy and acoustic performances. The main objective of this assessment method is, however, to compare the material related environmental impact of various commonly used technical solutions. Consequently, such performances are not included in the definition of the functional unit.'

Det er derfor anbefalt å bruke en funksjonell enhet av 1m<sup>2</sup> konstruksjon for yttervegger, innervegger, etasjeskiller og tak (nemlig sjikt-konstruksjoner). Allikevel trenger vi en annen løsning for fundamenter og bæresystemer siden disse er vanskelig å måle på en sammenlignbar måte per kvadratmeter. En mulig funksjonell enhet for fundamenter og bæresystemer kan være volum- eller vektbasert (1m<sup>3</sup> eller kg). Det er anbefalt at man bruker NS3451: 2009 Bygningsdeltabellen og oppgir bygningsdel i PCR og EPD på minst 2 siffer [8]: f.eks. 23 yttervegg, 25 etasjeskiller, 26 yttertak. I tillegg skal man gi en grundig beskrivelse av hva konstruksjonen innebærer (her kan det være nyttig å inkludere en tegning av konstruksjonen som i Figur 3), og en beskrivelse av tekniske egenskaper etter anbefalt minstekrav i Tabell 1. I tillegg skal man si om konstruksjonen er plassbygd eller ferdigbygd. Hvis det finnes, kan man også referere til eksisterende EPD for enkelte byggevarer som er brukt i en EPD for en sammensatt konstruksjon, men da er det viktig å sjekke bruksområde av EPD for byggevarer fordi ikke alle bruksområder i konstruksjonsdetaljer er egnet for spesifikke produkter. For eksempel, ikke alle gipsplater er egnet for bruk i våtrom.

Figur 2 gir et eksempel på hvordan man kan bruke deklarerert enheter fra enkelte byggevarer og sammensatte konstruksjoner videre i en funksjonell enhet for bygg. Deklarerte enheter for enkelte produkter og sammensatte konstruksjoner er brukt istedenfor funksjonelle enheter siden man har bedre kunnskap på bruksområder og spesifikke scenarier på et høyere nivå. Det vil si at scenarioet som er beskrevet og beregnet i en EPD for en byggevare ikke nødvendigvis reflekterer bruken i en spesifikk sammensatt konstruksjon eller bygg. Det er nødvendig at scenarier er spesifikke både for produktet og for den sammensatte konstruksjonen (eller bygget), basert på tekniske informasjon oppgitt i EPD for byggevaren. Det er også nødvendig å gi nok informasjon i en EPD for en byggevare slik at det er mulig å regne ut materialmengdene brukt i en sammensatt konstruksjon per 1m<sup>2</sup>. Tabell 2 gir anbefalinger i NPCR for å kunne dokumentere konversjonsfaktorer i EPD.

*Tabell 1 Anbefalt dokumentasjonskrav i beskrivelse-delen av EPD på sammensatte konstruksjoner.*

Typer sammensatte konstruksjoner	U-verdi/Energi	Brann	Lyd	Tetthet	Lastekapasitet/styrke hvis bærende	Størrelse	Innhold
23. Yttervegg	X	X	X		X		
24. Innervegg		X	X		X		
25. Etasjeskille		X	X		X		
26. Yttertak	X	X	X		X		
61. Våtrommodul*				X		X	X

61. Boligmodul*	X	X	X	X		X	X
--------------------	---	---	---	---	--	---	---

\* Det kan hende at moduler passer bedre under en PCR for bygg siden de utgjør i enda større grad en ferdig del av konstruksjonen.

DU byggevarer		DU sammensatt konstruksjon		FU bygg
1m <sup>3</sup> betong	----->	1m <sup>3</sup> fundament		
1kg stål	----->	1m <sup>2</sup> vegg	----->	
1m <sup>2</sup> isolasjon	----->	1m <sup>2</sup> etasjeskille	----->	1m <sup>2</sup> oppvarmet gulvareal
1m <sup>2</sup> gipsplate	----->	1m <sup>2</sup> tak	----->	over hele bygningslevetid*
1pc vindu	----->	1m <sup>2</sup> vindu	----->	
1m <sup>3</sup> tre	----->	1m <sup>3</sup> bæresystem		

\* PCR 2014:02 Buildings from the International EPD System

Fig. 2 Eksempel på hvordan man kan bruke deklarerert enheter fra enkelte produkter og sammensatte konstruksjoner videre i en funksjonell enhet for bygg.

Tabell 2 Anbefalinger i NPCR for å kunne dokumentere konversjonsfaktorer i EPD.

NPCR	Funksjonell enhet, produktnivå	Tilleggsinformasjon for konversjonsfaktorer
NPCR 009: 2012 Technical: Chemical products for building and construction industry	1 kg (avrettingsmasse)	Tetthet (kg/m <sup>3</sup> ) og tykkelse (mm).
NPCR 010: 2013 Building boards	1 tonn (sementpanel)	Tetthet (kg/m <sup>3</sup> ) og tykkelse (mm).
	1 m <sup>3</sup> (fiberplate)	Tykkelse (mm).
	1 m <sup>2</sup>	Riktig format.
NPCR 012: 2012 Insulation Materials	1 m <sup>2</sup> (R = 1m <sup>2</sup> K/W)	Må omberegnes til tykkelse oppgitt i konstruksjonen for å oppnå konstruksjonens tekniske og funksjonelle krav.
NPCR 013: 2013 Steel as Construction Material	1 løpemeter (profil)	Kan spesifisere dette i NPCR på innervegger.
	1 kg	Tetthet (kg/m <sup>3</sup> ) og tykkelse (mm).
NPCR 014: 2013 Windows and Doors	1 stk. vindu (1230 x 1480mm)  1 stk. dør (1230 x 2180mm)	Erfaring har vist at vinduer og dører kommer i mange ulike størrelser og fasonger som gjør det vanskelig å inkludere EPD i beregninger på hele bygg. SINTEF har derfor utført en følsomhetsanalyse på vekt- og arealbasert skalering av utslippene fra EPD for vinduer og dører og fant at begge opsjoner ga lignende resultater til aktuelle mengder utslipp. Videre arbeid skal se på om vinduer og dører kan telles som en

		sammensatt konstruksjon eller om en PCR for yttervegg skal ta hensyn til en vindu og dør andel som ble gjort i Konsensus.
NPCR 015: 2013 Wood and wood-based products for use in construction	1 løpemeter (lister, I-bjelke)	Kan spesifisere dette i NPCR på inner- og yttervegger.
	1 m <sup>2</sup> (window casing)	Kan spesifisere dette i NPCR på inner- og yttervegger.
NPCR 020: 2012 Precast Concrete Products	1 m <sup>3</sup>	Tykkelse (mm).
	1 tonn	Tetthet (kg/m <sup>3</sup> ) og tykkelse (mm).
	1 m <sup>3</sup>	Tykkelse (mm).
NPCR 022: 2012 Roof waterproofing	1 m <sup>2</sup>	Riktig format.
	1 m <sup>2</sup>	Riktig format. Kan være nyttig å inkludere tykkelse (mm) og tetthet (kg/m <sup>3</sup> ).

I dette prosjektet har forskjellen mellom elementer og moduler vært diskutert. **Elementer** må sees i sammenheng med definisjon av moduler, da det gjerne er disse to vi blander. Elementer er produkter som er satt sammen av deler som man ellers betrakter som separate byggevarer, og derfor kan utgjøre en større del, eller en ferdig del, av en konstruksjon. Eksempler inkluderer blant annet etasjeskiller, tak, vegger, vinduer og tekniske installasjoner [9].

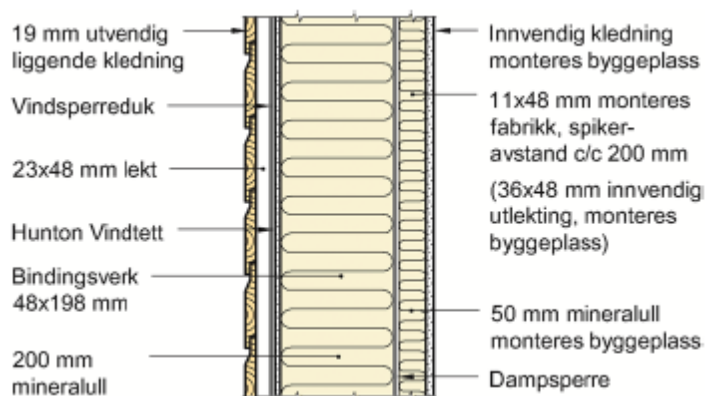


Fig. 3 Eksempel av en veggelement. SINTEF Teknisk Godkjenning 2218: Senja veggelement, 2015

**Moduler** transporteres til byggeplass og settes rett på plass i bygninger, for eksempel boligbygg eller boligmoduler (DOK). Vi må prøve å dra en linje mellom elementer og moduler. Elementer er gjerne satt sammen av to eller tre produkter, for eksempel et sandwich-element, mens moduler er satt sammen av flere produkter og utgjør i enda større grad en ferdig del av konstruksjonen, for eksempel våtrommodul.

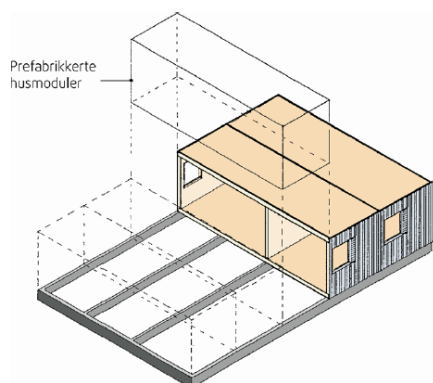


Fig. 4 Eksempel av en modul. SINTEF Teknisk Godkjenning 2204: Älvsbyhus trehusmoduler, 2016

I utgangspunktet fokuserer PCR for sammensatte konstruksjoner på elementer, f.eks. yttervegg eller tak, med tanke på å videreutvikle metodikken til å omfatte moduler på en senere tidspunkt. Grunnen til dette er at moduler er vanligvis mer komplisert enn elementer og er oftest produsert i utlandet. Det kan hende at moduler passer bedre under en PCR for bygg siden de utgjør i enda større grad en ferdig del av konstruksjonen og alternative moduler lettere kan sies å ha sammenlignbare funksjoner i et ferdig bygg.

## 2.3 Fleksible EPD

SINTEF Byggforsk har opplevd en økt etterspørsel i fleksible EPD. I de fleste tilfeller kommer dette fra produsenter som har mange variasjoner av det samme produktet. Fordelen med å utvikle en fleksibel EPD når det finnes flere variasjoner av samme produktet er at denne informasjonen kan samles på ett sted. En forutsetning for en fleksibel EPD er at produktet har en variabel, f.eks. produkt tykkelse, farge eller tetthet. Figur 5 og 6 viser hvordan dette har blitt løst i en Teknisk Godkjenning og en EPD for Paroc Fire Proof Panels. Disse fleksible EPD gir LCA utøvere større valgmuligheter når de utfører beregninger på sammensatte konstruksjoner og bygg. På samme vis kan man lage EPD for en veggkonstruksjon med ulike isolasjonstykkelse og u-verdier. På en senere tidspunkt vil det også være mulig å koble fleksible EPD til building information modellering (BIM) slik at man kan bruke EPD utslippsdata direkte inn i modellen slik at den er tilpasset til bruksområde og konstruksjonsdetaljer. Alternativet til fleksible EPD er verktøy for å generere spesifikke EPD for alle variasjoner av produktet.

Varmegjennomgangskoeffisienter for  
Paroc Fire Proof Panel

Element- tykkelse mm	U-verdi, W/m <sup>2</sup> K		
	Paroc AST®T λ = 0,039 W/mK	Paroc AST®S λ = 0,040 W/mK	Paroc AST®F og AST®E λ = 0,045 W/mK
50	0,68	0,69	0,77
80	0,47	0,48	0,53
100	0,38	0,38	0,43
120	0,31	0,32	0,36
150	0,25	0,26	0,29
175	0,22	0,22	0,25
200	0,19	0,19	0,22
240	0,16	0,16	0,18

Fig. 5 SINTEF Tekniske Godkjenning 2180: Paroc Fire Proof Panel, 2011

Table 2. Factors for estimation of the environmental impact from different panel thicknesses. Multiply the LCA result of each impact category in the environmental impact table (page 6) with the corresponding factors.

Impact categories	Thicknesses (mm)								
	50	80	100	120	150	175	200	240	300
GWP (kg CO <sub>2</sub> -eqv)	0,69	0,78	0,84	0,91	1,00	1,08	1,16	1,29	1,48
ODP (kg CFC11-eqv)	0,56	0,69	0,78	0,87	1,00	1,11	1,22	1,39	1,65
POCP(kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> -eqv)	0,80	0,85	0,89	0,93	1,00	1,05	1,11	1,20	1,33
AP (kg SO <sub>2</sub> -eqv)	0,72	0,80	0,86	0,91	1,00	1,07	1,14	1,26	1,43
EP (kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -eqv)	0,81	0,86	0,90	0,94	1,00	1,05	1,10	1,17	1,29
ADPM (kg Sb-eqv)	0,95	0,97	0,98	0,99	1,00	1,01	1,02	1,04	1,07
ADPE (MJ)	0,66	0,75	0,83	0,89	1,00	1,09	1,17	1,32	1,53
RPEE (MJ)	0,61	0,72	0,81	0,88	1,00	1,10	1,19	1,35	1,59
RPEM (MJ)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TPE (MJ)	0,61	0,72	0,81	0,88	1,00	1,10	1,19	1,35	1,59
NRPE (MJ)	0,63	0,73	0,81	0,89	1,00	1,10	1,19	1,34	1,57
NRPM (MJ)	0,67	0,64	0,73	0,84	1,00	1,11	1,27	1,51	1,86
TRPE (MJ)	0,63	0,73	0,81	0,89	1,00	1,10	1,19	1,34	1,58

Fig. 6 NEPD-405-283-EN: Paroc AST E, AST F and AST F+ fire proof panels. The calculations are based on 1m<sup>2</sup> of Paroc AST E 150 fireproof panel. The mass of the declared unit is 27.33 kg and the thickness is 150 mm.

### 3 Anbefalinger for videre arbeid

SINTEF ønsker å holde en workshop for interessante i byggebransjen for å presentere funnene så langt, og deretter bearbeider eventuelle tilbakemeldinger. Parallelt ønsker vi å utarbeide test EPD for ulike sammensatte konstruksjoner (nemlig vegg, etasjeskiller og tak). Dette vil danne grunnlag til å utvikle en oppdatert, fullverdig vugge-til-grav PCR på ulike konstruksjonstyper. Når en overordnet PCR for alle typer sammensatte konstruksjoner er på plass vil det være mulig å utvikle særnorske PCR for spesifikke bygningsdeler med scenarier, f.eks. en norsk PCR for veggkonstruksjoner som oppfyller norske byggregler og er tilpasset til norske forhold.

### 4 Referanser

1. Dahl Schlanbusch, R., et al., *Energi og klimagassanalyse av isolasjonsmaterialer*. 2014: Oslo.
2. Anders-Johan Almås, et al., *Modulbygg – like godt som plassbygde løsninger?*. 2014: Oslo.
3. Prognosesenteret, *Markedsanalyse og kartlegging av modul- og elementimport til det norske markedet*. 2014.
4. Kristin Holthe, et al., *Metode for miljøvurdering av bygninger – dagens praksis og anbefalinger. Konsensus, Modeller for miljøvurdering av bygningsdeler*. . 2011, SINTEF Byggforsk og Østfoldforskning: Oslo.
5. NS-EN 15804: 2012, *Sustainability of construction works Environmental product declarations Core for the product category of construction products*. 2012, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
6. ISO 14025: 2010, *Environmental Labels and Declarations - Type III Environmental Declarations - Principles and Procedures*. 2010.
7. NS-EN 15978: 2011, *Sustainability of construction works - Assessment of environmental performance of buildings - Calculation method* 2011, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
8. NS 3451: 2009, *Bygningsdelstabell / Table of Building Elements*. 2009, Standard Norge.
9. OVAM, *Environmental profile of building elements. Towards an integrated environmental assessment of the use of materials in buildings*. 2013.



Teknologi for et bedre samfunn

[www.sintef.no](http://www.sintef.no)