



Miljøvaredeklaration (MVD) for isoleringsplader af polyurethan (PUR/PIR) og potentialet for energibesparelser

Indholdsfortegne:

1.	Resumé	1
2.	Hvad er en miljøvaredeklaration?.....	2
3.	PU Europe-beregningsværktøj	2
4.	Opdaterede MVD'er for PUR-isoleringsplader	3
5.	Gennemsnitlige europæiske cradle-to-gate MVD'er for PUR-isoleringsplader	4
6.	Vigtigheden af funktions- eller referenceenhederne	5
7.	Brugsfasemodellering: Beregning af energibesparelser	6
8.	Ansvarsfraskrivelse.....	7
9.	Referencer.....	7

1. Resumé

MVD'er for byggeprodukter er et vidt anerkendt og stadigt oftere benyttet værktøj til evaluering af bygningers miljøegenskaber. PUR-industrien har taget konceptet med MVD-baserede levetidsevalueringer af bygninger til sig og engageret sig stærkt i tilvejebringelse af transparente og retvisende data.

Dette faktaark opsummerer tredjeparts verificerede data for forskellige typer termoisoleringsplader i PU (PUR/PIR) fra cradle-to-gate og alternativt fra cradle-to-gate med energigenvinding som end-of-life-situation.

Dataene omfatter nu den opdaterede økoprofil for MDI, som er det vigtigste forstadium til PUR. Dette er ensbetydende med væsentligt forbedrede miljøegenskaber i forhold til 2010-versionen.

LCA-studier (livscyklusvurderinger) vil vise, at den absolut vigtigste livscyklusfase for isoleringsprodukter er brugsfasen. En PUR-isoleringsplade kan i løbet af dens levetid spare mere end 135 gange den energi, der er blevet brugt til at fremstille den.

2. Hvad er en miljøvaredeklaration?



En miljøvaredeklaration (MVD) er et kommunikationsværktøj, som på et harmoniseret og videnskabeligt grundlag sætter tal på miljøoplysningerne vedr. et produkt, en proces eller en serviceydelse og dækker hele produktets, processens eller serviceydelsens levetid eller dele af den. MVD'er udgør ikke en evaluering af miljøegenskaberne, men er en omfattende og transparent samling af miljøoplysninger for et på forhånd fastlagt antal faser af livscyklusen. En vigtig fordel ved anvendelsen af MVD'er er muligheden for at tilføje LCA-baserede oplysninger i forsyningskæden. Denne egenskab gør MVD'er særligt nyttige for byggesektoren, hvor den færdige bygning er baseret på et stort antal materialer, byggeprodukter, halvfabrikata og processer.

Hvad er PUR?

Polyurethan-isolering repræsenterer en gruppe isoleringsmaterialer, der er baseret på PUR (polyurethan) eller PIR (polyisocyanurat). Disse materialers lukkede cellestruktur og høje tværbindingdensitet giver dem egenskaber som god varместabilitet, høj trykstyrke og fremragende isoleringsevne. PUR-isolering har meget begrænset varmeledningsevne på helt ned til 0,022 W/mK, hvilket gør det til et af de mest effektive isoleringsmaterialer på markedet i dag til en lang række anvendelsesområder.

Det skal tydeliggøres i hele kommunikationskæden, at MVD'er ikke kan sammenlignes med hinanden, og at kun en evaluering på bygnings- (element) niveauet ved en given slutanvendelse er relevant. Derudover anerkender LCA-fagfolk som generel tommelfingerregel, at fejlmargenerne for primært energiforbrug og klimaændringspotentiale kan anslås med omkring 10% usikkerhed, mens der sædvanligvis gælder en fejlmargen på 20% for alle andre påvirkningskategorier. Det betyder, at eventuelle forskelle inden for disse margener er at betragte som ubetydelige.

3. PU Europe-beregningsværktøj

PU Europe [1] har bedt PE International om at udvikle et opdateret, tredjepartsverificeret MVD-beregningsprogram på grundlag af EN15804. Dette værktøj kan udarbejde generiske cradle-to-gate MVD'er for forskellige typer PUR-produkter til termoisolering, herunder også PUR-plader. Det er knyttet til Gabi-softwareværktøjet og -databasen. Detaljer vedr. baggrundsoplysninger og model kan rekvireres hos PU Europe.

En følsomhedsanalyse har vist, at ændringer i sammensætningen af skummet og energiforbruget i skumproduktionsfasen ikke har væsentlige indvirkninger på MVD-resultaterne, og at branchens gennemsnitsdata derfor kan anbefales til anvendelse i bygningsevalueringer.

Det er uheldigt, at gensidig anerkendelse af MVD'er i de enkelte lande langt fra er givet inden for EU. Dette medfører yderligere omkostninger for branchen, påvirker systemets troværdighed og giver tredjeparter bevæggrunde for at udvikle alternative ordninger.

4. Opdaterede MVD'er for PUR-isoleringsplader



PUR-producenter og leverandører af råstoffer er stærkt engageret i kontinuerlig forbedring af PUR-isoleringsmaterialers miljømæssige egenskaber og i at levere retvisende miljødata.

Den første MVD-revision omfattede den opdaterede økoprofil for polyesterpolyoler [2]. Denne anden revision anvender de nye økoprofiler for MDI [3] og polyetherpolyoler [4]. Samtlige data for forstadier er verificeret af tredjepart.

		MVD PUR-isoleringsplade
Varmeledsevne	W/mK	0,028
Massefylde	kg/m ³	31
Tykkelse	m	0,032
Skumvægt	kg	1
Isolering U-værdi		
Isolering U-værdi	W/m ² K	0,88
Isolering R-værdi		
Isolering R-værdi	m ² K/W	1,14
Primært energiforbrug, vedvarende		
Primært energiforbrug, vedvarende	MJ	2,2
Primært energiforbrug, ikke-vedvarende		
Primært energiforbrug, ikke-vedvarende	MJ	67,7
Samlet primær energi		
Samlet primær energi	MJ	69,9
Vandforbrug*		
Vandforbrug*	m ³	0,0094
GWP		
GWP	kg CO ₂	2,9
ODP**		
ODP**	kg CFC 11	4,90E-06
AP		
AP	kg SO ₂	0,0066
EP		
EP	kg (PO ₄) ³⁻	0,0010
POCP		
POCP	kg Ethen	0,0020
ADPE		
ADPE	kg Sb	4,74E-06
ADPF		
ADPF	MJ	63,7
Ikke-farligt affald*		
Ikke-farligt affald*	kg	0,0362
Farligt affald*		
Farligt affald*	kg	0,0024
Radioaktivt affald*		
Radioaktivt affald*	kg	0,0015

Tabel 1: Miljøindvirkning fra 1 kg ubelagt skum efter 2013-opdateringen af forstadiedatasættene for PUR-levetidscyklus (cradle-to-gate)

GWP	Potentiale for global opvarmning potential
ODP	Potentiale for ozonnedbrydning
AP	Potentiale for forsuring
EP	Potentiale for eutrofiering
POCP	Potentiale for fotokemisk ozondannelse
ADPE	Potentiale for abiotisk depletering vedr. ikke-fossile ressourcer
ADPF	Potentiale for abiotisk depletering vedr. fossile ressourcer

* ikke deklareret i de certificerede MVD'er (visse opstrømsdata stemmer ikke overens med EN15804)

** kan nedrundes til nul

5. Gennemsnitlige europæiske cradle-to-gate MVD'er for PUR-isoleringsplader

PUR-soleringsplader er kendetegnet ved, at de i de fleste tilfælde kan leveres med forskellige typer belægninger i overensstemmelse med anvendelsestypen og de ønskede isoleringsegenskaber [5].

Dette faktaark indeholder flere sæt MVD'er: Et sæt for det ubelagte polyurethanskum til to grundlæggende referenceenheder: 1 kg skum og 1 m² med en termisk modstand på R=1. Derudover et sæt bestående af fire MVD'er for isoleringsplader med en termisk modstand på R=5 og med forskellige belægninger.

Med henblik på yderligere forøgelse af værdien af vores MVD'er skelnes der i dette faktaark imellem en cradle-to-gate-situation og en situation, der omfatter cradle-to-gate og end-of-life (energigenvinding). Indregningen af energigenvinding i MVD'en fører til et betragteligt lavere samlet primært energiforbrug (51,4 MJ i stedet for 70,1 MJ pr. kg ubelagt skum), mens potentialet for global opvarmning øges fra 2,9 kg CO₂ til 4,1 kg CO₂.

Tabel 2: Miljøindvirkninger af to situationer:

1. Cradle-to-gate: "Uden"
2. Cradle-to-gate og end-of-life (energigenvinding): "Med"

Referenceenheder:
1 kg/1 m² og termisk
modstand R = 1 m²K/W

		Ubelagt skum 1 kg		Ubelagt skum R=1	
Varmeledningsevne	<i>W/mK</i>	0,028		0,028	
Massefylde	<i>kg/m³</i>	31		31	
Tykkelse	<i>m</i>	0,032		0,028	
Skumvægt	<i>kg</i>	1		0,868	
Isolering U-værdi	<i>W/m²K</i>	0,88		1,00	
Isolering R-værdi	<i>m²K/W</i>	1,14		1,00	
End-of-life energigenvinding		uden	med	uden	med
Primært energiforbrug, vedvarende	<i>MJ</i>	2,2	1,0	2,0	0,9
Primært energiforbrug, ikke-vedvarende	<i>MJ</i>	67,7	50,6	59,3	44,3
Samlet primær energi	<i>MJ</i>	69,9	51,6	61,3	45,2
Vandforbrug*	<i>m³</i>	0,0094	1,5281	0,0082	1,3336
GWP	<i>kg CO₂</i>	2,9	4,1	2,5	3,6
ODP**	<i>kg CFC 11</i>	4,90E-06	4,90E-06	4,29E-06	4,20E-06
AP	<i>kg SO₂</i>	0,0066	0,0051	0,0058	0,0045
EP	<i>kg (PO₄)³⁻</i>	0,0010	0,0011	0,0009	0,0009
POCP	<i>kg Ethen</i>	0,0020	0,0018	0,0017	0,0016
ADPE	<i>kg Sb</i>	4,74E-06	4,70E-06	4,15E-06	4,10E-06
ADPF	<i>MJ</i>	63,7	49,2	55,7	43,0
Ikke-farligt affald*	<i>kg</i>	0,0362	0,0320	0,0317	0,0280
Farligt affald*	<i>kg</i>	0,0024	0,0043	0,0021	0,0038
Radioaktivt affald*	<i>kg</i>	0,0015	0,0004	0,0013	0,0003

* ikke deklareret i de certificerede MVD'er (visse opstrømsdata stemmer ikke overens med EN15804)

** kan nedrundes til nu

Tabel 3: Miljøindvirkninger af to situationer:

1. Cradle-to-gate: "Uden"
2. Cradle-to-gate og end-of-life (energigenvinding): "Med"

Referenceenheder: 1 m² isoleringsplade med en termisk modstand på R=5 m²K/W

		Aluminium-overflade (100% ny aluminium)		Flerlags-overflade		Mineralfleece-overflade		Ubelagt skum	
		R=5		R=5		R=5		R=5	
Varmeledsevne	W/mK	0,023		0,023		0,026		0,026	
Massefylde	kg/m ³	31		31		31		31	
Tykkelse	m	0,115		0,115		0,130		0,130	
Skumvægt	kg	3,84		3,87		4,63		4,03	
Isolering U-værdi	W/m ² K	0,20		0,20		0,20		0,20	
Isolering R-værdi	m ² K/W	5		5		5		5	
End-of-life energigenvinding		uden	med	uden	med	uden	med	uden	med
Primært energiforbrug, vedvarende	MJ	19,7	4,0	16,2	8,2	9,4	4,2	9,1	4,1
Primært energiforbrug, ikke-vedvarende	MJ	280,0	188,6	263,0	189,8	282,0	208,9	275,0	205,4
Samlet primær energi	MJ	299,7	192,6	279,2	198,0	291,4	213,1	284,1	209,5
Vandforbrug*	m ³	0,0653	-18,5882	0,0453	-1,1019	0,0394	7,8588	0,0382	6,2254
GWP	kg CO ₂	13,4	14,9	11,5	15,1	12,4	17,6	11,8	16,4
ODP**	kg CFC 11	1,76E-05	1,76E-05	1,76E-05	1,76E-05	1,99E-05	1,99E-05	1,99E-05	1,99E-05
AP	kg SO ₂	0,0393	0,0176	0,0295	0,0188	0,0287	0,0224	0,0268	0,0206
EP	kg (PO ₄) ³⁻	0,0043	0,0038	0,0040	0,0041	0,0043	0,0046	0,0040	0,0043
POCP	kg Ethen	0,0082	0,0068	0,0077	0,0068	0,0090	0,0082	0,0080	0,0073
ADPE	kg Sb	1,83E-05	1,71E-05	1,79E-05	1,74E-05	3,06E-05	3,03E-05	1,93E-05	1,90E-05
ADPF	MJ	258,0	180,7	246,0	184,1	266,0	204,1	259,0	200,1
Ikke-farligt affald*	kg	0,5950	0,2439	0,2750	0,1600	0,1770	0,1604	0,1470	0,1299
Farligt affald*	kg	0,0095	0,0168	0,0098	0,0203	0,0117	0,0416	0,0097	0,0174
Radioaktivt affald*	kg	0,0084	0,0088	0,0065	0,0069	0,0062	0,0016	0,0060	0,0016

* ikke deklareret i de certificerede MVD'er (visse opstrømsdata stemmer ikke overens med EN15804)

** kan nedrundes til nul

6. Vigtigheden af funktions- eller referenceenhederne

Det er vigtigt at tage højde for massefylde og tykkelse af alle isoleringsmaterialer, der benyttes i en specifik slutanvendelse. Disse to parametre er bestemmende for den samlede vægt og mængde af et specifikt isoleringsmateriale, der måtte være nødvendigt til den pågældende anvendelse, samt de dermed forbundne miljøindvirkninger. Komparativ bedømmelse på bygnings- eller komponentniveauet skal også tage højde for afsmittende indvirkninger af materialevalg på byggelementers tykkelse og strukturelle styrke samt eventuelle behov for tilføjelse af hjælpematerialer for at opnå sammenlignelig ydeevne på bygningen (elementet). Der findes to nyttige funktions- eller referenceenheder for isoleringsprodukter:

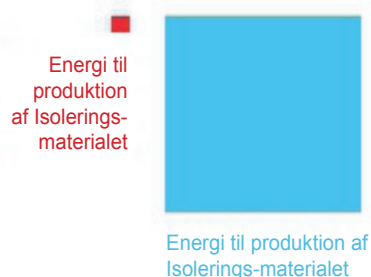
- Enheder baseret på termisk modstand, f.eks. 1 m² vægelement med en fastlagt R-værdi (eller U-værdi). I dette tilfælde kan brugsfasens indvirkninger vedr. energiforbrug betragtes som ens for de forskellige undersøgte løsninger.
- Enheder baseret på isoleringsmaterialets tykkelse, f.eks. 1 m² vægelement med 5 cm isolering. Denne referenceenhed er særligt relevant ved renoveringsprojekter, hvor forskellen i termisk modstand kan resultere i forskellige temperaturegenskaber på byggelementet og dermed forskellige energiforbrugsværdier og tilknyttede miljøindvirkninger i brugsfasen.



Yderligere oplysninger om anvendelse af MVD-data fås ved henvendelse til **PU Europe**.

7. Brugsfasemodellering: Beregning af energibesparelser

PUR SPARER ENERGI



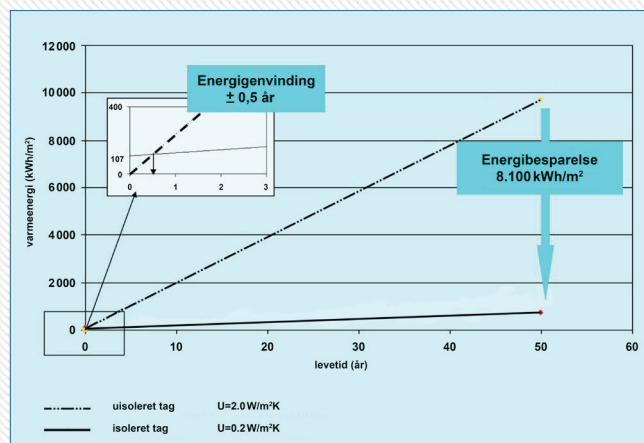
Det er ud over belastningerne fra fremstilling af PUR-isolering vigtigt at fastslå materialets fordele i brugsfasen. Dette kapitel omfatter en evaluering af de potentielle besparelser, som PUR-isolering kan realisere i løbet af dets levetid. Evalueringen er udarbejdet ved hjælp af modelleringsværktøjet, der er indeholdt i det tredjepartsverificerede MVD-beregningsprogram. Resultaterne sammenligner en uisoleret bygning med en bygning, der er isoleret med PUR (moderat klima). Disse resultater kan ganske vist ikke overføres til alle anvendelser, men de giver alligevel et interessant indblik i brugsfasefordelene ved højtydende PUR-isolering.

Grafen på side 7 viser, at med blot 115 mm PUR-isolering, hvilket svarer til en R-værdi på 5, kan der opnås årlige besparelser på 162 kWh (582 MJ) i primær energi pr. m² isoleret overflade. Fordelt over en levetid på 50 år vil besparelserne beløbe sig til 8.100 kWh (29.100 MJ) pr. m², mens der kun forbruges 82 kWh (eller 293 MJ jvf. beregningerne iht. MVD) til produktion af den 1 m² store plade, hvilket er et forhold på næsten 1 til 100. Hvis energigenvinding medtages i beregningen som end-of-life-situation, bliver det primære energiforbrug til 1 m² plade reduceret til 59 kWh (212 MJ). I denne situation ville PUR-isoleringen spare 137 gange så meget energi, som der blev forbrugt til dens fremstilling.

Dette betyder desuden, at den energi, der forbruges til fremstilling af PUR-isolering, efterfølgende genvindes i løbet af omkring et halvt år takket være energibesparelsen i brugsfasen.

Hvis der tages udgangspunkt i en energipris på 0,19€/kWh og en gaspris på 0,13€/kWh, vil PUR-isoleringslaget på 100 m² spare €105.000 over en periode på 50 år (ikke-tilbagediskonterede værdier med udgangspunkt i stabile energipriser og ingen inflation).

Forudsætninger	
Graddage	3.700
Isoleringstykkelse	115mm
Isolering R-værdi	5 m ² K/W
Isolering U-værdi	0,2 W/m ² K
Kedelvirkningsgrad	0,88
Rumopvarmingskilde	gas
Primær energikonverteringseffektivitet	1,1
Primært varmeenergiebehov	$Q \text{ (kWh)} = (U \times \text{overflade} \times \text{gradtimer}) * \text{primær energikonvertering} / \text{kedelvirkningsgrad}$



8. Ansvarsfraskrivelse

Samtlige oplysninger og anbefalinger i denne publikation videregives efter bedste overbevisning, og selv om oplysninger og overbevisninger menes at være retvisende på udgivelsestidspunktet, kan ingen af de indeholdte oplysninger tolkes som nogen form for garanti, det være sig udtrykkelig eller underforstået.

9. Referencer

- [1] PU Europe er den europæiske sammenslutning af producenter af PUR-isolering (www.pu-europe.eu)
- [2] Se **PU Europe project: Eco-Profile of Aromatic Polyester Polyols (APP)**
- [3] Se **ISOPA Eco-profile MDI-TDI 2012-04**
- [4] Se **ISOPA Eco-profile Polyether Polyols 2012-04**
- [5] Nærmere oplysninger fremgår af webstedet www.excellence-in-insulation.eu