

Opleiding
Duurzaam Gebouw:

Isolatiematerialen:
hoe kiezen?
Leefmilieu Brussel

**AANPAK EN ACTIES VANAF DE ONTWERPFASE
VAN HET PROJECT**

Liesbet TEMMERMAN

cera|a| asbl



LEEFMILIEU BRUSSEL
BIM - BRUSSELS INSTITUUT VOOR MILIEUBEHEER

CERAA

Doelstelling(en) van de presentatie

- Uiteenzetting van de principes van een **duurzame keuze** van thermisch isolatiemateriaal



Plan van de uiteenzetting

0. Inleiding
1. De benadering per constructieonderdeel
2. Kies producten die aangepast zijn aan het gebruik
 1. Thermische isolatiematerialen in bulk
 2. Soepele thermische isolatiematerialen
 3. Halfharde thermische isolatiematerialen
 4. Harde thermische isolatiematerialen
 5. Gespoten thermische isolatiematerialen
3. Kies materialen met een lage milieu-impact
 1. Levenscyclusanalyse
 2. Beschouwingen voor een goede praktijk
 3. Keuzehulpmiddelen
4. De gezondheidsimpact beperken



Inleiding

Wat verwachten we van een bouw materiaal/-product?

- ▶ Het moet **correct de functie vervullen** waarvoor het werd ontworpen/gekozen

Ter herinnering: alle thermische isolatiematerialen verbeteren de energieprestatie van een muur, een dak, een vloerplaat, een gebouw.

Wat duurzame ontwikkeling betreft, moet u dus even nadenken over reclameboodschappen als:

*Isolatiemateriaal X met een gesloten cellenstructuur biedt een van de **beste isolatiewaarden** van alle producten op de markt (...). Deze isolatiewaarde blijft ook de hele levensduur van het gebouw behouden, wat X een van de **duurzaamste isolatiematerialen** maakt.*



Inleiding

Wat verwachten we van een bouw materiaal/-product?

- ▶ Het moet **correct** de **functie vervullen** waarvoor het werd ontworpen/gekozen
- ▶ De **technische kenmerken** ervan moeten voldoen aan de gekende/voorziena vereisten
 - › *Dimensionele, structurele stabiliteit*
 - › *Gedrag bij vuur*
 - › *Gedrag bij vocht*
 - › *Thermische capaciteit*
 - › ...

Vervolgens ...



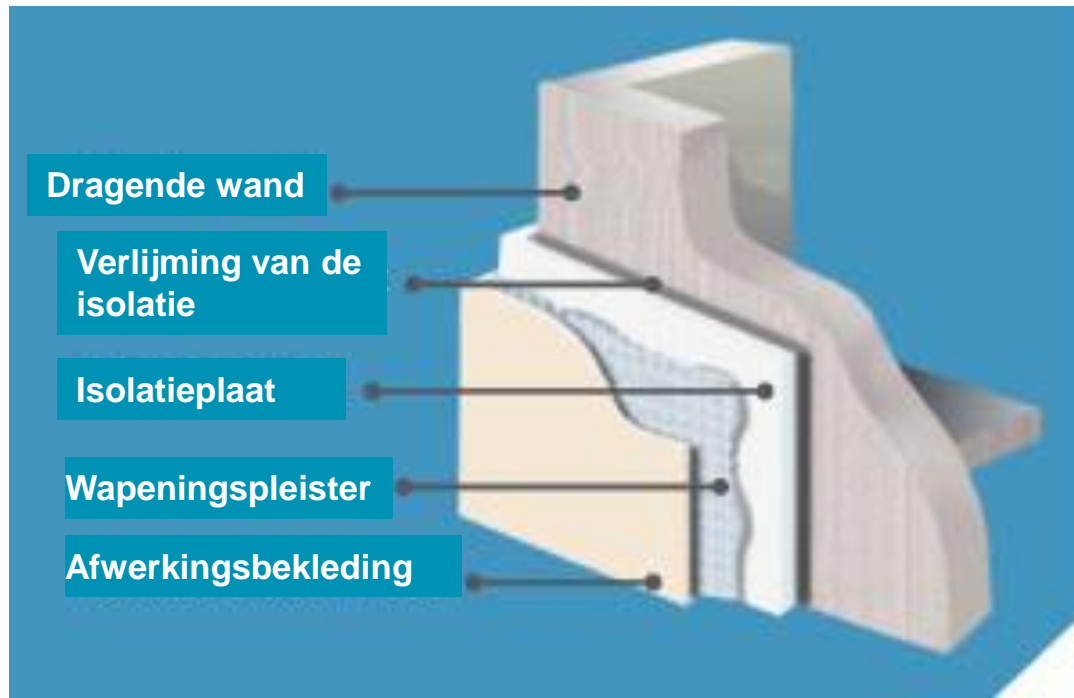
1. De benadering per constructieonderdeel

- ▶ De thermische isolatiematerialen zijn verbonden met andere producten in een **complex** (muur, dak, vloerplaat, ...).
- ▶ De thermische isolatiematerialen spelen een bepalende rol op het vlak van de **thermische weerstand** van het hele bouwonderdeel in kwestie. Dit betekent echter niet dat hun andere technische kenmerken losstaan van die van de andere onderdelen van het complex.
- ▶ Bijvoorbeeld: de **dampdoorlatendheid** heeft betrekking op **het bouwonderdeel in zijn geheel**, en vereist **coherentie** van de **verschillende lagen** van het complex, ongeacht of ze bestaand of nieuw zijn.



1. De benadering per constructieonderdeel

- ▶ Indien er **andere materialen aanwezig** zijn (bv. isolatie van een dak bij renovatie), moeten de eigenschappen ervan eveneens in aanmerking worden genomen.
- ▶ Einde levensduur van het isolatiemateriaal: het moet mogelijk zijn het onderdeel los te maken van de rest van het gebouw!
(scheiding in duidelijke fracties, recyclage, hergebruik, ...)



1. De benadering per constructieonderdeel

Gedetailleerde informatie is opgenomen in de aanbeveling “**MAT04 – Duurzame keuze van thermische isolatiematerialen**” van de Gids Duurzame Gebouwen van Leefmilieu Brussel. *Bijvoorbeeld:*

		Mechanische weerstand	Specifieke warmte (EN IO 10456) <i>(draagt bij tot de thermische inertie van de wand)</i>	Warmtegeleidbaarheid λ (volgens de norm NBN B62-002 A1)	Waterdampdiffusie μ (vochtig en droog)	Akoestische prestatie	Brandreactie (Euroklasse)
MATERIAAL		[daN/m ³]	[J/kg.K]	[W/m.K]			
Polystyreen	geëxtrudeerd (XPS)	25-55	1300 tot 1500	0,04 (0,029 tot 0,035)*	150 tot 300 80 tot 200*	-	E
	geëxpandeerd (EPS)	15-30	1450	0,45 (0,032 tot 0,038)*	60 (20 tot 100)*		E
Polyurethaan (PUR)		20-40	1300 tot 1500	0,035 (0,024 tot 0,03)*	30 (30 tot 200)*	-	C
Fenolschuim (resolschuim)		8-20	1400	(0,04)*	1,5 tot 3	-	C
Glaswol		25	840 tot 1000	0,045 (0,032 tot 0,042)*	1,2 tot 1,3 (1)*	+	A1
Rotswol		40	840 tot 1000	0,045 (0,034 tot 0,044)*	1,3 (1)*	+	A1



2. Kies producten die aangepast zijn aan het gebruik

Principes van goede praktijk:

- ▶ Tussen onderdelen van het **gebint / geraamte** en/of in contact met een **onregelmatige ondergrond**:
kies een isolatiemateriaal in bulk, soepel, halfhard of gespoten.
- ▶ Vereisten m.b.t. de **drukweerstand** van de isolatie:
kies een isolatiemateriaal met een geschikte drukweerstand (bv. halfhard paneel < hard paneel)
- ▶ Thermische isolatie in een **vochtige omgeving** of in **contact met de aarde**:
kies een een materiaal dat weinig of niet gevoelig is voor water, om de langetermijnprestaties ervan te garanderen, of voorzie een aangepaste beschermlaag die aantasting of vermindering van de doeltreffendheid van het thermisch isolatiemateriaal vermijdt.



2. Kies producten die aangepast zijn aan het gebruik

Principes van goede praktijk (vervolg):

- Situatie waarin de dikte van de **thermisch isolatie die kan worden aangebracht, beperkt is:**

kies een isolatiemateriaal met een niet te hoge warmtegeleidingscoëfficiënt λ

- Zorg ervoor dat, in het bouwonderdeel, de structurele elementen, de thermische isolatie, de bekledings- en binnenafwerkingsmaterialen compatibel zijn op het vlak van de **dampdiffusieweerstand**.
- Afhankelijk van het gekozen isolatiemateriaal moeten aangepaste maatregelen voor gezondheidsbescherming worden getroffen tijdens de uitvoering op de werf (handschoenen, masker, beschermende overall)



2. Kies producten die aangepast zijn aan het gebruik

De juiste keuze van het thermisch isolatiemateriaal, naargelang van de toepassing, hangt grotendeels af van de **vorm** waarin de isolatie zich voordoet.

Om die reden is het deel “Voorzieningen” van aanbeveling MAT04 van de Gids Duurzame Gebouwen gestructureerd als volgt:

- ▶ Isolatiematerialen in bulk
- ▶ Soepele isolatiematerialen
- ▶ Halfharde isolatiematerialen
- ▶ Harde isolatiematerialen
- ▶ Gespoten isolatiematerialen



Laten we dit van wat dichterbij bekijken ...

2. Kies producten die aangepast zijn aan het gebruik

2.1 Thermische isolatiematerialen in bulk



► Kenmerken:

- › Uitvoering: uitstorten, vullen van een caisson, inblazen
- › Gemakkelijk samendrukbaar
- › Goede akoestische prestatie

► Betreffende materialen (*voorbeelden*):

Op basis van ...			
minerale grondstoffen	plantaardige grondstoffen	dierlijke grondstoffen	petrochemische grondstoffen
<ul style="list-style-type: none">❖ glaswol❖ rotswol❖ geëxpandeerde klei❖ geëxpandeerd vermiculiet❖ geëxpandeerd perliet	<ul style="list-style-type: none">❖ cellulosevlokken❖ hennepscheven❖ wol uit gerecycleerd textiel❖ stro	<ul style="list-style-type: none">❖ veren (bv. eendenveren)❖ schapenwol	<ul style="list-style-type: none">❖ geëxpandeerd polystyreen (EPS)



2. Kies producten die aangepast zijn aan het gebruik

2.2 Soepele thermische isolatiematerialen



► Kenmerken:

- › Gewoonlijk in de vorm van rollen
- › Gemakkelijk samendrukbaar
- › Goede akoestische prestatie

► Betreffende materialen (*voorbeelden*):

Op basis van ...			
minerale grondstoffen	plantaardige grondstoffen	dierlijke grondstoffen	petrochemische grondstoffen
<ul style="list-style-type: none">❖ glaswol❖ rotswol	<ul style="list-style-type: none">❖ hennepwol❖ vlaswol❖ kokosnootwol❖ wol uit gerecycleerd textiel❖ katoen-hennepwol	<ul style="list-style-type: none">❖ verenwol (bv. eendenwol)❖ schapenwol	n.v.t.



2. Kies producten die aangepast zijn aan het gebruik

2.3 Halfharde thermische isolatiematerialen

► Kenmerken:

- › Flexibele panelen
- › In zekere mate samendrukbaar
- › Geschikt voor enigszins onregelmatige oppervlakken
- › Gebint, geraamte
- › Goede akoestische prestatie



► Betreffende materialen (*voorbeelden*):

Op basis van ...			
minerale grondstoffen	plantaardige grondstoffen	dierlijke grondstoffen	petrochemische grondstoffen
<ul style="list-style-type: none">❖ glaswol❖ rotswol	<ul style="list-style-type: none">❖ hennepwol❖ vlaswol❖ kokosnootwol❖ wol uit gerecycleerd textiel❖ houtwol❖ wol van cellulosewatten❖ hout-hennepwol❖ katoen-hennepwol	<ul style="list-style-type: none">❖ schapenwol	n.v.t.

2. Kies producten die aangepast zijn aan het gebruik

2.4 Harde thermische isolatiematerialen

► Kenmerken:

- › Goede tot zeer goede drukweerstand
- › Toepasbaar op vlakke ondergrond
- › Minder goede akoestische prestatie (geen “veer”-effect), maar te bestuderen op het niveau van het onderdeel



► Betreffende materialen (*voorbeelden*):

Op basis van ...			
Minerale grondstoffen	plantaardige grondstoffen	dierlijke grondstoffen	petrochemische grondstoffen
<ul style="list-style-type: none">❖ glaswol❖ rotswol❖ glaswol❖ rotswol❖ cellulair glas❖ geëxpandeerd perliet	<ul style="list-style-type: none">❖ houtvezel❖ kurk	n.v.t.	<ul style="list-style-type: none">❖ geëxpandeerd polystyreen (EPS)❖ geëxtrudeerd polystyreen (XPS)❖ polyurethaan (PUR)❖ polyisocyanuraat (PIR)



2. Kies producten die aangepast zijn aan het gebruik

2.5 Gespoten thermische isolatiematerialen

► Kenmerken:

- › Toepasbaar op zeer onregelmatige oppervlakken (uit te voeren door een vakman)
- › Hierbij dient te worden vermeden dat men vezels of VOS'en inademt tijdens de uitvoering



► Betreffende materialen (voorbeelden):

Op basis van ...			
Minerale grondstoffen	plantaardige grondstoffen	dierlijke grondstoffen	petrochemische grondstoffen
n.v.t.	❖ cellulosevlokken	n.v.t.	❖ polyurethaan (PUR)



2. Kies producten die aangepast zijn aan het gebruik

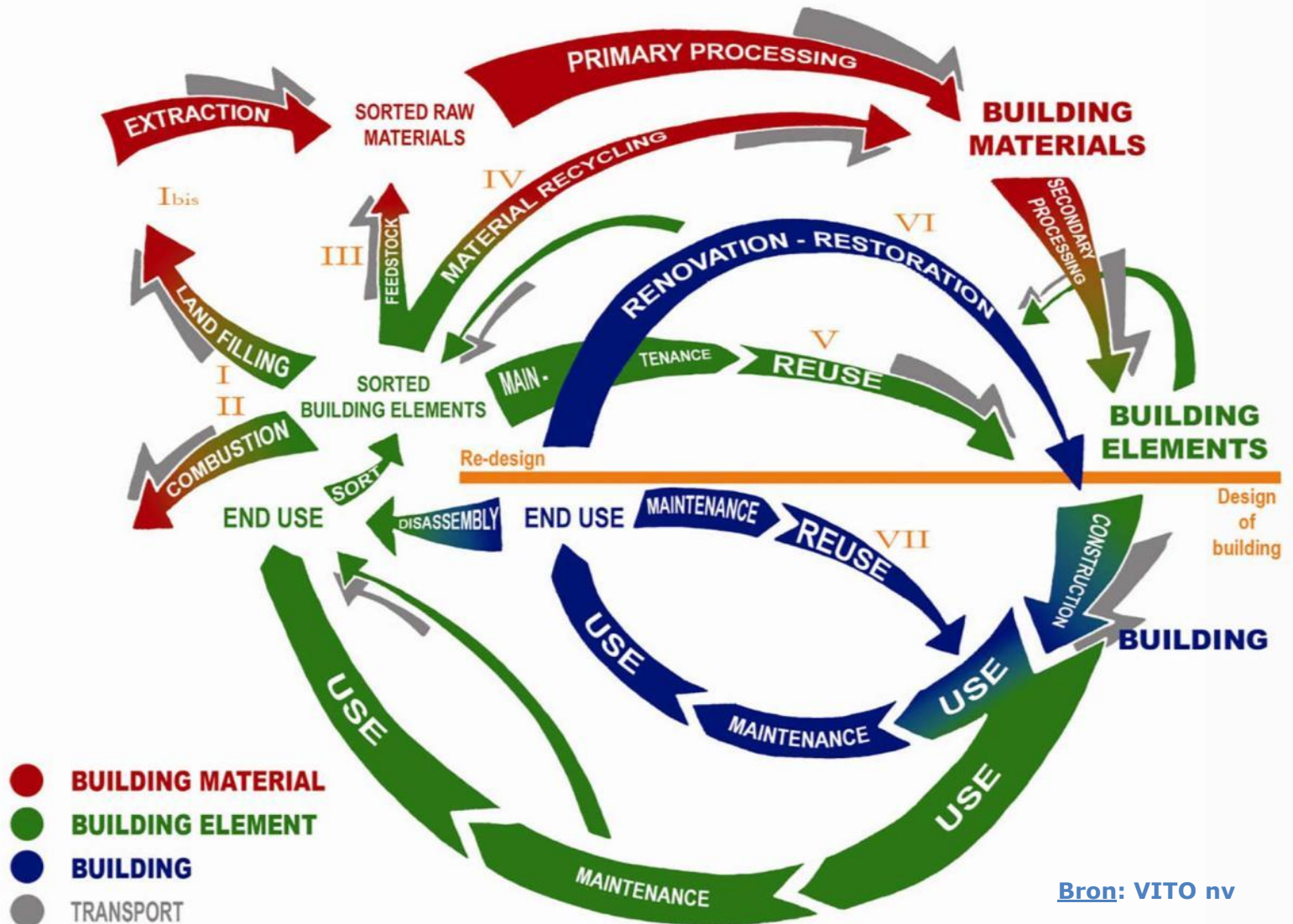
Gedetailleerde informatie is opgenomen in de aanbeveling “**MAT04 – Duurzame keuze van thermische isolatiematerialen**” van de Gids Duurzame Gebouwen van Leefmilieu Brussel. *Bijvoorbeeld*

Thermische isolatie van een vloerplaat/vloer op grond					
 <p>Bron: http://www.isolatiecounter.nl</p>	<p>In een vloerplaatcomplex op volle grond kan de isolatielaag zich onder de vloerplaat, onder de deklaag of boven de deklaag en onder de afwerkingslaag van de vloer (vloerbekleding) bevinden.</p> <p>Bij het globale energetische ontwerp van het gebouw moet worden nagedacht over de relatieve positie van het thermisch isolatiemateriaal, want deze heeft een grote impact op de inertie van de vloerplaat.</p> <p>Afhankelijk van de positie van het isolatiemateriaal en van de vraag of bepaalde vereisten, bv. drukweerstand, al dan niet van toepassing zijn, kan de keuze beperkt zijn.</p> <p>In geval er een vloerverwarmingssysteem is, moet het thermisch isolatiemateriaal zich verplicht onder het niveau van de leidingen bevinden.</p>				
	TYPE THERMISCH ISOLATIEMATERIAAL				
POSITIE VAN HET ISOLATIEMATERIAAL	in bulk	soepel	halfhard	hard	gespoten
boven de structuur (*)	-	-	-	X	O
tussen structurele elementen (*)	X	X	X	O	-
onder de structuur (*)	O	-	-	X	O



3. Kies materialen met een lage milieu-impact

3.1 Levenscyclusanalyse



3. Kies materialen met een lage milieu-impact

Ideaal: maak een **levenscyclusanalyse** op schaal van het **gebouw** of op het niveau van de **bouwonderdelen** waaruit het bestaat.



Voor meer informatie, zie aanbeveling “**MAT01 – De levenscyclus van materialen: analyse, informatiebronnen en keuzehulpmiddelen**” van de Gids Duurzame Gebouwen van Leefmilieu Brussel

3. Kies materialen met een lage milieu-impact

3.2 Beschouwingen voor een goede praktijk

Is een dergelijke studie niet mogelijk? Houd dan een denkoefening over de milieu-impact van de materialen die zullen worden gebruikt, op basis van de **volgende aandachtspunten**:

- › Voorkeur voor **lokaal beschikbare** materialen
 - Ondersteuning van lokale circuits
 - Beperking van de impact van het transport (indien < 200 km)
 - Correct gebruik van hulpbronnen: geen gedelocaliseerde uitputting van hulpbronnen



3. Kies materialen met een lage milieu-impact

3.2 Beschouwingen voor een goede praktijk

Is een dergelijke studie niet mogelijk? Houd dan een denkoefening over de milieu-impact van de materialen die zullen worden gebruikt, op basis van de **volgende aandachtspunten**:

- › Voorkeur voor **lokaal beschikbare** materialen
- › Voorkeur voor materialen en onderdelen uit **duurzame productie / exploitatie**
 - Gecontroleerd beheer van de geëxploiteerde hulpbronnen
 - Optimalisatie van de productieketen en reductie van de milieu-impact ervan



3. Kies materialen met een lage milieu-impact

3.2 Beschouwingen voor een goede praktijk

Is een dergelijke studie niet mogelijk? Houd dan een denkoefening over de milieu-impact van de materialen die zullen worden gebruikt, op basis van de **volgende aandachtspunten**:

- › Voorkeur voor **lokaal beschikbare** materialen
- › Voorkeur voor materialen en onderdelen uit **duurzame productie / exploitatie**
- › Gebruik van materialen op basis van **hernieuwbare grondstoffen**
 - Vermijd de uitputting van eindige hulpbronnen
 - Een grondigere analyse blijft echter nodig: belang van de (jaarlijkse) hernieuwingscyclus en van de grondinname



3. Kies materialen met een lage milieu-impact

3.2 Beschouwingen voor een goede praktijk

Is een dergelijke studie niet mogelijk? Houd dan een denkoefening over de milieu-impact van de materialen die zullen worden gebruikt, op basis van de **volgende aandachtspunten**:

- › Voorkeur voor **lokaal beschikbare** materialen:
- › Voorkeur voor materialen en onderdelen uit **duurzame productie / exploitatie**
- › Gebruik van materialen op basis van **hernieuwbare grondstoffen**
- › Voorkeur voor producten met een **gerecycleerde inhoud**
- › Keuze voor materialen en onderdelen met een **lage impact op de menselijke gezondheid**



3. Kies materialen met een lage milieu-impact

3.3 Keuzehulpmiddelen

Naast de beoordelingssoftware bestaan de volgende **keuzehulpmiddelen**:

- › De **ecolabels** en **lage-emissielabels**
- › De **certificatie** van duurzame exploitatie
- › De **classificatietools**



Voor meer informatie, zie de aanbeveling “**MAT01 – De levenscyclus van materialen: analyse, informatiebronnen en keuzehulpmiddelen**” van de Gids

Duurzame Gebouwen van Leefmilieu Brussel

3. Kies materialen met een lage milieu-impact

Gedetailleerde informatie vindt u in aanbeveling “**MAT04 – Duurzame keuze van thermische isolatiematerialen**” van de Gids Duurzame Gebouwen van Leefmilieu Brussel. Bijvoorbeeld:

	CLASSIFICATIE VAN HET MATERIAAL				Levensduur [jaar] (*****)	Scenario van einde van de levenscyclus
	MUUR	VLOERPLAAT/VLOER	DAK			
			hellend dak	plat		
Geëxpandeerde klei	<i>Niet opgenomen in de NIBE-lijst, noch in de Green Guide van de BRE Zie onder Voorzieningen voor de voor- en nadelen</i>				min. 50	Recyclage
Cellulose in bulk	BRE Green Guide: A+ - Beste keuze		NIBE: 3a – Goede keuze BRE Green Guide: A+ - Beste keuze		20 tot 60	Recyclage, zo niet energievalorisatie
Hennepscheven	<i>Niet opgenomen in de NIBE-lijst, noch in de Green Guide van de BRE Zie onder Voorzieningen voor de voor- en nadelen</i>				min. 60	Compostering, zo niet energievalorisatie
Houtvezels	NIBE: 2b – Heel goede keuze (**)	<i>Niet opgenomen in de NIBE-lijst, noch in de Green Guide van de BRE Zie onder Voorzieningen voor de voor- en nadelen</i>		NIBE: 1b -Beste keuze (**)	75	Compostering (indien vrij van synthetische bindmiddelen), zo niet energievalorisatie
Kokosvezel	NIBE: 2a – Heel goede keuze	<i>Niet opgenomen in de NIBE-lijst, noch in de Green Guide van de BRE Zie onder Voorzieningen voor de voor- en nadelen</i>			60	Energievalorisatie
Wol op basis van gerecycleerd textiel	<i>Niet opgenomen in de NIBE-lijst, noch in de Green Guide van de BRE Zie onder Voorzieningen voor de voor- en nadelen</i>				min. 30 tot 40	Recyclage



4. Beperk de gezondheidsimpact

De isolatiematerialen kunnen risico's inhouden die verband houden met:

- ▶ het productieproces (gezondheid van de werknemers die betrokken zijn bij de productie);
- ▶ de uitvoering (gezondheid van de arbeiders op de werf);
- ▶ hun samenstelling als afgewerkt product (schadelijke emissies);
- ▶ hun afvoer op het einde van de levensduur.

Deze impact moet zo klein mogelijk worden gehouden, in elke fase van de levenscyclus van het product.

Gedetailleerde informatie vindt u in aanbeveling “**MAT04 – Duurzame keuze van thermische isolatiematerialen**” van de Gids Duurzame Gebouwen van Leefmilieu Brussel.



4. Beperk de gezondheidsimpact



Integrale bescherming bij het spuiten van een warmte-isolerend materiaal

Bron: <http://www.renopassive.fr>



Handschoenen dragen bij het hanteren van minerale wol, om huidirritatie te vermijden. Deze bescherming moet worden aangevuld met een masker bij het snijden en plaatsen, om inademing van vezels te vermijden.

Bron: <http://www.renopassive.fr>



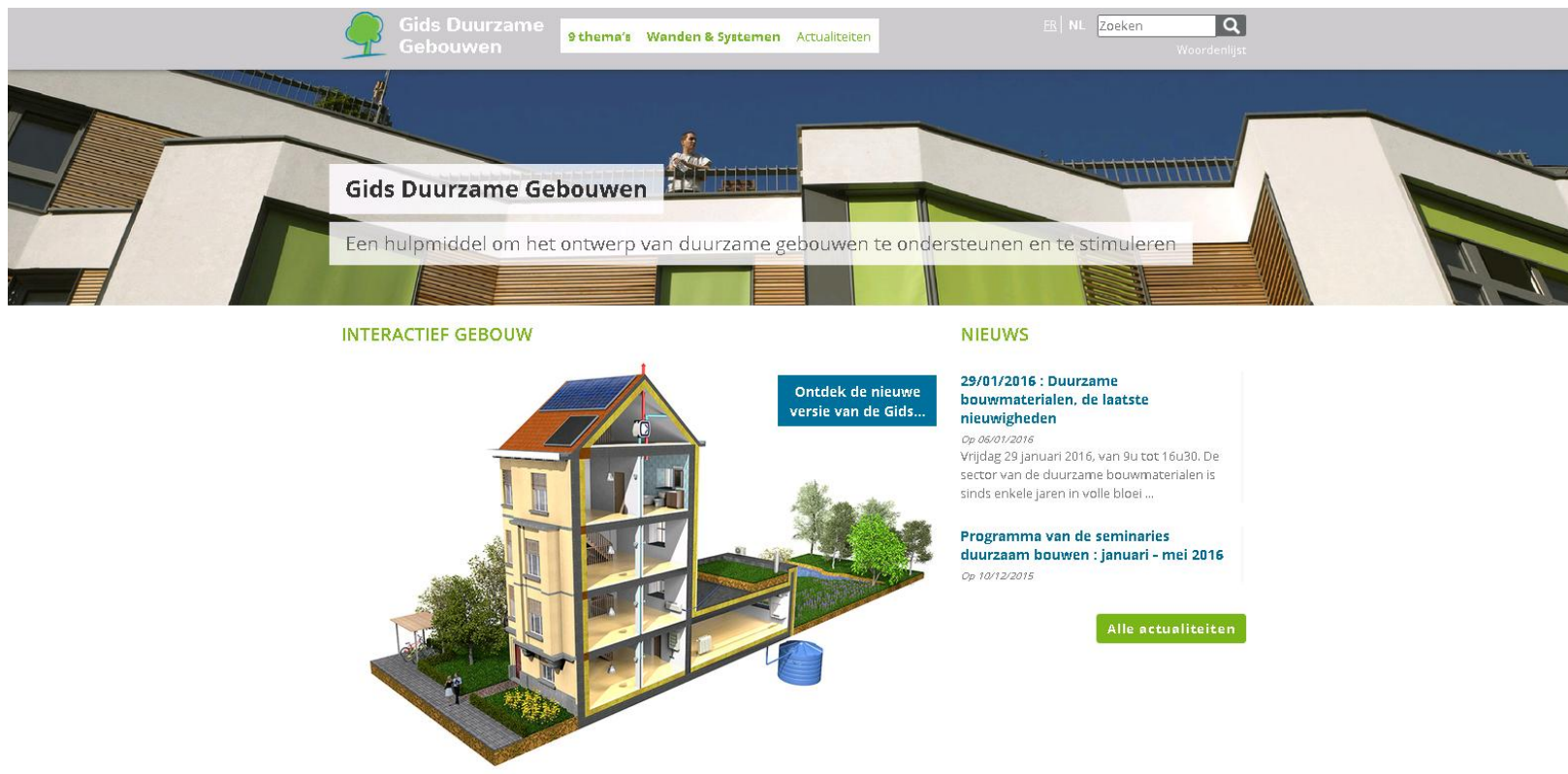
Te onthouden uit de uiteenzetting

- **1ste criterium** voor keuze van een bouw materiaal of -product: voldoet het aan de technische vereisten en kan het de verwachte prestaties leveren?
- Hanteer een **aanpak per onderdeel**: de thermische isolatie mag niet worden beschouwd als losstaand van de materialen waarmee ze in contact is
- Zodra de keuzemogelijkheden vastliggen, moet het materiaal/product **met de laagste milieu- en gezondheidsimpact** worden gekozen
- De keuze moet met kennis van zaken worden gemaakt, op basis van een effectenbeoordeling aan de hand van een **tool** die een **volledige levenscyclusanalyse** maakt van de bouwmaterialen en -producten
- Ook de gezondheidsimpact is belangrijk



Referentie Gids Duurzame Gebouwen:

<http://gidsduurzamegebouwen.leefmilieubrussel.be>



The screenshot shows the homepage of the 'Gids Duurzame Gebouwen' website. At the top, there is a navigation bar with the logo 'Gids Duurzame Gebouwen' (a tree icon), a menu with '9 thema's', 'Wanden & Systemen', and 'Actualiteiten', and a search bar with 'Zoeken' and 'Woordenlijst'. Below the navigation bar is a large image of a modern building facade with a person on the roof. A white box over the image contains the title 'Gids Duurzame Gebouwen' and the subtitle 'Een hulpmiddel om het ontwerp van duurzame gebouwen te ondersteunen en te stimuleren'. Below this image are two main sections: 'INTERACTIEF GEBOUW' and 'NIEUWS'. The 'INTERACTIEF GEBOUW' section features a 3D cutaway diagram of a house showing its internal structure, including a solar panel on the roof, a water tank, and a garden. A blue box next to it says 'Ontdek de nieuwe versie van de Gids...'. The 'NIEUWS' section has two news items. The first is dated '29/01/2016' and is titled 'Duurzame bouwmaterialen, de laatste nieuwigheden'. It includes the date 'Op: 06/01/2016' and a short paragraph about the sustainable building materials sector. The second news item is titled 'Programma van de seminars duurzaam bouwen : januari - mei 2016' and includes the date 'Op: 10/12/2015'. A green button labeled 'Alle actualiteiten' is located at the bottom right of the news section.

Gids Duurzame Gebouwen

9 thema's Wanden & Systemen Actualiteiten

Zoeken Woordenlijst

Gids Duurzame Gebouwen

Een hulpmiddel om het ontwerp van duurzame gebouwen te ondersteunen en te stimuleren

INTERACTIEF GEBOUW

Ontdek de nieuwe versie van de Gids...

NIEUWS

29/01/2016 : Duurzame bouwmaterialen, de laatste nieuwigheden
Op: 06/01/2016
Vrijdag 29 januari 2016, van 9u tot 16u30. De sector van de duurzame bouwmaterialen is sinds enkele jaren in volle bloei ...

Programma van de seminars duurzaam bouwen : januari - mei 2016
Op: 10/12/2015

Alle actualiteiten



Referenties Gids duurzame gebouwen:

- **Aanbevelingen van het thema “Materiaal”:**

- › G_MAT00: Duurzaam materiaalgebruik
- › G_MAT01: De levenscyclus van materialen: analyse, informatiebronnen en keuzehulpmiddelen
- › G_MAT02: Duurzame keuze van bouwtechnieken en structuurmaterialen en -elementen
- › G_MAT04: Duurzame keuze van thermische isolatiematerialen
- › G_MAT05: Duurzame keuze van materialen voor dakbedekking
- › G_MAT06: Duurzame keuze van materialen voor gevelbekleding
- › G_MAT07: Duurzame keuze van raamkaders
- › G_MAT09: Duurzame keuze van niet-dragende muren en tussenwanden
- › G_MAT10: Duurzame keuze van bekledingsmaterialen voor binnenmuren en plafonds
- › G_MAT11: Duurzame keuze van binnenvloerbekleding



Interessante tools, websites, ...:

NASLAGWERKEN:

- ANDERSON, J., THORNBACK, J., (2012), *A guide to understanding the embodied impacts of construction products*, Construction Products Association, London
- BORDEN, G. (ed.), (2011), *Matter: Material Processes in architectural production*, Routledge
- BRADY, J., EBBAGE, A., LUNN, R., (2011), *Environmental management in organizations*, The Institute of Environmental Management and Assessment (IEMA), Earthscan, New York
- CRAWFORD, R., (2011), *Life Cycle Assessment in the Built Environment*, Routledge
- DEPLAEZ, A. et al, (2005), *Constructing architecture : materials – processes – structures*, Birkhäuser, Bazel
- HEGGER, M., AUCH-SCHWELK, V., FUCHS, M., ROSENKRANZ, T., (2009), *Construire: atlas des matériaux*, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne
- HEGGER, M., DREXLER, H., ZUEMER, M., (2007), *Matérialité*, Birkhäuser, Bazel
- KÖNIG, H., KOHLER, N., KREIBIG, J., LÜTZKENDORF, T., (2010), *A life cycle approach to buildings*, Institut für international Architektur-Dokumentation, München
- KUR, Friedrich, (1999), *L'habitat écologique – Quels matériaux choisir*, Terre Vivante, Metz



Interessante tools, websites, ...:

NASLAGWERKEN *(vervolg)*:

- OLIVA, J.-P., COURGEY, S., (2010), *L'isolation thermique écologique*, éditions Terre Vivante, Mens
- SCHWARTZ, Jutta, (1998), *L'écologie dans le bâtiment – Guides comparatifs pour le choix des matériaux de construction*
- SNELL, C., CALLAHAN, T., (2006), *Manuel de construction écologique*, La Plage, Parijs



Contactpersoon



Liesbet TEMMERMAN

Afgevaardigd bestuurder & Onderzoekscoördinator

Ernest Allardstraat 21 – 1000 Brussel

☎ : 02 537 47 51

E-mail: liesbet.temmerman@ceraa.be

