

Levensduur van bouwmaterialen voor massiefbouw

Jona Van Steenkiste

Promotor: prof. Jan Moens

Begeleiders: ir.-arch. Eline Himpe, dr. ir.-arch. Wim Debacker

Masterproef ingediend tot het behalen van de academische graad van
Master in de ingenieurwetenschappen: architectuur

Vakgroep Architectuur en Stedenbouw

Voorzitter: prof. dr. Pieter Uyttenhove

Faculteit Ingenieurwetenschappen en Architectuur

Academiejaar 2011-2012



Levensduur van bouwmaterialen voor massiefbouw

Jona Van Steenkiste

Promotor: prof. Jan Moens

Begeleiders: ir.-arch. Eline Himpe, dr. ir.-arch. Wim Debacker

Masterproef ingediend tot het behalen van de academische graad van
Master in de ingenieurswetenschappen: architectuur

Vakgroep Architectuur en Stedenbouw

Voorzitter: prof. dr. Pieter Uyttenhove

Faculteit Ingenieurswetenschappen en Architectuur

Academiejaar 2011-2012



Voorwoord

De invloed van de samenkomst van verschillende materialen in een bouwdetail op de levensduur van dat detail of het gebouw is een zeer actueel thema. Om de afvalberg te verkleinen moeten gebouwen steeds langer meegaan. De Energieprestatie- en Binnenklimaat-eisen (EPB) worden voortdurend strenger. De kwalitatieve uitvoering en de levensduur van de bouwdetails spelen vandaag een cruciale rol. Als toekomstig architect wil ik later op een verantwoorde manier en milieubewust mijn materiaalkeuzes staven. De bouwdetails die vandaag ontworpen en uitgevoerd worden, moeten hun functies en kwaliteit lang genoeg behouden. De opstelling van een onderhoudsplan voor de volledige voorspelde levensduur van het gebouw zal hierbij helpen. Deze masterproef kan bijdragen om het behandelde onderwerp sneller meer aandacht te geven in de brede bouwwereld. In deze masterproef grijp ik graag de kans om mijn kritische houding en kennis opgebouwd tijdens mijn universitaire studies wetenschappelijk en praktisch verder te ontwikkelen. Ik heb het volledige academiejaar 2011-2012 dan ook gebruikt om mij intens in dit onderwerp te verdiepen. Ik heb veel literatuur bestudeerd, aan mensen met veel expertise en inventiviteit vragen gesteld, talrijke websites geraadpleegd en veel geredeneerd om tot dit resultaat te komen. Zo heb ik een (voorlopige) visie kunnen ontwikkelen over hoe ik de komende jaren wil ontwerpen of welk bouwadvies ik in de toekomst wil geven.

Opmerkingen

Als persoonsverwijzing zal in deze masterproef de mannelijke hij-vorm gebruikt worden. Zo hoeft u niet overal 'hij/zij' te lezen, maar waar 'hij' staat geschreven kan gerust 'zij' gelezen worden.

Elke publicatie is onvolledig en bevat fouten, ongetwijfeld ook deze masterproef. Tips en opmerkingen zijn altijd welkom zodat er van deze publicatie kan worden bijgeleerd.

Als u als lezer graag een papieren versie van deze masterproef wenst, zou ik willen vragen om dubbelzijdig af te drukken. Dit is veel beter voor het milieu én de materiaalbladzijden worden best bekeken over twee bladzijden, zie '7. Materiaalbladzijden per materiaalgroep' op bladzijde 57 en volgende.

Dankwoord

Zonder ook maar iemand tekort te willen doen, wil ik eerst promotor prof. arch. Jan Moens bedanken. In het bijzonder voor de interesse die u bij mij opwekte tijdens de lessen 'Bouwtechnische aspecten van de bouwhuid' in de derde bachelor. Uw spontane manier van lesgeven en de nieuwe mogelijkheden en aandachtspunten bij bouwdetails spraken mij enorm aan. Ik was dan ook gelukkig toen er een masterproefonderwerp beschikbaar was dat op verschillende van mijn interessegebieden inspeelde, met u als promotor. Ook bedank ik u voor alle advies en suggesties bij het schrijven en voor het vertrouwen in mijn werk. Verder bedank ik begeleiders ir.-arch. Eline Himpe en dr. ir.-arch. Wim Debacker voor hun tijd en hun kennis bij alles wat nodig was om tot dit eindresultaat te komen. Mijn dankbaarheid komt voort uit het besef dat het een voorrecht is bezig te mogen zijn met dit onderzoek.

Daarnaast zijn er nog veel personen die ik wil bedanken voor hun interesse en medewerking bij het schrijven van mijn masterproef. Omdat ik elk vorm van hulp waardeer en geen onderscheid wil maken, staan deze personen in alfabetische volgorde vermeld. Bedankt Bavo Baeyens, Sari Boer, prof. dr. Bernard De Baets, prof. dr. ir. Nele De Belie, Annemie De Porre, arch. Christophe Debrabander, dr. ir.-arch. Lionel Devlieger, ir.-arch. Filip Dobbels, ir. Ruud Geerligts, ing. Kamiel Jansen, Elisabeth Kuijken, prof. ir. Bernard Mazijn, dr. ir. Michael Rademaker, Vic Rau, arch. Mark Sette, dr. Georges Timmermans, arch. Martin Van de Gehuchte, ir.-arch. Nathan Van Den Bossche, Flora Van den Heuvel, Stephan Vanantwerpen, arch. Pieter Verstraete en ir. Cindy Vissering.

In de loop van de voorbije vijf academiejaren hebben familie en veel vrienden mij gesteund, bemoedigd en geholpen. Dank aan mijn ouders, broer en zus voor de steun tijdens lastige jury- en examenperiodes. Zij stonden altijd klaar om mij te helpen, op te vrolijken, voor ontspanning te zorgen ... Mijn vrienden wil ik bedanken voor hun nabijheid en sportief amusement, en mijn medestudenten om altijd samen door te zetten als het moeilijk was.

Ik wens u alvast veel enthousiasme bij het lezen van deze masterproef die ik met veel gedrevenheid, belangstelling en research heb geschreven. Hopelijk vormt dit werk voor u een aanzet om zelf kritisch verder te denken over de aangehaalde onderwerpen.

Bedankt en veel leesplezier

Jona Van Steenkiste
Juni 2012

Toelating tot bruikleen

De auteur geeft de toelating deze masterproef voor consultatie beschikbaar te stellen en delen van de masterproef te kopiëren voor persoonlijk gebruik.

Elk ander gebruik valt onder de beperkingen van het auteursrecht, in het bijzonder met betrekking tot de verplichting de bron uitdrukkelijk te vermelden bij het aanhalen van resultaten uit deze masterproef.

The author(s) gives (give) permission to make this master dissertation available for consultation and to copy parts of this master dissertation for personal use.

In the case of any other use, the limitations of the copyright have to be respected, in particular with regard to the obligation to state expressly the source when quoting results from this master dissertation.

De auteur stelde de informatie naar best vermogen en kunnen zo zorgvuldig mogelijk samen. Hij adviseert iedereen nadrukkelijk om niet uitsluitend deze informatie te gebruiken, maar deze altijd in samenhang met andere informatie te controleren. Hij aanvaardt dan ook geen enkele aansprakelijkheid voor eventuele schade die het gevolg is van handelingen of beslissingen die voortkomen of gebaseerd zijn op door deze masterproef verstrekte informatie.

Jona Van Steenkiste
Juni 2012

Overzicht

Levensduur van bouwmaterialen voor massiefbouw

Door	Jona Van Steenkiste
Promotor	prof. arch. Jan Moens
Begeleiders	ir.-arch. Eline Himpe dr. ir.-arch. Wim Debacker

Masterproef ingediend tot het behalen van de academische graad van
Master in de ingenieurwetenschappen: architectuur

Vakgroep Architectuur en Stedenbouw
Voorzitter: prof. dr. Pieter Uyttenhove
Faculteit Ingenieurwetenschappen en Architectuur
Universiteit Gent
Academiejaar 2011-2012

Trefwoorden

Levensduur, bouwkost, milieu-impact, bouwmaterialen, bouwdetails, woningbouw, massiefbouw

Leeswijzer

Deze masterproef is een onderdeel van een geheel bestaande uit vier delen, samengesteld door twee studenten.

Deel 1: Opstelling en gebruik van levensduurwaarden (Sari Boer)

Deel 2: Vergelijking van bouwmaterialen (Jona Van Steenkiste)

Deel 3: Toepassing van levensduurwaarden in houtskeletbouw (Sari Boer)

Deel 4: Toepassing van levensduurwaarden in massiefbouw (Jona Van Steenkiste)

In deze masterproef staat duidelijk vermeld wanneer de lezer kan overschakelen naar een deel uit de masterproef van Sari Boer. De rest van de hoofdstukken mogen in chronologische volgorde gelezen worden.

Samenvatting

In eerste instantie was het de bedoeling om bouwdetails te analyseren op basis van de levensduur van bouwmaterialen. Materialen met een korte levensduur mogen immers niet ingesloten zijn door materialen met een lange levensduur. Dit zou er namelijk voor zorgen dat er op het einde van de korte levensduur meer materialen af te breken zijn, dan enkel het te vervangen materiaal. Duurzaam materiaalgebruik houdt naast de milieu-impact van het materiaal zeker ook in dat materialen zo lang mogelijk moeten gebruikt worden, dus best tot het einde van hun levensduur. Vervroegde afbraak vraagt sneller nieuwe materialen, waardoor grondstoffen en productie-energie vlugger opnieuw aan te wenden zijn. Dit is uiteraard ten koste van het milieu.

Er zijn echter zodanig veel bouwmaterialen dat een bepaalde materiaallaag, bijvoorbeeld vloerafwerking of spouwisolatie, afhankelijk van de materiaalkeuze meerdere levensduren kan aannemen. Een analyse waarbij de materialen enkel worden gekozen op basis van de levensduur van dat materiaal is kortzichtig en niet nuttig, want nog veel andere factoren bepalen een materiaalkeuze. Daarom gaat in het eerste deel van deze masterproef de aandacht naar een grondige en gefundeerde vergelijking van bouwmaterialen. Deze vergelijking baseert zich op de drie belangrijkste invloedsfactoren: de levensduur, de bouwkost en de milieu-impact. Deze drie invloedsfactoren zijn van groot belang omdat ze veel andere aspecten in zich opnemen. De bouwkost en de levensduur worden vervolgens samengenomen in hun quotiënt: de bouwkost per jaar. Op basis van deze invloedsfactoren start de zoektocht naar bronnen met betrouwbare cijferwaarden. Vervolgens worden veel materialen vergeleken met behulp van een nieuwe grafische methode. Ten eerste is er een tabel die duidelijk de bronnen van de cijferwaarden vermeldt. Ten tweede is er een grafiek die de twee coördinaten van elk materiaal omzet in een punt. Dit maakt een vergelijking tussen materialen met eenzelfde functie visueel gemakkelijker. De punten op de grafiek bezitten ook een indicatie van de levensduur van het materiaal dat ze representeren. Ten derde is er een partiële rangschikking die een volgorde en een voorkeursmateriaal aangeeft per materiaalgroep. Op deze onderbouwde manier valt per materiaalgroep het beste materiaal te kiezen. Hieruit blijkt dat het beste materiaal in minder dan de helft van de gevallen ook het meest milieubewuste materiaal is. Door rekening te houden met de levensduur en de bouwkost ontstaat er dus een verschuiving in bestaande rangschikkingen. Dit bewijst dat er nood is aan een samenwerking tussen de verschillende bronnen, om zo sneller en geïntegreerder materiaalkeuzes te kunnen maken.

In het tweede deel van deze masterproef komt de oorspronkelijke bedoeling aan bod. Hier zijn de aan te raden materialen van het eerste deel gebruikt om bestaande referentiedetails te analyseren. Door de bouwdetails in te kleuren op basis van de levensduur van het meest aan te raden materiaal, blijkt enkel de spouwisolatie voor een groot probleem te zorgen. Wie vandaag intelligent ontwerpt en detailleert, kan best zorgen dat de spouwisolatie en eventueel de dakisolatie in de toekomst op een handige manier vernieuwd of verdikt kunnen worden. Zo wordt een afbraak van het buitenspouwblad voor het einde van zijn levensduur vermeden en tevens kunnen de Belgische gebouwen sneller aan de strengere EPB-eisen voldoen. Bij de andere materiaallagen neemt de levensduur naar buiten of naar binnen af, vertrekkende van de structuur die de langste levensduur moet hebben. Uit de analyse blijkt ook dat de beschikbare referentiedetails nog extra informatie mogen bevatten om de levensduur van de bouwmaterialen te verlengen. Een goed uitgewerkt bouwdetail is een eerste aanzet tot een goede uitvoering, met een duurzaam gebouw tot gevolg.

Deze masterproef over de levensduur van bouwmaterialen in massiefbouw geeft een uitgebreider inzicht in verband met duurzaamheid en vormt een uitnodiging en uitdaging om de resultaten van de onderzoeken morgen in de bouwpraktijk toe te passen. Vandaag gaat daar helaas in de traditionele bouwmethode nog te weinig aandacht naar uit.

Trefwoorden

Levensduur, bouwkost, milieu-impact, bouwmaterialen, bouwdetails, woningbouw, massiefbouw

Summary

The initial purpose was to analyse construction details based on the life expectancy of building materials as materials with a shorter lifespan may not be enclosed by long-lifespan materials. The end of the short lifespan would entail the demolition of more materials than only the ones in need of replacement. Sustainable use of materials not only implies the environmental impact of the materials, but also that they should be used as long as possible, preferably until the end of their lifespan. Earlier demolition requires new materials at an earlier stage, which necessitates the earlier use of raw materials and production energy. This would inevitably put an additional strain on the environment.

However, there is such a large number of building materials that a certain material layer, for example floor finish or cavity wall insulation, can develop more lifespans depending on the choice of materials. Analysing materials only on the basis of their lifespan is short-sighted and not useful because much more aspects determine the choice of materials. The first part of the master's thesis therefore focuses on a comprehensive and solid comparison of construction materials. This comparison is based on the three essential influence factors: lifespan, construction cost and environmental impact, which also comprehend many other factors. Construction cost and lifespan are considered together in their quotient: construction cost per year. On the basis of these influence factors many materials are compared using a new graphic method. Firstly, a chart clearly mentions the sources of the numerical values. Secondly, a graph converts the coordinates of each material in a point. This facilitates a visual comparison of materials with a similar function. The graph points also indicate the lifespan of the material which they represent. Thirdly, a partial ranking indicates a preferential material per group of materials. This substantiated method enables selection of the best material per material group. It demonstrates that in less than half of the cases the best material is also the most environmentally friendly one. Consequently, when taking account of lifespan and construction cost, the existing rankings can fluctuate. It proves that there is need of collaboration between the different sources to enable quicker and more well-founded choices of material.

The second part of the master's thesis deals with the original purpose. The advisable materials of the first part are used to analyse existing reference details. By colouring the construction details on the basis of the lifespan of the most advisable material, only the cavity wall insulation proves to constitute a serious problem. With other material layers life expectancy diminishes inwards or outwards, based on the structure which is supposed to have the longest lifespan. The analysis also shows that the reference details should contain additional information to extend the lifespan of the construction materials. An elaborated construction detail is the onset of a proper execution and, consequently, a sustainable building.

This master's thesis on life expectancy of building materials renders an insight in sustainability, an aspect of construction which is still being underrated in traditional construction methods.

Key words

Lifespan, building cost, environmental impact, building materials, construction details, housing construction, solid construction

Inhoudstafel

Voorwoord	vii
Toelating tot bruikleen	ix
Overzicht	xi
Samenvatting	xiii
Summary	xv
Tabel van afkortingen en symbolen	xxiii
Deel 1: Opstelling en gebruik van levensduurwaarden	1
1. Levensduurwaarden	3
1.1. Samenvatting 'Deel 1: Opstelling en gebruik van levensduurwaarden'	3
Deel 2: Vergelijking van bouwmaterialen	5
2. Inleiding 'Deel 2: Vergelijking van bouwmaterialen'	7
2.1. Afbakening van het onderwerp	7
2.2. Relevantie van het onderwerp	7
2.3. Invloedsfactoren voor bouwmaterialen	9
2.4. Inhoud en doel van 'Deel 2: Vergelijking van bouwmaterialen'	9
3. Keuze van de invloedsfactoren	11
3.1. Algemeen	11
3.2. Levensduur als invloedsfactor	11
3.2.1. Interne en directe invloedsfactoren	11
3.2.2. Externe en directe invloedsfactoren	12
3.2.3. Interne en indirecte invloedsfactoren	12
3.2.4. Externe en indirecte invloedsfactoren	12
3.2.5. Extra invloedsfactoren	12
3.2.6. Uitgangspunten voor levensduur als invloedsfactor	13
3.3. Milieu-impact als invloedsfactor	13
3.4. Bouwkost als invloedsfactor	13
3.5. Relativering bij de keuze van invloedsfactoren	13
3.6. Veranderingen in de toekomst	14
3.6.1. Nieuwe materialen	14
3.6.2. Veranderingen in het klimaat	14
3.7. Besluit keuze invloedsfactoren	14
4. Analyse van bestaande informatie	15
4.1. Bronnen i.v.m. levensduur	15
4.1.1. Boeken in verband met levensduur	15
4.1.2. Websites in verband met levensduur	19
4.1.3. Vergelijkingen	20
4.1.4. Maximale levensduur	21
4.1.5. Besluit bronnen i.v.m. levensduur	21
4.2. Bronnen i.v.m. milieu-impact	21
4.2.1. Boeken in verband met milieu-impact	21
4.2.2. Websites in verband met milieu-impact	30
4.2.3. Vergelijkingen	30
4.2.4. Besluit bronnen i.v.m. milieukost	35
4.3. Bronnen i.v.m. bouwkost	35
4.3.1. Boeken in verband met bouwkost	35
4.3.2. Websites in verband met bouwkost	37
4.3.3. Indexeren	38
4.3.4. Besluit bronnen i.v.m. bouwkost	38
4.4. Besluit analyse van bestaande informatie	39
5. Vergelijking van de verschillende bouwmaterialen	41
5.1. Inleiding	41
5.1.1. Doel van de vergelijking	41
5.1.2. Materiaal- of elementniveau?	41
5.1.3. Welke materialen worden vergeleken?	41
5.1.4. Hoe vergelijken?	41

5.2.	Tabel op de materiaalbladzijden	43	7.5.5.	Dakgoten	147
5.3.	Grafiek op de materiaalbladzijden	45	7.5.6.	Dakbedekking hellend dak	149
5.3.1.	Voordelen van een grafiek	45	7.5.7.	Dakbedekking plat dak	151
5.3.2.	Nadelen van een grafiek	47	7.5.8.	Plafondafwerking	153
5.4.	Partiële rangschikking op de materiaalbladzijden	47	8.	Bespreking van de resultaten	155
5.4.1.	Voordelen van een partiële rangschikking	49	9.	Conclusie 'Deel 2: Vergelijking van bouwmaterialen'	157
5.4.2.	Nadelen van een partiële rangschikking	49	10.	Website	159
5.5.	Volgorde van de materiaalgroepen	50	10.1.	Waarom een website maken?	159
5.6.	Besluit methode voor de vergelijking van bouwmaterialen	50	10.2.	Vernieuwingen ten opzichte van andere websites	159
6.	Voorbeeld materiaalbladzijde	51	10.2.1.	Grafieken	159
7.	Materiaalbladzijden per materiaalgroep	57	10.2.2.	Bronvermelding	159
7.1.	Fundering en constructie	59	10.2.3.	Bouwdetails	161
7.1.1.	Fundering op staal	59	10.3.	Werking van de website	161
7.1.2.	Funderingspalen	61	10.3.1.	Taalkeuze	161
7.1.3.	Constructie eengezinswoning, stramien 5,4 m	63	10.3.2.	Type bezoeker	161
7.1.4.	Liggers	65	10.3.3.	Kiezen van een materiaalgroep of bouwdetail	161
7.1.5.	Kolommen	67	10.4.	Overlevingskansen van de website	162
7.2.	Vloeren en trappen	69	11.	'Deel 2: Vergelijking van bouwmaterialen' in de toekomst	163
7.2.1.	Bodemafsluiters	69	11.1.	Gebruik van de materiaalbladzijden in andere masterproeven	163
7.2.2.	Vloeren op grondslag	71	11.1.1.	Masterproef van Sari Boer (juni 2012)	163
7.2.3.	Begane grondvloeren	73	11.1.2.	Masterproef van Jan Dierckx (juni 2012)	163
7.2.4.	Verdiepingsvloeren	75	11.1.3.	Masterproef van Katrien Van Goethem (juni 2012)	163
7.2.5.	Verdiepingsvloeren (overspanning 5,4 m)	77	11.1.4.	Masterproef van Wolf Vandenbulcke (juni 2012)	164
7.2.6.	Verdiepingsvloeren (overspanning 7,2 m)	79	11.2.	Samenwerking met MilieuAdviesWinkel.be	164
7.2.7.	Vloerisolatie	81	11.3.	Samenwerking met Stad Gent	164
7.2.8.	Dekvloer	83	11.4.	Nederlandse milieuprestatieberekening	164
7.2.9.	Vloerafwerking	85	11.5.	Bepalingsmethode Milieugerelateerde Materiaalprestatie van Gebouwelementen (MMG)	165
7.2.10.	Vloertegelwerk	87	11.6.	Als toekomstige masterproef	165
7.2.11.	Vloerafwerking en vloertegelwerk samengevoegd	89	Deel 3: Toepassing van levensduurwaarden in houtskeletbouw	167	
7.2.12.	Plinten	91	12.	Houtskeletbouw	169
7.2.13.	Trappen in woningbouw	93	12.1.	Samenvatting 'Deel 3: Toepassing van levensduurwaarden in houtskeletbouw'	169
7.3.	Wanden	95	Deel 4: Toepassing van levensduurwaarden in massiefbouw	171	
7.3.1.	Woningscheidende wand	95	13.	Inleiding 'Deel 4: Toepassing van levensduurwaarden in massiefbouw'	173
7.3.2.	Binnenspouwblad	97	13.1.	Afbakening van het onderwerp	173
7.3.3.	Spouwisolatie	99	13.2.	Relevantie van het onderwerp	173
7.3.4.	Buitenspouwblad	101	13.3.	Inhoud en doel van 'Deel 4: Toepassing van levensduurwaarden in massiefbouw'	173
7.3.5.	Gevelbekleding hout	103	14.	Massiefbouw of houtskeletbouw	175
7.3.6.	Gevelbekleding metaal	105	14.1.	Eigenschappen van massiefbouw	175
7.3.7.	Gevelbekleding steen en kunststof	107	14.1.1.	Voordelen massiefbouw	175
7.3.8.	Buitenspouwblad en gevelbekledingen samengevoegd	109	14.1.2.	Nadelen massiefbouw	175
7.3.9.	Massieve binnenwanden (niet dragend)	111	14.2.	Eigenschappen van houtskeletbouw	175
7.3.10.	Plaatmateriaal elementwand	113	14.2.1.	Voordelen houtskeletbouw	176
7.3.11.	Wandafwerking binnen	115	14.2.2.	Nadelen houtskeletbouw	176
7.3.12.	Wandtegelwerk	117	14.3.	Besluit massiefbouw t.o.v. houtskeletbouw	176
7.3.13.	Wandafwerking binnen en wandtegelwerk samengevoegd	119	15.	Laag-energiewoning of passiefwoning	177
7.4.	Wandopeningen	121	15.1.	K-peil en E-peil	177
7.4.1.	Deurdorpels	121	15.2.	Huidige Belgische EPB-eisen	177
7.4.2.	Deurkozijnen in een buitenwand	123	15.2.1.	Verschillen tussen Vlaanderen, Brussel en Wallonië	178
7.4.3.	Deurkozijnen in een binnenwand	125	15.2.2.	Verschillen afhankelijk van functie: wonen, kantoor, school, industrie	178
7.4.4.	Buitendeuren naar een verwarmde zone	127	15.2.3.	Omschrijving van een woonfunctie	178
7.4.5.	Buitendeuren naar een onverwarmde zone	129	15.3.	E35 als optimum	178
7.4.6.	Binnendeur	131	15.4.	Eigenschappen laag-energiewoning	179
7.4.7.	Raamkozijnen in een buitenwand	133	15.4.1.	Voordelen laag-energiewoning	179
7.4.8.	Raamkozijnen in een binnenwand	135	15.4.2.	Nadelen laag-energiewoning	181
7.4.9.	Vensterbanken	137	15.5.	Eigenschappen passiefwoning	181
7.5.	Daken	139	15.5.1.	Waar komt de richtwaarde '15 kWh/m ² /jaar' vandaan?	181
7.5.1.	Isolatie hellend dak	139	15.5.2.	Voordelen passiefwoning	182
7.5.2.	Isolatie plat dak	141	15.5.3.	Nadelen passiefwoning	182
7.5.3.	Dakbeschot	143			
7.5.4.	Dakrand-boeiboord	145			

15.6.	Energieneutraal in 2020	182
15.7.	Besluit passiefwoning t.o.v. laag-energiewoning	182
16.	Analyse van bestaande informatie	183
16.1.	Bronnen i.v.m. bouwdetails	183
16.1.1.	Boeken in verband met bouwdetails	183
16.1.2.	Websites in verband met bouwdetails	183
16.1.3.	Besluit bronnen i.v.m. bouwdetails	184
17.	Ingekleurde bouwdetails	185
17.1.	Tabel	185
17.2.	Keuze kleurcode	185
18.	Herwerkte bouwdetails	187
18.1.	Algemene wijzigingen i.v.m. leesbaarheid	187
18.2.	Wijzigingen i.v.m. levensduur	187
19.	Innovatieve bouwdetails	189
19.1.	Waarom wel innovatieve bouwdetails	189
19.2.	Waarom geen innovatieve bouwdetails	189
19.3.	Besluit innovatieve bouwdetails	189
20.	Passiefbouwdetails voor woningen	191
20.1.	Funderingsaansluiting vloer op volle grond	194
20.2.	Funderingsaansluiting kruipruimte	200
20.3.	Dorpelaansluiting buitendeur	206
20.4.	Dorpelaansluiting raam (met screen)	212
20.5.	Warm plat dak	218
20.6.	Hellend dak, sarking systeem	224
21.	Bespreking van de resultaten	229
21.1.	Langs binnen of langs buiten vervangen?	229
21.2.	Waar zitten de fouten in de details?	229
21.2.1.	Folies en katten	229
21.2.2.	Spouwisolatie	229
21.2.3.	Materiaalcombinaties	230
21.3.	Hoe kan de levensduur verlengd worden?	231
21.3.1.	Aardingslus: verlore koperen geleider	231
21.3.2.	Ondergronds metselwerk: noppenfolie	231
21.3.3.	Ondergronds metselwerk: drainage	231
21.3.4.	Isolatie: vochtfolie	231
21.3.5.	Spouwisolatie: stootvoegroosters	231
21.3.6.	Buitenspouwblad: vochtfolie lager plaatsen	232
21.3.7.	Buitenspouwblad: extra vochtfolie	232
21.3.8.	Buitenspouwblad: spouwankers	232
21.3.9.	Ramen en deuren: dieper in gevel plaatsen	232
21.3.10.	Pleisterwerk: luchtdichtingskit	232
21.3.11.	Vloerisolatie: dikte dekvloer	232
22.	Conclusie 'Deel 4: Toepassing van levensduurwaarden in massiefbouw'	233
23.	'Deel 4: Toepassing van levensduurwaarden in massiefbouw' in de toekomst	235
23.1.	Samenwerking met Stad Gent	235
23.2.	Software	235
23.3.	Als toekomstige masterproef	235
24.	Bronnen	237
24.1.	Primaire bronnen	237
24.1.1.	Boeken en artikels	237
24.1.2.	Internetdocumenten	237
24.1.3.	Websites	237
24.2.	Secundaire bronnen	237
24.2.1.	Boeken en artikels	237
24.2.2.	Internetdocumenten	238
24.2.3.	Syllabus	238
24.2.4.	Websites	238
25.	Bijlagen	239
25.1.	Bijlage: Vergelijking van de levensduurwaarden in de verschillende publicaties	239

25.2.	Bijlage: Fouten in de classificatietabellen van NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 2: Gevels en Daken (2007)	246
25.3.	Bijlage: Mails in verband met website	249
25.4.	Bijlage: Volledige tabel als conclusie van materiaalbladzijden	250
25.5.	Bijlage: Berekening van 15 kWh/m ² /jaar	252

Tabellen

Tabel 1:	De milieubelastingsfactoren van het NIBE	23
Tabel 2:	Voorbeelden van milieuklasseverschillen van of naar '> 7c'	25
Tabel 3:	Voorbeelden van fouten in de classificatietabellen van NIBE's Basiswerk deel 2 (2007)	26
Tabel 5:	Zelfgemaakte vergelijking van de milieuklassen uit de Basiswerken van het NIBE in 2007 en 2012	30
Tabel 6:	Vergelijking van de bouwkosten uit verschillende bronnen	38
Tabel 7:	Wat als de referentielevensduur een bovengrens krijgt van 50 jaar	42
Tabel 8:	Afkortingen van de bronnen	43
Tabel 9:	Conclusie van de nieuwe methode om bouwmaterialen te vergelijken	154
Tabel 10:	EPB-eisen voor nieuwbouw van woningen in België	178

Afbeeldingen

Afbeelding 1:	Voorbeeld van de verdeling van de milieukosten van het materiaalgebruik	8
Afbeelding 2:	Covers van boeken i.v.m. levensduur	16
Afbeelding 3:	Klimatogrammen van Europese steden	18
Afbeelding 4:	Covers van boeken i.v.m. milieu-impact	22
Afbeelding 5:	Voorbeeldbladzijde van een classificatietabel van het NIBE	34
Afbeelding 6:	BB/SfB classificatiemethode	36
Afbeelding 7:	Pareto front	44
Afbeelding 8:	Voorbeeld visuele onduidelijkheid in grafiek	44
Afbeelding 9:	Voorbeeld spreiding van materialen in grafiek	44
Afbeelding 10:	Gedachtegang tot benaming van punten in grafiek	46
Afbeelding 11:	Voorbeeld van een partiële rangschikking	46
Afbeelding 12:	Voorbeeld van een grafiek met een misleidende eerste rij in de partiële rangschikking	48
Afbeelding 13:	Voorbeeld van een grafiek met bijhorende partiële rangschikking	48
Afbeelding 14:	Werking van de website	158
Afbeelding 15:	Boxplot	160
Afbeelding 16:	Grafiek met boxplot	160
Afbeelding 17:	Investering en verbruikskosten voor energiezuinig bouwen	179
Afbeelding 18:	Grafieken in verband met grenswaarde van 15 kWh/m ² /jaar	180
Afbeelding 19:	Test met kleurcodes	184
Afbeelding 20:	ClickBrick	188
Afbeelding 21:	Methode voor het inkleuren van de bouwdetails	190
Afbeelding 22:	LeeBrick	230
Afbeelding 23:	Voorbeelden van stootvoegroosters	231

Tabel van afkortingen en symbolen

Instellingen

BCIS	Building Cost Information Service	RWEG	Rationeel Water- en Energiegebruik
CML	Centrum voor Milieukunde Leiden	SBR	Stichting Bouwresearch
GGD	Gemeentelijke of Gemeenschappelijke Gezondheidsdienst	VCB	Vlaamse Confederatie Bouw
KVT	Kwaliteit van Timmerwerk	VEA	Vlaams Energieagentschap
NEO	NulEnergie en EnergieOnafhankelijk	VIBE	Vlaams Instituut voor Bio-Ecologisch Bouwen en Wonen
NIBE	Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie	VITO	Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek
NOVEM	Nederlandse Onderneming voor Energie en Milieu	WTCB	Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf
PHP	Passiefhuis-Platform	WWF	World Wildlife Fund

Materialen

alu	Aluminium	POCB	Polyolefine Copolymerisaat Bitumen
APP	Atactisch Polypropyleen	PP	Polypropeen
EPDM	Ethyleen-Propyleen-Dieen-Monomeer	PUR	Polyurethaan
EPS	Geëxpandeerd Polystyreen	PVC	Polyvinylchloride
HDF	High-Density Fibreboard	RO-anhydriet	Rookgasontzwevelingsgips
HPDE	Hogedichtheidpolyetheen	RVS	Roestvast Staal
HPL	High Pressure Laminate	SBS	Styreen-Butadien-Styreen
MDF	Medium-Density Fiberboard	TPO	Thermoplastische Polyolefyne
OSB	Oriented Strand Board	WRC	Western Red Cedar
PA	Polyamide	XPS	Geëxtrudeerd Polystyreen
PE	Polyethyleen = Polyetheen		

Begrippen

B2B	Bron tot Bron	K-peil	Globaal isolatiepeil
BEN	Bijna Energieneutraal	LCA	Levenscyclusanalyse
C2C	Cradle to Cradle	MMG	Milieugerelateerde Materiaalprestatie van Gebouwelementen
CC	Chroom en koper	NBN	Norme Belge – Belgische Norm
db	Duurzame bosbouw	NEW	Nulenergiewoning
dwg	Drawing	NL	Nederland
EN	Europese Norm	pdf	Portable Document Format
EPB	Energieprestatie en Binnenklimaat	RSL	Reference Service Life
E-peil	Energiepeil	RV	Relatieve vochtigheid
ESL	Estimated Service Life	sb	Standaard bosbouw
EU	Europees	vgl.	Vergelijking
HSB	Houtskeletbouw		

Symbolen

Symbool	Eenheid	Betekenis
R	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	Warmteweerstand = het warmte-isolerend vermogen van een materiaallaag. Hoe groter de R-waarde, hoe beter de isolatiewaarde.
R _c	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	De totale R-waarde van een volledige constructie.
sd = μd	m	Waterdampdiffusie-equivalente luchtdikte = de diffusieweerstand van een materiaallaag. Hoe hoger het cijfer, hoe dikker de equivalente luchtdikte, hoe meer weerstand een materiaal zal bieden tegen de diffusie van waterdamp doorheen het materiaal.
U	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	Warmtedoorgangscoefficiënt = de hoeveelheid warmte die per seconde, per 1 m ² en per graad temperatuurverschil tussen de ene en de andere zijde van een wand of constructie doorgelaten wordt. Hoe lager de U-waarde, hoe beter de isolatiewaarde.
λ [lambda]	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	Warmtegeleidingcoefficient = de warmtegeleiding van het materiaal. Hoe lager de λ -waarde, des te beter het materiaal isoleert, dus hoe groter de isolatiewaarde.
μ [mu]	/	Dampdiffusieweerstandsgetal = hoeveel maal moeilijker waterdamp door het betreffende materiaal kan diffunderen dan door lucht.

Deel 1: Opstelling en gebruik van levensduurwaarden

Sari Boer

Promotor: prof. Jan Moens
Begeleiders: ir.-arch. Eline Himpe (UGent), dr. ir.-arch. Wim Debacker (VITO)

Masterproef ingediend tot het behalen van de academische graad van
Master in de ingenieurwetenschappen: architectuur

Vakgroep Architectuur en Stedenbouw
Voorzitter: prof. dr. Pieter Uyttendhove
Faculteit Ingenieurwetenschappen en Architectuur
Academiejaar 2011-2012



1. Levensduurwaarden

1.1. Samenvatting 'Deel 1: Opstelling en gebruik van levensduurwaarden'

Onderstaande tekst is een kopie uit de masterproef van Sari Boer (juni 2012).

Allereerst wordt ingegaan op de algemene kennis en expertise omtrent het bepalen van de levensduur van bouwcomponenten. Het thema levensduur van bouwcomponenten heeft een breed invloedsvlak. Om deze reden wordt het zowel technisch, ecologisch, economisch als sociaal benaderd. Het belang van levensduurbepaling wordt gekenschetst, evenals de manier waarop deze bekomen wordt. Hiervoor wordt dieper ingegaan op de rekenmethodieken en op welke punten deze voor verbetering vatbaar zijn. Meer in bijzonder wordt de factormethode verhelderd. Dit is een deterministische methode om een inschatting te kunnen maken van het verval van de levensduur van een bouwcomponent.

Het is van belang dat de gehele cyclus van de bouwmaterialen in ogenschouw genomen wordt. De bekende Cradle-to-Cradle-gedachtegang van William McDonough en Michael Braungart, dus de van wieg-tot-wieg-beschouwing, vindt steeds meer haar intrede, maar staat tot nog toe in haar kinderschoenen. De afvalberg die de bouwwereld genereert is helaas nog altijd gigantisch. Naast het sluiten van de materiaalstromen zou deze bijkomend door een betere levensduurplanning verder gereduceerd kunnen worden. Dit duidt zodoende direct het belang van kennisontwikkeling omtrent levensduur aan. Om deze reden wordt eveneens ingegaan op aspecten als onderhoud, degradatie, eindelevensduur en duurzaamheid. Tot slot wordt nagegaan hoe België met deze materie omgaat/zou moeten omgaan en welke initiatieven ondernomen worden.

Deel 2: Vergelijking van bouwmaterialen

Jona Van Steenkiste

Promotor: prof. Jan Moens

Begeleiders: ir.-arch. Eline Himpe (UGent), dr. ir.-arch. Wim Debacker (VITO)

Masterproef ingediend tot het behalen van de academische graad van
Master in de ingenieurwetenschappen: architectuur

Vakgroep Architectuur en Stedenbouw
Voorzitter: prof. dr. Pieter Uyttendhove
Faculteit Ingenieurwetenschappen en Architectuur
Academiejaar 2011-2012



2. Inleiding ‘Deel 2: Vergelijking van bouwmaterialen’

2.1. Afbakening van het onderwerp

De bouwwereld is een complex gegeven. Elk continent, elk land of elke bevolkingsgroep heeft zijn eigen bouwmethodes met zijn typische materialen. In het kader van deze masterproef is het niet mogelijk om alle bestaande bouwmaterialen te analyseren. Een afbakening van het onderwerp is dus noodzakelijk. Omdat de keuze van een bouw materiaal zo specifiek is per regio, is het aangewezen om enkel de materialen die gekend en verkrijgbaar zijn in de Belgische bouwwereld te onderzoeken. Nieuwe materialen, al dan niet gepromoot als heel milieubewust, komen niet aan bod.

Verder bestaan er in de Belgische bouwwereld veel soorten materialen zoals bijvoorbeeld constructiematerialen, isolatiematerialen, afwerkingsmaterialen ... Deze kunnen onderverdeeld worden afhankelijk van hun toepassing zoals bijvoorbeeld vloerisolatie, spouwisolatie, dakisolatie ... En deze materiaalgroepen kunnen op hun beurt opgedeeld worden in de verschillende soorten materialen, zoals bijvoorbeeld glaswol, rotswol, PUR, EPS ... Ook hier is een inperking van het aantal materialen nodig. Omdat blijkt dat de ruwbouw het grootste percentage inneemt van het totale materiaalgebruik, zie ‘Afbeelding 1: Voorbeeld van de verdeling van de milieukosten van het materiaalgebruik’ op bladzijde 8, blijft de materiaalselectie in eerste instantie beperkt tot ruwbouwmaterialen.

In de loop van het onderzoek wordt deze inperking echter terug uitgebreid. Ten eerste voor ‘Deel 4: Toepassing van levensduurwaarden in massiefbouw’ op bladzijde 171 en volgende, waarin bouwdetails worden geanalyseerd. Er moet namelijk informatie verzameld worden over (bijna) alle materialen aanwezig op deze details. Ten tweede om nog meer voorbeelden te bekomen van de voorgestelde manier van analyseren. Hoe meer informatie, hoe gefundeerder de besluiten, hoe sneller de lezer een beeld heeft van de relevantie en hoe grondiger commentaar kan gegeven worden. Ten derde blijkt dat medestudenten in hun masterproef van de resultaten van deze masterproef gebruik willen maken, zie ‘11.1. Gebruik van de materiaalbladzijden in andere masterproeven’ op bladzijde 163. Ook zij kunnen informatie gebruiken die ruimer gaat dan ruwbouw. Daarom is er ook gekeken naar andere materiaalgroepen naast ruwbouwmaterialen.

Samengevat zal het vervolg van deze masterproef dus gaan over bouwmaterialen die in België verkrijgbaar zijn en vaak in België worden toegepast, met de focus op materialen die behoren tot de gesloten ruwbouw.

2.2. Relevantie van het onderwerp

Andy van den Dobbelsteen en Kees Alberts schreven in 2001 dat er drie milieuproblemen zijn waarmee de voorwaarden voor het leven worden bedreigd: uitputting van grondstoffen, aantasting van ecosystemen en aantasting van de humane gezondheid. Elk effect op het milieu leidt uiteindelijk tot één of meer van deze drie milieuproblemen. Het is duidelijk dat bouwmaterialen aan alle drie gelinkt kunnen worden.

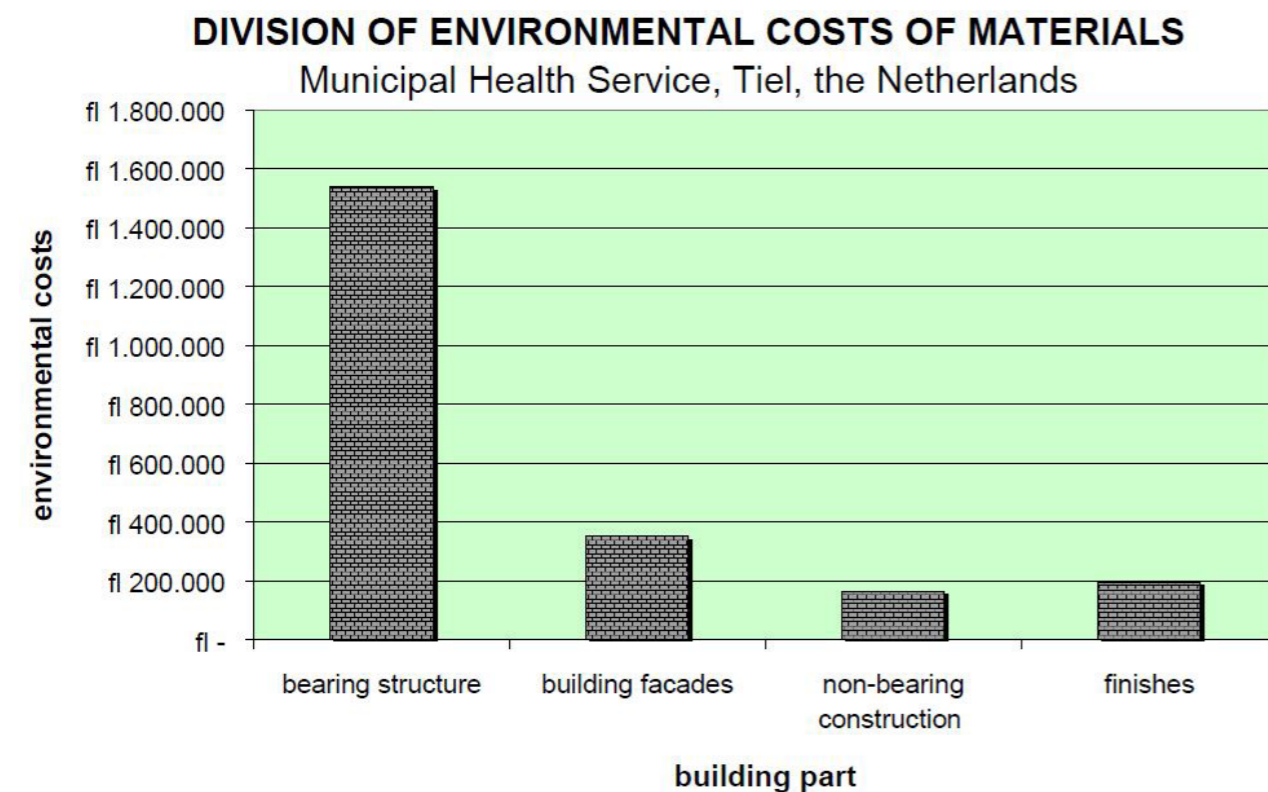
De ecologische voetafdruk van een Belg is de op 5 na grootste van de hele wereld. Alleen Qatar, Koeweit, de Verenigde Arabische Emiraten, Denemarken en de Verenigde Staten scoren slechter. Dat zegt het World Wildlife Fund (WWF) in het tweejaarlijkse Live Planet Report op 15 mei 2012. “De mens verbruikt jaarlijks 50 % meer dan de aarde kan voortbrengen. Wereldwijd is dat nu 2,7 hectare per persoon, terwijl de aarde slechts een afdruk van 1,8 hectare aankan. België scoort met 7,1 hectare erg slecht. We leven alsof we een extra planeet ter beschikking hebben”, zegt Damien Vincent van WWF-België. “Tenzij we drastisch van koers veranderen, zal onze voetafdruk nog stijgen en zullen in 2030 zelfs 2 extra planeten niet voldoende zijn.”

Gebouwen waar mensen zich gelukkig voelen, die bijdragen tot de kwaliteit van de omgeving, die lang meegaan en die tijdens die levensduur veel verschillende functies waarnemen, dát zijn goede gebouwen. De bouwnijverheid staat al jaren voor de grote uitdaging om de milieubelasting die het veroorzaakt aanzienlijk te verminderen. Op energiegebied is de kennis om dat te doen aanwezig, op materiaalgebied moet er nog

veel gebeuren: onderzoek, ontwikkeling van nieuwe materialen ... Vandaag is het al belangrijk om de schaarse beschikbare kennis goed toe te passen. Dit vormt al een grote stap om uiteindelijk te leven en te wonen in een duurzame bouwomgeving.

De bouwsector is een grote verbruiker van materialen: er wordt steeds meer gebouwd en de wereldbevolking blijft stijgen. Steeds meer grondstoffen moeten ontgonnen, verplaatst, verwerkt en afgebroken worden. Van de stromen grondstoffen in de wereld heeft 50 % direct of indirect met de bouw te maken (Haas, 1997). Bovendien blijven zij niet oneindig voorradig, draagt de productie en het gebruik van bouwmaterialen direct en indirect bij tot aantasting van ecosystemen en moet de afvalberg dringend verkleinen. Beter, efficiënter en milieubewuster materiaalgebruik is een noodzakelijk aandachtspunt om het verbruik en de blijvende groei aan te kunnen. Een architect of bouwheer kan door een bewuste materiaalkeuze zorgen dat zijn gebouwen minder milieubelastend zijn.

Van al de materialen die met de bouw te maken hebben blijkt de ruwbouw verantwoordelijk voor het grootste deel van het milieu-effect. Bij de vergelijking van de verdeling van de milieukosten van het materiaalgebruik van het HSB-project GGD Rivierenland in Tiel komt duidelijk naar voren dat de draagconstructie (linker staafdiagram) voor tweederde verantwoordelijk is voor de totale milieubelasting van het materiaalgebruik. Verwacht wordt dat het aandeel van de constructie bij traditionele massiefbouw alleen maar groter wordt (van den Dobbelsteen & van der Linden, 2000). Het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie (NIBE) vermeldt dat draagconstructies ongeveer 40-50 % van de milieubelasting veroorzaken door het materiaalgebruik van het gebouw (NIBE, 2006). Het aandeel in de milieubelasting van gevels en daken wordt geschat op 20-30 % (NIBE, 2006). Afwerkingsmaterialen maken samen slechts ongeveer 10 % uit (NIBE, 2008). De hierboven aangehaalde focus op ruwbouwmaterialen in deze masterproef is dus een gegronde keuze. Ontwerpers moeten hiermee rekening houden door prioritair meer aandacht te schenken aan een juiste keuze van ruwbouwmaterialen om zo mee te helpen de ecologische voetafdruk van de bouwwereld te verkleinen.



Afbeelding 1: Voorbeeld van de verdeling van de milieukosten van het materiaalgebruik. Het geanalyseerde gebouw is het HSB-project GGD Rivierenland in Tiel.
Bron: VAN DEN DOBBELSTEEN, A.; ALBERTS, K., *Milieu-effecten van bouwmaterialen*, 2011

Verder tonen analyses van de vele GreenCalc berekeningen die medewerkers bij het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie (NIBE) hebben gemaakt (2011), aan dat de milieubelasting van een materiaal op gebouwniveau maximaal tot een factor twee of drie kan worden gereduceerd met de huidige techniek. Daarmee blijkt dat de bouwomgeving de materiaalcomponent als een belangrijk item zal moeten blijven beschouwen.

De vele mondelinge en schriftelijke contacten tijdens deze masterproef bevestigden ook steeds de relevantie en de noodzaak van het onderzoek.

Anderzijds moet het onderwerp ook gerelativeerd worden. Er zijn nog veel andere manieren om de ecologische voetafdruk te verkleinen die misschien een groter effect hebben of minder inspanning vragen. Uit vele honderden berekeningen met rekenmodellen van levenscyclusanalyses (= LCA = life cycle analysis = life cycle assessment) blijkt dat het materiaalaandeel van de milieubelasting over de levensduur van gebouwen slechts 15-20 % uitmaakt. Energieverbruik is momenteel nog met ruime voorsprong dominant met een aandeel van 75-80 % van de totale milieubelasting over de levensduur van het gebouw (NIBE, 2011). Dit kan gedeeltelijk tegengesproken worden omdat voor de toekomstige nulenergiegebouwen geen of nauwelijks milieubelasting voor energie moet gerekend worden. Dan wordt het materiaal, weliswaar in relatieve zin, dominant. Daarmee wordt materiaal in de toekomst de belangrijkste milieukwestie in de bouw.

Een tweede relativering is de aandacht die eerst moet uitgaan naar het voorkomen van onnodig gebruik van materiaal, ook wel verspilling genoemd. Overweeg om niet te bouwen en pas de organisatie aan in plaats van het gebouw. Of hergebruik een gebouw, denk na over een mogelijke renovatie. Dimensioneer ook niet zwaarder dan nodig. Dit laatste kan wel tegengesproken worden als een stevigere structuur meer mogelijkheden biedt voor toekomstig (her)gebruik. Hoe dan ook, pas na het beletten van verspilling mag overgegaan worden tot het gebruik van grondstoffen. Deze zijn best eindeloos of vernieuwbaar en moeten verstandig (met hoog rendement) gebruikt worden.

2.3. Invloedsfactoren voor bouwmaterialen

Ondanks dat 'levensduur' de aanzet was tot deze masterproef, is al snel duidelijk dat een vergelijking van bouwmaterialen enkel op basis van dit criterium geen nut heeft. De voorkeur voor een bepaald bouw materiaal is afhankelijk van een afweging van alternatieven op basis van meerdere invloedsfactoren. Het is belangrijk dat de afweging grondig gebeurt en dat er veel alternatieven bekeken worden. De parameters die het meest doorwegen verschillen in elke situatie. Een ontwerper of bouwheer moet zowel met geografische als met persoonlijke factoren rekening houden. Voor de ene bouwheer is de prijs het belangrijkste, voor de andere het onderhoudsgemak. Nog een andere bouwheer wil enkel milieubewuste materialen in zijn gebouw of bijvoorbeeld materialen die gemakkelijk te gebruiken zijn in demontabele bouwsystemen. In deze masterproef worden de belangrijkste invloedsfactoren die samengaan met een materiaalkeuze gezocht. Deze dienen als basis voor een rangschikking van verschillende materialen in geselecteerde materiaalgroepen.

2.4. Inhoud en doel van 'Deel 2: Vergelijking van bouwmaterialen'

Het doel is onderzoeken welke invloed levensduur kan hebben op een (bestaande) rangschikking van bouwmaterialen. Na een analyse van de bestaande informatie wordt gezocht naar een nieuwe methode om bouwmaterialen met elkaar te vergelijken. Een selectie van de belangrijkste invloedsfactoren dringt zicht op en vervolgens wordt gestreefd naar de duidelijkste methode om materialen op basis daarvan te vergelijken. Deze moet ruim toepasbaar zijn en het levensduuraspect, wat het vertrekpunt is van deze masterproef, in zich opnemen. De totstandkoming, de voor- en nadelen en het gebruik van deze methode worden uitgelegd. Daarna wordt de uitgedachte benadering toegepast op de materialen en materiaalgroepen die voldoen aan de vernauwing van het onderzoeksveld beschreven in '2.1. Afbakening van het onderwerp' op bladzijde 7. Deze voorbeelden moeten de relevantie van het onderwerp aantonen en kunnen een stimulans bieden voor verder nationaal onderzoek.

Omdat dit een actueel onderwerp is, gaat ook veel aandacht uit naar de communicatie van de resultaten naar de buitenwereld. Dit gebeurt zowel op gebied van overzichtelijkheid, lay-out en dergelijke, als op gebied van verspreiding via contacten.

3. Keuze van de invloedsfactoren

3.1. Algemeen

Zoals vermeld in '2. Inleiding 'Deel 2: Vergelijking van bouwmaterialen'' op bladzijde 7 en volgende bestaan er talrijke factoren die invloed hebben op de keuze van een bouw materiaal. De onderlinge weging van die factoren hangt af van de omgeving, de situatie of de voorkeuren van de bouwheer. Het is met andere woorden heel moeilijk om een weging te bepalen die algemeen geldig is. Zoals in het doel beschreven ligt de uitdaging in de zoektocht naar de belangrijkste invloedsfactoren om vervolgens te streven naar de duidelijkste methode om materialen op basis daarvan te vergelijken.

Na een eigen analyse van een zelfgemaakte lijst met mogelijke invloedsfactoren blijken er drie invloedsfactoren duidelijk zwaarder door te wegen ten opzichte van de andere, mede omdat zij verschillende kleinere invloedsfactoren in zich opnemen. De overkoepelende begrippen zijn levensduur, bouwkost en milieu-impact. Zij worden hieronder voorgesteld en verdedigd.

3.2. Levensduur als invloedsfactor

Eenzijds is de invloedsfactor 'levensduur' de aanzet van deze masterproef. Anderzijds wordt er, ondanks het logisch karakter, in de praktijk te weinig naar gekeken. Door de complexiteit bestaat er weinig bruikbaar cijfermateriaal.

Het is een ingewikkeld en overkoepelend begrip omdat het zelf afhankelijk is van een groot aantal invloedsfactoren: materiaaleigenschappen, binnenklimaat, buitenklimaat, functie en gebruik, ontwerp, uitvoering, beheer en onderhoud (SBR, 2011). Om tot een levensduur te komen moeten van al deze factoren, die zelf ook weer afhankelijk zijn van een reeks parameters, gemiddelde waardes gezocht en beschreven worden. Met deze zeven factoren wordt ook rekening gehouden in de factormethode (Factor Method in het Engels) om van een referentielevensduur (in gemiddelde omstandigheden) over te gaan naar een geschatte levensduur voor een specifieke situatie (SBR, 2011). De referentielevensduur wordt bij de factormethode vermenigvuldigd met zeven getallen gelegen tussen 1,2 en 0,8. Deze vermenigvuldiging zorgt in gunstige omstandigheden voor een verlenging (factor groter dan 1) en in ongunstige omstandigheden voor een verkorting (factor kleiner dan 1) van de levensduur. Meer informatie betreffende de factormethode is te vinden in de masterproef van Sari Boer (juni 2012).

De factoren die in verband staan met de levensduur kunnen opgedeeld worden in 4 groepen (SBR, 1995):

- Interne factoren hebben betrekking op het bouwproduct als voorwerp of product.
- Externe factoren hebben betrekking op de omgeving waarin het bouwproduct is toegepast.
- Directe factoren hebben betrekking op zaken die direct van invloed zijn op de prestatie en het prestatieverloop van de bouwproducten.
- Indirecte factoren zijn van invloed op de levensduur zonder echter van invloed te zijn op de prestatie en het prestatieverloop van het bouwproduct.

3.2.1. Interne en directe invloedsfactoren

De interne en directe invloedsfactoren bepalen de initiële of oorspronkelijke prestatie. Drie elementen van de factormethode komen hier aan bod:

- De kwaliteit en eigenschappen van de toegepaste materialen: fabrieksomstandigheden of in situ, elasticiteitsmodulus, volumemassa, reflectie van zonlicht, thermische uitzetting, hulpstoffen, porositeit, warmtegeleidbaarheid, smeltpunt, ontvlambaarheid, vormvastheid, sterkte, belastbaarheid, toevoegstoffen, afmetingen, taaiheid of brosheid, homogeniteit, akoestische reflectie ...
- De kwaliteit van het ontwerp: dit is de taak van de architect. Positionering, detaillering, voorzieningen voor onderhoud, materiaalcompatibiliteit en dimensionering zijn belangrijke aandachtspunten. Is er kans op stilstaand water? Ontstaat er contact met andere metalen? Is er voldoende mogelijkheid tot ventilatie/verluchting? Staat het materiaal in contact met een vochtige omgeving: is er kans op constant aanwezig of opstijgend vocht? Is er een mogelijkheid tot thermische uitzetting? ...

- De kwaliteit van de uitvoering: dit is in eerste instantie de taak van de aannemer of vakman, maar ook de architect heeft de verplichting om de uitvoering te controleren. Er moet nagedacht worden over de productiewijze, de discipline aangaande uitvoeringsvoorschriften en de bekwaamheid tot uitvoering, het bijhouden van wijzigingen en het transport naar en op de bouwplaats. Wordt er mechanisch bevestigd of gelijmd? Sluit de isolatie goed aan tegen het binnenspouwblad? Wordt er zorgvuldig omgesprongen met de materialen? ...

3.2.2. Externe en directe invloedsfactoren

De externe en directe invloedsfactoren zijn vanuit de omgeving van directe invloed op de levensduur. Ze bepalen het prestatieverval van het bouwproduct in de praktijk. Vier elementen van de factormethode komen hier aan bod.

- Het binnenklimaat: relatieve vochtigheid, licht, luchtstromen, (chemische) stoffen, temperatuur en alle schommelingen hiervan ...
- Het buitenklimaat: weer, wind (windrichting en windstoten), temperatuur en temperatuurschommelingen, aantal uren zonlicht, neerslag, damp, vorst, (UV-) straling, relatieve vochtigheid en schommelingen, oriëntatie, vorst ...
- De omgeving: industrieel, landelijk, maritiem ... (heeft invloed op chemische aantasting door bijvoorbeeld vervuilde luchtdeeltjes, zouten ...)
- De biologische aantasting: schimmels, insecten, planten, dieren ...
- Het gebruik: intensiteit, (variaties in) belasting, kruip, foutief gebruik, vandalisme ...
- Mogelijke noodsituaties: brand, vandalisme ...
- De kwaliteit van het beheer en onderhoud.

3.2.3. Interne en indirecte invloedsfactoren

De interne en indirecte invloedsfactoren zijn vanuit de bouwproduct/bouw materiaal-karakteristieken van invloed op de levensduur. Dit kan wel of niet in relatie staan tot het bestaan van gebreken aan het desbetreffende bouwproduct. Twee elementen van de factormethode komen hier aan bod.

- De vervanging in verband met onderhoud aan andere onder- of achterliggende elementen.
- De reparatiebaarheid
- De gebruiksveiligheid
- De historische of architectonische waarden
- Het onderzoek of advies van deskundigen
- De exploitatie.

3.2.4. Externe en indirecte invloedsfactoren

De externe en indirecte invloedsfactoren vloeien voort uit het (onderhouds)beleid van de opdrachtgever. Afhankelijk van de bestemming van het gebouw zullen meer of minder eisen gesteld worden aan het prestatieniveau van de toegepaste bouwproducten.

- Het onderhoudsniveau en de onderhoudsplanning
- De onderhoudsefficiëntie: de discipline aangaande onderhoudsvoorschriften en bekwaamheid tot uitvoering onderhoud
- De beschikbaarheid van onderdelen
- De financiële positie van de beheerder
- De deskundigheid van de beheerder of zijn adviseurs
- De gewenste exploitatieduur
- De ontwikkeling van regelgeving (normen en waarden).

3.2.5. Extra invloedsfactoren

- Uitzicht: zichtbare materialen moeten er goed uit zien, anders worden ze vervangen.
- Smaak: nieuwe modeverschijnselen of een bouwheer die een bepaald zichtbaar materiaal snel beu is, zorgt voor een snellere vervanging.
- Emoties: een vakkundig gemaakte houten trap of een perfect gemetselde bakstenen wand roept bij velen een bewondering op die niet te vinden is bij bijvoorbeeld gipsplaten. Ondanks dat het moeilijk is om te discussiëren op basis van emoties, moet er toch voor gezorgd worden dat alle betrokken partijen in een bouwproces elkaar verstaan.

3.2.6. Uitgangspunten voor levensduur als invloedsfactor

In deze masterproef wordt er enkel rekening gehouden met de levensduur onder normale omstandigheden. De omgevingscondities zijn toepasselijk in België, extreme weersomstandigheden worden buiten beschouwing gelaten, tenzij anders vermeld. Ongeldig gebruik en bouwschade worden niet meegenomen in de beschouwing. Ook met wispelturige gebruikers met een snel veranderende smaak kan geen rekening worden gehouden. Eveneens wordt uitgegaan van een correcte, professionele verwerking van het bouwproduct alsook van een goed ontwerp en een nauwkeurige uitvoering. De cijferwaarden die voorkomen zijn dus referentiewaarden, tenzij anders vermeld.

Een belangrijke invloedsfactor voor 'Deel 4: Toepassing van levensduurwaarden in massiefbouw' op bladzijde 171 en volgende is de vervanging in verband met onderhoud aan andere onder- of achterliggende elementen. Deel 4 is namelijk een onderzoek om deze vervroegde verwijdering van een materiaal te vermijden.

Meer informatie betreffende 'levensduur' is te vinden in de masterproef van Sari Boer (juni 2012).

3.3. Milieu-impact als invloedsfactor

Het gebruik van bouwmaterialen heeft een grote invloed op het milieu. Verschillende instanties houden zich bezig met een rangschikking om de milieu-impact van de bouwmaterialen te vergelijken. Met de toenemende verplichte maatregelen bij de keuze van milieubewuste bouwmaterialen in het achterhoofd moet het onderzoek naar de milieu-impact blijvend ondersteund worden. Enkel na grondig onderzoek is een objectieve en juiste vergelijking mogelijk. Net als 'levensduur' is dit een complex begrip met moeilijke weegfactoren om veel andere aspecten in zich op te nemen. De milieu-impact houdt onder andere rekening met:

- De emissies: broeikaseffect, ozonlaagaantasting, toxiciteit, oxidantvorming, verzuring, vermisting ...
- De uitputting van biotische grondstoffen, abiotische grondstoffen, energiedragers ...
- De hinder ten gevolge van stank, geluid, licht, noodsituaties ...
- Het landgebruik
- Het transport
- De sloop of afvalfase.

3.4. Bouwkost als invloedsfactor

Voor veel bouwheren bepaalt de kostprijs de keuze van de materialen. Dit is uiteraard logisch: geld heeft een belangrijke invloed op ons dagelijks leven en op veel van onze beslissingen. Een spijtig gevolg is het feit dat eventuele milieubewuste uitgangspunten vaak verdwijnen eens de prijzen op tafel liggen. Om dit in de toekomst te vermijden moet er nagedacht worden over een rangschikking die beide invloedsfactoren combineert, zie '5. Vergelijking van de verschillende bouwmaterialen' op bladzijde 41 en volgende. Zo kan de keuze uitgaan naar betaalbare én milieubewuste materialen.

De bouwkost is best zo volledig mogelijk. Ze omvat de manuren die moeten betaald worden, het materieel dat gebruikt wordt, het materiaal waarmee gebouwd wordt en de onderaannemingen die nodig kunnen zijn voor de uitvoering.

De prijzen zijn niet alleen afhankelijk van projectgebonden elementen zoals locatie, uitvoeringstermijn, complexiteit, tolerantie- en afwerkingsgraad, de materiaalkeuze en -hoeveelheden ... Ook factoren die buiten de invloedssfeer van de ontwerper vallen spelen een rol. Dit zijn bijvoorbeeld het vermogen van de bouwheer, verschillen in de inschrijvingsprijs van bedrijf tot bedrijf, de werkorganisatie, het beschikbare materieel ...

Dit is een minder overkoepelende factor dan 'levensduur', maar vaak bepalend bij de keuze. Daarom mag deze zeker niet ontbreken.

3.5. Relativering bij de keuze van invloedsfactoren

Nog veel niet vermelde invloedsfactoren zitten verwerkt in één van bovenstaande factoren. Andere zullen niet onder te brengen zijn onder deze grote drie noemers, maar die zullen nooit een gelijkaardige invloed kunnen uitoefenen op een beslissing. Daarenboven liggen veel invloedsfactoren buiten de mogelijkheden van de architect als ontwerper. Er mag nog gekozen worden voor materialen met een lange levensduur die in de

afvalfase perfect kunnen gerecycleerd worden; maar als de bouwheer beslist om al na 25 jaar zijn gebouw volledig af te breken en niets van zijn bouwafval te sorteren of te recyclen, dan zijn de goede intenties niet veel waard. Daarom wordt in deze masterproef voor de vermelde en gelijkaardige factoren uitgegaan van het gemiddelde, in de hoop dat de bewuste bouwheer beter doet.

3.6. Veranderingen in de toekomst

3.6.1. Nieuwe materialen

In de toekomst zullen nieuwe materialen op de markt komen en andere verdwijnen. Ook grondstoffen zullen uitgeput geraken, maar nieuwe zullen ontdekt worden. Hetzelfde geldt voor de opwekking van energie. Nieuwe ontdekkingen kunnen nieuwe invloedsfactoren met zich meebrengen, of het aandeel van bepaalde invloedsfactoren in een materiaalkeuze vergroten of verkleinen.

3.6.2. Veranderingen in het klimaat

Alhoewel de evolutie van de temperaturen voor een klein land als het onze moeilijk te voorspellen is (onder andere door de grote natuurlijke variabiliteit van de temperaturen), suggereren prognoses van de website klimaat.be dat tegen het einde van de 21^{ste} eeuw de zomertemperaturen met 2,4 tot 6,6 °C zullen stijgen (met uitzonderlijk pieken van 50 °C), en de wintertemperaturen met 1,7 tot 4,9 °C. België krijgt dan met andere woorden een klimaat dat vergelijkbaar is met dat van Zuid-Spanje nu.

De koude winters zullen geleidelijk verdwijnen. Het verschil in temperatuur tussen dag en nacht zal kleiner worden, aangezien de maximale nachttemperaturen sterker stijgen dan de maximale dagtemperaturen. Tevens zullen het wolkendek en de kans op ernstige hittegolven en op zware of extreme neerslag toenemen.

Projecties van wetenschappers van de Universit  Catholique de Louvain (UCL) voorspellen tegen het einde van de 21^{ste} eeuw een onveranderde of gedaalde neerslag in de zomer (tot -50 %) en een toename van 6 tot 23 % in de winter. In de winter zal het debiet van de verschillende rivierbekkens dan ook met zo'n 4 tot 28 % toenemen, met een verhoogd risico op overstromingen tot gevolg. Deze overstromingen zullen mogelijk belangrijke schade aanrichten aan weginfrastructuren, bruggen of woningen in risicogebieden, oevers doen afkalven en erosie van landbouwgebieden veroorzaken.

Ook extreme weersomstandigheden zoals droogte en stormen zullen normaal gezien toenemen (mogelijk 30 % meer stormen tegen het jaar 2050).

In deze masterproef wordt het klimaat als een constante bekeken. De stijging van bijvoorbeeld de temperatuur is niet spectaculair groot dat al de huidige materialen er niet tegen bestand zijn. De mogelijke toename van stormen mag een stimulans zijn om alles stevig te bevestigen, maar ook vandaag moet een gebouw bestand zijn tegen een storm.

3.7. Besluit keuze invloedsfactoren

Levensduur, bouwkost en milieu-impact hebben alle drie een grote invloed op de keuze van een bouw-materiaal. Zowel in de praktijk als in literatuur krijgen deze parameters de meeste aandacht. Op basis van deze selectie van invloedsfactoren kan de zoektocht naar bruikbare informatie beginnen.

4. Analyse van bestaande informatie

Er wordt voornamelijk gezocht naar Belgische of Nederlandse bronnen omdat andere landen door hun grote oppervlakte verschillende bouwmethodes toepassen of te veraf liggen, waardoor hun klimaat, bouwmethodes, bouwmaterialen en/of bouwkosten minder goed overeen zullen komen met de Belgische.

4.1. Bronnen i.v.m. levensduur

4.1.1. Boeken in verband met levensduur

4.1.1.1. Levensduur van bouwproducten: Praktijkwaarden - Stichting BouwResearch (1995) Totstandkoming

De praktijkervaringen van de rapporteur en van een breed samengesteld forum van beheerders, onderhoudsadviseurs en architecten zijn bij elkaar gebracht. Na bewerking door de rapporteur zijn deze praktijkervaringen op een systematische manier aan het forum gepresenteerd. Vervolgens zijn alleen die gegevens geautoriseerd waarover door het forum consensus kon worden bereikt. Opvallend was dat er over het algemeen redelijk snel consensus ontstond over de meeste ervaringsgegevens, terwijl toch de bouwtypen, de locaties en de eisen van de forumleden verschillend waren.

Definitie levensduur

De periode die verstrijkt tussen het moment van oplevering van een bouwproduct en het moment waarop dit niet meer voldoet aan de eisen van de gebruiker. Het gaat in deze publicatie om een gemiddelde levensduur waarbij de werkelijke waarden een spreiding rond dit gemiddelde zullen vertonen.

Er wordt uitgegaan van normale omstandigheden:

- Een gebruiksduur die in zijn algemeenheid geldt voor het betreffende bouwtype.
- Een gebruik dat is afgestemd op de materialen die toegepast worden. Oneigenlijk gebruik is buiten beschouwing gelaten.
- De omgevingscondities, zowel binnen als buiten, gelden in stedelijke gebieden in het centrum van Nederland. Extreme weersomstandigheden worden buiten beschouwing gelaten.
- Een deskundig en op het materiaal afgestemde uitvoering bij het verwerken en onderhouden van het betreffende bouwproduct of de bouwmaterialcombinatie.

Inhoud

Deze bron bevat per materiaalcluster enkele omschrijvingen, met dan telkens het materiaal en de bijhorende gemiddelde levensduur. Het boek bevat daarnaast, als één van de enige bronnen, drie kolommen met nadere toelichtingen bij de levensduur: het gaat over gevoeligheid van het wel of niet uitvoeren van onderhoud, de aard of het type onderhoud en een globale indicatie van bijzondere omstandigheden en randvoorwaarden die voor het betreffende bouwmaterial van invloed kunnen zijn.

Het boek beperkt zich niet tot ruwbouwmaterialen zoals funderingen en draagconstructies, gevels, daken, vloeren, trappen, binnenwanden en plafonds. Ook sanitair en rioleringen, werktuigkundige en elektrotechnische installaties, transportinstallaties, schilderwerken en terreinen komen aan bod.

De maximale levensduur die wordt toegekend aan een materiaal bedraagt 75 jaar. Materialen met een langere levensduur krijgen door deze bovengrens geen exacte levensduurwaarde toegekend.

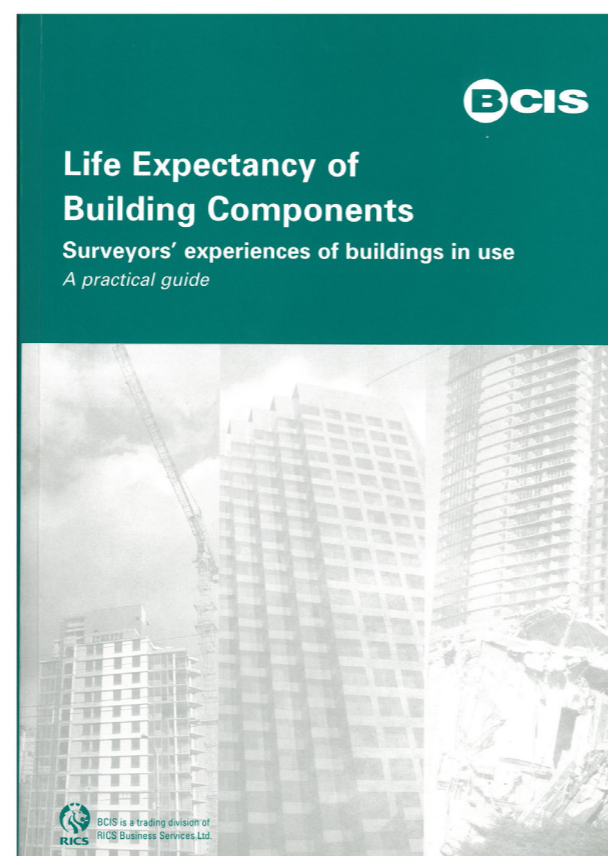
Conclusie

Door de publicatiedatum van dit boek zijn de cijferwaarden achterhaald. Bovendien bracht hetzelfde kennisplatform een herwerkte versie uit, zie '4.1.1.2. Levensduur van bouwproducten - methode voor referentiewaarden - SBR (2011)' op bladzijde 15 en volgende. Deze oude bron wordt daarom in het verder onderzoek enkel gebruikt bij gebrek aan betere bronnen.

4.1.1.2. Levensduur van bouwproducten - methode voor referentiewaarden - SBR (2011)

Totstandkoming

De totstandkoming werd mondeling uitgelegd tijdens een gesprek in Rotterdam op donderdag 8 maart 2012 met ir. Cindy Vissering en ir. Ruud Geerligts van SBR.



Afbeelding 2: Covers van boeken i.v.m. levensduur
Bron: zelf ingescand

Van verschillende kanten kwam er de vraag naar een actualisering van de oude catalogus. Na de samenstelling van een commissie bleek dat er ook vraag was hoe generieke data afgestemd kunnen worden op project-specifieke gegevens en wat de bandbreedte kan zijn in de levensduur van een bouwproduct. Zo kan het risico ingeschat worden hoeveel korter of langer het bouwproduct aan zijn functie voldoet.

Veel onderzoekers en experts hadden een inbreng. Daardoor mag gezegd worden dat deze uitgave recente en realistische praktijkwaarden bevat.

Deze publicatie is geen eindproduct maar eerder een opstap naar verder onderzoek en het verzamelen van data.

Definitie levensduur

De periode tussen het moment van oplevering van een bouwproduct en het moment waarop dit niet meer voldoende betrouwbaar de (oorspronkelijke) vereiste prestaties kan leveren.

De standaard situatie waaruit de referentielevensduur is afgeleid heeft onderstaande kenmerken. Ze geeft de meest voorkomende praktijk van toegepaste bouwproducten in Nederland weer.

- Eigenschappen: de materiaaleigenschappen van het vermelde product zoals gekend.
- Binnenklimaat: het gemiddeld Nederlandse binnenklimaat bezit een relatieve vochtigheid van 30 tot 70 %, waarbij geen externe vochtbronnen aanwezig zijn. Er doen zich geen grote temperatuurschommelingen voor en de temperatuur varieert tussen 15 en 25 °C. Er komt geen luchtvervuiling voor en de luchtsnelheid valt binnen toelaatbare grenzen. Verder is er voldoende gelegenheid om te ventileren, zodat biologische agentia en schimmels worden vermeden.
- Buitenklimaat: het gemiddeld Nederlandse buitenklimaat met als referentie een locatie midden in Nederland in windbelastingsgebied III. Er zijn weinig wisselingen in vochtigheid en er komen geen extreme temperatuurswisselingen voor. Er zijn geen bronnen van chemische vervuiling en het klimaat geeft geen aanleiding tot de aanwezigheid van biologische agentia. Er komen geen (extreme) variaties in de bodemgesteldheid voor en er is geen sprake van externe belasting. Tenslotte is er geen extreme blootstelling aan of bescherming tegen licht.
- Functie en gebruik: het bouwproduct wordt toegepast volgens door de fabrikant of leverancier gegeven voorschriften. De belastingen zijn min of meer continu en er vindt geen overbelasting plaats. Er wordt uitgegaan van goed gebruik en geen vandalisme.
- Ontwerp: een degelijke positie voor het product wordt gehanteerd. De standaarddetails (van SBR) vormen het uitgangspunt. Het bouwproduct blijft bereikbaar voor noodzakelijk onderhoud. De toegepaste materialen zijn verenigbaar met aangrenzende bouwproducten.
- Uitvoering: de uitvoering vindt plaats volgens voorschriften op de bouwplaats. Personeel met de vereiste kennis, kunde en ervaring voert de werkzaamheden uit. De wijzigingen tussen ontwerp en realisatie worden geregistreerd. De producten worden juist op tijd op de bouwplaats geleverd of beschermd opgeslagen.
- Beheer en onderhoud: het gebouw wordt goed onderhouden volgens de onderhoudsvoorschriften. Er is zowel gepland preventief onderhoud als planmatige tussentijdse vervanging van onderdelen. De te vervangen producten blijven voorradig. Personeel met de vereiste kennis, kunde en ervaring in onderhoud voert de werkzaamheden uit. De wijzigingen aan producten worden geregistreerd.

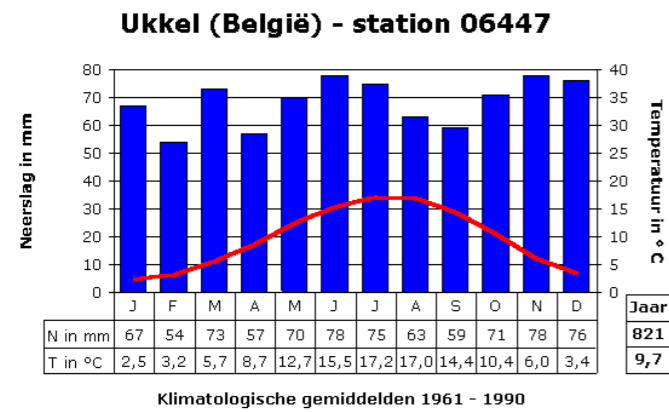
Inhoud

Het aantal geanalyseerde materialen blijft spijtig genoeg beperkt tot ongeveer 360 ruwbouwmaterialen. Deze zijn verdeeld onder 5 grote noemers: hoofd dragers, gevels, vloeren, daken en buitenwandopeningen. Er komen dus weinig afwerkingsmaterialen en geen installaties voor. De hoogst vermelde levensduur is '100+', waardoor materialen met een levensduur langer dan 100 jaar geen exacte waarde krijgen.

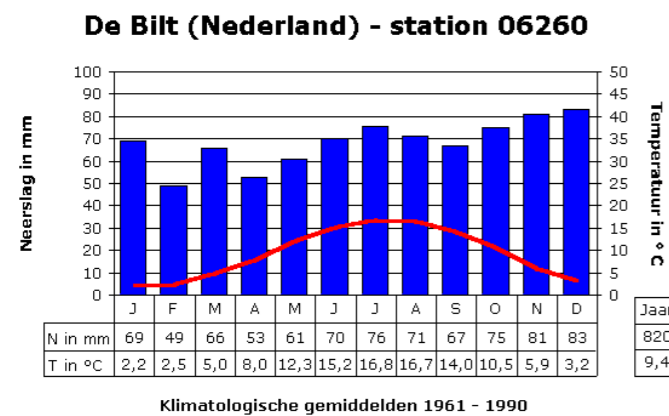
De factormethode is een manier om van de referentielevensduur (= RSL = Reference Service Life) over te gaan naar een geschatte levensduur (= ESL = Estimated Service Life) van een bouwproduct in een specifieke situatie. De beperkte uitleg en voorbeelden om deze methode te gebruiken vormt een nadeel.

Conclusie

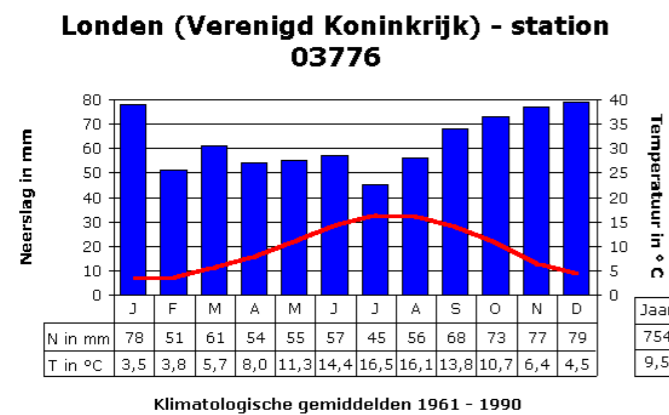
Zowel de recente publicatiedatum als de onderzoeksplaats maken van dit boek een relevante bron. Nederland ligt geografisch net ten noorden van België, waardoor het klimaat zeer goed overeenkomt. Daarenboven bezit Nederland gedeeltelijk dezelfde bouwwijzes als België. Veel van de materialen vermeld in deze publicatie zijn dus ook gekend in de Belgische bouwwereld.



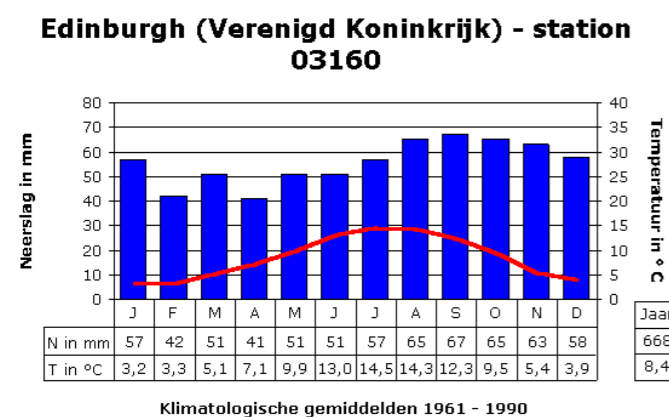
Coördinaten: 50°48' NB 4°19' OL



Coördinaten: 52°6' NB 5°11' OL



Coördinaten: 51°31' NB 0°7' WL



Coördinaten: 55°57' NB 3°13' WL

Afbeelding 3: Klimatogrammen van Europese steden
Bron: www.kmi.be

4.1.1.3. Life expectancy of building components - BCIS (2006)

Totstandkoming

Ontwerpers en aannemers willen perfecte gebouwen realiseren, maar daar slagen ze niet altijd in. Het ontwerpteam zou op een realistische manier de levensverwachting van het gebouw en zijn componenten moeten bekijken. Er is echter een gebrek aan informatie over het gedrag van materialen tijdens hun gebruik. Om hieraan tegemoet te komen werd door de Building Cost Information Service (BCIS) een enquête opgestart gericht naar inspecteurs van gebouwen. De vermelde schattingen van de te verwachten levensduur van veelgebruikte bouwcomponenten zijn op die manier gebaseerd op de ervaring van toezichters die regelmatig gebouwen inspecteren. 92 ondervraagden stuurden een ingevulde enquête terug met een antwoord voor de meer dan 300 componenten. De oorzaak van falen van een bouw materiaal is niet van belang bij de ondervraging, enkel de levensduur. Ondanks dat sommige cijferwaarden vragen opwekken, is niet geprobeerd om bepaalde ingezonden antwoorden te veroordelen. De resultaten worden daarom volledig gepubliceerd. Deze publicatie moet gezien worden als een gids en niet als definitieve levensduren.

Definitie levensduur

In de enquête maakt het niet uit hoe het materiaal aan zijn einde is gekomen. Er wordt geen echte definitie voor de levensduur vooropgesteld, zolang de vermelde levensduur maar verbonden is met de praktijk. De enquête legt wel de nadruk op gebruik in normale omstandigheden, uiteraard geldig in het Verenigd Koninkrijk. De componenten moeten geïnstalleerd zijn in overeenkomst met de instructies. Ze komen alle regels in verband met installatie en gebruik na. Ze ondergaan gemiddelde blootstelling en ze worden onderhouden volgens de richtlijnen van de producent.

Historisch gezien is volgens deze publicatie 60 jaar de standaardtest voor het leven van gebouwen. Componenten met een gemiddelde levensduur langer dan 60 jaar kunnen beschouwd worden als oneindig lang meegaand. Alle resultaten groter dan 100 jaar komen in de grafieken voor als '100+'.

Inhoud

Deze Engelstalige bron uit Groot-Brittannië bevat net als de oude Nederlandse bron een breed gamma aan materialen. Deze zijn opgedeeld in enkele grote groepen: structuur onder de grond, structuur boven de grond, afwerkingen, installaties, inrichting, diensten, toestellen en terrein. Zo goed als alle elementen van een gebouw komen dus aan bod.

Van al deze materialen worden drie grafieken weergegeven: de typische, de minimum en de maximum levensduur. De mediaan van deze grafieken vormt de gecommuniceerde levensduurwaarde. Zo kan de typische mediaan altijd gesitueerd worden tussen een minimum en een maximum. Met een mediaan wordt het middelste element in de geordende verzameling bedoeld. Dit verschilt van het rekenkundig gemiddelde, dat een som is van een aantal getallen gedeeld door het aantal getallen. Bij een even aantal getallen wordt de mediaan berekend door het gemiddelde te nemen van de twee middelste elementen.

De factoren waarmee rekening moet worden gehouden bij de beoordeling van de levensduur staan vermeld per materiaal. Ook de factoren die kunnen zorgen voor vervroegde degradatie of falen van een component komen aan bod.

Conclusie

De grote groep ondervraagden, de duidelijke link tussen de praktijk en de vermelde levensduurwaarden en het brede aanbod aan materialen maken van deze bron een goede referentie. Het klimaatverschil en de andere bouwmethodes kunnen hier wel als een nadeel beschouwd worden. De verschillen tussen het Verenigd Koninkrijk en België zijn groter dan tussen Nederland en België, zie 'Afbeelding 3: Klimatogrammen van Europese steden' op bladzijde 18.

4.1.2. Websites in verband met levensduur

4.1.2.1. Algemeen

Slechts enkele websites vermelden cijferwaarden. De meeste schrijven aanbevelingen in de zin van 'dit materiaal heeft een uitstekende levensduur' of 'dit materiaal zal maar op hoge leeftijd verouderingsverschijnselen vertonen'. In het kader van deze masterproef is dit echter geen bruikbare informatie.

Bovendien is het voor een website veel gemakkelijker om hun cijferwaarden aan te passen in vergelijking met een publicatie op papier, maar toch blijken veel sites verouderd.

4.1.2.2. MilieuAdviesWinkel.be

Deze informatieve website bevat veel minder levensduurwaarden dan de hierboven beschreven boeken. Het aanbieden van deze waarden is ook niet het doel van de website. Toch vinden de bezoekers bij de informatieve tekst van de constructiematerialen en isolatiematerialen een richtwaarde terug.

De maximum toegekende levensduur is 75 jaar. Het is opvallend hoe weinig materialen afwijken van deze maximale levensduur. Enkel een gevelbekleding heeft eens een waarde die lager ligt.

Omdat de milieuklassen van deze website overeenkomen met de Basiswerken van het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie (NIBE), zijn vermoedelijk ook de levensduren overgenomen uit deze publicaties. Dit is een foutieve overname aangezien in de Basiswerken de milieukosten worden vermenigvuldigd met een factor afhankelijk van de levensduur van het materiaal. Zo worden alle materialen vergeleken voor een levensduur van 75 jaar, ondanks hun werkelijke levensduur, zie '4.2.1.1. NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten: Algemeen' op bladzijde 21 en volgende.

4.1.3. Vergelijkingen

4.1.3.1. Vergelijking tussen levensduurwaarden van SBR (2011) en BCIS (2006)

Beide bronnen zijn opgesteld door een brede groep specialisten die in de praktijk staan.

De BCIS vermeldt in hun publicatie veel meer materialen en materiaalgroepen dan SBR. Een opvallend gemis zijn de isolatiematerialen, die bij SBR wel aanwezig zijn.

Terwijl SBR slechts één referentielevensduurwaarde geeft, is het in de tabellen van de BCIS mogelijk om de typische waarde te situeren tussen een minimum en maximum mediaan.

Bouwmaterialen met een lange levensduur krijgen in het boek van SBR al snel de waarde '100+' toegeschreven, terwijl de publicatie van de BCIS als typische waarde zelden boven 75 jaar gaat. Enkel de 'algemene funderingen' krijgen 100 jaar als typische mediaan. Diezelfde 'algemene funderingen' zijn dan ook de enige component waarbij de maximum mediaan hoger is dan 100 jaar, met name 120 jaar. Al de andere maximum mediaanwaarden zijn kleiner dan of gelijk aan 100 jaar.

Een telling illustreert bovenstaande opmerking: de recentste uitgave van SBR bevat bijna 100 materialen met een referentielevensduur van '100+', terwijl het boek van de BCIS uitgebreider is en slechts één typische en 21 maximum mediaanwaarden bevat groter dan of gelijk aan 100 jaar.

Als de gebouwde woningen in België geanalyseerd worden, zou SBR wel gelijk kunnen hebben door aan veel materialen een levensduur van '100+' toe te kennen. Deze materialen kunnen hun hoge levensduur uiteraard enkel bereiken als de woning ook meer dan 100 jaar in gebruik blijft. Als deze woningen al vroeger gesloopt worden, zal de Britse norm dichter bij de realiteit liggen.

In deze masterproef wordt echter de nadruk gelegd op het gebruik van materialen tot het einde van hun levensduur, dus met vervroegde sloop wordt geen rekening gehouden.

De volledige vergelijking van de levensduur van materialen die in de bronnen voorkomen is te vinden in '25.1. Bijlage: Vergelijking van de levensduurwaarden in de verschillende publicaties' op bladzijde 239 en volgende.

4.1.3.2. Vergelijking tussen levensduurwaarden van SBR (2011) en MilieuAdviesWinkel.be

In het boek van SBR wordt voor de vloerisolatie aan een celluloseplaat en aan resolschuim een levensduur van 30 jaar toegekend. MilieuAdviesWinkel.be geeft voor beide materialen 75 jaar als richtwaarde. Daarbovenop wordt er bij MilieuAdviesWinkel.be geen onderscheid gemaakt tussen vloeren op volle grond of vloeren op een tussenverdieping.

Ook voor gevelisolatie kunnen enkele grote verschillen opgemerkt worden. Cellulose (30 jaar volgens SBR) en kokosplaat (40 jaar volgens SBR) krijgen op de website van MilieuAdviesWinkel de maximale waarde van 75 jaar.

Op gebied van dakisolatie valt op dat MilieuAdviesWinkel geen onderscheid maakt tussen een plat dak en een hellend dak, terwijl andere bronnen dat wel doen. Resolschuim krijgt in het boek van SBR een levensduur toegekend van 20 jaar en 30 jaar voor respectievelijk een plat en een hellend dak. MilieuAdviesWinkel maakt dit onderscheid niet en geeft resolschuim een levensduur van 75 jaar. Ook vlaswol, 30 jaar volgens SBR, krijgt deze maximale levensduurwaarde.

Het is dus al snel duidelijk dat MilieuAdviesWinkel.be geen bruikbare bron is voor levensduurwaarden. De maximaal toegekende waarde van 75 jaar staat vermeld voor bijna alle materialen.

4.1.4. Maximale levensduur

Onderstaande alinea is een herwerking van een stuk tekst uit de masterproef van Sari Boer (juni 2012).

Via een vragenlijst aan aandeelhouders van de weblog op de website 'bestaandewoningbouw.nl' polste Haiko van Nunen, adviseur duurzaam voorraadbeheer bij BouwhulpGroep in Nederland, naar de levensduur van woningen. Hij deed dit in het kader van zijn promotieonderzoek naar de factormethode (2008). Door een groep mensen met verschillende (bouw)achtergronden te ondervragen wordt in ieder geval een breed beeld verkregen. Aan de aandeelhouders werd gevraagd wat volgens hen de te verwachten levensduur van een woning is. De schattingen van de experts varieerden van 55 tot ruim 500 jaar. Het rekenkundig gemiddelde hiervan ligt op 147,6 jaar. Worden de buitenste twee waarnemingen (zowel positief als negatief) buiten beschouwing gelaten, dan komt dit uit op een gemiddelde van 120,8 jaar. Op basis van deze uitkomst kan in ieder geval gesteld worden dat een gemiddelde levensduur van een gebouw minimaal 120 jaar is.

4.1.5. Besluit bronnen i.v.m. levensduur

Het is belangrijk dat er naar praktijkwaarden gekeken wordt. Theoretische waarden kunnen een verkeerde indruk geven. Daarenboven moet er bij de samenstelling een inspraak geweest zijn van alle mogelijke participanten in de bouwwereld. De recentste publicatie van SBR voldoet aan deze eisen en wordt de gekozen bron om levensduren in op te zoeken. Materialen die niet in deze uitgave vermeld staan, kunnen gezocht of afgeleid worden uit de andere boeken.

Omdat veel bronnen een bovengrens stellen aan de levensduur, blijft het moeilijk om aan elk materiaal in een bepaalde toepassing een correcte levensduur toe te kennen. In deze masterproef wordt de maximale waarde van 100+ jaar uit het boek van SBR verhoogd tot 120 jaar, wat overeenkomt met de gemiddelde levensduur van een gebouw of een woning. Eigenlijk mag die '120 jaar' overal gelezen worden als '> 120 jaar' of 'de levensduur van het gebouw'.

In de toekomst zouden bewoners en gebruikers van woningen en gebouwen een bijdrage moeten kunnen leveren aan de verzameling van levensduurdata. Bij een defect zouden zij, of de gebouwinspectie, de levensduur en de gebruiksomstandigheden digitaal moeten kunnen indienen, zodat België kan werken aan zijn eigen praktijkwaarden voor referentielevensduren.

4.2. Bronnen i.v.m. milieu-impact

4.2.1. Boeken in verband met milieu-impact

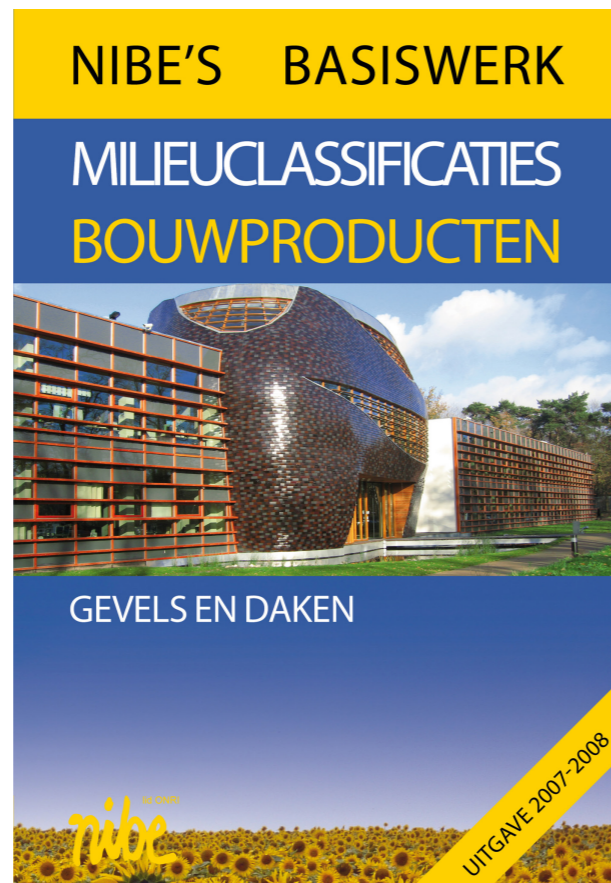
4.2.1.1. NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten: Algemeen

Het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie (NIBE) maakt al sinds 1992 milieuclassificaties. In de beginperiode waren wel enige basisdata van bouwproducten en materialen beschikbaar, maar er was geen duidelijke en wetenschappelijk onderbouwde methode om die data voor vergelijkende onderzoeken en beoordelingen bekend en toegankelijk te maken. Inmiddels bestaat er al sinds enkele jaren een methode om milieudata te verwerken: de LCA-methode van het CML versie 2, de methode van levenscyclusanalyses. CML staat voor 'Centrum voor Milieukunde in Leiden' ('The Institute of Environmental Sciences' in het Engels), een afdeling van de faculteit Wetenschappen van de Universiteit van Leiden, gericht op het multidisciplinaire gebied van milieuwetenschappen. Door middel van het TWIN-model is die LCA-methode geschikt gemaakt voor het uitvoeren van vergelijkend onderzoek en het inzichtelijk maken van de milieueffecten van producten. Daarmee is NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten ontstaan, een standaard werk dat onder-tussen vooral in Nederland en België bekend is en gewaardeerd wordt.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2007) bevat 66 bladzijden met theoretische uitleg over onder andere het TWIN-model. In het kader van deze masterproef wordt hier niet verder op ingegaan. Het uitgangspunt is dat het NIBE zijn uiterste best heeft gedaan om op een correcte manier milieukosten te berekenen. Voor meer uitleg kan de lezer terecht op de website www.nibe.info of in dat Basiswerk.

Hoe wordt de milieubelasting bepaald?

Eerst wordt een functionele eenheid van de materiaalgroep gezocht. Deze vormt een goede basis voor verdere vergelijkingen. De milieubelasting wordt vervolgens bepaald in een levenscyclusanalyse. Daarbij wordt in alle levensfasen van een materiaal gekeken waar welke milieubelasting veroorzaakt wordt. Het begint bij de grondstofwinning en na transport en productie van een product of bouwdeel wordt het in een gebouw ingebouwd. Dan vindt er onderhoud plaats, eventueel renovatie of herbesteding van het gebouw, waardoor



Afbeelding 4: Covers van boeken i.v.m. milieu-impact
Bron: nibe.org

de levensduur verlengd wordt en uiteindelijk komen er einde levensduurscenario's. Daarbij kan het product volledig en op eenzelfde manier hergebruikt worden, of het kan in een andere toepassing hergebruikt worden. Een ander scenario is dat het kan verwerkt worden tot een nieuw product of het kan verwerkt worden tot een nieuwe grondstof. Als laatste scenario kan het afval dat overblijft na de sloop verbrand of gestort worden. In al deze fases ontstaat een milieubelasting in de zin van emissies of afval.

Hoe milieubelasting vermijden?

Om geen milieubelasting te verkrijgen bij de grondstofwinning moet het materiaal uit nagroeibare grondstoffen gewonnen worden of uit de recycling komen. Het oogsten zou ook zonder milieubelasting moeten plaatsvinden. Daarnaast is het belangrijk dat nagroeibare materialen geen landbouwgronden bezetten die voor voedselproductie kunnen gebruikt worden.

Het transport en de verwerking van de grondstof vergt een geringe milieubelasting. Die kan beperkt blijven door de materialen zo zuiver mogelijk te gebruiken. De energie die nodig zou zijn voor een verwerking kan ook duurzame energie zijn waardoor verwerking niet zorgt voor een grote stijging van de milieubelasting. Een andere algemene regel is dat licht construeren de milieubelasting aanzienlijk kan doen afnemen.

Inhoud

Het Basiswerk van het NIBE bestaat uit 5 delen: deel 1 over Draagconstructies, deel 2 over Gevels en Daken, deel 3 over Afwerkingen, deel 4 over Installaties en deel 5 over Energie & Waterbesparing. Deel 4 en 5 worden in deze masterproef over bouwmaterialen niet gebruikt. Daarbovenop bestaat er nog een Tabellenboek met enkel de classificatietabellen uit deel 1 tot en met deel 4 op zakformaat.

In deze boeken zijn de befaamde NIBE Milieuclassificatietabellen per bouwtoepassing opgenomen. De milieueffecten worden uitgedrukt in verborgen milieukosten (in euro) per functionele eenheid. Zo is een duidelijke vergelijking mogelijk. De functionele eenheid staat telkens uitgelegd bovenaan op de classificatietabel van de materiaalgroep.

Deze gegevens worden waar mogelijk aangevuld met informatie over de kosten van het betreffende materiaal of product en de verwerkingskosten. Daarmee kan een goed inzicht verkregen worden van de maatschappelijke kosten van een product, met name de te betalen materiaalkosten, de op de maatschappij overgedragen milieukosten en de verwerkingskosten.

Achter de samenvattende classificatietabellen volgt de milieu-informatie. Daar staat per materiaal of product een samenvatting van de milieu- en gezondheidsaspecten vermeld. Ook wordt er kort uitleg gegeven bij enkele opvallende milieu-eigenschappen die vaak de toegewezen milieuklasse verantwoorden.

De milieuclassificaties geven zowel een absolute als een relatieve beoordeling van de geëvalueerde producten. De beoordeling in verborgen milieukosten is een absolute beoordeling in euro en de beoordeling in milieuklassen is een relatieve beoordeling. De milieuklassen die het NIBE toekent aan de onderzochte materialen bestaan uit een cijfer, van 1 tot en met 7, gevolgd door een letter, van a tot en met c. Klasse 1a is de beste, klasse 7c is de slechtste beoordeling. In de relatieve beoordeling is er altijd een klasse 1a product, namelijk het minst milieubelastend product van de materiaalgroep. De andere klassen krijgen dan boven- en ondergrenzen door de laagste milieukost van de materiaalgroep te vermenigvuldigen met de milieubelastingsfactoren uit 'Tabel 1: De milieubelastingsfactoren van het NIBE' op bladzijde 23.

Tabel 1: De milieubelastingsfactoren van het NIBE

klasse	subklasse	omschrijving	milieubelastingsfactor
1	a	beste keuze	1,00 - 1,10
	b		> 1,10 - 1,32
	c		> 1,32 - 1,90
2	a	goede keuze	> 1,90 - 2,28
	b		> 2,28 - 2,74
	c		> 2,74 - 3,28
3	a	aanvaardbare keuze	> 3,28 - 3,94
	b		> 3,94 - 4,73
	c		> 4,73 - 5,68
4	a	minder goede keuze	> 5,68 - 6,81
	b		> 6,81 - 8,17
	c		> 8,17 - 9,81

klasse	subklasse	omschrijving	milieubelastingsfactor
5	a	af te raden keuze	> 9,81 - 11,77
	b		> 11,77 - 14,12
	c		> 14,12 - 16,95
6	a	slechte keuze	> 16,95 - 20,34
	b		> 20,34 - 24,40
	c		> 24,40 - 29,29
7	a	onaanvaardbare keuze	> 29,29 - 35,14
	b		> 35,15 - 42,17
	c		> 42,17 - 50,61
> 7c			> 50,61

Algemene opmerkingen

Niet alle materialen zijn in de boeken opgenomen. Het is vanzelfsprekend onbegonnen werk om deze berekeningen voor alle bestaande materialen uit te voeren, maar door de hoge complexiteit van de berekeningen is het voor de gebruiker amper mogelijk om de milieukost van een ander materiaal zelf te berekenen of te situeren tussen de gekende milieukosten.

De berekeningen zijn gebaseerd op de technische levensduur, waarbij door het NIBE als uitgangspunt gekozen wordt dat de levensduur van een gebouw ongeveer 75 jaar bedraagt. Sommige materialen en producten kunnen deze levensduur met gemak overstijgen, maar worden toch op dit maximum vastgelegd. Andere hebben een kortere levensduur. Hun milieukost wordt dan vermenigvuldigd met een factor '75 / [levensduur van dat materiaal]'. Helaas staat de levensduur die gebruikt wordt voor de berekening van de milieukost van een materiaal nergens vermeld. De vermelde milieukosten moeten dus gezien worden als een gemiddelde over 75 jaar. Het NIBE kiest voor deze min of meer willekeurige levensduur van 75 jaar omdat levensduur-catalogi de maximale levensduur aangeven met '> 75 jaar'. Dit is momenteel niet meer het geval aangezien er bronnen zijn met '> 100 jaar' als maximale levensduur. Bovendien is het veel beter om te werken met praktische levensduurwaarden. Deze zijn veel realistischer dan de technische levensduur. Een update van de levensduurwaarden lijkt noodzakelijk.

Voor de bouwkosten ligt de gebruikte methode jammer genoeg helemaal anders. Dit komt aan bod bij de bronnen van bouwkosten, zie '4.3.1.1. NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten' op bladzijde 35 en volgende.

Extra informatie over het product zit in de recentste publicaties al wat vaker in de naam verwerkt, maar meestal is bijvoorbeeld de doorsnede of dikte enkel terug te vinden in de functionele eenheid van de milieu-informatie. Het zou beter zijn om een kolom met deze informatie toe te voegen aan de overzichtelijke classificatietabel om snelle vergelijkingen nog gegronder te laten verlopen. Deze extra kolom is wel aanwezig op de zelfgemaakte materiaalbladzijden, zie '7. Materiaalbladzijden per materiaalgroep' op bladzijde 57 en volgende.

Het NIBE vermeldt in de handleiding van hun Basiswerk 'Eenieder zou over deze kennis moeten kunnen beschikken voordat er gebouwd of verbouwd gaat worden'. Ze hebben gelijk, maar spijtig genoeg zijn hun boeken en abonnementen nogal duur en daardoor niet voor iedereen toegankelijk.

De indeling in (sub)klassen die het NIBE gebruikt is door het soms grote bereik van een subklasse niet volledig correct. De getalwaarde van de milieukost is exacter te vergelijken. Als de grenswaarde tussen 3c (is nog te gebruiken) en 4a (wordt afgeraden) bijvoorbeeld op € 6 ligt, zal een materiaal met een milieukost van € 5,95 wel en een materiaal met een score van € 6,05 niet aangeraden worden. Het verschil tussen beide is echter miniem.

Verder zijn de intervallen niet lineair verdeeld. Het verschil tussen 1c en 2c is, zoals te zien in 'Tabel 1: De milieubelastingsfactoren van het NIBE' op bladzijde 23, kleiner dan het verschil tussen 4b en 5b, terwijl beide maar één klasse (= 3 subklassen) verschillen. Dit heeft zeker voordelen, maar het is heel belangrijk dat de gebruiker beseft heeft van de niet lineaire schaalverdeling. Daarom wordt verder in de vergelijkingen tussen materialen binnen een materiaalgroep enkel gewerkt met de getalwaarde van de milieukost en niet met de klassen.

Deze vergelijkingen mogen dan wel enkel plaatsvinden tussen materialen binnen eenzelfde materiaalgroep en uit eenzelfde publicatie. Dit is zo omdat de klassen per materiaalgroep een andere basis hebben voor de intervallen, afhankelijk van de laagste milieukost. Hierdoor kan een spouwisolatiemateriaal op gebied van milieukost niet vergeleken worden met een dakisolatiemateriaal. Er moet dan terug overgegaan worden op de klassen. Het spouwisolatiemateriaal heeft bijvoorbeeld klasse 2b, waardoor het ten opzichte van andere spouwisolatiematerialen meer aan te raden is dan het dakisolatiemateriaal met klasse 3a ten opzichte van andere dakisolatiematerialen.

Voor de vergelijking van het milieu-effect van eenzelfde materiaal in twee verschillende publicaties van het NIBE moet om dezelfde reden gekeken worden naar de klassen. Op de materiaalbladzijden, zie '7. Materiaalbladzijden per materiaalgroep' op bladzijde 57 en volgende, zal ook een kolom aanwezig zijn die deze vergelijking becijfert op basis van het aantal gestegen of gedaalde subklassen. Dit heeft dan weer als nadeel dat '> 7c' een heel ruime milieuklasse is. Een materiaal dat een aantal subklassen stijgt tot '> 7c' of een aantal subklassen daalt vanaf '> 7c' zal in milieukost een veel grotere sprong maken. Om dit aan te duiden worden deze verschillen in subklassen tussen aanhalingstekens geplaatst.

Tabel 2: Voorbeelden van milieuklasseverschillen van of naar '> 7c'

materiaalgroep	product	milieu-kost	NIBE 2007	vgl.	NIBE 2012	milieu-kost	bovengrens 7c
spouwisolatie	schapenwol	€ 0,61	1a	" +24 "	>7c	€ 64,49	€ 28,85
vloerisolatie	schapenwoldeken	€ 0,56	3a	" +15 "	>7c	€ 69,78	€ 29,86
gevelbekleding hout	meranti delen (alkyd) (sb)	€ 85,91	>7c	" -2 "	7b	€ 36,89	€ 59,72
gevelbekleding metaal	koper (felsgevel)	€ 37,96	7b	" +2 "	>7c	€ 57,53	€ 55,16
vloerafwerking	tropisch hardhout delen (sb)	€ 62,52	>7c	" -1 "	7c	€ 24,80	€ 32,90

De waarden in de laatste kolom worden berekend door de beste milieukost van die materiaalgroep te vermenigvuldigen met 50,61. Dit is de milieubelastingsfactor voor de bovengrens van subklasse 7c, zie 'Tabel 1: De milieubelastingsfactoren van het NIBE' op bladzijde 23. De milieukost is zelden slechts een beetje hoger dan deze bovengrens, vaak is ze (meer dan) het dubbele.

Boekvorm

Het NIBE koos in 2006 voor een vastbladig systeem via pocketboeken, vooral omdat voor veel abonnees een losbladig systeem uiteindelijk een probleem blijkt. Steeds nieuwe onderdelen invoegen vraagt veel discipline en zorgvuldigheid.

Algemene raadgeving

Het NIBE hoopt met deze Basiswerken een bijdrage te kunnen leveren om de materiaalgebonden milieubelasting van gebouwen te verminderen. Dit kan door architecten, bouwers en ontwikkelaars te stimuleren om materialen uit de milieuklassen 1 tot en met 3 te kiezen en andere oplossingen slechts in uitzonderingsgevallen te accepteren. Er bestaan namelijk bijna altijd goede alternatieven.

Veel voorkomende afkortingen

sb = standaard bosbouw
db = duurzame bosbouw

4.2.1.2. NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2007)

Dit is het enige Basiswerk met een uitgebreid hoofdstuk over de gebruikte theorie bij de berekening van de milieuclassificaties. Ondanks de hoge complexiteitsgraad van die theorie is het voor de gebruiker toch mogelijk om snel enkele basisprincipes op te zoeken of te lezen.

Een klein nadeel van deze uitgave is de volgorde van de bladzijden met milieu-informatie. De milieu- en gezondheidsgegevens staan gelukkig wel gegroepeerd per materiaalgroep, maar binnen die materiaalgroep zijn de materialen alfabetisch gerangschikt en niet volgens stijgende milieukost. Omdat de gebruiker tijdens de zoektocht toch eerst naar de samenvattende classificatietabellen kijkt, vindt hij daar per materiaal de verwijzing naar de bladzijden met milieu-informatie. Het is dan logischer om op de volgende bladzijde het eerstvolgende voor het milieu slechter materiaal te vinden in plaats van alfabetisch de eerstvolgende materiaalnaam.

De classificatietabellen bevatten geen foutieve vermeldingen van milieuklassen maar bij de materiaalgroepen 'funderingen op palen' en 'verdiepingsvloeren' staan foute verwijzingen naar bladzijden verder in het Basiswerk.

Als referentie vermelden bijna alle functionele eenheden de 'NOVEM Referentie Doorzonwoning'. NOVEM staat voor Nederlandse Onderneming Voor Energie en Milieu. Deze woning bezit een begane grond met 2 verdiepingen met globale afmetingen 5 meter bij 10 meter. Een doorzonwoning is de aanduiding voor een woning die veel gebouwd werd in Nederland in de twintigste eeuw. De naam is afgeleid van het feit dat de woonkamer over de gehele diepte van het huis doorloopt. De woonkamer heeft dan ook twee ramen, één aan de voorkant en één aan de achterkant, zodat de zon door de hele kamer kan schijnen.

Inhoud

- | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| 1. Bodemafluiters | 9. Elementenwanden (plaatmaterialen) |
| 2. Vloeren op grondslag | 10. Massieve binnenwanden |
| 3. Fundering op staal | 11. Begane grondvloeren |
| 4. Fundering op palen | 12. Verdiepingsvloeren |
| 5. Binnenspouwbladen | 13. Isolatie vloeren |
| 6. Buitenspouwbladen | 14. Balken en liggers |
| 7. Spouwisolaties | 15. Kolommen |
| 8. Wooningscheidende wanden | |

4.2.1.3. NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 2: Gevels en Daken (2007)

In dit basiswerk is geen theoretische informatie aanwezig in verband met de manier waarop de milieukosten berekend worden.

Als referentie vermelden bijna alle functionele eenheden de 'NOVEM Referentie Doorzonwoning', zie '4.2.1.2. NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2007)' op bladzijde 25. Net als in deel 1 vormt de volgorde van de bladzijden met milieu-informatie een nadeel omdat deze alfabetisch is per materiaalgroep.

De grootste fout is te vinden in de classificatietabellen in het begin van dit boek. Deze onjuiste milieuklassen heb ik zelf opgemerkt tijdens het onderzoek en heb ik voor deze masterproef vanzelfsprekend gecorrigeerd. De classificatietabellen bevatten bij de eerste druk spijtig genoeg fouten. Blijkbaar is er geen of een verkeerde rechtstreekse verwijzing van de classificatietabel naar de milieu- en gezondheidsgegevens per materiaal. Hierdoor is de vermelde milieukost in de classificatietabel wel in overeenkomst met het materiaal, maar de (sub)klasse niet. Bijgevolg was ik verplicht al mijn vergelijkingen opnieuw te controleren en te verbeteren. De (sub)klasse toegekend op de specifieke materiaalpagina met milieu-informatie verder in het Basiswerk is wel correct, want in een latere herdruk in 2008 werden bijna al de verkeerde (sub)klassen in de classificatietabellen gecorrigeerd. Slechts 3 van de 14 classificatietabellen bevat geen fouten in de vermelde milieuklassen. In totaal zijn er 58 verkeerde verwijzingen, meestal slechts enkele subklassen verschil met de correcte milieuklasse. Dit is een spijtige vaststelling omdat veel gebruikers enkel naar de overzichtelijke classificatietabellen kijken, die bij de eerste druk dus foute informatie weergeven. Soms zorgt deze foutieve milieuklasse ervoor dat een materiaal nu juist wel of juist niet aan te raden is.

Tabel 3: Voorbeelden van fouten in de classificatietabellen van NIBE's Basiswerk deel 2 (2007)

materiaal	correct	foutieve vermeldingen in de oude inhoudstafel
isolatie hellend dak		
vlasplaten	1c	er staat verkeerdelijk 1a
kurk (geëxpandeerd)	2a	er staat verkeerdelijk 1c
resol-schuim	2b	er staat verkeerdelijk 2a
polystyreen (geëxpandeerd) (EPS)	2c	er staat verkeerdelijk 2b
polyurethaan (PUR)	5a	er staat verkeerdelijk 2d
gevelbekleding hout		
robinia delen (db)	1b	er staat verkeerdelijk 1a
western red cedar delen (db)	1c	er staat verkeerdelijk 1b

materiaal	correct	foutieve vermeldingen in de oude inhoudstafel
douglas delen (EU - CC - alkyd - db)	2a	er staat verkeerdelijk 1c
meranti delen (alkyd - db)	2b	er staat verkeerdelijk 2a
vuren delen (CC - db)	3a	er staat verkeerdelijk 2b
lariks delen (EU - db)	3b	er staat verkeerdelijk 3a
multiplex okoumé (sb)	6b	er staat verkeerdelijk 3b
meranti delen (alkyd - sb)	>7c	er staat verkeerdelijk 6b

Uit de lijst met fouten is wel te zien dat de milieuklassen in de rechterkolom vaak één rij verspringen met de correcte milieuklasse. De volledige lijst is te vinden in '25.2. Bijlage: Fouten in de classificatietabellen van NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 2: Gevels en Daken (2007)' op bladzijde 246 en volgende.

Inhoud

- | | |
|-------------------------------------|---|
| 1. Trappen | 8. Raamkozijnen buiten |
| 2. Dakbeschot | 9. Deurorpels |
| 3. Isolatie hellend dak | 10. Gevelbekleding hout |
| 4. Isolatie plat dak | 11. Gevelbekleding metaal |
| 5. Deuren buiten (verwarmde zone) | 12. Gevelbekleding kunststof en steenachtige materialen |
| 6. Deuren buiten (onverwarmde zone) | 13. Dakbedekking hellend dak |
| 7. Deurkozijnen buiten | 14. Dakbedekking plat dak |

4.2.1.4. NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 3: Afwerkingen (2008)

In dit basiswerk is beperkte theoretische informatie aanwezig in verband met de manier waarop de milieukosten berekend worden.

Als referentie vermelden sommige functionele eenheden de 'NOVEM Referentie Doorzonwoning', zie '4.2.1.2. NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2007)' op bladzijde 25.

De referentielevensduur die bij draagconstructies en gevels en daken altijd 75 jaar is, wordt hier bij sommige materiaalgroepen verlaagd tot 25 jaar.

Op gebied van milieuklassen zijn er geen fouten te vinden in de classificatietabellen van de herdruk uit 2008. Bij de materiaalgroep 'vloerbedekking' ontdekte ik wel enkele foutieve verwijzingen naar de bladzijden met milieu-informatie.

Inhoud

- | | |
|----------------------------|---------------------------------|
| 1. Deuren binnen | 9. Wandtegels |
| 2. Deurkozijnen binnen | 10. Plinten |
| 3. Trapleuningen * | 11. Dekvloeren |
| 4. Verven (steen) buiten * | 12. Vloerbedekking |
| 5. Verven (hout) buiten * | 13. Vloertegelwerk |
| 6. Wandafwerkingen binnen | 14. Plafondafwerking |
| 7. Verven (steen) binnen * | 15. Verlaagde plafonds * |
| 8. Verven (hout) binnen * | * komt verder niet meer aan bod |

Zoals te lezen komen enkele van deze materiaalgroepen verder niet meer aan bod in deze masterproef. In principe vallen al deze materiaalgroepen onder de noemer 'afwerkingsmaterialen'. Door de oorspronkelijke keuze om enkel ruwbouwmaterialen te analyseren is het mogelijk om deze bron volledig te negeren, maar omwille van het tweede deel van deze masterproef, zie 'Deel 4: Toepassing van levensduurwaarden in massiefbouw' op bladzijde 171 en volgende, en het gebruik van de materiaalbladzijden in andere masterproeven, zie '11.1. Gebruik van de materiaalbladzijden in andere masterproeven' op bladzijde 163, worden enkele materiaalgroepen toch besproken.

4.2.1.5. NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2012)

Het vernieuwde NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1 beschrijft de geactualiseerde en herberekende milieu- en gezondheidsgegevens van bouwproducten. Deze zijn nu gebaseerd op de nieuwe geharmoniseerde Nationale Milieudatabase van Nederland. Verder zijn er diverse aanpassingen gedaan in de productgroepen en de functionele eenheid. Tot slot zijn de milieugegevens - gebaseerd op de in 2010 gerealiseerde Nationale Milieudatabase - aangevuld met een aantal milieueffecten zoals landgebruik, ecologie, gezondheid, hinder ten gevolge van stank, geluid door wegtransport, geluid door productieprocessen, licht en kans op calamiteiten ... Deze aanvullingen zijn belangrijk om een compleet beeld te krijgen. Daarmee zijn alle classificatietabellen en achterliggende data weer geheel vernieuwd en up-to-date.

In deze uitgave zijn naast de gebruikelijke milieuclassificaties en gezondheidsgegevens ook de Bron tot Bron (B2B) gegevens per product toegevoegd. De B2B factor probeert een brug te slaan tussen het LCA-rekenen van het TWIN-model en het Cradle to Cradle (C2C) principe. De factor waarin B2B wordt uitgedrukt zegt iets over de mate waarin een materiaal of product voldoet aan het Cradle to Cradle (C2C) principe. Het is een classificatiecriterium dat voornamelijk verband houdt met de recycleerbaarheid van het bouwproduct. Voor het berekenen van de B2B factor worden zoveel mogelijk dezelfde uitgangspunten gebruikt als voor het C2C principe. Met deze toevoeging is dus in één oogopslag te zien hoe C2C - of beter gezegd - hoe B2B een product is.

Ook nieuw in deze uitgave zijn de resultaten van constructietypes voor appartementen, rijwoningen en kantoren. Er zijn nu een groot aantal verschillende draagconstructievarianten opgenomen met verschillende overspanningen en verdiepingaantallen.

In dit Basiswerk is geen theoretische informatie aanwezig in verband met de manier waarop de milieukosten berekend worden.

Als referentie vermelden bijna alle functionele eenheden de 'Agentschap NL Referentie Rijwoning'. Deze woning bezit een begane grond met 2 verdiepingen met globale afmetingen 5 meter bij 10 meter. Het is een herwerking van de NOVEM Referentie Doorzonwoning die in de oudere publicaties wordt gebruikt.

De milieu- en gezondheidsgegevens staan per materiaalgroep gerangschikt volgens milieukost, wat communicatiever is dan een alfabetische rangschikking.

Inhoud

1. Bodemafluiters	13. Constructie app., 7 lagen stramien 7,2 m *
2. Fundering op staal	14. Constructie app., 12 lagen stramien 5,4 m *
3. Funderingspalen	15. Constructie app., 12 lagen stramien 7,2 m *
4. Woningsscheidende wand	16. Constructie kantoor, 3 lagen stramien 5,4 m *
5. Vloerisolatie	17. Constructie kantoor, 3 lagen stramien 7,2 m *
6. Begane grondvloer	18. Constructie kantoor, 3 lagen stramien 10,8 m *
7. Verdiepingsvloer (overspanning 5,4 m)	19. Constructie kantoor, 8 lagen stramien 5,4 m *
8. Verdiepingsvloer (overspanning 7,2 m)	20. Constructie kantoor, 8 lagen stramien 7,2 m *
9. Constructie eengezinswoning, stramien 5,4 m	21. Constructie kantoor, 8 lagen stramien 10,8 m *
10. Constructie app., 4 lagen stramien 5,4 m *	22. Constructie kantoor, 15 lagen stramien 5,4 m *
11. Constructie app., 4 lagen stramien 7,2 m *	23. Constructie kantoor, 15 lagen stramien 7,2 m *
12. Constructie app., 7 lagen stramien 5,4 m *	24. Constructie kantoor, 15 lagen stramien 10,8 m *

* komt verder niet meer aan bod

Omdat er uitgegaan wordt van bouwmaterialen in woningbouw worden alle constructiematerialen voor appartementsbouw en kantoorbouw verder niet meer besproken.

4.2.1.6. NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012)

Deze speciale editie bevat alle classificatietabellen van de uitgekomen Basiswerken deel 1 tot en met 4. Het NIBE heeft besloten tot een zakboekuitgave van alle tabellen in één boek omdat daar al jaren vraag naar is. Hierin vindt de gebruiker al de essentiële informatie gebundeld in een handig formaat. Het is weliswaar niet mogelijk om te achterhalen waarom een bepaalde milieuklasse is toegekend en er is geen controle mogelijk van de vermelde waarden omdat er geen milieu-informatie te vinden is. Er wordt dus van uitgegaan dat alle vermelde milieuklassen en milieukosten correct zijn. Ook extra informatie zoals bijvoorbeeld de diktes van

de geanalyseerde isolatiematerialen is afwezig. Omdat de vloerisolatiematerialen in NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies dezelfde dikte krijgen in 2007 en 2012, lijkt het geoorloofd om dit voor de andere (isolatie)materialen ook te doen.

In dit basiswerk is geen theoretische informatie aanwezig in verband met de manier waarop de milieukosten berekend worden.

Als referentie vermelden bijna alle functionele eenheden de 'Agentschap NL Referentie Rijwoning'. Deze woning bezit een begane grond met 2 verdiepingen met globale afmetingen 5 meter bij 10 meter. Het is een herwerking van de NOVEM Referentie Doorzonwoning die in de oudere publicaties wordt gebruikt.

Er zijn enkele fouten of onduidelijkheden te vinden in de classificatietabellen. Op bladzijde 98 bevat de materiaalgroep 'buitenspouwblad' twee keer het product 'baksteenmetselwerk'. Beide krijgen dezelfde milieuklasse en milieukost, dus het is gewoon een dubbele vermelding. Op bladzijde 102 daarentegen staat in de materiaalgroep 'gevelbekleding metaal' eens het product 'aluminium vlak; sandwich-kunststof kern' (€ 20,45 - 6b) en het product 'aluminium vlak (sandwich-kunststof kern)' (€ 28,03 - 7a). Een gelijkaardig probleem is te vinden op bladzijde 150 in de materiaalgroep 'dakgoten'. Daar staat het product 'PVC; bakgoot' twee keer vermeld, eens met € 1,53 - 2b en eens met € 3,30 - 3c. In beide gevallen is het moeilijk of zelfs onmogelijk om te achterhalen welke waarden correct zijn.

Inhoud

1. Bodemafluiters	39. Brandwerende bekleding *
2. Begane grondvloer	40. Geluidabsorberende afwerking *
3. Fundering op staal (balken en stroken)	41. Buitenspouwblad
4. Funderingspalen	42. Vliesgevelpaneel *
5. Binnenspouwblad	43. Gevelbekleding hout
6. Plaatmateriaal elementwand	44. Gevelbekleding metaal
7. Profielen elementwand *	45. Gevelbekleding kunststof/steen
8. Massief niet dragende binnenwanden	46. Spouwisolatie
9. Woningsscheidende wand	47. Isolatie elementwand *
10. Verdiepingsvloer (overspanning van 5,4 m)	48. Plinten
11. Verdiepingsvloer (overspanning van 7,2 m)	49. Schilderwerk (buiten) *
12. Trappen woningbouw	50. Wandafwerking (binnen)
13. Constructie eengezinswoning, stramien 5,4 m	51. Schilderwerk (binnen) *
14. Constructie app., 4 lagen, stramien 5,4 m *	52. Wandtegelwerk
15. Constructie app., 4 lagen, stramien 7,2 m *	53. Dekvloer
16. Constructie app., 7 lagen, stramien 5,4 m *	54. Vloerafwerking
17. Constructie app., 7 lagen, stramien 7,2 m *	55. Vloertegelwerk
18. Constructie app., 12 lagen, stramien 5,4 m *	56. Vloerisolatie
19. Constructie app., 12 lagen, stramien 7,2 m *	57. Profielen systeemplafonds *
20. Constructie kantoor, 3 lagen, stramien 5,4 m *	58. Verlaagde plafonds *
21. Constructie kantoor, 3 lagen, stramien 7,2 m *	59. Plafondafwerking
22. Constructie kantoor, 3 lagen, stramien 10,8 m *	60. Dakrand-boeiboord
23. Constructie kantoor, 8 lagen, stramien 5,4 m *	61. Dakbedekking plat dak
24. Constructie kantoor, 8 lagen, stramien 7,2 m *	62. Dakbedekking hellend dak
25. Constructie kantoor, 8 lagen, stramien 10,8 m *	63. Isolatie plat dak
26. Constructie kantoor, 15 lagen, stramien 5,4 m *	64. Isolatie hellend dak
27. Constructie kantoor, 15 lagen, stramien 7,2 m *	65. Buitenriolering *
28. Constructie kantoor, 15 lagen, stramien 10,8 m *	66. Binnenriolering per meter *
29. Raamkozijn (buitengevel)	67. Dakgoten
30. Deurkozijn (buitengevel)	68. Hemelwaterafvoer *
31. Deur (buitengevel)	69. Waterleiding per meter *
32. Puivulling*	70. Gasleiding per meter *
33. Vensterbanken	71. Lucht distributieleidingen per meter *
34. Raamkozijn (binnen)	72. Elektraleiding per meter *
35. Deurkozijn (binnen)	73. Toiletcombinaties *
36. Binnendeur	74. Erfafscheidingen *
37. Ballustrades *	75. Privacyschotten *
38. Lichtkoepels *	76. Terreinverhardingen *

* komt verder niet meer aan bod

4.2.1.7. Bundels van Stad Gent (2010)

In de detailboekjes van Stad Gent staan veel soorten isolatiematerialen duidelijk omschreven. Bij elk isolatiemateriaal staan verdere specificaties, onder andere de warmtegeleidingscoëfficiënt, volumemassa, soortelijke warmte en ook de NIBE classificatie. Bij de classificaties staat per isolatiemateriaal duidelijk vermeld waar de isolatie wordt toegepast: in een plat dak, een vloer, een hellend dak of een spouwmuur. Want het NIBE kent afhankelijk van de toepassing aan eenzelfde isolatiemateriaal een andere (sub)klasse toe. Als bron werd NIBE 2007 gebruikt, welke intussen gedateerd is. Voor de nieuwe herdruk in april 2012 werd de gelegenheid aangegrepen om de teksten te herwerken. Deze waren in de verschillende boekjes soms teveel copy paste. De waarden van de milieuklassen werden echter niet aangepast aan NIBE 2012. Dit werd ook via mail bevestigd door Elisabeth Kuijken.

4.2.2. Websites in verband met milieu-impact

4.2.2.1. MilieuAdviesWinkel.be

Op de website van MilieuAdviesWinkel wordt vaak verwezen naar het NIBE, maar meestal niet letterlijk naar een milieuklasse. De aanbevelingen zijn eerder in de zin van '... scoort zeer goed als milieuvriendelijk materiaal'. Enkel bij de gevelbekledingen zijn letterlijk (sub)klassen van het NIBE te vinden. Deze komen overeen met de Basiswerken uitgegeven in 2007 en kregen geen update na de verschijning van de herwerkte Basiswerken in 2012.

4.2.3. Vergelijkingen

4.2.3.1. Vergelijking tussen NIBE's oude en recente Basiswerken

Hier worden de oude Basiswerken (2007 en 2008) vergeleken met de herwerkte Basiswerken (2012). Bij deze vergelijking zijn opvallend veel grote verschillen merkbaar. Onderstaande tabel geeft een lijst van alle materialen die in de versie van 2012 méér dan vier subklassen verschillen ten opzichte van de vorige uitgave. De keuze om de grens van vermelding op vier subklassen vast te leggen is niet echt wetenschappelijk of technisch te verantwoorden. Tijdens het onderzoek bleek dat de lijst te lang zou worden als de grens voor vermelding lager zou liggen. Verder bleken essentiële materialen uit de lijst te ontsnappen als de grens hoger zou liggen.

Opvallend is de sterke stijging (is niet meer aan te raden) van schapenwol en de daling (is nu wel aan te raden) van beton en PUR. Voor deze wijzigingen is in de boeken weinig tot geen verklaring te vinden. Het is enkel bekend dat alle gegevens in de recentste Basiswerken gebaseerd zijn op de nieuwe Nationale Milieudatabase, aangevuld met gegevens die het NIBE altijd heeft gebruikt maar die niet in de Nationale milieudatabase zijn opgenomen, zoals landgebruik, ecologische aantasting, hinder ... Extra verklaringen moeten gezocht worden door de milieu-informatie uit de publicaties te vergelijken. Ofwel door een verandering van de laagste milieukost waardoor de intervallen van de milieuklassen volgens 'Tabel 1: De milieubelastingsfactoren van het NIBE' op bladzijde 23 mee veranderen.

In 'Tabel 5: Zelfgemaakte vergelijking van de milieuklassen uit de Basiswerken van het NIBE in 2007 en 2012' op bladzijde 30 en volgende staat de materiaalbenaming van beide bronnen die vergeleken worden vermeld. Zo weet de lezer wanneer de bronnen wel of niet exact hetzelfde materiaal bespreken. In de middelste kolom staat aangegeven hoeveel subklassen het materiaal stijgt of daalt.

Tabel 5: Zelfgemaakte vergelijking van de milieuklassen uit de Basiswerken van het NIBE in 2007 en 2012

	2007	vgl.	2012	
Vloeren en trappen				
bodemafsluiters				
schuimbeton	4a	+6	6a	schuimbeton
begane grondvloeren				
(PS)combinatie (broodjes)vloer	5c	-6	3c	combinatie (broodjes)vloer
kanaalplaatvloer	6a	-8	3b	kanaalplaatvloer
ribcassettevloer	6a	-7	3c	ribbenvloer / ribcassettevloer
keramische vloer	6c	-6	4c	keramische vloer

	2007	vgl.	2012	
betonvloer (in 't werk gestort)	7a	-7	4c	in situ betonvloer; 20 % puingranulaat
vloerisolatie				
schapenwoldeken (dikte 125 → 130 mm)	3a	"+15"	>7c	schapenwol
vlas (dikte 130 mm)	3c	-5	2a	vlasplaten (dikte 130 mm)
glaswol (dikte 105 mm)	3c	-8	1a	glaswolplaten (dikte 105 mm)
celluloseplaten (dikte 135 mm)	3c	-8	1a	celluloseplaten (dikte 135 mm)
polystyreenplaten (geëxpandeerd) (dikte 120 mm)	4c	-5	3a	EPS platen (dikte 120 mm)
steenwol (dikte 115 mm)	4c	-7	2b	steenwol platen (dikte 115 mm)
polyurethaan (PUR) (dikte 75 mm)	7a	-13	2c	PURschuim platen (pentaan geblazen) (dikte 75 mm)
dekvloeren				
anhydriet (rogips)	1a	+10	4b	RO-anhydriet
anhydriet (natuurgips)	2a	+7	4b	anhydriet, natuurgips
vloerbedekking				
wol tapijt	3b	"+9"	>7c	wol / PP
wol tapijt	3b	"+9"	>7c	wol / PVC
laminaat	3c	+9	6c	laminaat
synthetisch tapijt	5a	"+9"	>7c	wol / PP
synthetisch tapijt	5a	"+9"	>7c	wol / PVC
katoen / jute tapijt	>7c	"-3"	7a	katoen / jutetapijt
tropisch hardhout delen (sb)	>7c	"-1"	7c	tropisch hardhout; delen / parket (sb)
plinten				
MDF (db)	1a	+5	2c	MDF (db)
MDF (sb)	2c	+8	5b	MDF (sb)
polyesterbeton	5b	+5	7a	polyesterbeton
trappen woningbouw				
beton (prefab)	5b	-5	3c	beton
staal, meranti treden (sb) (open trap)	>7c	"-5"	6b	staal, meranti treden (sb) (open trap)
Wanden				
binnenspouwblad				
beton - gewapend	5b	-6	3b	beton - gewapend
spouwisolatie				
schapenwol (dikte 105 → 120 mm)	1a	"+24"	>7c	schapenwol; incl. dampremende PE-folie (dikte 105 → 120 mm)
polyurethaan (PUR) (dikte 65 → 70 mm)	4c	-6	2c	PUR plaat (pentaan) (dikte 65 → 70 mm)
kurk (geëxpandeerd) (dikte 100 mm)	1b	+7	3c	kurk (geëxpandeerd) (dikte 100 mm)
kokosplaat (dikte 105 mm)	2c	+9	5c	kokosplaat (dikte 105 mm)
gevelbekleding hout				
multiplex okoumé (db)	1a	+6	3a	multiplex okoumé (db)
multiplex vuren (db)	1a	+10	4b	multiplex vuren (db)
meranti delen (alkyd - db)	2b	+5	4a	meranti delen (db)
meranti delen (alkyd - sb)	>7c	"-2"	7b	meranti delen (sb)

	2007	vgl.	2012	
gevelbekleding metaal				
aluminium vlak (gecoat-sandwich alu-kern)	7a	"+4"	>7c	aluminium vlak (sandwich-aluminium kern)
koper (felsgevel)	7b	"+2"	>7c	koper (felsgevel)
gevelbekleding steen en kunststof				
natuursteen platen (graniet)	5a	+5	6c	natuursteen platen (graniet)
massieve binnenwanden (niet dragend)				
glazen bouwstenen	6c	-8	4a	glazen bouwstenen
plaatmateriaal elementwand				
MDF (db)	1a	+5	2c	MDF (db)
MDF (sb)	3a	+8	5c	MDF (sb)
wandafwerkingen binnen				
sputpleister - rogips (dikte 10 mm)	3b	+6	5b	sputpleister - rogips (dikte 10 mm)
vuren delen (sb) (dikte 12 mm)	5a	-9	2a	vuren delen (sb) (dikte 12 mm)
Wandopeningen				
deurkozijnen (buitenwand)				
aluminium	6b	"+5"	>7c	ongeïsoleerd aluminium
tropisch hardhout (volhout - sb)	>7c	"-3"	7a	tropisch hardhout (volhout) (sb)
buitendeuren (onverwarmde zone)				
vlak verzinkt gecoat plaatstaal (geïsoleerd)	4b	-6	2b	plaatstaal panelen; verzinkt en gecoat; PUR vulling; 40 mm
binnendeuren				
hardglas	3c	-5	2a	hardglas
staal (verzinkt gecoat - honingraat)	3c	-5	2a	staal; honingraatvulling; verzinkt en gecoat
raamkozijnen (buitenwand)				
tropisch hardhout (db)	1b	+5	3a	tropisch hardhout; volhout (db)
aluminium verdiept	5b	+7	7c	geïsoleerd aluminium, verdiept renovatie kozijn, 70 % secundair; 130 x 78 mm
aluminium verdiept	5b	"+8"	>7c	geïsoleerd aluminium, verdiept renovatie kozijn; 130 x 78 mm
Daken				
isolatie hellend dak				
schapenwol (dikte 120 mm)	1a	"+24"	>7c	schapenwol (dikte 120 mm)
kurk (geëxpandeerd) (dikte 110 mm)	2a	+9	5a	kurk (dikte 110 mm)
isolatie plat dak				
cellulair glas (grijze stroom) (dikte 140 mm)	4a	-6	2a	cellulair glas (grijze stroom) (dikte 140 mm)
polyurethaan (PUR) (dikte 90 mm)	4b	-9	1b	polyurethaan (PUR) (pentaan) (dikte 90 mm)
dakbedekking hellend dak				
houten shingles-leien (western red redar) (sb)	4b	-5	2c	houten shingles-leien (western red redar) (sb); dubbele dekking
zink (felsdak - staande naad)	6a	-6	4a	zink (felsdak - staande naad)
plafondafwerking				

	2007	vgl.	2012	
rogipspleisterwerk	3c	+6	5c	pleisterwerk: rogipspleisterwerk

In NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2012) maakt men ook enkele nieuwe categorieën die een verbetering zijn ten opzichte van de oudere uitgave. Zo worden de verdiepingsvloeren opgedeeld afhankelijk van hun overspanning. Enkele materialen verdwijnen, nieuwe materialen worden toegevoegd en sommige materialen verspringen van materiaalgroep (bijvoorbeeld bij de gevelbekleding: HPL-plaat en houtvezelcementplaat gaan van 'steen en kunststof' in 2007 naar 'hout' in 2012). Meer vergelijkingen zijn te vinden in '7. Materiaalbladzijden per materiaalgroep' op bladzijde 57 en volgende.

4.2.3.2. Vergelijking tussen NIBE's Basiswerken (2007) en de bundels van Stad Gent (2010)

Een eerste blik tijdens de vergelijking zorgde direct voor een aantal onverklaarbare verschillen. De fout lag echter niet bij Stad Gent. De vergelijking was gebaseerd op de foutieve classificatietabellen in de eerste druk van NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 2: Gevels en Daken (2007). Na correctie van de gegevens blijken alle vermelde milieuklassen in de detailbundels overeen te komen met de eerste Basiswerken in boekvorm (2007). Voor cellulair glas maakt het NIBE echter een opsplitsing in groene en grijze stroom. Deze opsplitsing staat niet vermeld in de detailboekjes.

isolatie plat dak	NIBE 2007 GD	Stad Gent	
cellulair glas (groene stroom)	2c	2c	cellenglas
cellulair glas (grijze stroom)	4a	2c	cellenglas

Als de classificaties vermeld in de bundels zouden vergeleken worden met NIBE 2012, worden vanzelfsprekend dezelfde verschillen aangetroffen als bij de vergelijking tussen NIBE's Basiswerken uit 2007 en NIBE's Basiswerken uit 2012, zie '4.2.3.1. Vergelijking tussen NIBE's oude en recente Basiswerken' op bladzijde 30 en volgende.

4.2.3.3. Vergelijking tussen NIBE's Basiswerken (2007) en MilieuAdviesWinkel.be

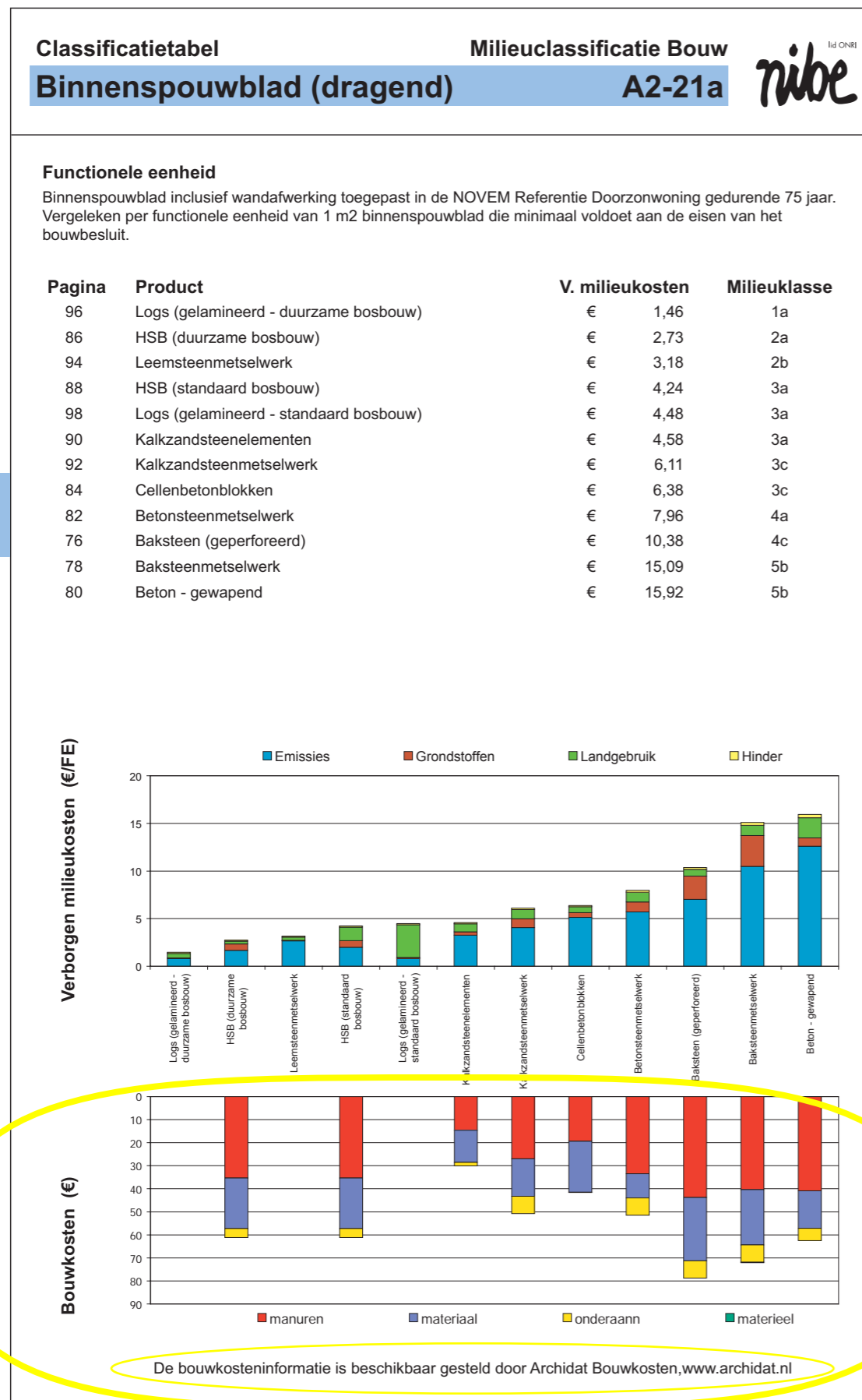
Ook hier zorgde een eerste blik tijdens de vergelijking direct voor een aantal onverklaarbare verschillen. De fout was dezelfde: de vergelijking was gebaseerd op de foutieve classificatietabellen in de eerste druk van NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 2: Gevels en Daken (2007). Na correctie van de gegevens blijken bijna alle vermelde milieuklassen in de detailbundels overeen te komen met de eerste Basiswerken in boekvorm (2007). Ondanks dat in de opdeling van de materialen op de site een duidelijk verband te vinden is met de opdeling die het NIBE gebruikt, zijn er op de website toch twee milieuklassen te vinden die niet overeenkomen met een Basiswerk van het NIBE.

	NIBE 2007	NIBE 2012	MAW
gevelbekleding hout			
meranti delen (alkyd - db)	2b	meranti delen (db)	4a meranti (Europees, afgewerkt met alkydverf, duurzame bosbouw)
gevelbekleding metaal			
staal gecoat (trapezium)	3c	staal gecoat (trapezium)	3b staal gecoat (trapezium)

Daarenboven zijn de waarden nog gebaseerd op de eerste Basiswerken (2007), ondanks het gemak waarmee websites tegenwoordig aangepast kunnen worden. Ook de vermelde uitleg is helemaal niet up to date. Dit is het duidelijkst te zien in de informatieve tekst bij schapenwolisolatie. Op de website van MilieuAdviesWinkel staat 'schapenwol scoort zeer goed als milieuvriendelijk isolatiemateriaal' nog altijd te lezen. Nochtans daalde schapenwolisolatie van milieuklasse 1a in 2007 naar '> 7c' in 2012.

Afbeelding 5: Voorbeeldbladzijde van een classificatietabel van het NIBE
 Bron: NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2007), p. 22

Binnenspouwblad (dragend)
A2-21a



4.2.4. Besluit bronnen i.v.m. milieukost

NIBE's Basiswerken blijken de referentie te zijn. Deze zijn het volledigst en alle andere bronnen zijn op deze boeken gebaseerd. Daarnaast zijn de milieukosten onlangs aangepast, waardoor met recente bronnen gewerkt kan worden. Buitenlandse bronnen missen de link met de Belgische bouwmethodes en -materialen.

4.3. Bronnen i.v.m. bouwcost

4.3.1. Boeken in verband met bouwcost

4.3.1.1. NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten

In de boeken van het NIBE staan, weliswaar enkel in de classificatietabellen in het begin hun Basiswerken, ook bouwcosten. Deze zijn weergegeven in een grafiek, waarbij visueel een handige opsplitsing wordt gemaakt tussen manuren, materiaal, onderaanneming en materieel. De lezer moet de bouwcost per opsplitsing en de totale bouwcost zelf afleiden, er is geen (exacte) waarde uitgetypt, zie 'Afbeelding 5: Voorbeeldbladzijde van een classificatietabel van het NIBE' op bladzijde 34.

Om de bouwcosten te bepalen gebruikt het NIBE de website archidat.nl als bron. Deze bron staat duidelijk vermeld onder elke grafiek met de bouwcosten. Het grote voordeel van de bouwcosten in de publicaties van het NIBE is dat deze zeker bepaald zijn op basis van dezelfde functionele eenheid als de milieukost.

NIBE's Basiswerken hebben echter ook enkele nadelen. Er zijn spijtig genoeg niet van alle besproken materialen bouwcosten beschikbaar. Ook staat bij de bronvermelding geen datum, waardoor de gebruiker maar kan hopen dat de bouwcosten zijn geraadpleegd kort voor de publicatiedatum van het boek. Het recente Tabellenboek met een update van alle milieukosten bevat geen bouwcosten, dus enkel de uitgaven van 2007 en 2008 kunnen voor de zoektocht naar bouwcosten geraadpleegd worden.

Voor de bouwcosten ligt de gebruikte methode helemaal anders dan voor de milieukost. Zoals vermeld in '4.2.1.1. NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten: Algemeen' op bladzijde 21 en volgende houdt de milieukost wel rekening met eventuele vervanging of onderhoud gedurende de vooropgestelde 75 jaar dat het materiaal dienst moet doen. De vermelde bouwcosten zijn ook berekend per functionele eenheid, dus inclusief bevestigingsmaterialen, materieel en de plaatsingskosten. In deze bouwcosten zitten echter niet de kosten van vervanging of sloop van het bouwproduct tijdens de levensduur. Ook worden de cyclische onderhoudskosten zoals bijvoorbeeld verfbeurten niet meegenomen in de vermelde kosten. Daardoor zijn de vermelde bouwcosten in de materiaalgroep niet te vergelijken als er veel verschillen zitten in de levensduren van de vermelde materialen. Deze informatie werd via mail bevestigd door ing. Kamiel Jansen van het NIBE.

De vermelde bouwcosten gaan dus over een éénmalige plaatsing. Het voorstel van het NIBE om een optimaal product te zoeken met betrekking tot ecologie en economie door de milieukost en de bouwcost bij elkaar op te tellen en dan de kleinste waarde te selecteren is dus niet correct. Door hierbij geen rekening te houden met de levensduur van het materiaal worden veel zaken over het hoofd gezien.

- Als het materiaal ook in de praktijk 75 jaar meegaat is er geen probleem.
- Als het materiaal minder dan 75 jaar meegaat wordt enkel de milieukost op 75 jaar gebracht. De bouwcost moet dan nog herrekend worden naar 75 jaar. Hierbij moet met gehele getallen vermenigvuldigd worden, want een materiaal dat 50 jaar meegaat kan geen anderhalve keer geplaatst worden. In dit geval moet de bouwcost dus verdubbeld worden, met als opmerking dat als gevolg daarvan een materiaal met een levensduur van 50 jaar na de eerste vervanging maar 25 jaar meer op zijn plaats zal blijven. Het is dus beter om als vervangend materiaal iets te kiezen met de nodige levensduur.
- Als het materiaal langer dan 75 jaar meegaat wordt enkel de milieukost op 75 jaar gebracht. Een materiaal met een langere levensduur is goedkoper als het wel degelijk langer dan 75 jaar op zijn plaats kan blijven. Het moet namelijk minder vlug vervangen worden en kan misschien de hele levensduur van het gebouw zijn functie vervullen.

4.3.1.2. Aspen Index Pro - Gebouwen voor bewoning

Deze bron bevat meer dan 500 bladzijden met materialen en bijhorende bouwcosten. Het is een eenheids-prijzenlijst voor aannemingswerken die dient als hulpmiddel om gebouwen vanaf de eerste ontwerpfase kostprijzbewust te ontwikkelen. De inhoud en nummering is aangepast aan de BB/SfB classificatie, grafisch weergegeven op 'Afbeelding 6: BB/SfB classificatiemethode' op bladzijde 36. Het is duidelijk dat in deze

Afbeelding 6: BB/SfB classificatiemethode

SfB staat voor Samarbetskommittén för Byggnadsfrågor, de naam van een commissie, in Zweden opgericht in 1947 om methoden te zoeken voor meer effectieve coördinatie van leden van het bouwteam. Het kan vertaald worden als 'Coördinatiecommissie voor de bouwnijverheid'. In België is het BB/SfB de officiële versie van het SfB systeem.

Bron: Aspen Index - Gebouwen voor bewoning (2005)

BB/SfB* - classificatiemethode

Tabel 1 - bouwelementen	(A3u)
	2006

	onderbouw		bovenbouw	
(0-) Terreinen, projecten	(1-) bodem, onderbouw	(2-) primaire elementen van bovenbouw	(3-) secundaire elementen, afsluitende elementen, van de bovenbouw	(4-) afwerking
	(10) - voorbehouden -	(20) - voorbehouden -	(30) - voorbehouden -	(40) - voorbehouden -
(11) bodem		(21) buitenwanden primaire elementen	(31) secundaire elementen	(41) buitenafwerking
(12) - voorbehouden -		(22) binnenwanden primaire elementen	(32) secundaire elementen	(42) binnenafwerking
(13) lagen en vloeren op volle grond		(23) vloeren, galerijen, balkons, loopbruggen primaire elementen	(33) secundaire elementen	(43) afwerking
(14) - voorbehouden -		(24) elementen voor verticale circulatie, trappen primaire elementen	(34) secundaire elementen	(44) afwerking
(15) - voorbehouden -		(25) - voorbehouden -	(35) plafonds opgehangen plafonds	(45) afwerking
(16) funderingen		(26) - voorbehouden -	(36) - voorbehouden - keermuren	(46) - voorbehouden -
(17) paal funderingen damplanken		(27) daken primaire elementen	(37) secundaire elementen	(47) buitenafwerking
(18) hoger niet genoemde elementen van (1-)		(28) draagstructuren, hoger niet genoemde elementen van (2-) primaire elementen	(38) secundaire elementen	(48) afwerking
(19) hulpstukken en onderdelen voor elementen van (1-)		(29) hulpstukken en onderdelen voor elementen van (2-)	(39) hulpstukken en onderdelen voor elementen van (3-)	(49) hulpstukken en onderdelen voor elementen van (4-)

*pictogrammen aangepast voor BB/SfB

eenheidsprijzenlijst geen absolute maar wel gemiddelde waarden zijn opgenomen. Er zijn vanzelfsprekend veel projectgebonden elementen die voor een prijsverandering ten opzichte van het gemiddelde kunnen zorgen, zie '3.4. Bouwkost als invloedsfactor' op bladzijde 13.

De auteurs kennen aan deze boeken volgende eigenschappen toe:

- Maximaal en gedetailleerd: maximale kostengegevens omtrent marktprijzen voor aannemingswerken. Het ganse bouwproces uitgebreid en gedetailleerd doorgelicht vanaf voorbereidende werkzaamheden tot volledige afwerking en terreinaanleg. Alle eenheidsprijzen gedetailleerd onderbouwd. Arbeids-tijden laten toe de impact van uitvoeringsvarianten op de planning te berekenen.
- Logische opbouw / indeling: de SfB classificatiemethode, zie 'Afbeelding 6: BB/SfB classificatiemethode' op bladzijde 36, zorgt voor een logische structuur en transparante opbouw. De samenvattende inhoudstabel met doorlopende paginanummering geeft een globaal overzicht van alle volumes. U weet steeds wat waar te vinden. Een uitermate complete en toch overzichtelijke serie die u veel tijd laat besparen.
- Altijd up-to-date: materiaal en materieelprijzen, uurlonen, arbeidsnormen, indexen, inproductiviteitsvariabelen en tal van andere parameters worden zodra nodig aangepast. Alle uitgaven worden regelmatig herdrukt in kleine oplagen. Uw garantie voor de meest volledige en actuele informatie.
- All-in marktprijzen: programmawijzigingen, meerwerken, planaanpassingen, enz. Een snelle beslissing dringt zich vaak op om de continuïteit van het bouwproces te verzekeren. Met een verhoogde druk op planning en kostenbewaking groeit ook de vraag naar objectieve criteria. Een snelle prijsstoetsing en een optimale evaluatie worden mogelijk door een maximaal aantal parameters te verrekenen. Steeds all-in prijzen, enkel de BTW bijtellen en klaar.
- Steeds vernieuwend: genummerde edities introduceren steeds nieuwe onderwerpen en ontwikkelingen.
- Objectieve marktprijzen: uit principe volkomen onafhankelijk en ongekleurd, zonder enige inmenging van belangengroepen of commerciële bindingen met leveranciers. Enkel absoluut objectieve marktprijzen geven uw prijsonderhandelingen en argumentaties het nodige draagvlak. Een solide basis voor geslaagde onderhandelingen.
- Regionale prijsverschillen: door iedereen onderkend maar niet gekend. Een maximale invulling van relevante parameters is meer dan ooit een absolute must bij een succesvolle bouwkostenberekening. Uw prijsberekening moet optimale aansluiting vinden bij de lokale omstandigheden.

De vermelde prijzen zijn zoals hierboven te lezen exclusief BTW. Omdat deze index een zesmaandelijks uitgave is, wordt het telkens op tijd bijgewerkt overeenkomstig de laatste marktontwikkelingen, wat een groot voordeel is.

Een nadeel in het kader van deze masterproef is de uitgave die via contacten ter beschikking was. Na veel rondvragen was het mogelijk de editie van februari 2005 te lenen. Zowel de publicatiedatum als enkele andere tekorten maakten van de Aspen Index een minder evidente bron. De samenvattende inhoudstabel die de auteurs op hun website aanprijzen is in deze verouderde editie nog niet aanwezig. Dat maakt het ingewikkeld om de correcte bouwkosten te vinden. De pagina's zijn enkel per hoofdstuk genummerd, een doorlopende paginanummering ontbreekt. Door het grote aantal bladzijden zou een digitaal document met een zoekfunctie uiteraard gebruiksvriendelijker zijn.

4.3.2. Websites in verband met bouwkost

Relevante Belgische websites met informatie over bouwkosten zijn niet te vinden. Nederland heeft er wel.

4.3.2.1. Archidat.nl = bouwkosten-online.nl

Beide websites komen uit op eenzelfde webpagina. Archidat is opgericht in 1988 en is uitgegroeid tot één van de belangrijkste spelers op het gebied van actuele bouw-informatie. Aangezien een relevante instelling als het NIBE deze bron gebruikt, zal dit zeker een betrouwbare en misschien zelfs de beste bron zijn die te vinden is in Nederland. Als student is het mogelijk om gratis aan te melden, wat een groot voordeel is in het kader van deze masterproef.

Via een communicatieve index met uitklapfunctie kan vrij snel de gezochte map gevonden worden. Dan valt het te hopen dat het materiaal waarover info gewenst is, tussen de vermelde materialen staat. Het uurtarief staat default op 37 euro maar kan handmatig aangepast worden. De getallen naast de materiaalgroepen komen overeen met de SfB classificatie, zie 'Afbeelding 6: BB/SfB classificatiemethode' op bladzijde 36.

De vermelde prijzen zijn exclusief BTW.

4.3.2.2. Livios.be

De redactie van deze website dankt het Architecten- & Ingenieursbureau ASPEN voor de toelating om richtprijzen te publiceren uit hun 'Eenhedsprijzenlijst woningbouw'. Er staat vermeld dat de opgegeven materialen een selectie zijn uit de jongste editie, maar er staat geen jaartal bij. Het uitgangspunt zijn de gemiddelde prijzen bij kleinschalige projecten voor woningen en appartementen. De prijzen zijn inclusief plaatsing en levering (tenzij anders vermeld) en exclusief BTW.

4.3.2.3. Bouwkosten.nl

Deze site stelt zichzelf voor als dé kostenwebsite met meer dan 100 000 onderbouwde calculatiecijfers voor het begroten, calculeren of toetsen van grootschalige- en kleinschalige bouwprojecten én installatiewerken. Een jaarabonnement kost echter 280 euro en er is geen mogelijkheid om als student een goedkoper of gratis jaarabonnement af te sluiten. Bij gebrek aan budget en de beschikbaarheid van andere bronnen wordt deze website in deze masterproef niet gebruikt.

4.3.2.4. Casadata.nl

Deze website biedt, zoals de ontwerpers het zelf verwoorden, betrouwbare kosten en informatie over bouwen, verbouwen, restaureren, renoveren of onderhouden van een woning, gebouw, monument, tuin of terrein. Enkele gegevens zijn gratis te bezichtigen, voor andere is inloggen vereist. Een jaarabonnement kost 148,75 euro. Voor onderwijsinstellingen en daaraan verbonden docenten en studenten geldt voor het inloggen een korting van 30 % als onderwijskorting.

Via enkele gratis te bezoeken tabellen kunnen toch enkele voordelen van deze site opgesomd worden. Voor sommige materialen wordt een duidelijk onderscheid gemaakt, afhankelijk van het aantal gebruikte vierkante meter. In de tabellen is ook een ruim aanbod aan mogelijke diktes aanwezig. De uitleg onder elke tabel met een opsomming van wat is meegerekend en waar nog geen rekening is mee gehouden, werkt heel verduidelijkend. Ook de extra informatie in verband met 'techniek en uitvoering' is interessant. De totale prijs is de som van directe kosten, indirecte kosten en bedrijfsmarge. Het eindtotaal wordt inclusief BTW berekend.

Een nadeel is de povere gebruiksvriendelijkheid: elke keer doorgelinkt wordt via de index moet de webpagina opnieuw laden. Dit is tijdrovend en storend.

Bij gebrek aan budget en de aanwezigheid van andere bronnen wordt deze website in deze masterproef niet gebruikt.

4.3.3. Indexeren

Door het gebruik van meerdere bronnen met een uiteenlopend publicatiejaar of raadpleegjaar, gaande van 2005 tot 2012, zijn er vanzelfsprekend prijsverschillen te vinden in de diverse bronnen voor eenzelfde materiaal. Er is daarin echter geen continuïteit te vinden. Het blijkt dus niet mogelijk om een systeem van waardeaanpassing aan algemene prijsontwikkelingen op te stellen om alle bronnen op een gelijke hoogte (of gelijke datum) te brengen. Onderstaande tabel toont dit aan.

Tabel 6: Vergelijking van de bouwkosten uit verschillende bronnen

materiaal	NIBE (2007)	Aspen (2005)	Livios.be (2012)	Archidat.nl (2012)
vloerisolatie: glaswol (dikte 100 mm)	€ 11,50	€ 15,90	€ 15,75	€ 25,77
vloerisolatie: EPS (dikte 100 mm)	€ 19,58	€ 11,90	€ 16,25	€ 20,60
vloerafwerking: dekvloer (dikte 50 mm)	€ 9,43	€ 11,53	€ 23,20	€ 11,80

Als tegencompensatie en om een goede communicatie na te streven wordt op de zelfgemaakte materiaalbladzijden, zie '7. Materiaalbladzijden per materiaalgroep' op bladzijde 57 en volgende, wel altijd de bron met jaartal vermeld bij de cijferwaarden.

4.3.4. Besluit bronnen i.v.m. bouwkost

Enkel eenheidsprijzen kunnen met elkaar vergeleken worden. De opstelling van een functionele eenheid is van belang. Deze kan naast de materiaalkost ook de plaatsing en het materieel bevatten. Neutrale prijsstelling is een absolute vereiste. De bronnen moeten neutraal zijn en mogen geen verbintenissen hebben met bedrijven.

Het is onmogelijk vast te stellen als de bouwkosten globaal een bepaald aantal procent zijn gestegen. Daarenboven moet per project immers met zoveel factoren, die telkens verschillend zijn, rekening gehouden worden. Vaak hangen prijzen af van de toestand van de economie of de vraag van andere (grote) landen. Soms staat op de prijsoffertes 'dagprijs' vermeld, bijvoorbeeld voor koper, waarvan de prijs gelinkt is aan de beurskoers. Wel zijn er enkele zaken die in alle bronnen terugkomen: gelamineerd hout is bijvoorbeeld duurder dan volhout, dat dan weer duurder is dan multiplex.

Bij alle te gebruiken bronnen zijn de vermelde prijzen exclusief BTW. Het is goed dat de bronnen op deze manier overeenkomen. De gebruiker moet wel beseffen dat hij uiteindelijk meer zal moeten betalen dan de vermelde bedragen.

Er wordt eerst gewerkt met de bouwkosten die vermeld staan in de Basiswerken van het NIBE. Deze worden afgeleid uit de vermelde grafieken. De bouwkosten die niet weergegeven staan in de grafiek worden aangevuld met de andere bronnen. Eerst wordt gezocht op livios.be, vervolgens op archidat.nl en tenslotte in de Aspen Index.

Archidat.nl kan spijtig genoeg niet vaak een antwoord geven op de ongekende bouwkosten in de Basiswerken van het NIBE, aangezien de afwezigheid van deze materialen op de website ook de reden is waarom het NIBE deze bouwkosten niet kan vermelden.

Opmerking: Via medestudent Katrien Van Goethem kwam ik op 31 mei 2012 te weten dat in Nederland aan de totale bouwkost achteraf nog staartkosten toegevoegd worden. Zij had dit vernomen in een gesprek met arch. Mark Sette. Staartkosten omvatten kosten die niet aan een afzonderlijk onderdeel toe te schrijven zijn. Ze bestaan uit de bijkomende kosten die nodig zijn om een project te kunnen realiseren, zoals eenmalige kosten, algemene kosten, winst en risico. Deze kunnen op het einde zorgen voor een toeslag van 15 % op de totaalprijs. In principe moet dus elke bouwkost uit een Nederlandstalige bron vermenigvuldigd worden met 1,15 om rekening te houden met de staartkosten. Pas na deze vermenigvuldiging is een vergelijking met bijvoorbeeld Belgische bouwkosten mogelijk. Het was echter niet haalbaar om op minder dan een week tijd alle bouwkosten en bijhorende grafieken en partiële rangschikkingen, zie '7. Materiaalbladzijden per materiaalgroep' op bladzijde 57 en volgende, aan te passen. Deze aanpassingen zouden er ook voor zorgen dat de analyse van de bouwdetails, zie 'Deel 4: Toepassing van levensduurwaarden in massiefbouw' op bladzijde 171 en volgende, volledig gecontroleerd en aangepast moet worden. In deze masterproef is dus geen rekening gehouden met staartkosten.

4.4. Besluit analyse van bestaande informatie

Het is moeilijk om gratis betrouwbare informatie te vinden. Al de vermelde bronnen vergen veel energie en tijd om de cijferwaarden te verzamelen en tot een bruikbaar geheel te brengen. Dat werk moet vanzelfsprekend terugverdiend worden door de verkoop van boeken of abonnementen.

Boeken hebben enkele grote nadelen: door hun fysieke vorm stralen ze een zekere correctheid of foutloosheid uit. Onder andere in '4.2. Bronnen i.v.m. milieu-impact' op bladzijde 21 en volgende is te lezen dat veel boeken echter ook fouten bevatten, of dat bepaalde waarden verderop in het boek door andere waarden tegengesproken worden.

Ook zijn boeken snel gedateerd omdat het niet mogelijk is ze aan te passen aan nieuwe informatie. Vaak heeft de gebruiker ook geen weet dat er al een nieuwe versie van het boek op de markt is. Hierdoor werkt hij of zij zonder het te beseffen met gedateerd materiaal.

Een gedrukt boek heeft ook geen zoekfunctie. Een digitale versie, die dan wel een zoekfunctie bezit, is zo goed als nooit beschikbaar. Dit is ook logisch, anders kan iedereen dit rondsturen.

Een voordeel is dan weer dat de publicatiedatum zeker vermeld staat, vaak zelfs op de kaft.

Een website heeft dan weer het nadeel dat de waarden te snel als actueel beschouwd worden omdat ze door hun moderne en virtuele verschijningsvorm altijd hedendaagse informatie lijken aan te bieden. Veel sites zorgen echter niet voor updates, waardoor ze even snel dateren als een afgedrukt boek, ondanks het feit dat zij als website gemakkelijk nagekeken en aangepast kunnen worden. Websites vermelden daarbij zelden welke bronnen zij gebruiken, of in welk jaar hun bron gepubliceerd is. Er is dus nood aan een controle van de bestaande informatie en een vermelding van de bronnen op de verschillende websites en in literatuur. Via een zoekmachine of een zoekfunctie op de site is het wel handiger om snel de juiste informatie te vinden.

Ook deze masterproef ondergaat enkele nadelen. Een fout in een groot document is bijna onvermijdelijk en de vermelde cijferwaarden kunnen snel gedateerd zijn.

De milieukost is zo een complexe berekening dat het niet mogelijk is om die zelf te maken. Er moet dus vertrokken worden van materialen waarvoor een milieukost beschikbaar is. Daarvan kan dan de bouwkost en de levensduur opgezocht worden. De functionele eenheid wordt overgenomen van de milieukost en geldt dan ook voor de bouwkost.

Het is zowel op gebied van bouwkost als op gebied van milieukost moeilijk te voorspellen als grotere diktes van bijvoorbeeld isolatiematerialen voor een significante verandering zorgen in een rangschikking op basis van bouwkost of milieukost. De functionele eenheid vermeld in NIBE's Basiswerken refereert in het geval van isolatiematerialen naar verouderde eisen voor de isolatiediktes. Hier wordt echter op verder gewerkt omdat het niet mogelijk is om een betrouwbare manier te vinden om de complexe milieukost aan te passen aan andere isolatiediktes.

5. Vergelijking van de verschillende bouwmaterialen

Dit hoofdstuk dient ter informatie voor de uitwerking van de materiaalbladzijden. Een voorbeeld en een volledige uitwerking is te vinden in respectievelijk '6. Voorbeeld materiaalbladzijde' op bladzijde 51 en volgende en '7. Materiaalbladzijden per materiaalgroep' op bladzijde 57 en volgende.

5.1. Inleiding

5.1.1. Doel van de vergelijking

De doelstelling van deze nieuwe manier van vergelijken is een analyse van de invloed die de levensduur van een bouw materiaal kan hebben op rangschikkingen die reeds gekend zijn.

5.1.2. Materiaal- of elementniveau?

De Bepalingsmethode Milieugerelateerde Materiaalprestatie van Gebouwelementen (MMG), zie '11.5. Bepalingsmethode Milieugerelateerde Materiaalprestatie van Gebouwelementen (MMG)' op bladzijde 165, werkt zoals de naam het zegt op elementniveau. De gevel of vloer wordt hierbij in zijn geheel bekeken, niet laag per laag. Dit zorgt voor een zinvolle vergelijking en biedt de mogelijkheid om extra kwaliteiten of prestaties in rekening te brengen. In deze masterproef wordt gewerkt op materiaalniveau om zo aan de bouwheer of architect de keuze te kunnen geven wat hij combineert. Door informatie te geven op materiaalniveau ontstaan er dus meer samenstellingsmogelijkheden. Als er goed nagedacht wordt over de functionele eenheid is ook op materiaalniveau een gegronde vergelijking mogelijk.

5.1.3. Welke materialen worden vergeleken?

Als gekende rangschikking wordt vertrokken van diegene bepaald door de milieukost. Omdat het niet mogelijk is om zelf milieukosten te bepalen, zie ook '4.4. Besluit analyse van bestaande informatie' op bladzijde 39, worden de materialen uit de Basiswerken van het NIBE overgenomen. Het is vervolgens logisch om ook hun indeling in materiaalgroepen te gebruiken. De Basiswerken bevatten een brede waaier aan bouwmaterialen, dus dit vertrekpunt vormt geen beperking.

5.1.4. Hoe vergelijken?

Het is vanzelfsprekend niet toegelaten om appels met peren te vergelijken. Alle materiaalgroepen krijgen daarom een zo duidelijk mogelijke omschrijving van een functionele eenheid die dient als basis voor een correcte vergelijking. De functionele eenheid is meestal bekeken per vierkante meter of per strekkende meter. De omschrijving wordt zo goed als altijd overgenomen uit de classificatietabellen van het NIBE. Op die manier geldt ze al zeker voor de milieukost.

Er wordt nog met een tweede aspect rekening gehouden: hoe minder invloedsfactoren en hoe sneller visueel een overzicht duidelijk is, hoe beter.

5.1.4.1. Milieukost als eerste invloedsfactor

Zoals reeds vermeld in '4.2.1.1. NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten: Algemeen' op bladzijde 21 en volgende, wordt voor het milieueffect binnen een materiaalgroep uit eenzelfde publicatie gekeken naar de milieukost in euro. Dit geeft een precieze vergelijking dan de milieuklasse.

Tussen verschillende materiaalgroepen of tussen een materiaal in eenzelfde materiaalgroep maar in twee verschillende uitgaven kan moeilijk vergeleken worden op basis van de milieukost omdat de functionele eenheid kan verschillen. Hier geldt daarom enkel het verschil in (sub)klassen.

5.1.4.2. Bouwkost per jaar als tweede invloedsfactor

Voor elk bouw materiaal vermeld in een Basiswerk van het NIBE wordt vervolgens een bouwkost en levensduur gezocht in andere literatuur. Sommige bouwkosten van materialen zijn bepaald op basis van de vermelde gewichten aan basismaterialen (bijvoorbeeld beton en staal), te vinden in de milieu-informatie van het desbetreffende materiaal en vergeleken ten opzichte van andere gekende bouwkosten. Andere bouwkosten

kunnen zonder veel rekenwerk overgenomen worden uit bronnen met een zelfde functionele eenheid. De zoektocht naar levensduren levert minder problemen op. Van veel materialen is in de beschreven literatuur, zie '4.1. Bronnen i.v.m. levensduur' op bladzijde 15 en volgende een levensduur beschikbaar, van andere kan die na wat logisch nadenken afgeleid worden uit gekende waardes.

De bouwkost op zich is een belangrijke invloedsfactor, maar een bouwheer heeft niets aan een goedkoop materiaal dat al snel niet meer voldoet aan zijn functie. Daarom is het belangrijk om de factor bouwkost samen te nemen met de levensduur in een factor 'bouwkost per jaar'. Die is niets meer dan de bouwkost gedeeld door de levensduur van het materiaal. Zo kunnen bijvoorbeeld dure materialen met een lange levensduur objectief vergeleken worden met goedkope materialen met een korte levensduur. Een methode om de materialen met een lange levensduur toch nog visueel duidelijk te maken is te vinden in '5.3. Grafiek op de materiaalbladzijden' op bladzijde 45 en volgende.

Hierbij kan opgemerkt worden dat het beter is om de milieukost ook per jaar te bekijken, in plaats van per 75 jaar zoals berekend door het NIBE. De omzetting naar een milieukost per jaar blijkt echter niet optimaal omdat verschillende milieukosten minder dan 1 euro bedragen. Door deze getallen te delen door 75 kan het oorspronkelijk verschil door de afronding tot twee cijfers na de komma verdwenen zijn. Bovendien is het voor een vergelijking belangrijk dat alle milieukosten voor eenzelfde periode berekend zijn. De duur van die periode doet er niet veel toe en heeft geen directe band met de bouwkost per jaar.

5.1.4.3. Twee invloedsfactoren samenbrengen in één getal

De poging om via een weefactor bovenstaande twee criteria samen te brengen in één getal is niet gelukt. De voornaamste reden hiervoor is een grote dalende waarde van de informatie-inhoud. Het is namelijk mogelijk om de milieukost ook te delen door de levensduur (die volgens het NIBE staat voor een periode van 75 jaar), en dan de milieukost per jaar samen te tellen met de bouwkost per jaar. Hierdoor komen echter materialen met een lage bouwkost, maar hoge milieukost op hetzelfde niveau als materialen met een hoge bouwkost, maar lage milieukost. Er zouden extra, en waarschijnlijk te veel, visuele aspecten moeten toegevoegd worden om deze toch te kunnen onderscheiden. Als consument heb je dus minder een idee van de verhouding tussen beide, of is het moeilijker om een rangschikking te maken op basis van milieukost (per jaar) of bouwkost per jaar.

5.1.4.4. Opmerkingen op de materiaalbladzijden

De vermelde opmerkingen in de tekst van '7. Materiaalbladzijden per materiaalgroep' op bladzijde 57 en volgende zijn gegeven met het oog op een Belgische versie van deze gegevens. Met deze tips in het achterhoofd zal een mogelijk toekomstige Belgische variant direct enkele fouten vermijden en zo een betrouwbaarder instrument worden dat sterk staat ten opzichte van buitenlandse versies.

5.1.4.5. Kortere levensduur dan referentielevensduur

Wat gebeurt er wanneer vooraf geweten is dat een gebouw nooit 120 jaar zal bestaan? Ondanks dat het belangrijk is om een gebouw te ontwerpen waarvan de draagstructuur nieuwe invullingen mogelijk maakt, bestaan er toch situaties waarbij een gebouw vervroegd afgebroken zal moeten worden. Dan zouden materialen met een lange levensduur bestraft moeten worden, omdat die nooit volwaardig hun functie mogen of moeten vervullen. Hiervoor moet de levensduur in de vergelijkende tabel naar bijvoorbeeld maximum 50 jaar veranderen. Op die manier zal de bouwkost per jaar van de materialen met een lange levensduur stijgen, waardoor materialen met een levensduur gelijk aan de te verwachten levensduur van het gebouw (bijvoorbeeld 50 jaar) er beter uitkomen. Het is dus belangrijk te beseffen dat de bouwkost per jaar altijd uitgaat van een maximaal gebruik van het materiaal, dus gedurende de volledige referentielevensduur.

Tabel 7: Wat als de referentielevensduur een bovengrens krijgt van 50 jaar

RSL naar maximum 50j	bouwkost	RSL	€/jaar	max 50j	€/jaar
materiaal 1 met laagste milieukost	€ 40,00	120	€ 0,33	50	€ 0,80
materiaal 2 met tweede laagste milieukost	€ 30,00	75	€ 0,40	50	€ 0,60
materiaal 3 met derde laagste milieukost	€ 30,00	120	€ 0,25	50	€ 0,60
materiaal 4 met vierde laagste milieukost	€ 20,00	50	€ 0,40	50	€ 0,40
materiaal 5 met vijfde laagste milieukost	€ 20,00	15	€ 1,33	15	€ 1,33

Materialen die initieel een lage bouwkost per jaar hebben door hun lange levensduur, kunnen door een bovengrens op de levensduur duurder worden dan andere materialen. Dit is in 'Tabel 7: Wat als de referentielevensduur een bovengrens krijgt van 50 jaar' op bladzijde 42 te zien bij materiaal 1 en 3 ten opzichte van materiaal 4. In het geval van een bovengrens op de levensduur is het ook niet correct om enkel naar de bouwkost te kijken. Materialen met een kortere levensduur moeten namelijk nog altijd duurder beoordeeld worden, zie materiaal 4 en 5.

5.2. Tabel op de materiaalbladzijden

De tabel vertrekt van de materialen die aanwezig zijn in één van de Basiswerken van het NIBE. Deze materialen komen voor (van boven naar onder) in volgorde van stijgende milieukost. Het volgnummer dat aan een materiaal wordt toegekend en op de grafiek terecht komt, zie '5.3. Grafiek op de materiaalbladzijden' op bladzijde 45 en volgende, bezit dus een indicatie van de milieukost.

Er is voor een volgnummer op basis van de milieukost gekozen omdat dit een vast vertrekpunt is: alle materialen die vermeld staan bezitten een gekende en gepubliceerde milieukost. Een volgnummer op basis van bouwkost, levensduur of bouwkost per jaar is niet handig omdat deze waarden in het begin van het onderzoek nog niet gekend zijn en tijdens het opzoekwerk nog veranderen.

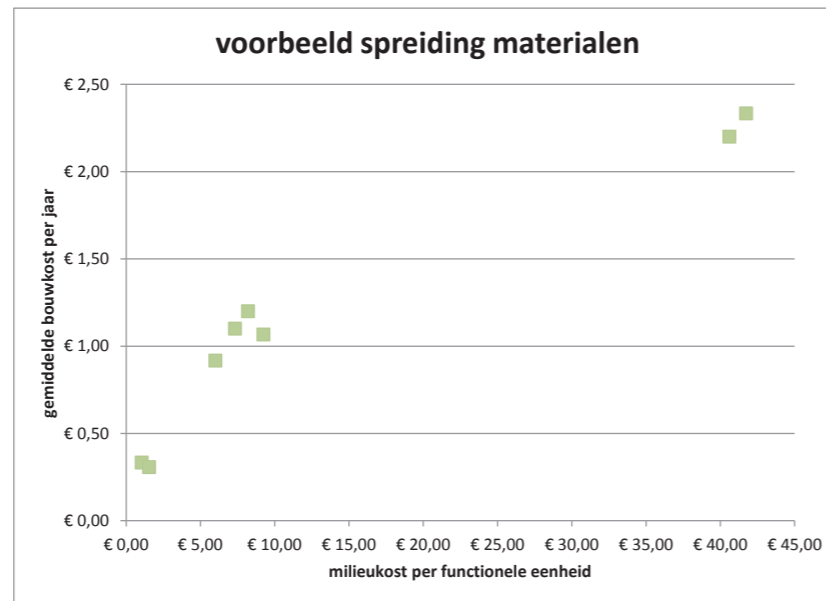
De kolom met de productnaam moet opgesplitst worden in twee kolommen: één met de "echte" naam van het product en één met extra uitleg (dikte, duurzame of standaard bosbouw, overlap, staande of liggende naad ...). Zo is voor de gebruiker sneller duidelijk wat er vergeleken wordt. De commentaar ligt hier op de te lange productnaam door die extra toevoegingen. Ze ligt helemaal niet op die toevoegingen zelf, want die maken het juist mogelijk om ook in de vergelijkende classificatietabellen al een goed overzicht te hebben. Dus deze moeten zeker ingevoerd worden bij afwezigheid, behouden blijven bij aanwezigheid of indien mogelijk uitgebreid worden. Vaak wordt op de materiaalbladzijden, zie '7. Materiaalbladzijden per materiaalgroep' op bladzijde 57 en volgende, extra informatie uit de functionele eenheid van het materiaal toegevoegd in een extra kolom.

De kolommen na de productnaam, met eventueel extra informatieve kolommen, bevatten achtereenvolgens een vergelijking met een oude milieuklasse, de recentste milieuklasse, de milieukost, de bouwkost, de levensduur en de bouwkost per jaar. Al deze elementen zijn reeds besproken in deze masterproef. Er wordt hier niet verder op ingegaan.

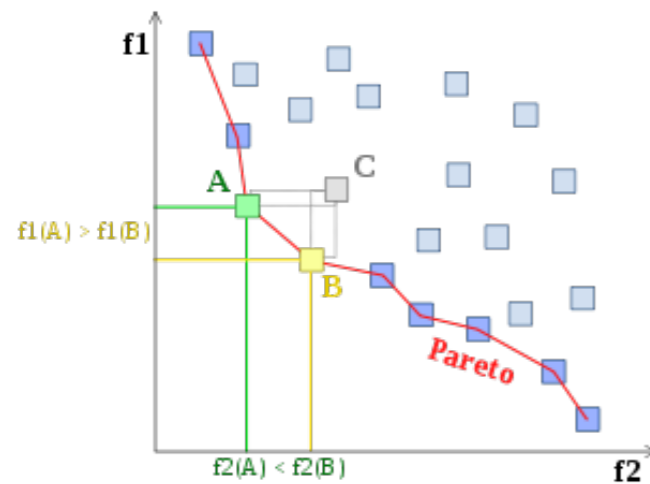
In de tabellen worden ook de bronnen vermeld. Omwille van plaatsbesparing worden afkortingen gebruikt voor de verwijzing naar boeken. Er is geprobeerd om de afkortingen toch zo communicatief mogelijk te maken zodat de essentie behouden blijft. In geval van sites staat de datum van raadpleging vermeld.

Tabel 8: Afkortingen van de bronnen

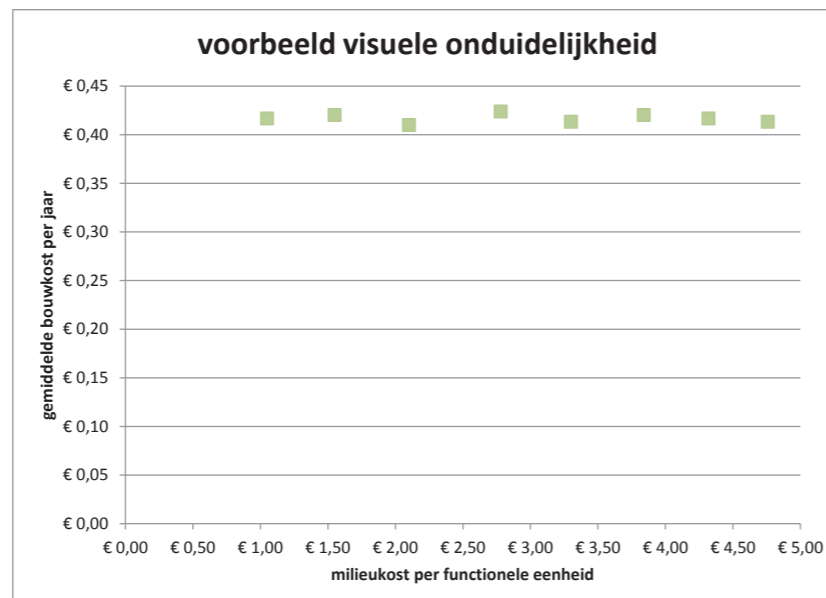
Afkorting	Uitgeschreven bron
Milieukost	
NIBE 2007 DC	NIBE; HAAS, M.; ABRAHAMS, R.; DE GROOT, S., <i>NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies</i> , Bussum: NIBE Publishing bv, 2006, 352p
NIBE 2007 GD	NIBE; HAAS, M.; ABRAHAMS, R.; DE GROOT, S., <i>NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 2: Gevels en daken</i> , Bussum: NIBE Publishing bv, 2006, 272p
NIBE 2008 AW	NIBE; HAAS, M.; ABRAHAMS, R.; DE GROOT, S.; VERHEES, S., <i>NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 3: Afwerkingen</i> , Bussum: NIBE Publishing bv, herdruk 2008, 252p
NIBE 2012 DC	NIBE; HAAS, M.; VAN BEIJNUM, G. J.; SCHOLTES, R; JANSEN, K., <i>NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies</i> , Bussum: NIBE Publishing bv, 2011, 383p
NIBE 2012 TB	NIBE; HAAS, M.; VAN BEIJNUM, G. J.; SCHOLTES, R; JANSEN, K., <i>NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek</i> , Bussum: NIBE Publishing bv, 2011, 169p



Afbeelding 9: Voorbeeld spreiding van materialen in grafiek



Afbeelding 7: Pareto front
alle punten dichtst bij de assen worden verbonden
Bron: Wikipedia, geraadpleegd in mei 2012



Afbeelding 8: Voorbeeld visuele onduidelijkheid in grafiek

Afkorting	Uitgeschreven bron
Bouwkost	
Aspen 2005	ASPEN ARCHITECTEN & INGENIEURS; VAN DE WOUWER, M., <i>Aspen Index - Gebouwen voor bewoning</i> , Berchem: Baeyens, 2005, 500p
NIBE ... via archidat	Archidat.nl is de website die NIBE raadpleegt voor de bouwkosten vermeld in hun publicaties. Deze bron is dus tweeledig: de echte bron voor de bouwkost is een publicatie van NIBE (zie hierboven). NIBE haalde hun informatie op de website archidat.nl.
Levensduur	
SBR 1995	STICHTING BOUWRESEARCH; HUFFMEIJER, F.; DAMEN, A., <i>Levensduur van bouwproducten: Praktijkwaarden</i> , Rotterdam: Stichting Bouwresearch, 1995, 72p
SBR 2011	SBR; VISSERING, C., <i>Levensduur van bouwproducten – methode voor referentiewaarden</i> , Rotterdam: SBR, 2012, 32p
BCIS 2006	BCIS, <i>Life expectancy of building components: surveyors' experiences of buildings in use: a practical guide, second edition</i> , Londen: BCIS, 2006, 353p

Als er een website als bron vermeld staat, wilt dit meestal zeggen dat verschillende sites deze cijferwaarde als bron vermelden. De meest relevante site wordt dan de bronvermelding.

Er wordt in de tabel geen waarde ingevuld als er geen betrouwbare informatie te vinden is. Op een bepaald moment in een onderzoek moet de zoektocht naar cijferwaarden ophouden om verder te kunnen gaan. Slechts enkele waarden konden niet ingevuld worden, andere werden bepaald via een 'eigen inschatting'. De essentie ligt in deze masterproef ook iets minder op het verzamelen van cijferwaarden. Het gaat meer over de juistheid van de overgenomen informatie, in combinatie met de bronvermelding, en de nieuwe manier om materialen te vergelijken.

5.3. Grafiek op de materiaalbladzijden

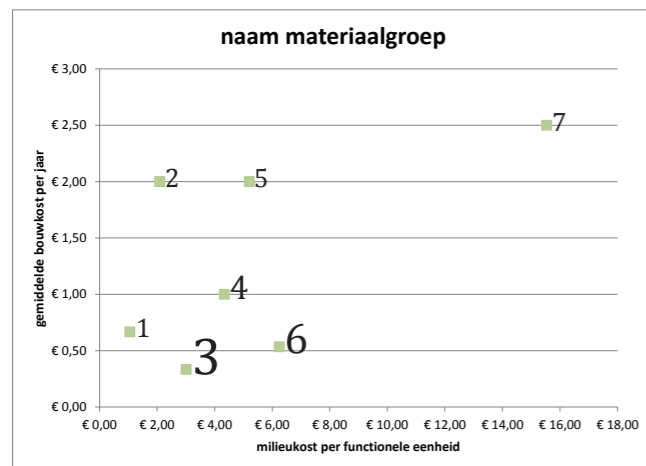
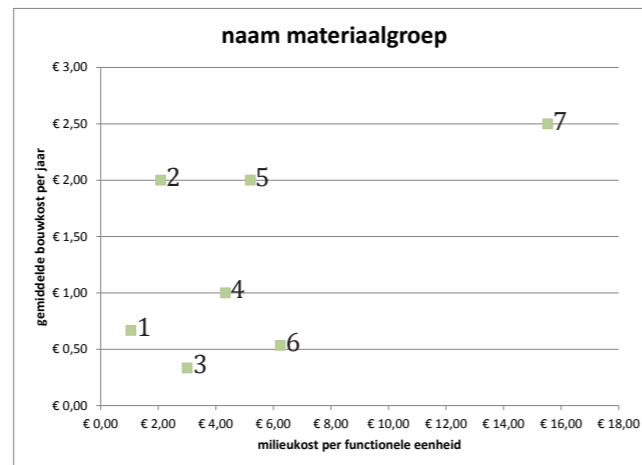
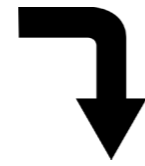
Aangezien er nog twee invloedsfactoren overblijven kunnen alle materialen per materiaalgroep uitgezet worden in een tweedimensionale grafiek. Logischerwijs zijn de materialen dichtst bij de oorsprong het meest milieubewust en hebben deze de laagste bouwkost per jaar.

5.3.1. Voordelen van een grafiek

Een grafiek geeft snel een overzicht van de spreiding van de materialen. In veel gevallen, zie 'Afbeelding 9: Voorbeeld spreiding van materialen in grafiek' op bladzijde 44, is een onderscheid te maken tussen goede keuzes, een middenmoot en slechte keuzes.

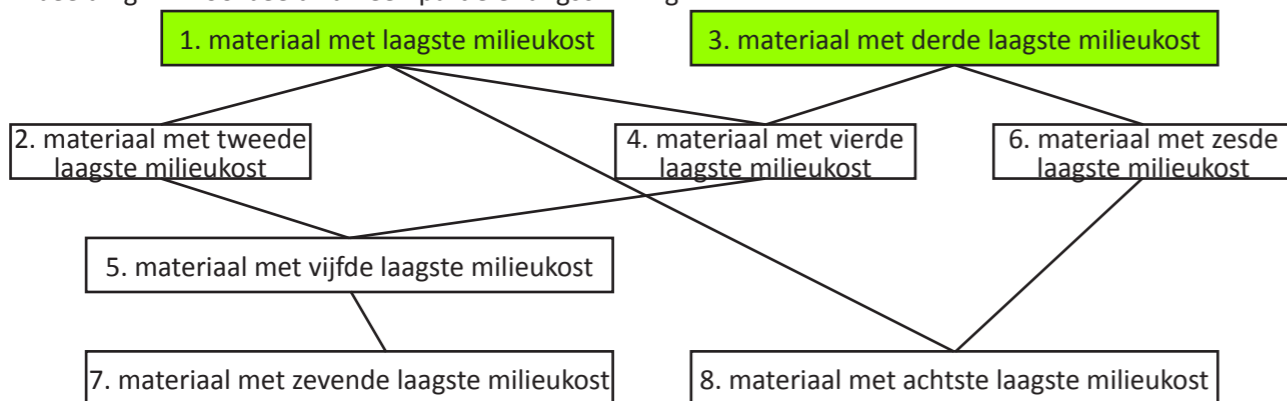
Het is visueel duidelijk zichtbaar hoeveel milieubewuster de gekozen materiaalkeuze is ten opzichte van een mogelijke meerkost. Ook omgekeerd heeft de gebruiker bij de keuze voor een materiaal met een grotere milieu-impact snel een idee van het "percentage" goedkoper en/of milieubewuster het materiaal is. Ten opzichte van een volgordelijst is ook direct duidelijk hoe ver of dicht twee materialen ten opzichte van elkaar liggen. Als ze dicht bij elkaar liggen kan de gebruiker kiezen, terwijl een volgordelijst duidelijk stelt welk materiaal boven een ander verkozen moet worden.

Alle punten die dichtst bij de assen liggen kunnen visueel verbonden worden door een lijn, zoals in een Pareto-grafiek, zie 'Afbeelding 7: Pareto front' op bladzijde 44. Dit zijn mogelijke "beste" keuzes, afhankelijk van de eisen van de gebruiker. Als geld een belangrijke invloedsfactor is, zullen de punten onderaan de grafiek eerder gekozen worden. Als het milieu-effect prioritair is, dan zullen de punten links op de grafiek eerder gekozen worden.



Afbeelding 10: Gedachtegang tot benaming van punten in grafiek
 Boven: met volledige materiaalnaam
 Midden: met cijfers in dezelfde lettergrootte
 Onder: met cijfers in een lettergrootte afhankelijk van de levensduur

Afbeelding 11: Voorbeeld van een partiële rangschikking



5.3.2. Nadelen van een grafiek

De punten kunnen te dicht bij elkaar liggen waardoor de visuele duidelijkheid verdwijnt. Als verschillende punten bijvoorbeeld volgens de ene as mooi verspreid liggen en volgens de andere as dicht bij elkaar liggen is niet altijd visueel duidelijk welk materiaal nu op dat criterium het beste scoort, zie 'Afbeelding 8: Voorbeeld visuele onduidelijkheid in grafiek' op bladzijde 44.

Dit kan opgelost worden door de verdeling op de assen aan te passen. Ofwel beginnen de assen niet vanaf € 0,00 waardoor de punten verder uit elkaar worden gerokken, ofwel wordt dat ene of worden die twee punten die een veel hogere waarde hebben van de grafiek verwijderd zodat de andere punten leesbaar worden. Dit moet altijd duidelijk onder de grafiek vermeld staan.

De assen van de grafiek hebben per grafiek een ander bereik. Zo zijn ze moeilijk te vergelijken. Het heeft geen zin om alle grafieken eenzelfde bereik te geven. Dit zou namelijk betekenen dat ze (bijna) allemaal onleesbaar worden omdat alle assen aangepast worden aan het grootste bereik. Daarbij is het niet nodig om bijvoorbeeld een vloerafwerking met een dakgoot te kunnen vergelijken. Er wordt gekozen om elke grafiek zijn eigen bereik te geven in functie van de coördinaten en de leesbaarheid van de aanwezige punten. Materiaalgroepen die wel moeten kunnen vergeleken worden, komen samen voor in een uitvergroete grafiek, zie '7.2.11. Vloerafwerking en vloertegelwerk samengevoegd' op bladzijde 89, '7.3.8. Buitenspouwblad en gevelbekledingen samengevoegd' op bladzijde 109 en '7.3.13. Wandafwerking binnen en wandtegelwerk samengevoegd' op bladzijde 119.

Als de naam van het materiaal naast het punt in de grafiek wordt weergegeven, kan de lengte van de naam een belemmering vormen. Verschillende namen staan door elkaar of de naam komt tot buiten de grafiek. De grafiek wordt ook veel drukker, zie 'Afbeelding 10: Gedachtegang tot benaming van punten in grafiek' op bladzijde 46. Dit kan worden tegengegaan door te werken met cijfers die verwijzen naar de naam in de tabel. Hierdoor kan er minder rechtstreekse info uit de grafiek gehaald worden omdat de gebruiker altijd moet opzoeken welk cijfer voor welk materiaal staat. Toch wordt voor deze vermelding van cijfers gekozen. De toegekende nummers zijn op volgorde van de milieukost, zie '5.2. Tabel op de materiaalbladzijden' op bladzijde 43.

De last van een renovatie of verbouwing wordt voorlopig nog niet grafisch meegenomen in de grafiek. De bouwcost per jaar van een duur materiaal met een lange levensduur kan gelijk zijn aan die van een goedkoper materiaal met een korte levensduur. In het laatste geval zit de bewoner wel sneller met noodzakelijke vervangingen van een materiaal. Hierdoor moet hij afspraken maken met stielmannen en tijdens de werkzaamheden is er hinder in en/of rond de woning.

Dit visueel tekort kan weggewerkt worden door bijvoorbeeld de grootte van de bollen aan te passen aan de levensduur. Aangezien dit praktisch niet zo gemakkelijk is, wordt in het kader van deze masterproef gekozen voor een alternatief: de cijfers die bij de bollen staan krijgen een lettergrootte afhankelijk van de levensduur van het materiaal waarnaar ze verwijzen, zie 'Afbeelding 10: Gedachtegang tot benaming van punten in grafiek' op bladzijde 46. Cijfers met een groot lettertype betekenen dus dat de bewoner of gebruiker pas laat met de last van een herstelling te maken krijgt.

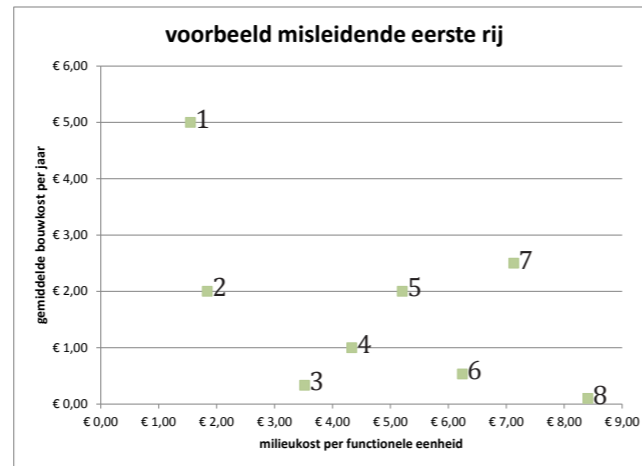
Het komt enkele keren voor dat de levensduur van een materiaal niet gekend is. Het cijfer krijgt dan de kleinste lettergrootte bij wijze van veilige veronderstelling.

Als de waarde van een bouwcost of levensduur niet gevonden is, komt het punt in de grafiek op de x-as te liggen. Dit kan zorgen voor een misleiding omdat het zo laag ligt en dus lijkt een voordelige bouwcost per jaar te hebben. Onder de grafiek wordt telkens vermeld als zo'n punt niet correct op de grafiek is weergegeven. Dit probleem kan zich op de y-as niet voordoen. Dit zou namelijk aantonen dat er geen milieukost gevonden is, terwijl de materiaalkeuze juist bepaald is op basis van de producten waarvoor een milieukost gekend is. Dit zou ook kunnen betekenen dat het materiaal geen milieukost bezit, maar dat is spijtig genoeg niet mogelijk.

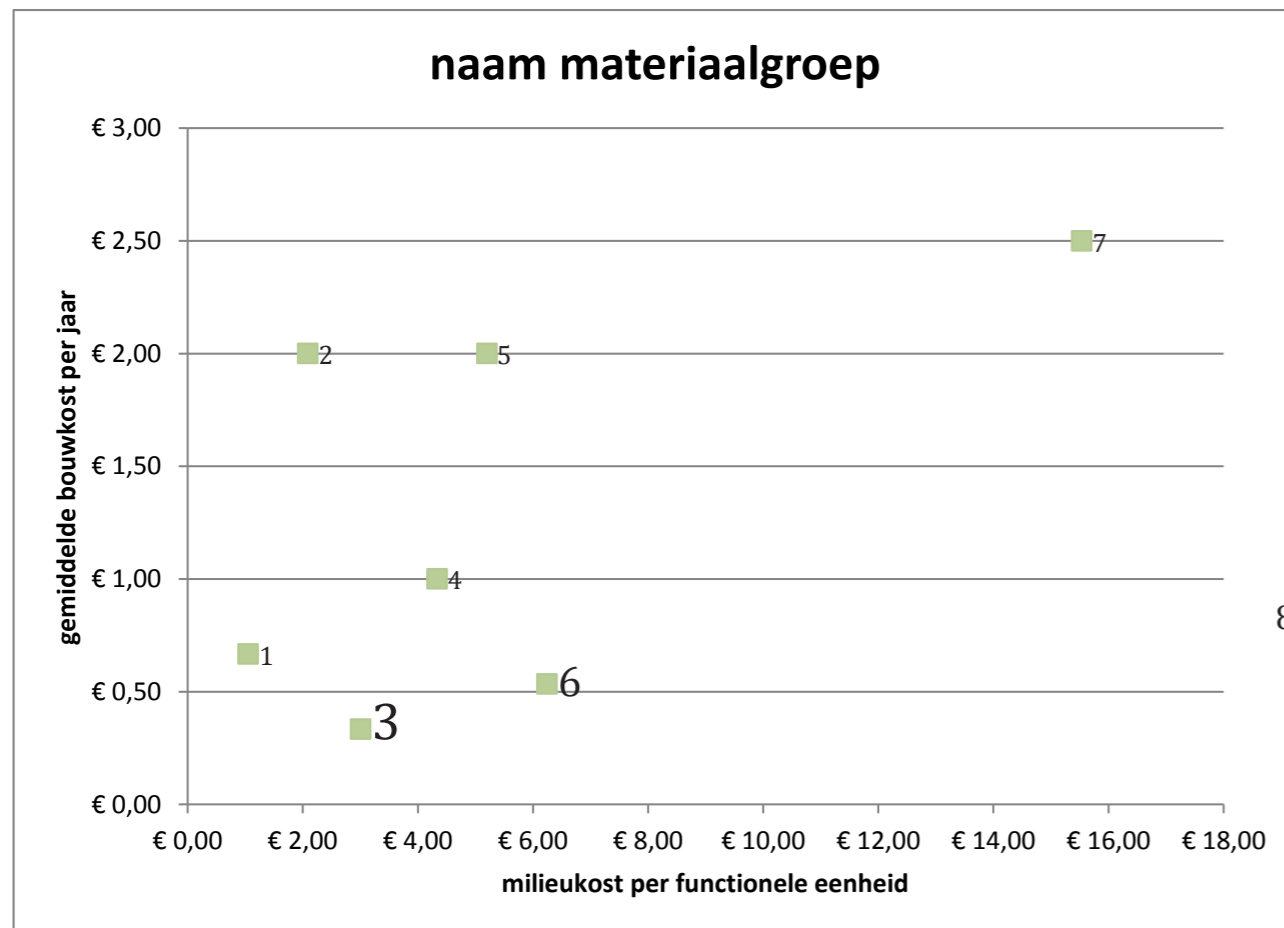
5.4. Partiële rangschikking op de materiaalbladzijden

Een partiële rangschikking moet voldoen aan enkele conventies. Ze plaatst alle materiaalnamen in een kader. Deze kaders worden gerangschikt van boven naar onder. Bovenaan staan alle kaders die een mogelijke beste keuze zijn. De kaders staan op één horizontale lijn als ze niet beduidend slechter zijn ten opzichte van elkaar. Dit is het geval als ze op de ene factor beter en op de andere slechter scoren. Op de volgende rij staan de materialen die wel beduidend slechter scoren dan één of meerdere materialen van de eerste rij. Hiervoor moeten ze volgens beide factoren slechter scoren of voor de ene factor gelijk en voor de andere factor slechter. Het

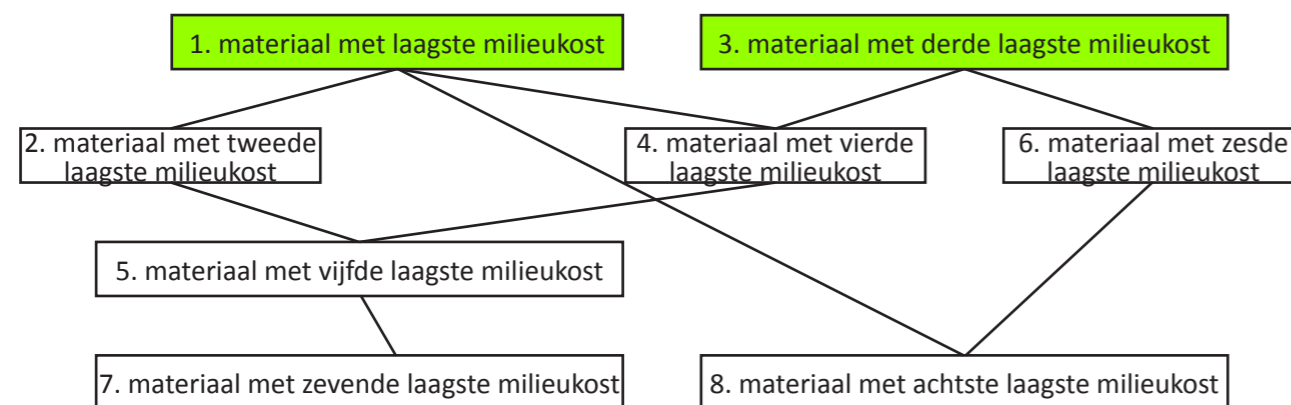
Afbeelding 12: Voorbeeld van een grafiek met een misleidende eerste rij in de partiële rangschikking



Afbeelding 13: Voorbeeld van een grafiek met bijhorende partiële rangschikking



8. materiaal met achtste laagste milieukost komt wat de milieukost betreft niet correct voor in de grafiek om de x-as minder lang te maken.



kader dat beduidend slechter is, wordt volgens de conventies via een lijn verbonden met het betere kader. Om zo weinig mogelijk lijnen te hebben worden de kaders enkel verbonden met het eerstvolgende slechte kader. In 'Afbeelding 11: Voorbeeld van een partiële rangschikking' op bladzijde 46 is materiaal 1 beter dan materiaal 4 en 5. Het wordt echter enkel verbonden met 4 omdat 4 slechter is dan 5 en dus mag verbonden worden met 5. Dezelfde partiële rangschikking met bijhorende grafiek is te vinden op 'Afbeelding 13: Voorbeeld van een grafiek met bijhorende partiële rangschikking' op bladzijde 48.

5.4.1. Voordelen van een partiële rangschikking

Het is visueel snel duidelijk welke materialen een voorkeursplaats verdienen door de schikking van boven naar onder.

Aangezien elk materiaal gelinkt wordt met een cijfer op basis van stijgende milieukost, ontstaat er een snelle visuele controle want een verbinding van een materiaal met een hoog cijfer naar een materiaal met een laag cijfer is in theorie niet mogelijk. In de praktijk kan door afronding de milieukost van twee materialen gelijk zijn. Dit betekent dat het verschil miniem is. Als het ene (met een hoger cijfer) dan een lagere bouwcost per jaar heeft dan het andere (met een lager cijfer), dan zal wel een lijn getrokken worden van het hoge naar het lage cijfer. In theorie is dit niet toegelaten maar omdat een miniem verschil ook een verschil is, en bij elk verschil moet een lijn gestrokken worden naar het slechtere materiaal.

Een andere mogelijkheid voor de nummering op de grafiek die verwijst naar de materialen, zie '5.3. Grafiek op de materiaalbladzijden' op bladzijde 45 en volgende, is eerst een partiële rangschikking opstellen en op basis daarvan een volgnummer aan de materialen toekennen. Dit wordt uiteindelijk afgeschreven omdat een partiële rangschikking vaak meerdere oplossingen heeft die naast elkaar staan. Afhankelijk van de voorkeur kan de gebruiker dan kiezen voor het goedkoopste of het meest milieubewuste materiaal van de mogelijke oplossingen.

5.4.2. Nadelen van een partiële rangschikking

Er bestaat nog geen (gratis) software die rechtstreeks de verzamelde waarden omzet in een partiële rangschikking. Daardoor zorgt een update van de waarden altijd voor een handmatige aanpassing van de rangschikking.

Ten opzichte van een grafiek zijn de verhoudingen tussen de kosten visueel minder duidelijk. Materialen kunnen naast elkaar op een rij staan omdat het ene een beetje milieubewuster maar veel duurder is dan het andere. Uiteraard zal in de praktijk het eerste materiaal niet (vaak) gekozen worden. Ook omgekeerd zullen twee materialen op de eerste rij staan als het ene een beetje goedkoper maar veel slechter voor het milieu is dan het andere. Ook hier moet het eerste afgeraden worden. Aansluitend hierop zal het materiaal met laagste milieukost (in theorie) altijd op de eerste rij staan, hoe duur het ook is. Het materiaal met de laagste bouwcost per jaar zal (in theorie) ook altijd op de eerste rij staan, hoe hoog zijn milieukost ook is.

Op 'Afbeelding 12: Voorbeeld van een grafiek met een misleidende eerste rij in de partiële rangschikking' op bladzijde 48 is snel duidelijk dat gekozen kan worden tussen materiaal 2 of 3, ondanks dat het te dure materiaal 1 en het milieubewuste materiaal 8 ook op de eerste rij van de partiële rangschikking zullen staan. Eventueel kan dit vermeden worden door de coördinaten in de rangschikking toe te voegen. Dit wordt in deze masterproef niet gedaan omdat de coördinaten in de tabel te lezen zijn. Door deze beslissing staat er ook minder tekst in de kaders.

Een andere mogelijkheid om sneller een overzicht te geven van de aan te raden materialen op de eerste (en tweede) rij bestaat erin deze niet exact op dezelfde hoogte te plaatsen. Ze zakken bijvoorbeeld een halve kaderhoogte. Dit is niet zo bij een officiële partiële rangschikking, maar het kan in deze situatie helpen om materialen die net iets goedkoper zijn maar veel schadelijker voor het milieu (of net iets beter voor het milieu maar veel duurder) van de eerste visuele rij te halen. Visueel wordt het dan echter minder overzichtelijk.

Nog een andere mogelijkheid is iets wijzigen aan de kaders die de materialen bevatten die aan te raden zijn. Bijvoorbeeld de tekst in het vet zetten of de lettergrootte aanpassen of de achtergrond opvullen. In deze masterproef is voor het laatste gekozen. Op deze manier vallen de aan te raden materialen direct op bij een snelle blik op de materiaalbladzijden.

De last van de renovatie of verbouwing wordt niet visueel meegenomen in de partiële rangschikking. De bouwcost per jaar van een duur materiaal met een lange levensduur kan gelijk zijn aan die van een goedkoper materiaal met een korte levensduur. In het laatste geval zit de bewoner of gebruiker wel sneller met noodzakelijke vervangingen van een materiaal, met veel werklast tot gevolg. Deze last kan visueel verwerkt worden

door bijvoorbeeld de dikte van de kaderrand of de achtergrondkleur aan te passen aan de levensduur. In deze masterproef wordt dit niet gedaan omdat de cijfers op de grafiek al een indicatie geven van de levensduur en omdat de opvulling van de achtergrond al dient om de aan te raden materialen op te lichten. Levensduur is trouwens een criterium waarmee rekening wordt gehouden bij het opvullen van de achtergrond van de aan te raden materialen.

5.5. Volgorde van de materiaalgroepen

Voor de volgorde van de materiaalgroepen worden twee opties overwogen. Ofwel wordt strikt rekening gehouden met de bouwvolgorde in de praktijk. Dan worden de materialen in drie grote groepen verdeeld: structuur, alles tot en met gesloten ruwbouw en dan de afwerking. Ofwel wordt gekozen om alle materialen per element bij elkaar te zetten: fundering, vloeren, gevels, gevelopeningen en daken. Binnen deze overkoepelende materiaalgroepen kunnen de materialen dan ook voorkomen in volgorde van uitvoering. Uiteindelijk wordt voor het laatste gekozen. Dit heeft als voordeel dat de pakketten van een vloer, gevel of dak vlot kunnen samengesteld worden omdat al deze materiaalgroepen op elkaar volgen. De eigenschappen van bijvoorbeeld de isolatie kunnen direct vergeleken worden met de structuur, terwijl dit bij de eerste indeling moeilijker is omdat de gebruiker dan ver moet terugbladeren. Door de volgorde binnen de overkoepelende materiaalgroepen niet op te stellen van binnen naar buiten maar wel volgens uitvoering, komen de materialen waar tijdens het bouwproces nog veranderingen in mogelijk zijn als laatste.

5.6. Besluit methode voor de vergelijking van bouwmaterialen

De zoektocht naar een communicatieve weergave van deze nieuwe manier om bouwmaterialen te vergelijken levert een combinatie van 3 voorstellingswijzen. Er wordt vertrokken van een tabel met alle cijferwaarden en bronnen. Twee kolommen uit de tabel bevatten gegevens voor de grafiek, die de verhoudingen tussen de cijferwaarden weergeeft met een visuele indicatie van de levensduur van de materialen. Uit deze grafiek volgt een partiële rangschikking die aangeeft welke materialen voor de twee invloedsfactoren slechter scoren dan andere, met een aanduiding van de aan te raden materialen.

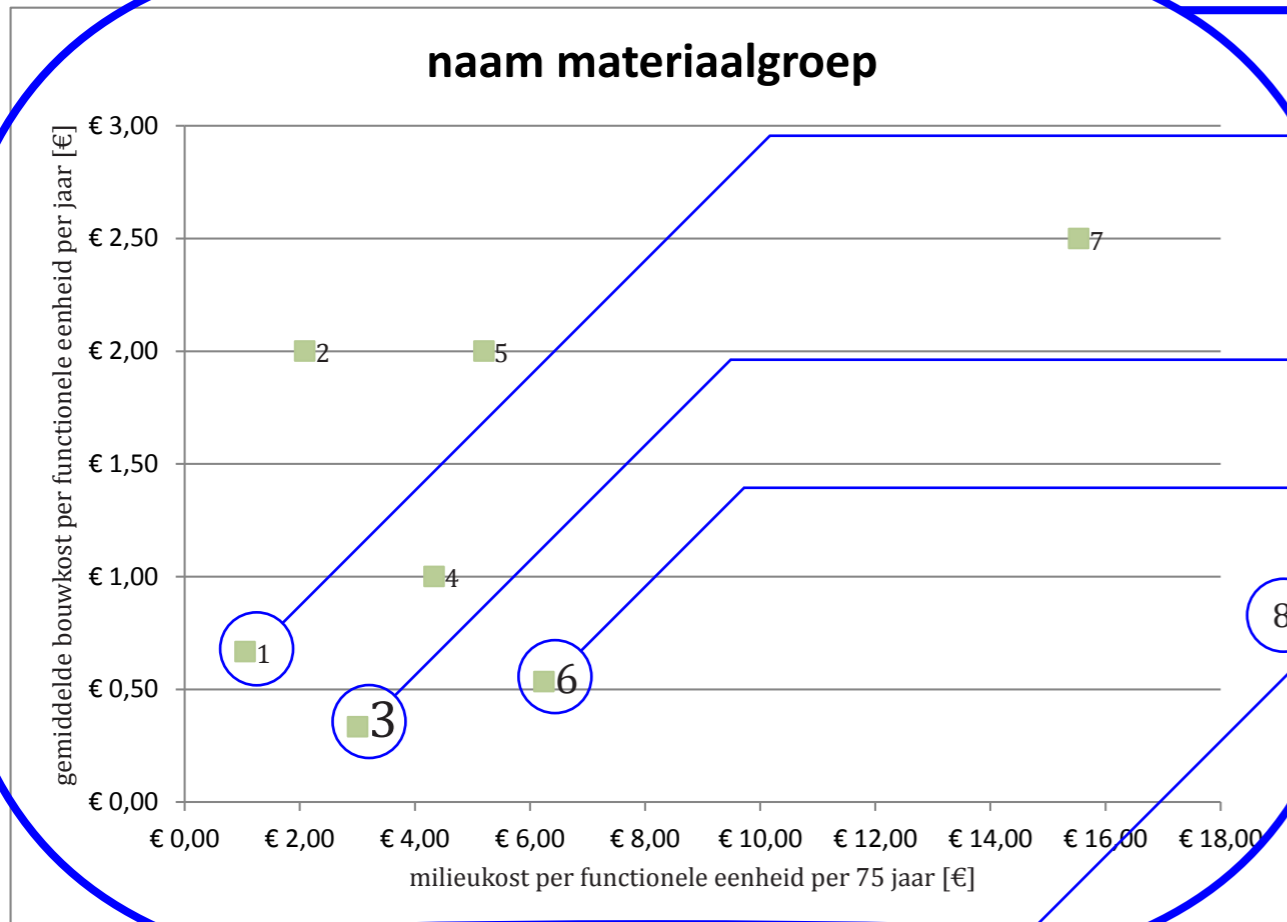
De uitgeschreven conclusie zal daarbovenop per materiaalgroep een afweging maken en bepaalde materialen of producten aan- of afraden. Dit is een suggestie en geen altijd geldige oplossing. De juiste oplossing zal afhankelijk zijn van de exacte toepassingsomstandigheden.

6. Voorbeeld materiaalbladzijde

De volgende bladzijden bevatten een voorbeeld van de lay-out van de materiaalbladzijden met een samenvatting van de intenties die op de voorgaande bladzijden staan uitgeschreven.

Bekijk eerst aandachtig de volgende voorbeeldbladzijden om te weten wat alles betekent en hoe de grafieken, partiële rangschikkingen en tabellen zijn opgesteld.

In de voettekst van elke materiaalbladzijde staat telkens een verwijzing naar deze uitleg om verkeerde interpretaties te vermijden.



De grafiek krijgt als titel altijd de naam van de materiaalgroep die besproken wordt. De astitels zijn voor alle grafieken gelijk, de schaal op de x-as en y-as is afhankelijk van de bekomen waarden.

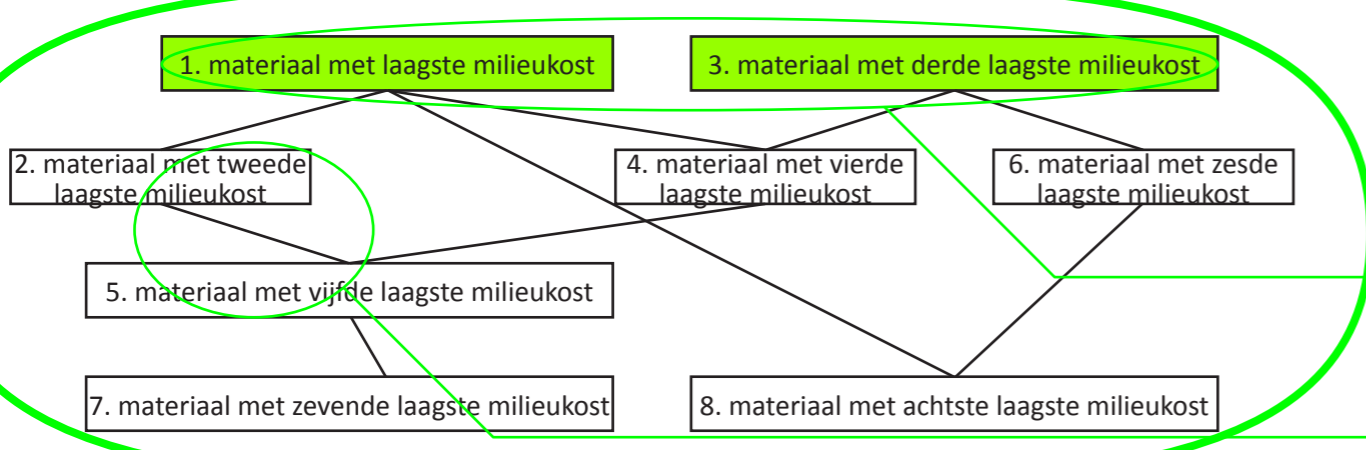
De nummers vermeld naast de punten op de grafiek verwijzen naar de eerste kolom van de tabel onderaan. Op deze manier kan een overvloed aan tekst op de grafiek vermeden worden. Nummer 1 zal altijd corresponderen met het materiaal met de laagste milieukost en dus meest links staan op de grafiek. De lettergroottes van de nummers zijn gelinkt aan de levensduur. Nummer 1 krijgt het tweede kleinste lettertype omdat de levensduur 30 jaar is. Een levensduur tussen 15 en 25 jaar krijgt het kleinste lettertype.

De lettergroottes van de nummers zijn gelinkt aan de levensduur. Nummer 3 krijgt het grootste lettertype omdat de levensduur 120 jaar is. Dit is de grootste levensduurwaarde die toegekend wordt.

De lettergroottes van de nummers zijn gelinkt aan de levensduur. Nummer 6 krijgt het tweede grootste lettertype omdat de levensduur 75 jaar is. Er zijn namelijk geen materialen met een levensduur van 100 jaar.

De lettergroottes van de nummers zijn gelinkt aan de levensduur. Nummer 8 krijgt het derde kleinste lettertype omdat de levensduur 50 jaar is. Verder staat dit nummer horizontaal niet correct op de grafiek. Door de grote x-waarde zouden de andere punten op de grafiek minder goed leesbaar zijn als dit punt wel op de grafiek zou staan. Dit nummer staat wel op de juiste hoogte (corresponderend met de bouwcost per jaar) en krijgt het een lettertype corresponderend met de levensduur. Onderaan de grafiek staat altijd vermeld als een cijfer niet correct is weergegeven.

8. materiaal met achtste laagste milieukost komt wat de milieukost betreft niet correct voor in de grafiek om de x-as minder lang te maken.



De overgebleven ruimte tussen de grafiek en de tabel wordt opgevuld met de partiële rangschikking, te lezen van boven naar onder. Als er veel materialen in de groep aanwezig zijn, zal er niet genoeg ruimte zijn om een volledige partiële rangschikking op te stellen. In dat geval wordt bovenaan begonnen en gaat de rangschikking verder tot alle beschikbare ruimte is ingenomen. Ook bij plaatsgebrek zal soms niet de volledige naam zoals ze voorkomt in de tabel gekopieerd worden. In het slechtste geval komt enkel het nummer van het materiaal voor in een kader. Er wordt altijd gezocht naar een ordelijke voorstelling waarbij zo weinig mogelijk lijnen door tekst gaan.

Om visueel snel een zicht te hebben op het materiaal of de materialen die aangeraden worden op basis van milieukost, bouwcost en levensduur krijgen die kaders in de partiële rangschikking een opgevulde achtergrond.

In een partiële rangschikking worden de kaders van alle materialen waarvan de twee coördinaten groter (en dus slechter) zijn verbonden met het kader van dat andere materiaal. Als één van de twee coördinaten gelijk is en het ander verschilt, dan mogen de materialen toch verbonden worden want ook dan mag gezegd worden dat het tweede (in dit voorbeeld nummer 5) slechter is dan het eerste (in dit voorbeeld nummer 2). In dit geval gaat het om een zelfde bouwcost per jaar, vanzelfsprekend geldt hetzelfde voor een gelijke milieukost.

naam materiaalgroep	vgl.	NIBE	milieukost
1 materiaal met laagste milieukost	/	1a	€ 1,05
2 materiaal met tweede laagste milieukost	/	2a	€ 2,09
3 materiaal met derde laagste milieukost	=	2c	€ 3,01
4 materiaal met vierde laagste milieukost	N	3b	€ 4,34
5 materiaal met vijfde laagste milieukost	-2	3c	€ 5,21
6 materiaal met zesde laagste milieukost	+5	4a	€ 6,25
7 materiaal met zevende laagste milieukost	"-7"	5c	€ 15,54
...	"+4"	>7c	€ 60,61

Tekst: zie volgende bladzijde

Tabel rechts: zie volgende bladzijde

Tabel links: zie volgende bladzijde

Grafiek: zie vorige bladzijde

Partiële rangschikking: zie vorige bladzijde

De tabel staat onderaan de bladzijde en bevat alle volledige materiaalnamen en de coördinaten die corresponderen met de punten in de grafiek: de kolom met de milieukost en de kolom met de bouwkost per jaar. De materialen staan van boven naar onder in volgorde van stijgende milieukost.

De milieukost wordt door het NIBE berekend op basis van de functionele eenheid. De definitie van de functionele eenheid staat telkens vermeld in de tekst. Wat allemaal meegerekend is in de milieukost is hoger te vinden bij de bespreking van de bronnen.

Milieuklassen lager dan 4a worden niet vet weergegeven.
Milieuklassen hoger dan 3c worden door het NIBE afgeraden en worden vet weergegeven.

Dit is een kolom met een vergelijking van de door het NIBE toegekende milieuklassen in 2007/2008 en 2012.

- / : Dit materiaal kan niet vergeleken worden want het komt niet voor in een publicatie uit 2012.
- = : De milieuklasse van dit materiaal is dezelfde in 2007/2008 en 2012.
- N : Dit materiaal kan niet vergeleken worden want het komt enkel voor in de publicatie uit 2012 ("Nieuw").
- 2 : Dit materiaal daalt twee subklassen, dus van 4b in 2007/2008 naar 3c in 2012.
- +5 : Dit materiaal stijgt vijf subklassen, dus van 2b in 2007/2008 naar 4a in 2012.
- "-7" : Dit materiaal daalt zeven subklassen, maar komt van '>7c'. De aanhalingstekens wijzen er dus op dat de milieukost veel hoger was in 2007/2008 en het materiaal dus op gebied van milieukost eigenlijk meer dan zeven subklassen daalt.
- "+4" : Dit materiaal stijgt vier subklassen, maar komt uit op '>7c'. De aanhalingstekens wijzen er dus op dat de milieukost veel hoger is in 2012 en het materiaal dus op gebied van milieukost eigenlijk meer dan vier subklassen stijgt.

	naam materiaalgroep	vgl.	NIBE	milieukost
1	materiaal met laagste milieukost	/	1a	€ 1,05
2	materiaal met tweede laagste milieukost	/	2a	€ 2,09
3	materiaal met derde laagste milieukost	=	2c	€ 3,01
4	materiaal met vierde laagste milieukost	N	3b	€ 4,34
5	materiaal met vijfde laagste milieukost	-2	3c	€ 5,21
6	materiaal met zesde laagste milieukost	+5	4a	€ 6,25
7	materiaal met zevende laagste milieukost	"-7"	5c	€ 15,54
...	...	"+4"	>7c	€ 60,61

Hier komt tekst met uitleg over de materiaalgroep. Onderstaande tussentitels en onderwerpen komen aan bod:

- Omschrijving : Uitleg over de functie of het gebruik van de materiaalgroep. Dit staat er enkel indien de naam van de materiaalgroep niet voor zich spreekt.
- 2007/2008 : De functionele eenheid in de oude publicatie van NIBE's Basiswerk.
- 2012 : De functionele eenheid in de recentste publicatie van NIBE's Basiswerk.
- Vergelijking : Een vergelijking van de functionele eenheid, de materialen, de milieukost en de milieuklassen uit beide uitgaven.
- Opmerking : Wat kan er beter? Wat is goed of fout?
- Bouwkost : Welke invloed heeft de bouwkost? Waarom is een bepaalde waarde niet gevonden?
- Levensduur : Welke invloed heeft de levensduur? Zijn er grote verschillen binnen de materiaalgroep?
- Extra invloedsfactoren : Waar moet je bij de materiaalkeuze ook rekening mee houden?
- Conclusie : Welk materiaal is of welke materialen zijn aan te raden op basis van milieukost, bouwkost en levensduur? Dit is een suggestie en geen altijd geldige oplossing.

Deze tabel bevat steeds de bouwkost in euro, de RSL (= Reference Service Life = de levensduur) in jaartallen en de deling van deze twee getallen, de bouwkost per jaar in euro/jaar. Ook de bronnen van de cijferwaarden inclusief het jaartal van uitgave (bij boeken) of raadpleging (bij sites) staan vermeld.

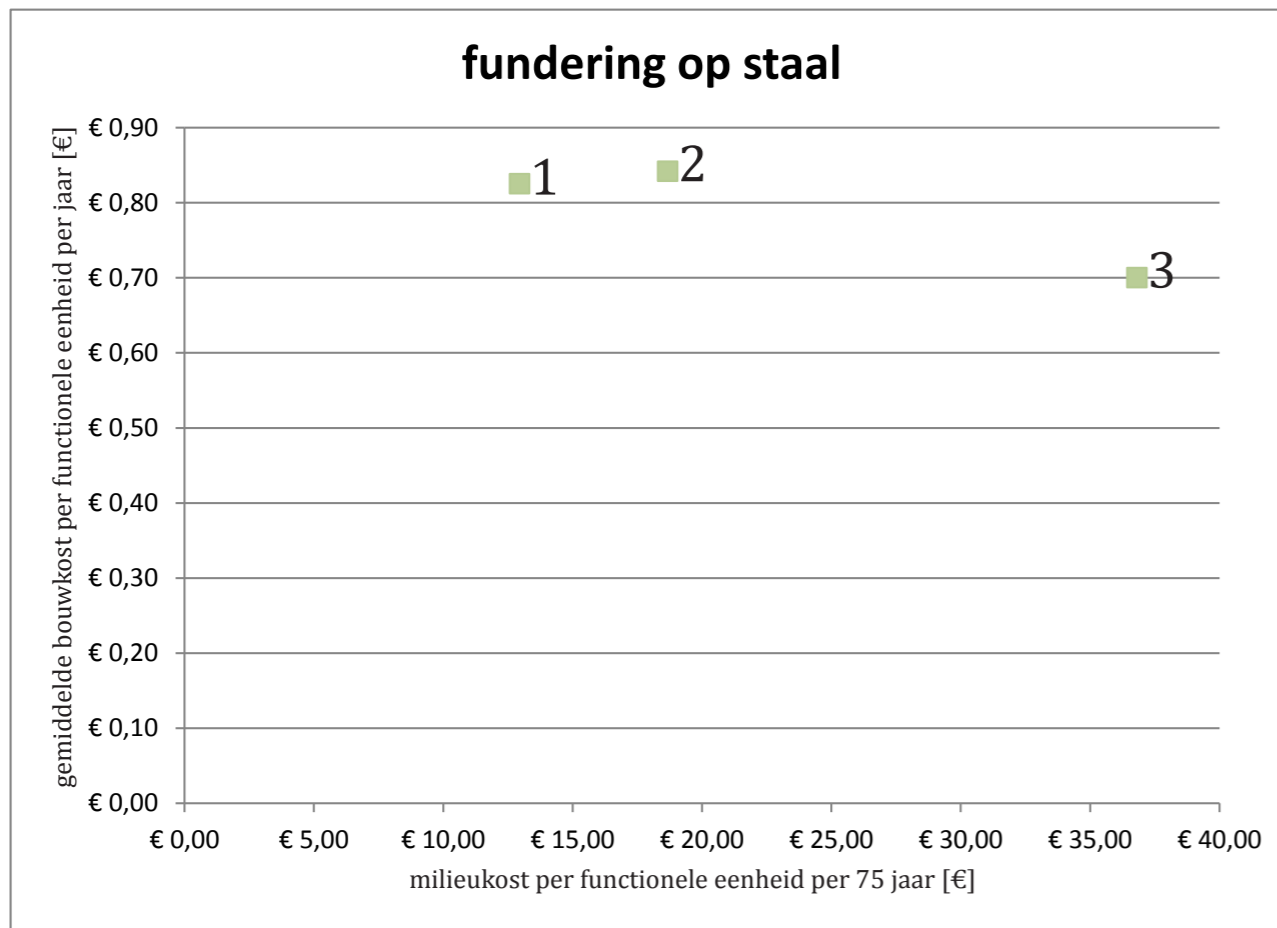
De bouwkost is exclusief BTW en wordt berekend per functionele eenheid. De definitie van de functionele eenheid staat telkens vermeld in de tekst. De bouwkost omvat manuren, materiaal, onderaanneming en materieel.

Aangezien de besproken materialen overgenomen zijn uit één van de Basiswerken van het NIBE, zal de bron van de milieukost altijd dezelfde zijn voor alle materialen van een materiaalgroep.

	bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
1	€ 20,00	30	€ 0,67	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2008 AW	SBR 2011
2	€ 30,00	15	€ 2,00	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit SBR 2011
3	€ 40,00	120	€ 0,33	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 1995
4	€ 20,00	20	€ 1,00	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2008 AW	afgeleid uit SBR 2011
5	€ 30,00	15	€ 2,00	NIBE 2012 TB	NIBE 2012 DC via archidat	BCIS 2006
6	€ 40,00	75	€ 0,53	NIBE 2012 TB	archidat.nl (april 2012)	SBR 2011
7	€ 30,00	12	€ 2,50	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
...	€ 40,00	50	€ 0,80	NIBE 2012 TB	afgeleid uit archidat.nl (april 2012)	afgeleid uit SBR 2011

7. Materiaalbladzijden per materiaalgroep

De volgende bladzijden bevatten concrete toepassingen van de nieuwe rangschikking van materialen. De totstandkoming gebeurt op basis van alles wat in de vorige hoofdstukken staat beschreven.



1. kalkzandsteen fundering / zand onderlaag

3. baksteen fundering / zand onderlaag

2. gewapend beton; gewapend / stampbeton werkvloer

fundering op staal	vgl.	NIBE	milieukost
1 kalkzandsteen fundering / zand onderlaag	=	1a	€ 12,96
2 gewapend beton; gewapend / stampbeton werkvloer	-1	1c	€ 18,68
3 baksteen fundering / zand onderlaag	+2	3a	€ 36,81

7.1. Fundering en constructie

7.1.1. Fundering op staal

Omschrijving

Bij een fundering op staal wordt een verbrede zone gemaakt onder alle op te trekken muren. Logischerwijs zal een brede muur die een grote last moet dragen meer ondersteuning, en dus een dikkere verbrede zone, nodig hebben dan een dunne binnenmuur. Bij gebruik van gewapend beton zal minder materiaal nodig zijn omdat dit sterker is dan ongewapend beton. Het nadeel is wel dat gewapend beton duurder is en slechter voor het milieu omdat de twee materialen (staal en beton) aan elkaar hangen. Niettegenstaande een fundering berekend en uitgevoerd wordt om de volledige levensduur van het gebouw zijn functie te laten vervullen, moet ze toch ooit verwijderd worden. Ongewapend beton zal dan makkelijker te recyclen zijn.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2007)

Functionele eenheid: 1 strekkende meter fundering van 600 mm beneden maaiveld tot maaiveld, toegepast in de NOVEM Referentie Doorzonwoning gedurende 75 jaar.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2012)

Functionele eenheid: 1 strekkende meter fundering van 600 mm onder het maaiveld tot aan het maaiveld, toegepast in de Agentschap NL Referentie Rijwoning gedurende een periode van 75 jaar.

De milieukosten en bouwkosten zijn aangepast in deze recentere versie. In NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012) staan dezelfde milieukosten.

Vergelijking

De functionele eenheid en volgorde van de materialen is dezelfde in beide bronnen. De licht aangepaste benaming van de materialen bezit dezelfde informatie. De milieuklassen verschillen lichtjes, maximum 2 subklassen.

Opmerkingen

Aangezien de vorstvrije diepte in België op 800 mm onder het maaiveld ligt, krijgt de functionele eenheid ook beter deze diepte. In plaats van een vaste breedte te nemen, kiest men beter voor een vaste belasting. De breedte van de fundering op staal zal afhangen van de belasting, dus dan kunnen verschillende mogelijke belastingen uitgewerkt worden. Als de belasting zo klein blijkt dat geen verbreding nodig is, moet vermeld worden dat daarom is uitgegaan van de minimale breedte van 600 mm.

Levensduur

Funderingen kennen in bijna alle gevallen dezelfde levensduur als het gebouw dat er op steunt. Alle materialen bezitten dus de referentie levensduur van 120 jaar.

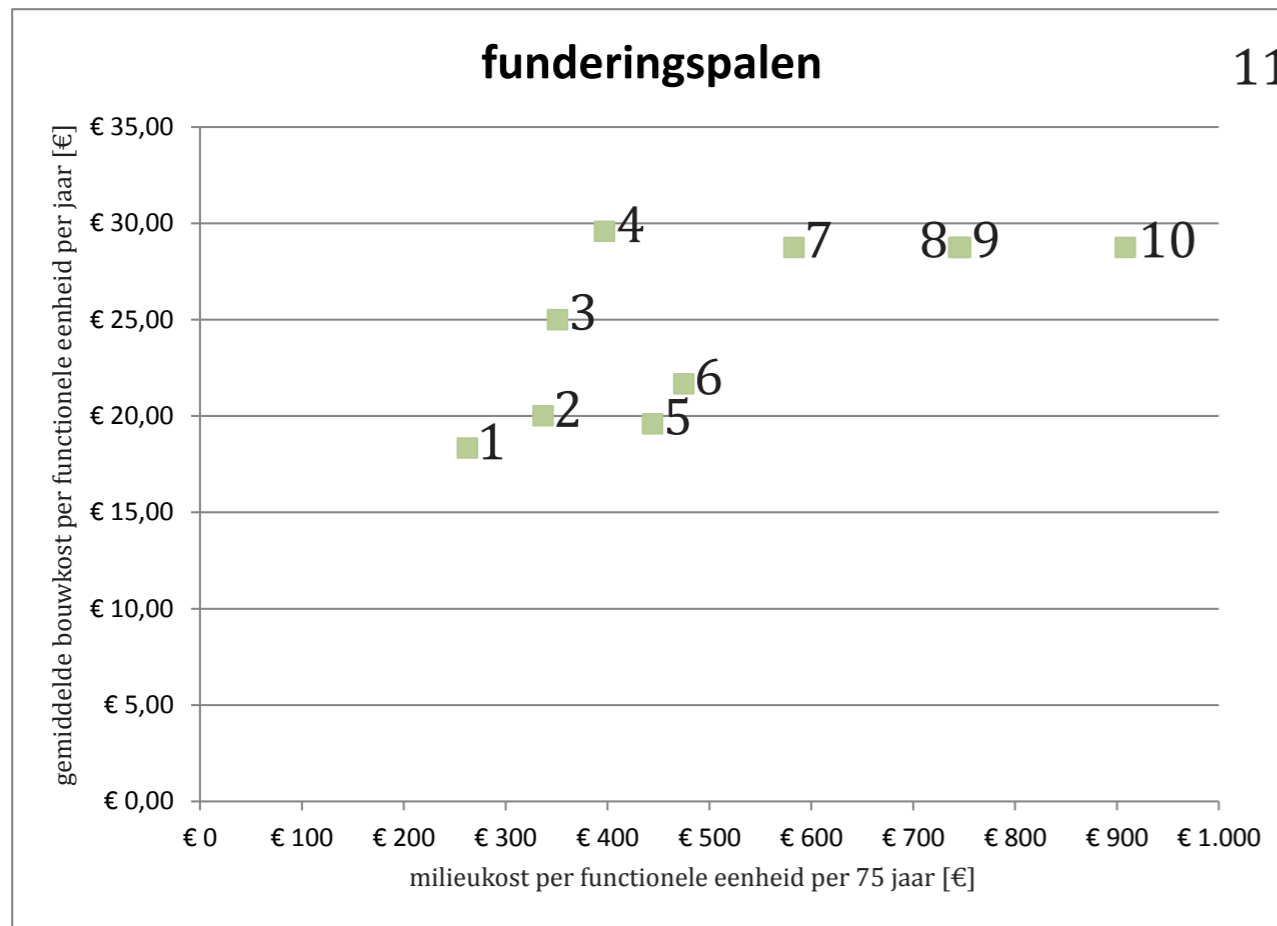
Extra invloedsfactoren

De funderingsbreedte zal afhangen van de breedte van de muren, die meestal afhangt van de isolatiedikte. De vereiste sterkte van de fundering hangt af van het gewicht van de bovenbouw. Houtskelbouw zorgt bijvoorbeeld voor een kleinere belasting dan massiefbouw.

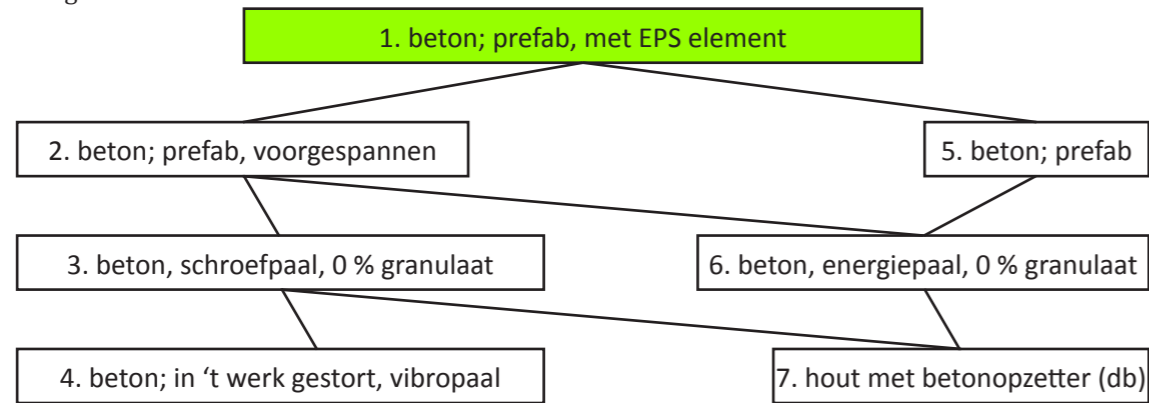
Conclusie

Kies voor 'kalkzandsteen fundering / zand onderlaag'. Dit scoort voor beide criteria beter dan 'gewapend beton; gewapend / stampbeton werkvloer' en verdient de voorkeur boven 'baksteen fundering / zand onderlaag' omdat deze laatste misschien wel iets goedkoper is, maar duidelijk slechter voor het milieu. In theorie is de milieuklasse wel nog aanvaardbaar volgens het NIBE.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 99,00	120	€ 0,83	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 101,00	120	€ 0,84	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 84,00	120	€ 0,70	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011



11. stalen buispaal, 0 % granulaat komt wat de milieukost betreft niet correct voor in de grafiek om de x-as minder lang te maken.



funderingspalen	doorsnede	vgl.	NIBE	milieukost	
1	beton; prefab, met EPS element	250 x 250 mm	-3	1a	€ 262,58
2	beton; prefab, voorgespannen	250 x 250 mm	-4	1b	€ 336,82
3	beton, schroefpaal, 0 % granulaat	rond 300 mm	N	1c	€ 350,93
4	beton; in 't werk gestort, vibropaal	rond 320 mm	-4	1c	€ 397,27
5	beton; prefab	250 x 250 mm	-3	2a	€ 444,34
6	beton, energiepaal, 0 % granulaat	290 x 290 mm	N	2a	€ 474,88
7	hout met betonopzetter (db)	180 x 180 mm	+4	2b	€ 583,09
8	hout met betonopzetter (sb)	180 x 180 mm	+4	3a	€ 744,73
9	hout met betonopzetter (db)	rond 310 mm	+4	3a	€ 746,84
10	hout met betonopzetter (sb)	rond 310 mm	+4	3b	€ 908,48
11	stalen buispaal, 0 % granulaat	rond 323,9 mm	N	4c	€ 1.838,42

7.1.2. Funderingspalen

Omschrijving

Als de dragende grond zich dieper dan ongeveer 5 m bevindt, is een dieptefundering nodig. Deze is zeer degelijk maar kostelijker dan een fundering op staal. De funderingspalen worden op belangrijke dragende punten in de grond geschroefd, geheid of geboord.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2007)

Functionele eenheid: paalfundering onder de NOVEM Referentie Doorzonwoning gedurende 75 jaar, uitgegaan van een gemiddelde sondering waarbij de dragende zandlaag op ongeveer 13 meter onder maaiveld ligt.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2012)

Functionele eenheid: paalfundering onder de Agentschap NL Referentie Rijwoning gedurende een periode van 75 jaar, uitgegaan van fundering op de eerste of de tweede zandlaag afhankelijk van de toepassingsmogelijkheden van het productalternatief. Er is uitgegaan van een gemiddelde sondering waarbij de eerste zandlaag op ongeveer 13 meter en de tweede zandlaag op ongeveer 18 meter onder maaiveld ligt. De milieukosten en bouwkosten zijn aangepast in deze recentere versie. In NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012) staan dezelfde milieukosten.

Vergelijking

De functionele eenheid verschilt een beetje in beide bronnen. In de recentste versie wordt een verstandige opsplitsing gemaakt tussen twee aanzetdieptes. In 2012 worden er 3 producten toegevoegd, de andere blijven ongeveer gelijk. In 2007 staan de afmetingen enkel in de functionele eenheid, terwijl deze in 2012 zijn toegevoegd aan de benaming, wat communicatiever is. Funderingspalen met beton scoren beter dan hout in het basiswerk van 2012, terwijl dit in 2007 omgekeerd was. De milieuklassen verschillen maximum 4 subklassen.

Opmerkingen

Ondanks de vermelde tweede funderingsaanzet worden alle funderingspalen toch berekend op een lengte van 13,5 à 14 m. Een tweede en misschien zelfs derde funderingsdiepte zou tot andere resultaten kunnen leiden en is dus nuttig. Er wordt bij de berekening van de milieukost wel onderscheid gemaakt tussen het aantal nodige palen voor een referentiewoning.

Levensduur

Funderingen kennen in bijna alle gevallen dezelfde levensduur als het gebouw dat er op steunt. Alle materialen bezitten dus de referentie levensduur van 120 jaar.

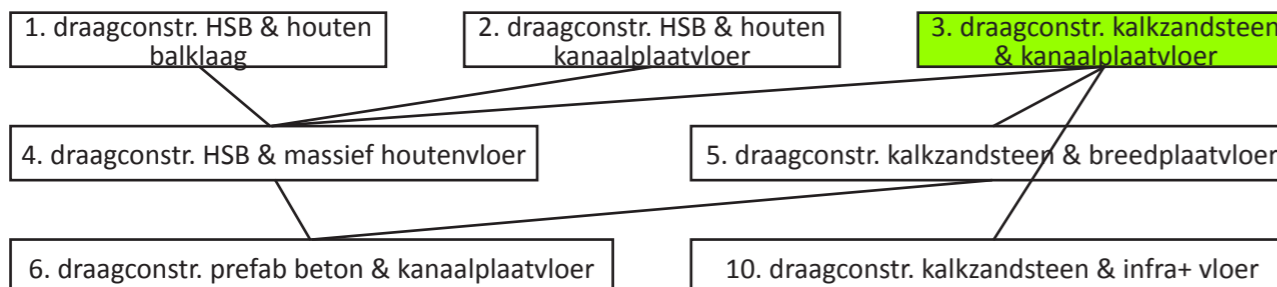
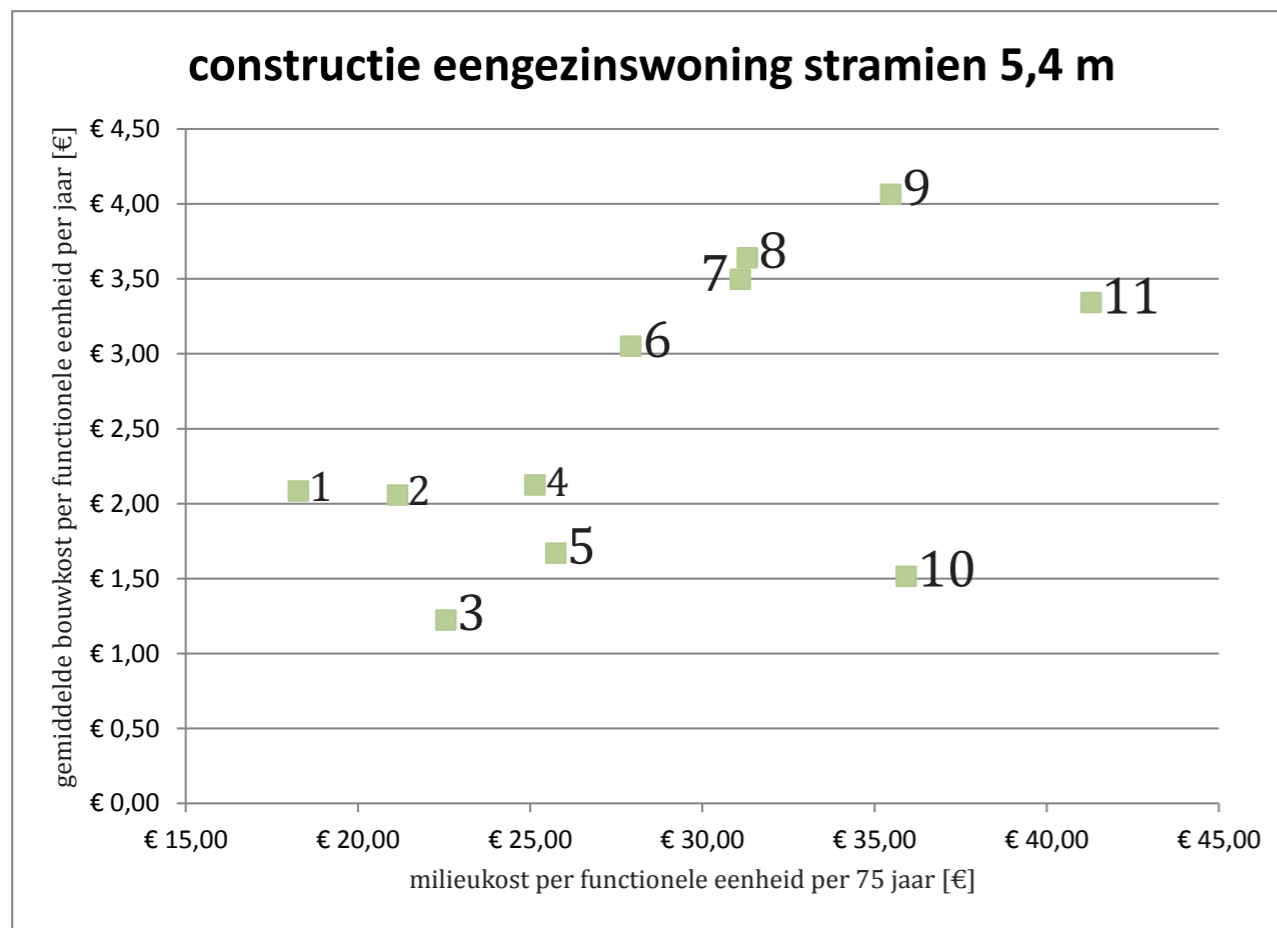
Extra invloedsfactoren

Geluidsoverlast en trillingen bij de plaatsing van de funderingspaal.

Conclusie

Kies voor 'beton; prefab, met EPS element'. Dit scoort op beide criteria het beste. Kies zeker niet voor 'stalen buispaal'. Dit is de enige vermelde funderingspaal die opvallend duurder en slechter voor het milieu is dan de alternatieven. Het heeft ook een onaanvaardbare milieuklasse.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 2.200	120	€ 18,33	NIBE 2012 DC & TB	afgeleid uit archidat (april 2012)	SBR 2011
€ 2.400	120	€ 20,00	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 3.000	120	€ 25,00	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 3.550	120	€ 29,58	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 2.350	120	€ 19,58	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 2.600	120	€ 21,67	NIBE 2012 DC & TB	afgeleid uit archidat (april 2012)	SBR 2011
€ 3.450	120	€ 28,75	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 3.450	120	€ 28,75	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 3.450	120	€ 28,75	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 3.450	120	€ 28,75	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 4.600	120	€ 38,33	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011



constructie eengezinswoning, stramien 5,4 m		vgl.	NIBE	milieukost
1	draagconstructie HSB & houten balklaag	N	1a	€ 18,28
2	draagconstructie HSB & houten kanaalplaatvloer	N	1b	€ 21,15
3	draagconstructie kalkzandsteen & kanaalplaatvloer	N	1b	€ 22,56
4	draagconstructie HSB & massief houtenvloer	N	1c	€ 25,14
5	draagconstructie kalkzandsteen & breedplaatvloer	N	1c	€ 25,75
6	draagconstructie prefab beton & kanaalplaatvloer	N	1c	€ 27,93
7	draagconstructie prefab beton & breedplaatvloer	N	2a	€ 31,11
8	draagconstructie in situ beton & breedplaatvloer	N	2a	€ 31,31
9	draagconstructie in situ beton & in situ betonvloer	N	2b	€ 35,48
10	draagconstructie kalkzandsteen & infra+ vloer	N	2b	€ 35,93
11	draagconstructie prefab beton & infra+ vloer	N	2b	€ 41,29

7.1.3. Constructie eengezinswoning, stramien 5,4 m

Omschrijving

De constructie staat voor de dragende en structurele elementen van een gebouw. Een stramien is een reeks van objecten in eenzelfde maatvoering, breedte of zetting. In de bouw wordt de breedte van het stramien ook beukbreedte genoemd.

2007

Deze materiaalgroep is in 2007 niet aanwezig in een publicatie van het NIBE.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2012)

Functionele eenheid: fundering, begane grondvloer, verdiepingsvloer, dakconstructie, wanden en eventueel de benodigde toegepaste liggers, kolommen en stabiliteitsvoorzieningen van een eengezinswoning met een beukmaat van 5,4 m en een dieptemaat van 9,7 m die bestaat uit twee bouwlagen. De volledige materialisatie is teruggerekend naar 1 m² bruto vloeroppervlak.

Dit is een nieuwe materiaalgroep in 2012 met de nuttige vermelding van de overspanning.

Vergelijking

Wat de milieukost betreft krijgt hout de voorkeur boven beton. Op gebied van kostprijs komen de houten constructies duurder uit dan de meeste betonnen en metselwerk alternatieven.

Opmerkingen

Het NIBE berekent geen bouwkosten, vermoedelijk door de complexiteit van de materiaalgroep.

Levensduur

Draagconstructies kennen in bijna alle gevallen dezelfde levensduur als het gebouw dat er op steunt. Behalve houtskelbouw bezitten alle materialen dus de referentie levensduur van 120 jaar.

Bouwkost

Om toch een bouwcost te bekomen zodat de grafiek twee dimensies kent, kunnen de verschillende componenten opgeteld worden. Dit blijft natuurlijk een benadering. De gebruikte formule:

$$\left(52,5 \text{ m}^2 \cdot [\text{bouwcost begane grondvloer per m}^2] + 2 \cdot 52,5 \text{ m}^2 \cdot [\text{bouwcost verdiepingsvloer per m}^2] \right) / 105 \text{ m}^2 + 2 \cdot (5,4 \text{ m} + 9,7 \text{ m}) \cdot 6 \text{ m} \cdot [\text{bouwcost binnenspouwblad per m}^2]$$

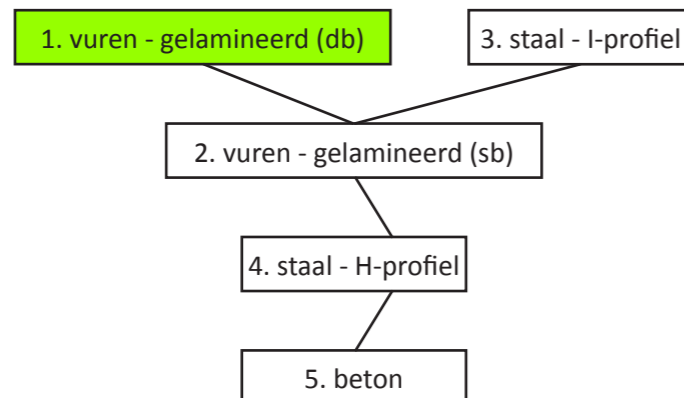
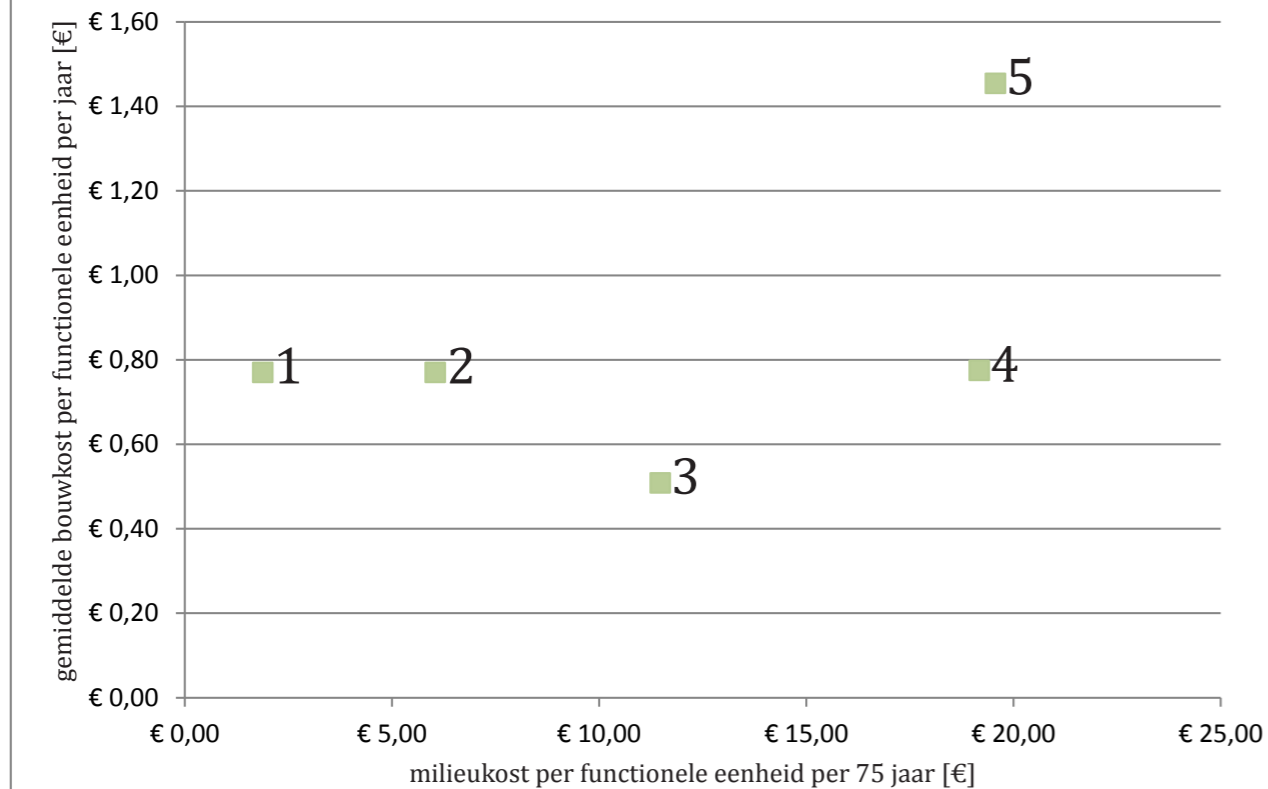
Conclusie

Kies voor 'draagconstructie kalkzandsteen & kanaalplaatvloer'. Dit heeft een lange levensduur, is goedkoop en heeft een goede milieuclassificatie. Op de tweede plaats staat 'draagconstructie HSB & houten balklaag', die duurder is maar beter voor het milieu.

Kies op de eerste rij niet voor 'draagconstructie HSB & houten kanaalplaatvloer' aangezien er een alternatief bestaat dat iets duurder maar milieubewuster is, en een alternatief bestaat dat iets slechter is voor het milieu maar goedkoper. Kies op de tweede rij niet voor 'draagconstructie HSB & massief houtenvloer'. Ook hier bestaat een alternatief dat iets slechter is voor het milieu maar met een lagere bouwcost per jaar door de langere levensduur.

bouwcost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwcost	bron RSL
€ 156,22	75	€ 2,08	NIBE 2012 DC & TB	afgeleid uit NIBE 2012 DC	SBR 2011
€ 154,22	75	€ 2,06	NIBE 2012 DC & TB	afgeleid uit NIBE 2012 DC	SBR 2011
€ 146,74	120	€ 1,22	NIBE 2012 DC & TB	afgeleid uit NIBE 2012 DC	SBR 2011
€ 159,22	75	€ 2,12	NIBE 2012 DC & TB	afgeleid uit NIBE 2012 DC	SBR 2011
€ 200,24	120	€ 1,67	NIBE 2012 DC & TB	afgeleid uit NIBE 2012 DC	SBR 2011
€ 365,90	120	€ 3,05	NIBE 2012 DC & TB	afgeleid uit NIBE 2012 DC	SBR 2011
€ 419,40	120	€ 3,50	NIBE 2012 DC & TB	afgeleid uit NIBE 2012 DC	SBR 2011
€ 436,66	120	€ 3,64	NIBE 2012 DC & TB	afgeleid uit NIBE 2012 DC	SBR 2011
€ 487,66	120	€ 4,06	NIBE 2012 DC & TB	afgeleid uit NIBE 2012 DC	SBR 2011
€ 181,78	120	€ 1,51	NIBE 2012 DC & TB	afgeleid uit NIBE 2012 DC	afgeleid uit SBR 2011
€ 400,94	120	€ 3,34	NIBE 2012 DC & TB	afgeleid uit NIBE 2012 DC	afgeleid uit SBR 2011

liggers (overspanning 10 m)



liggers - overspanning 10 m	doorsnede	vgl.	NIBE	milieukost
1 vuren - gelamineerd (db)	125 x 700 mm	/	1a	€ 1,88
2 vuren - gelamineerd (sb)	125 x 700 mm	/	3a	€ 6,05
3 staal - I-profiel	IPE270	/	4b	€ 11,48
4 staal - H-profiel	HEA240	/	5b	€ 19,18
5 beton	350 x 700 mm	/	5b	€ 19,57

7.1.4. Liggers

Omschrijving

Een ondersteunende balk of een draagbalk, een horizontaal structureel element.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2007)

Functionele eenheid: één strekkende meter ligger bij een rekenbelasting van 0,5 kN/m² en een stramien van 5 meter gedurende 75 jaar.

Het NIBE maakt een onderscheid tussen een overspanning van 10 m en 20 m. Hiernaast worden de cijferwaarden van een overspanning van 10 m gebruikt aangezien deze vaker voorkomt dan 20 m. In de tabel hieronder staan de milieukosten van beide overspanningen. Logischerwijs zullen de liggers met een overspanning van 20 m grotere afmetingen hebben, wat zal leiden tot een hogere bouwkost.

liggers - overspanning 10 m en 20 m	NIBE 10 m	milieukost 10 m	NIBE 20 m	milieukost 20 m
vuren - gelamineerd (db)	1a	€ 1,88	1a	€ 4,88
vuren - gelamineerd (sb)	3a	€ 6,05	3a	€ 15,74
staal - I-profiel	4b	€ 11,48	4b	€ 28,85
staal - H-profiel	5b	€ 19,18	5a	€ 44,53
beton	5b	€ 19,57	5c	€ 57,46

2012

Deze materiaalgroep is in 2012 niet aanwezig in een publicatie van het NIBE. In NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties, Deel 1 - Draagconstructies (2012) treedt 'Constructie eengezinswoning, stramien 5,4 m' op als vervangende materiaalgroep, zie '7.1.3. Constructie eengezinswoning, stramien 5,4 m' op bladzijde 63.

Vergelijking

Hout is voor beide overspanningen het enige aan te raden materiaal. Duurzame bosbouw scoort beter dan standaard bosbouw.

Opmerkingen

Het NIBE maakt een slimme opsplitsing afhankelijk van de overspanning. Die zou nog verder uitgewerkt kunnen worden zodat er cijferwaarden bestaan van 5 m, 10 m, 15 m en 20 m. In een volgende publicatie mag deze materiaalgroep zeker terug aanwezig zijn. Bij de namen van de producten staat de afmeting van de doorsnede niet vermeld in het boek. Dit is hier wel gedaan om zo makkelijker te kunnen vergelijken.

Levensduur

Draagconstructies kennen in bijna alle gevallen dezelfde levensduur als het gebouw dat er op steunt. Alle materialen bezitten dus de referentie levensduur van 120 jaar.

Bouwkost

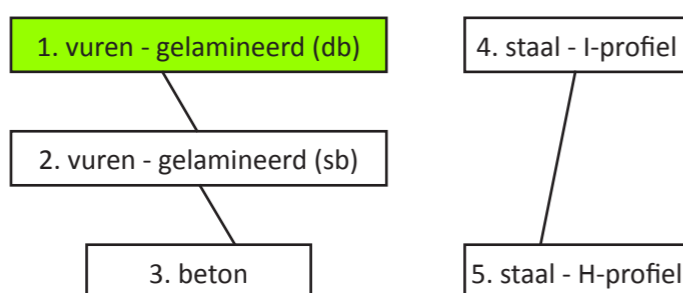
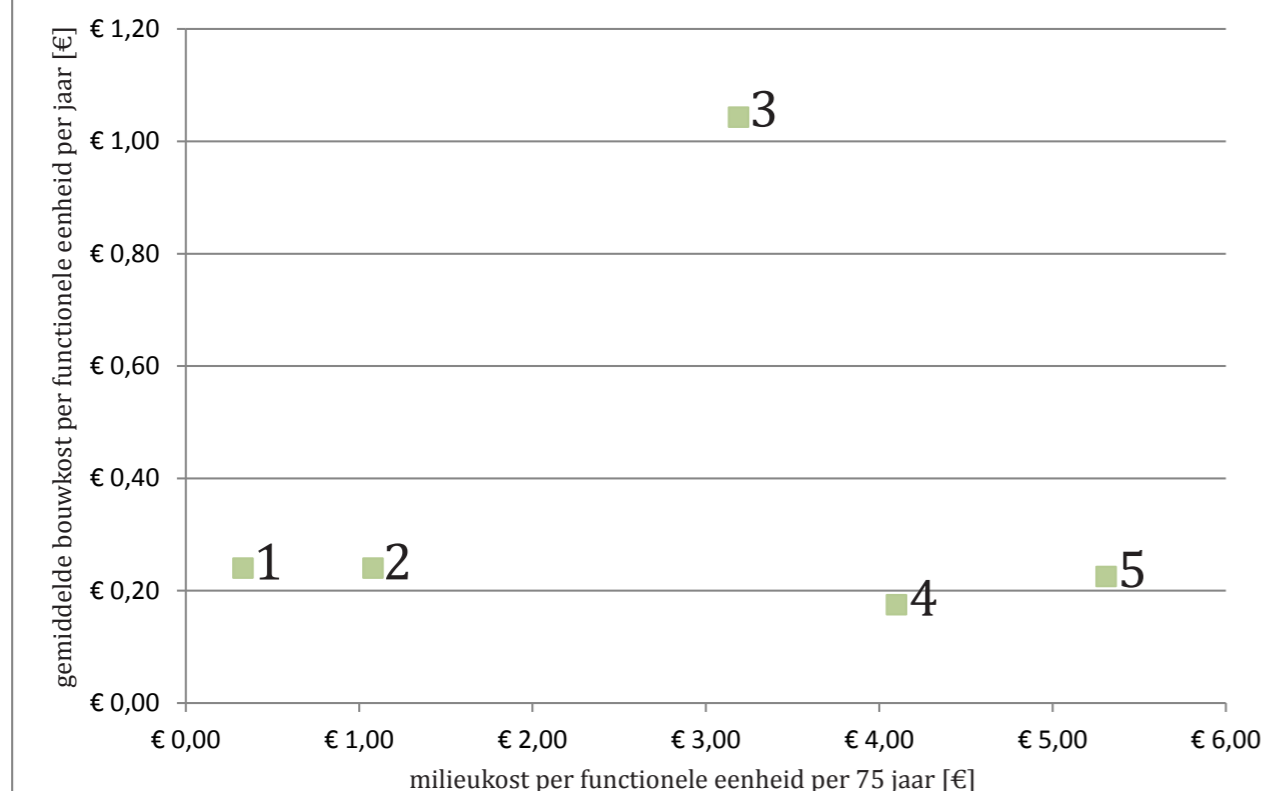
Het NIBE berekent geen bouwkosten voor deze materiaalgroep. Online is er weinig gratis betrouwbare informatie te vinden in verband met de kostprijs van houten liggers. Door de verhouding ervan tot betonnen of stalen liggers wordt een schatting gemaakt. Aangezien de alternatieven op basis van milieukost al af te raden zijn, blijft het mogelijk om een partiële rangschikking op te stellen.

Conclusie

Kies voor 'vuren - gelamineerd (db)'. Deze zal ongeveer dezelfde kostprijs hebben als 'vuren - gelamineerd (sb)' maar is duidelijk beter voor het milieu. Al de andere materialen hebben een NIBE classificatie hoger dan 3c en zijn dus af te raden.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 92,40	120	€ 0,77	NIBE 2007 DC	eigen inschatting	afgeleid uit SBR 2011
€ 92,40	120	€ 0,77	NIBE 2007 DC	eigen inschatting	afgeleid uit SBR 2011
€ 61,00	120	€ 0,51	NIBE 2007 DC	afgeleid uit archidat (april 2012)	SBR 2011
€ 93,00	120	€ 0,78	NIBE 2007 DC	afgeleid uit archidat (april 2012)	SBR 2011
€ 174,50	120	€ 1,45	NIBE 2007 DC	afgeleid uit archidat (april 2012)	SBR 2011

kolommen (rekenbelasting 50 kN)



kolommen - 50 kN	doorsnede	vgl.	NIBE	milieukost
1 vuren - gelamineerd (db)	125 x 125 mm	/	1a	€ 0,33
2 vuren - gelamineerd (sb)	125 x 125 mm	/	3a	€ 1,08
3 beton	200 x 200 mm	/	5a	€ 3,19
4 staal - I-profiel	IPE140	/	5c	€ 4,10
5 staal - H-profiel	HEA100	/	6a	€ 5,31

7.1.5. Kolommen

Omschrijving

Een verticaal structureel element dat een belasting afleidt naar een puntlast.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2007)

Functionele eenheid: één strekkende meter kolom toegepast bij een verdiepingshoogte van 3 meter gedurende 75 jaar.

Het NIBE maakt een onderscheid tussen een rekenbelasting van 50 kN en 500 kN. Hiernaast worden de cijferwaarden van een rekenbelasting van 50 kN gebruikt aangezien deze vaker voorkomen dan 500 kN. In de tabel hieronder staan de milieukosten van beide belastingen. Logischerwijs zullen de kolommen met een rekenbelasting van 500 kN grotere afmetingen hebben, wat zal leiden tot een hogere bouwcost.

kolommen - rekenbelasting 50 kN en 500 kN	NIBE 50 kN	milieukost 50 kN	NIBE 500 kN	milieukost 500 kN
vuren - gelamineerd (db)	1a	€ 0,33	1a	€ 1,34
vuren - gelamineerd (sb)	3a	€ 1,08	3a	€ 4,32
beton	5a	€ 3,19	4b	€ 8,62
staal - I-profiel	5c	€ 4,10	5a	€ 9,67
staal - H-profiel	6a	€ 5,31	4c	€ 11,48

2012

Deze materiaalgroep is in 2012 niet aanwezig in een publicatie van het NIBE. In NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties, Deel 1 - Draagconstructies (2012) staat wel 'Constructie eengezinswoning, stramien 5,4 m'.

Vergelijking

Hout is voor beide rekenbelastingen het enige aan te raden materiaal. Duurzame bosbouw scoort beter dan standaard bosbouw. Beton scoort beter dan staal, wat omgekeerd is bij de materiaalgroep 'liggers'.

Opmerkingen

Het NIBE maakt een slimme opsplitsing afhankelijk van de rekenbelasting. Die zou nog verder uitgewerkt kunnen worden zodat er cijferwaarden bestaan van meerdere belastingen. In een volgende publicatie mag deze materiaalgroep zeker terug aanwezig zijn. Bij de namen van de producten staat de afmeting van de doorsnede niet vermeld in het boek. Je moet hiervoor de functionele eenheid opzoeken. Hier staan ze wel vermeld om zo makkelijker te kunnen vergelijken.

Levensduur

Draagconstructies kennen in bijna alle gevallen dezelfde levensduur als het gebouw dat er op steunt. Alle materialen bezitten dus de referentie levensduur van 120 jaar.

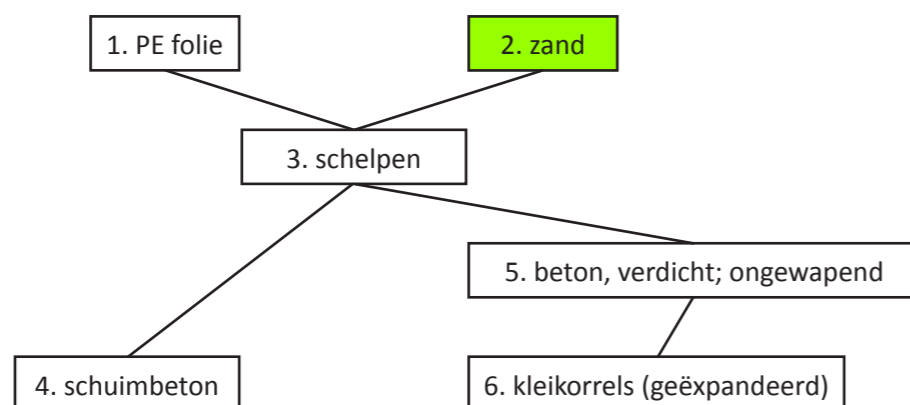
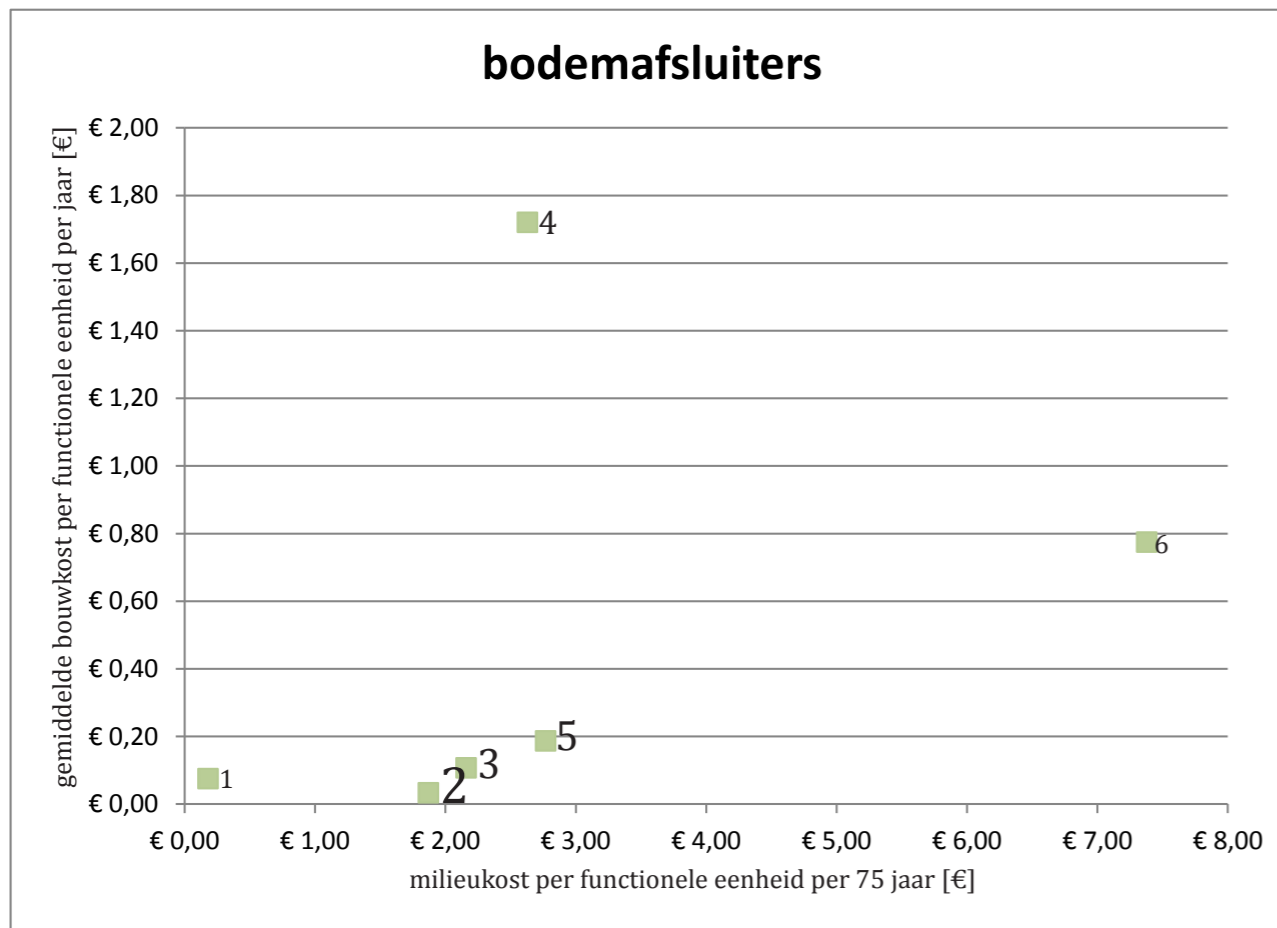
Bouwcost

Het NIBE berekent geen bouwcosten voor deze materiaalgroep. Online is er weinig gratis betrouwbare informatie te vinden in verband met de kostprijs van houten kolommen. Door de verhouding ervan tot betonnen of stalen kolommen wordt een schatting gemaakt.

Conclusie

Kies voor 'vuren - gelamineerd (db)'. Dat zal ongeveer dezelfde kostprijs hebben als 'vuren - gelamineerd (sb)' maar is duidelijk beter voor het milieu. Al de andere materialen hebben een NIBE classificatie hoger dan 3c en zijn dus af te raden.

bouwcost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwcost	bron RSL
€ 28,80	120	€ 0,24	NIBE 2007 DC	eigen inschatting	afgeleid uit SBR 2011
€ 28,80	120	€ 0,24	NIBE 2007 DC	eigen inschatting	afgeleid uit SBR 2011
€ 125,17	120	€ 1,04	NIBE 2007 DC	afgeleid uit archidat (april 2012)	SBR 2011
€ 21,00	120	€ 0,18	NIBE 2007 DC	afgeleid uit archidat (april 2012)	SBR 2011
€ 27,00	120	€ 0,23	NIBE 2007 DC	afgeleid uit archidat (april 2012)	SBR 2011



bodemafluiters		vgl.	NIBE	milieukost
1	PE folie	=	1a	€ 0,18
2	zand	+2	5b	€ 1,87
3	schelpen	+4	5c	€ 2,16
4	schuimbeton	+6	6a	€ 2,63
5	beton, verdicht; ongewapend	+1	6a	€ 2,77
6	kleikorrels (geëxpandeerd)	+3	7c	€ 7,38

7.2. Vloeren en trappen

7.2.1. Bodemafluiters

Omschrijving

Het materiaal waarmee de bodem onder een gebouw wordt afgesloten van de onderliggende grond. Het doel van de bodemafluiters is het vochttransport via de bodem naar het gebouw te blokkeren.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2007)

Functionele eenheid: 1 m² bodemafluiters en een μ -waarde (afhankelijk van de dampdoorlatendheid) van minimaal 0,35 m toegepast in de kruipruimte van de NOVEM Referentie Doorzonwoning gedurende 75 jaar. Bodemafluiters als schuimbeton, schelpen en geëxpandeerde kleikorrels hebben een hoge warmteweerstand. Dit is verrekend door de milieubelasting van 1 m² EPS isolatie van de milieubelasting van deze bodemafluiters af te trekken.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2012)

Functionele eenheid: 1 m² vloeroppervlak en een μ -waarde (afhankelijk van de dampdoorlatendheid) van minimaal 0,35 m toegepast in de kruipruimte van de Agentschap NL Referentie Rijkwoning gedurende een periode van 75 jaar.

De milieukosten en bouwkosten zijn aangepast in NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties, Deel 1 - Draagconstructies (2012). In NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012) staan dezelfde milieukosten.

Vergelijking

Bij de milieu-informatie van de materialen staat bij de functionele eenheid telkens dat er is uitgegaan van een minimale μ -waarde van 0,70 m. Afhankelijk van het dampdiffusieweerstandsgetal μ wordt de dikte van de laag bepaald. Dit is in tegenspraak met de waarde van 0,35 m die vermeld staat boven de classificatietabel. Beide publicaties bevatten dezelfde materialen, weliswaar met een licht andere benaming. 'PE folie' krijgt telkens milieuklasse 1a, de andere materialen scoren in beide publicaties hoger dan 3c en scoren hoger in de het recentste basiswerk. 'Schuimbeton' (van 4a naar 6a) is de grootste stijger met 6 subklassen. 'Geëxpandeerde kleikorrels' hebben in beide publicaties de hoogste milieuklasse.

Opmerkingen

In de publicatie van 2012 staat geen vermelding dat er rekening wordt gehouden met de isolerende waarde van sommige bodemafluiters. Dit kan nochtans een positieve invloed hebben.

Levensduur

De levensduur kent grote verschillen en kan voor deze materiaalgroep bepalend zijn bij de keuze.

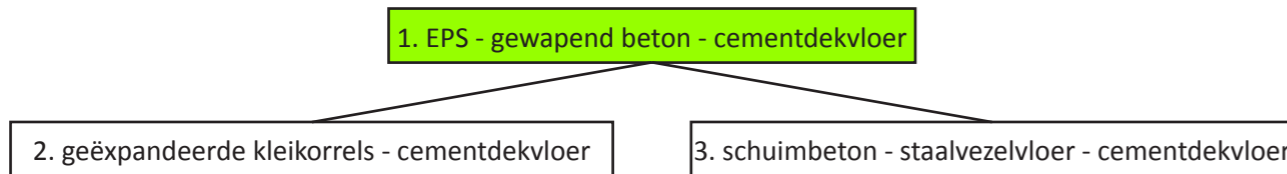
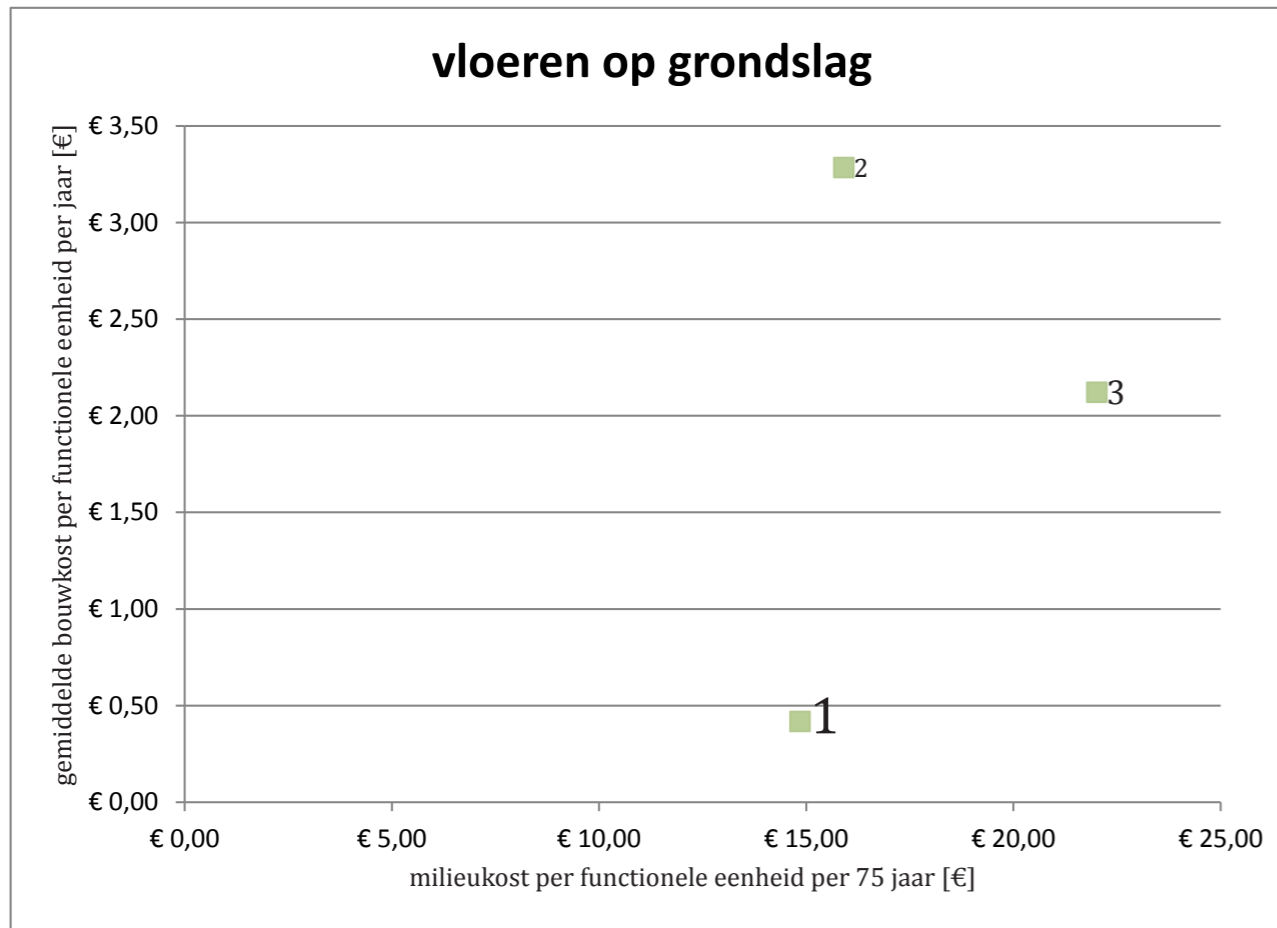
Extra invloedsfactoren

Dampdiffusieweerstandsgetal μ (zit verrekend in de milieukost).

Conclusie

Kies voor 'zand' als het gebouw langer dan 50 jaar zal bestaan. 'PE folie' heeft een duidelijk lagere milieukost, maar het bezit door de veel lagere levensduur een hogere bouwkost per jaar dan 'zand'. Omdat deze folie gebruikt wordt op een plaats die niet makkelijk bereikbaar is, gaat de voorkeur uit naar een alternatief met een langere levensduur, ondanks dit alternatief door het NIBE afgeraden wordt. Nog beter is een combinatie van beide: een PE folie bovenop een zandlaag kan zorgen dat het gestorte beton niet te snel droogt.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 3,00	40	€ 0,08	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 4,00	120	€ 0,03	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 8,00	75	€ 0,11	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 86,00	50	€ 1,72	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 14,00	75	€ 0,19	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 23,22	30	€ 0,77	NIBE 2012 DC & TB	afgeleid uit Aspen (april 2012)	SBR 2011



vloeren op grondslag	vgl.	NIBE	milieukost
1 EPS - gewapend beton - cementdekvloer	/	1a	€ 14,85
2 geëxpandeerde kleikorrels - cementdekvloer	/	1a	€ 15,91
3 schuimbeton - staalvezelvloer - cementdekvloer	/	1c	€ 22,02

7.2.2. Vloeren op grondslag

Omschrijving

Vloeren aangebracht in rechtstreeks contact met de ondergrond. Deze vloeren kunnen wel of niet tot de draagconstructie van het gebouw behoren.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2007)

Functionele eenheid: 1 m² ondersteunende begane grondvloer met een Rc-waarde van 3,0 m².K/W toegepast in de NOVEM Referentie Doorzonwoning op een ondergrond met voldoende stabiliteit gedurende 75 jaar.

2012

Deze materiaalgroep is in 2012 niet aanwezig in een publicatie van het NIBE. Er is geen vervangende materiaalgroep voorzien.

Vergelijking

De drie berekende mogelijkheden verschillen niet veel inzake milieukost.

Opmerkingen

De eis in verband met de Rc-waarde van de functionele eenheid zou beter aangepast worden. Vanaf 1 januari 2014 geldt een maximale U-waarde van 0,3 W/(m².K) voor vloeren op volle grond.

Levensduur

De vloer met de kleinste milieukost zal ook de langste levensduur hebben. De twee alternatieven hebben een opvallend lagere levensduur en zijn af te raden, ondanks deze op gebied van milieukost zeker toegelaten zijn.

Extra invloedsfactoren

Isolatie waarde (zit in milieukost), draagkracht, stijfheid, kruip ... (zit in milieukost en levensduur).

Bouwkost

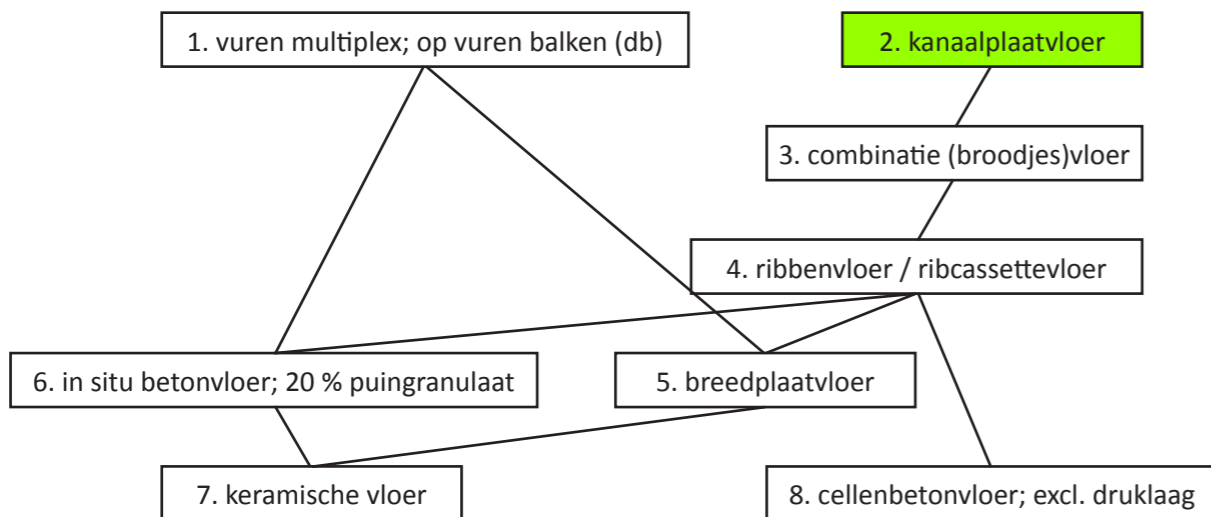
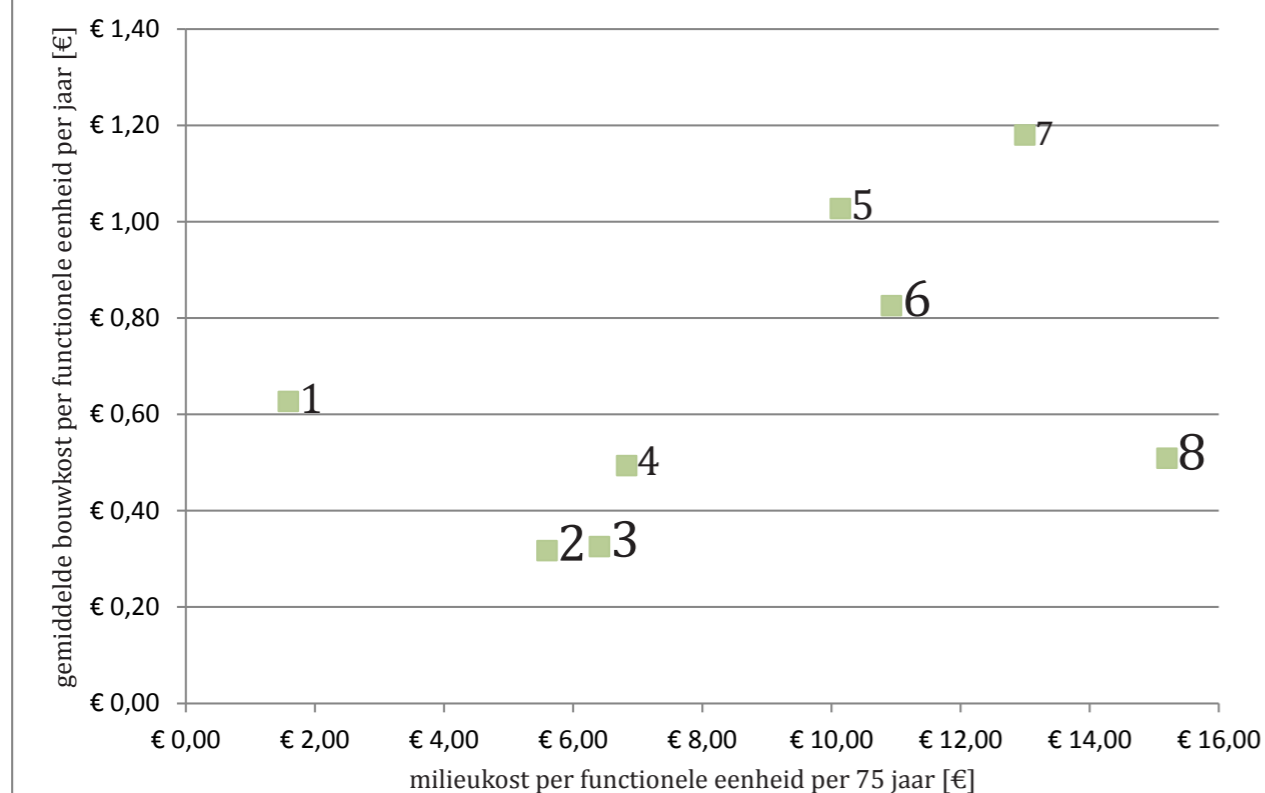
Het NIBE berekent slechts voor één vloeropbouw de bouwkost. Online is er weinig gratis betrouwbare informatie te vinden in verband met de kostprijs van de ander vloeropbouwen, mede door hun complexiteit. De twee overige bouwkosten zijn afgeleid uit andere bronnen. Aangezien de alternatieven op basis van levensduur al af te raden zijn, blijft het zeker mogelijk om een partiële rangschikking op te stellen. Als bodemafluiting is schuimbeton duurder dan geëxpandeerde kleikorrels (zie hoger), dus de bouwkost per jaar zal voor een vloeropbouw met dit materiaal ook hoger liggen.

Conclusie

Kies voor 'EPS - gewapend beton - cementdekvloer'. Dit is het beste voor het milieu, is het goedkoopst en heeft de langste levensduur.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 50,00	120	€ 0,42	NIBE 2007 DC	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
€ 98,50	30	€ 3,28	NIBE 2007 DC	afgeleid uit livios.be (april 2012)	SBR 2011
€ 106,00	50	€ 2,12	NIBE 2007 DC	eigen inschatting	afgeleid uit SBR 2011

begane grondvloeren inclusief isolatie



begane grondvloeren inclusief isolatie	vgl.	NIBE	milieukost
1 vuren multiplex; op vuren balken (db)	=	1a	€ 1,59
2 kanaalplaatvloer	-8	3b	€ 5,60
3 combinatie (broodjes)vloer	-6	3c	€ 6,41
4 ribbenvloer / ribcassettevloer	-7	3c	€ 6,83
5 breedplaatvloer	N	4b	€ 10,14
6 in situ betonvloer; 20 % puingranulaat	-7	4c	€ 10,93
7 keramische vloer	-6	4c	€ 13,00
8 cellenbetonvloer; exclusief druklaag	-3	5a	€ 15,20

7.2.3. Begane grondvloeren

Omschrijving

De vloer van het gelijkvloers, op ongeveer dezelfde hoogte als het maaiveld. Deze vloer grenst onderaan aan een niet verwarmde zone.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2007)

Functionele eenheid: 1 m² vloer die minimaal voldoet aan de eisen van het bouwbesluit, toegepast in de NOBEM Referentie Doorzonwoning gedurende 75 jaar. Onder de vloer is een kruipruimte. Dekvloer en vloerbedekking zijn buiten beschouwing gelaten.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2012)

Functionele eenheid: 1 m² vloer met minimaal een Rc-waarde van 3,0 m².K/W en die voldoet aan de overige eisen van het bouwbesluit, toegepast in de Agentschap NL Referentie Rijwoning gedurende een periode van 75 jaar. Onder de vloer is een kruipruimte. Dekvloer en vloerbedekking zijn buiten beschouwing gelaten.

De milieukosten en bouwkosten zijn aangepast in NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties, Deel 1 - Draagconstructies (2012). In NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012) staan dezelfde milieukosten.

Vergelijking

'Breedplaatvloer' komt in de publicatie van 2012 in plaats van 'hout (standaard bosbouw)' in 2007. De overige materialen blijven gelijk. In de recentste publicatie wordt een referentie isolatiewaarde toegevoegd aan de functionele eenheid. 'Duurzame bosbouw' bezit in beide boeken milieuklasse 1a. De milieuklassen van betonnen vloerelementen worden opvallend beter in het boek van 2012, met 3 tot 8 subklassen verschil.

begane grondvloeren	2007	2012
kanaalplaatvloer	€ 9,01 6a	3b € 5,60
ribcassettevloer	€ 9,74 6a	3c € 6,83
betonvloer (in 't werk gestort)	€ 16,63 7a	4c € 10,93

Opmerkingen

De eisen van het bouwbesluit moeten duidelijker uitgelegd staan. De eis in verband met de Rc-waarde van de functionele eenheid zou beter aangepast worden. Vanaf 1 januari 2014 geldt een maximale U-waarde van 0,3 W/(m².K) voor vloeren op volle grond, boven een kruipruimte of boven een kelder buiten het beschermd volume.

Levensduur

Niettegenstaande 'kanaalplaatvloer' in vergelijking met 'vuren multiplex; op vuren balken; db' slechter is voor het milieu krijgt het toch de voorkeur. Het is namelijk goedkoper en voldoet langer aan zijn functie.

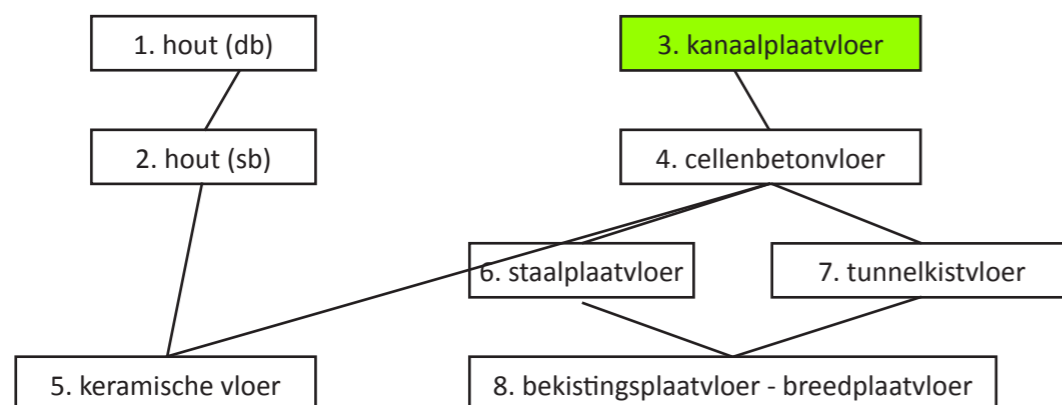
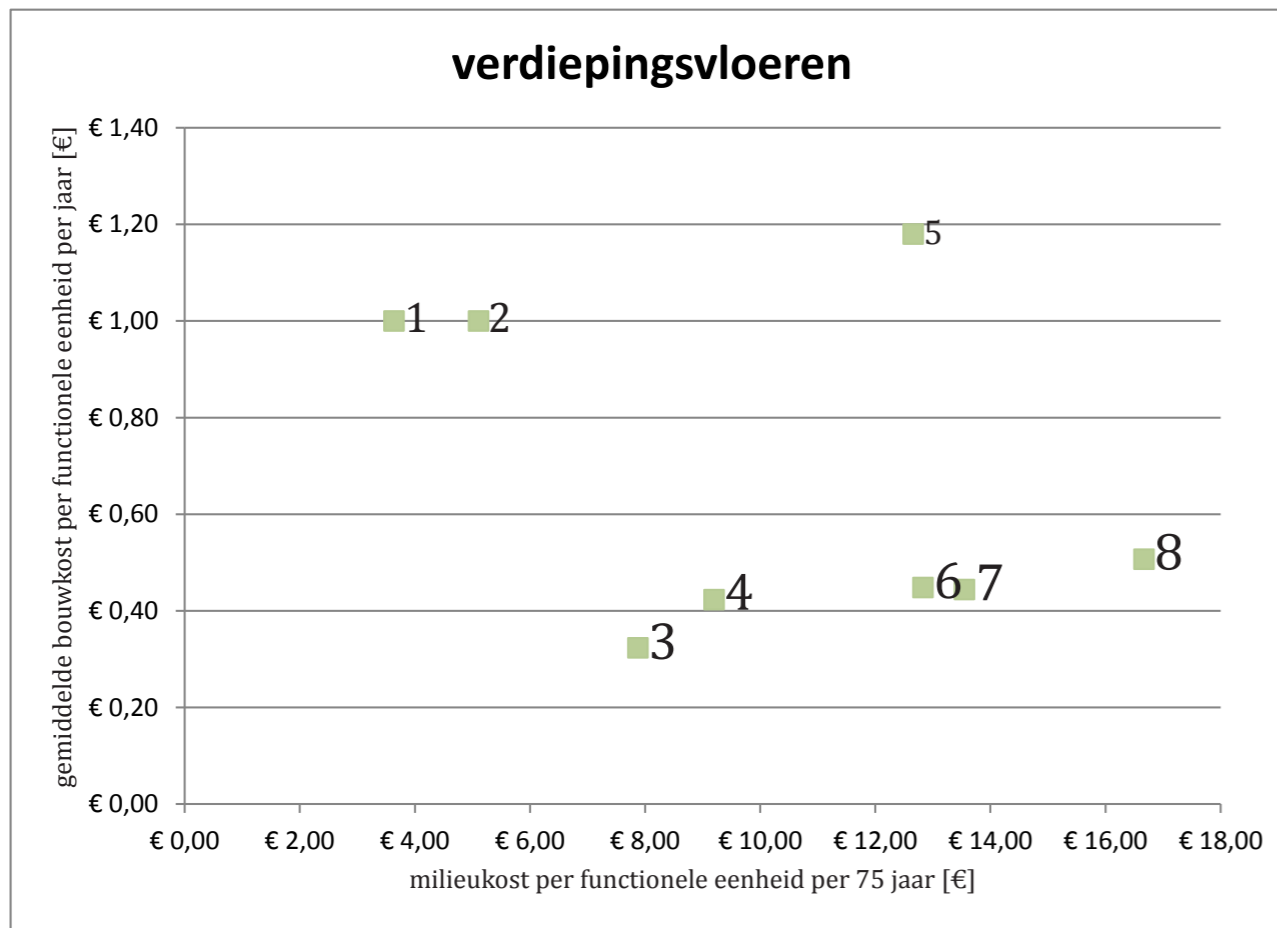
Extra invloedsfactoren

Draagkracht, stijfheid, kruip ... (zit in milieukost en levensduur).

Conclusie

Kies voor 'kanaalplaatvloer'. Dit heeft door de langere levensduur de laagste bouwkost per jaar. Als geen optimale levensduur noodzakelijk is, kan gekozen worden voor het duurdere maar milieubewuste 'vuren multiplex; op vuren balken (db)'. Vanaf de vierde rij zijn de materialen af te raden volgens de NIBE classificatie.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 47,00	75	€ 0,63	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 38,00	120	€ 0,32	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 39,00	120	€ 0,33	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 37,00	75	€ 0,49	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 77,00	75	€ 1,03	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 99,00	120	€ 0,83	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 59,00	50	€ 1,18	NIBE 2012 DC & TB	afgeleid uit NIBE 2012 DC	SBR 2011
€ 61,00	120	€ 0,51	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011



verdiepingsvloeren	dikte	vgl.	NIBE	milieukost	
1	hout (db)	45 x 220 mm + 18 mm	/	1a	€ 3,64
2	hout (sb)	45 x 220 mm + 18 mm	/	1c	€ 5,11
3	kanaalplaatvloer	150 mm	/	2b	€ 7,88
4	cellenbetonvloer	200 mm	/	2c	€ 9,20
5	keramische vloer	150 + 40 mm	/	3b	€ 12,66
6	staalplaatvloer	150 mm	/	3b	€ 12,83
7	tunnelkistvloer	170 mm	/	3b	€ 13,55
8	bekistingsplaatvloer - breedplaatvloer	50 + 120 mm	/	3c	€ 16,67

7.2.4. Verdiepingsvloeren

Omschrijving

De vloer van een bovengrondse verdieping, dus geen keldervloer of begane grondvloer.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2007)

Functionele eenheid: 1 m² vloer die minimaal voldoet aan de eisen van het bouwbesluit, toegepast in de NOVEM Referentie Doorzonwoning gedurende 75 jaar. Dekvloer en vloerbedekking zijn buiten beschouwing gelaten.

Er wordt geen onderscheid gemaakt afhankelijk van de overspanning. De referentie overspanning staat zelfs niet vermeld.

2012

Deze materiaalgroep wordt in 2012 opgesplitst afhankelijk van de overspanning, zie '7.2.5. Verdiepingsvloeren (overspanning 5,4 m)' op bladzijde 77 en '7.2.6. Verdiepingsvloeren (overspanning 7,2 m)' op bladzijde 79.

Vergelijking

In NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2012) staat een beter en communicatiever vervolg van deze materiaalgroep, met aanduiding van de overspanning. In deze recentere versie staan ook meer materialen (zie verder).

Hout krijgt op basis van de milieukost de voorkeur. De andere materialen zijn ook toegelaten want ze scoren niet hoger dan 3c.

Opmerkingen

In de recentste publicatie staan de overspanningen vermeld.

In het basiswerk van 2007 staan geen afmetingen of diktes bij de naam van het materiaal. Deze moeten opgezocht worden bij de milieu-informatie. Hier worden ze voor de duidelijkheid wel vermeld.

Levensduur

Gebouwen met een hoge te verwachten levensduur kiezen beter niet voor houten verdiepingsvloeren. Verdiepingsvloeren maken deel uit van de draagconstructie van een gebouw. Deze krijgt best een lange levensduur om hergebruik toe te laten.

Extra invloedsfactoren

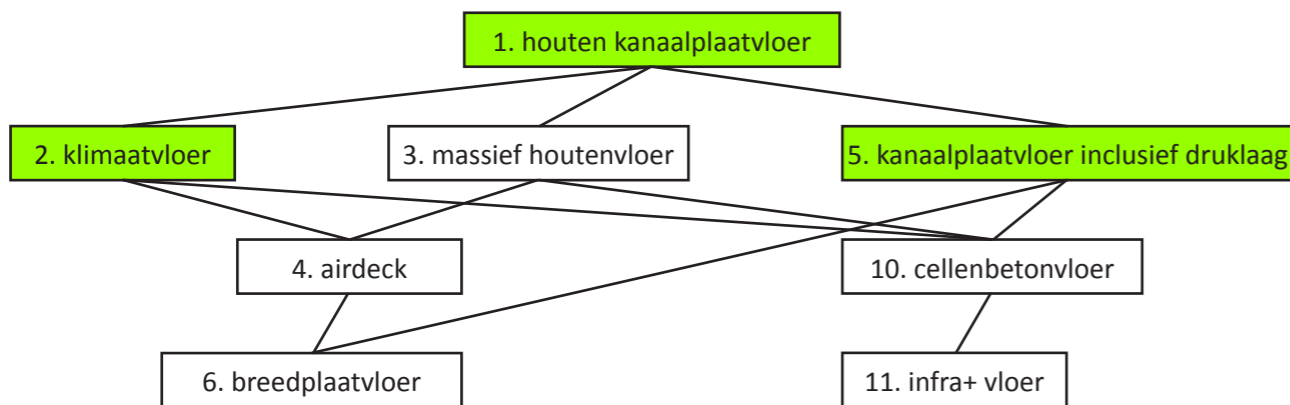
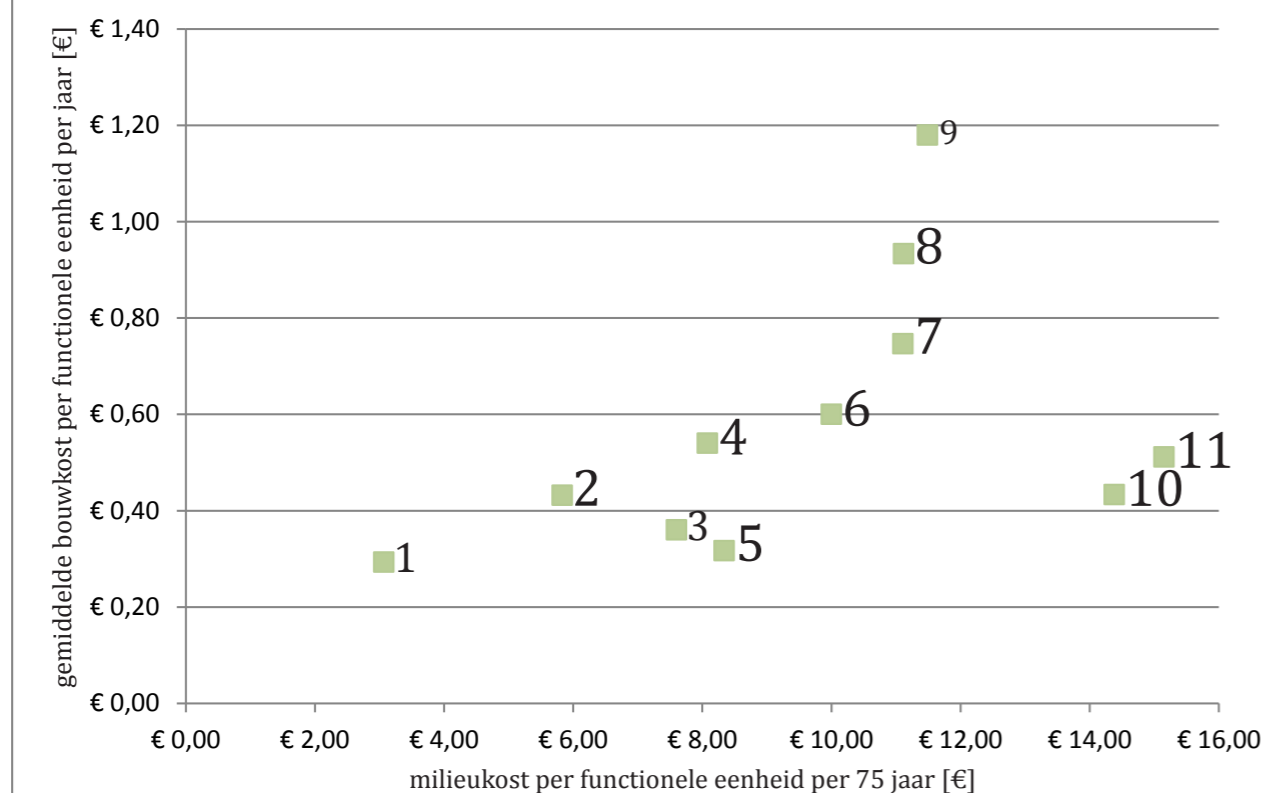
Draagkracht, stijfheid, kruip ... (zit in milieukost en levensduur).

Conclusie

Kies voor 'kanaalplaatvloer' als verdiepingsvloer. Houten verdiepingsvloeren zijn milieuvriendelijker, maar ze zijn duurder en hebben een kortere levensduur.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 75,00	75	€ 1,00	NIBE 2007 DC	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
€ 75,00	75	€ 1,00	NIBE 2007 DC	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
€ 38,75	120	€ 0,32	NIBE 2007 DC	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
€ 50,75	120	€ 0,42	NIBE 2007 DC	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
€ 59,00	50	€ 1,18	NIBE 2007 DC	afgeleid uit NIBE 2012 DC	SBR 2011
€ 53,75	120	€ 0,45	NIBE 2007 DC	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
€ 53,25	120	€ 0,44	NIBE 2007 DC	NIBE 2007 DC via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 60,75	120	€ 0,51	NIBE 2007 DC	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011

verdiepingsvloeren (overspanning 5,4 m)



verdiepingsvloeren (overspanning 5,4 m)	dikte	vgl.	NIBE	milieukost	
1	houten kanaalplaatvloer	220 mm	N	1a	€ 3,07
2	klimaatvloer	200 mm	N	2a	€ 5,83
3	massief houtenvloer	201 mm	N	2c	€ 7,60
4	airdeck	340 mm	N	2c	€ 8,08
5	kanaalplaatvloer inclusief druklaag	200 mm	+1	2c	€ 8,34
6	breedplaatvloer	200 mm	-2	3a	€ 10,00
7	bollenplaatvloer	230 mm	N	3b	€ 11,11
8	in situ betonvloer	250 mm	N	3b	€ 11,12
9	keramische vloer		=	3b	€ 11,49
10	cellenbetonvloer		+3	3c	€ 14,38
11	infra+ vloer	IPE240 hoh 600 mm	N	4a	€ 15,15

7.2.5. Verdiepingsvloeren (overspanning 5,4 m)

Omschrijving

De vloer van een bovengrondse verdieping, dus geen keldervloer of begane grondvloer.

2007

Deze materiaalgroep bestond in 2007 niet met deze specificaties. In 2007 was er wel de materiaalgroep 'verdiepingsvloeren'.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2012)

Functionele eenheid: 1 m² verdiepingsvloer geschikt voor een minimale overspanning van 5,4 m gedurende een periode van 75 jaar, die minimaal voldoet aan de eisen van het Bouwbesluit. Dekvloer en vloerbedekking zijn buiten beschouwing gelaten.

Deze materiaalgroep is nieuw in 2012 als opvolger van 'verdiepingsvloeren' met de nuttige vermelding van de overspanning. In het Tabellenboek (2012) staan dezelfde milieukosten.

Vergelijking

Net als in NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2007) zijn dekvloer en vloerbedekking buiten beschouwing gelaten. De functionele eenheid van de materiaalgroep bevat geen verwijzing naar een referentiewoning, de milieu-informatie van de materialen verwijst wel naar de toepassing in een Agentschap NL Referentie Doorzonwoning. Houten vloeren krijgen een betere milieuklasse dan de meeste betonnen alternatieven. Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen duurzame en standaard bosbouw. 'Hout (duurzame bosbouw)', 'hout (standaard bosbouw)', 'staalplaatvloer' en 'tunnelkistvloer' verdwijnen uit de productenlijst van 'verdiepingsvloeren' in 2007. Er zijn zeven nieuwkomers.

Opmerkingen

De vermelding van de overspanning bij deze materiaalgroep en de diktes per product zijn een verbetering ten opzichte van NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2007).

Levensduur

Gebouwen met een hoge te verwachten levensduur kiezen beter niet voor houten verdiepingsvloeren.

Bouwkost

De bouwkosten van de betonnen vloeren komen vrij goed overeen met de bouwkosten voor 'verdiepingsvloeren' in NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2007). De bouwkosten voor houten vloeren daarentegen waren in de oude publicatie drie keer duurder dan in het recente boek, ondanks er daar werd uitgegaan van balken en hier van een kanaalplaatvloer of een massieve vloer.

Extra invloedsfactoren

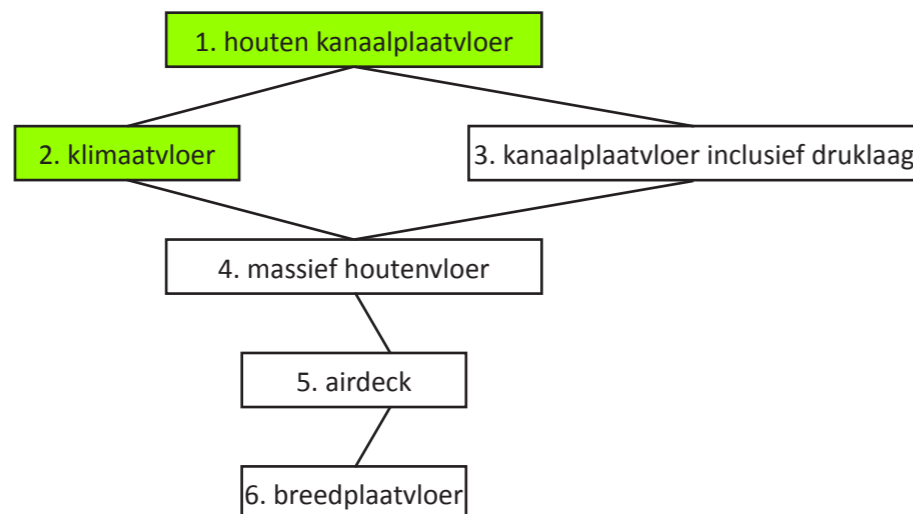
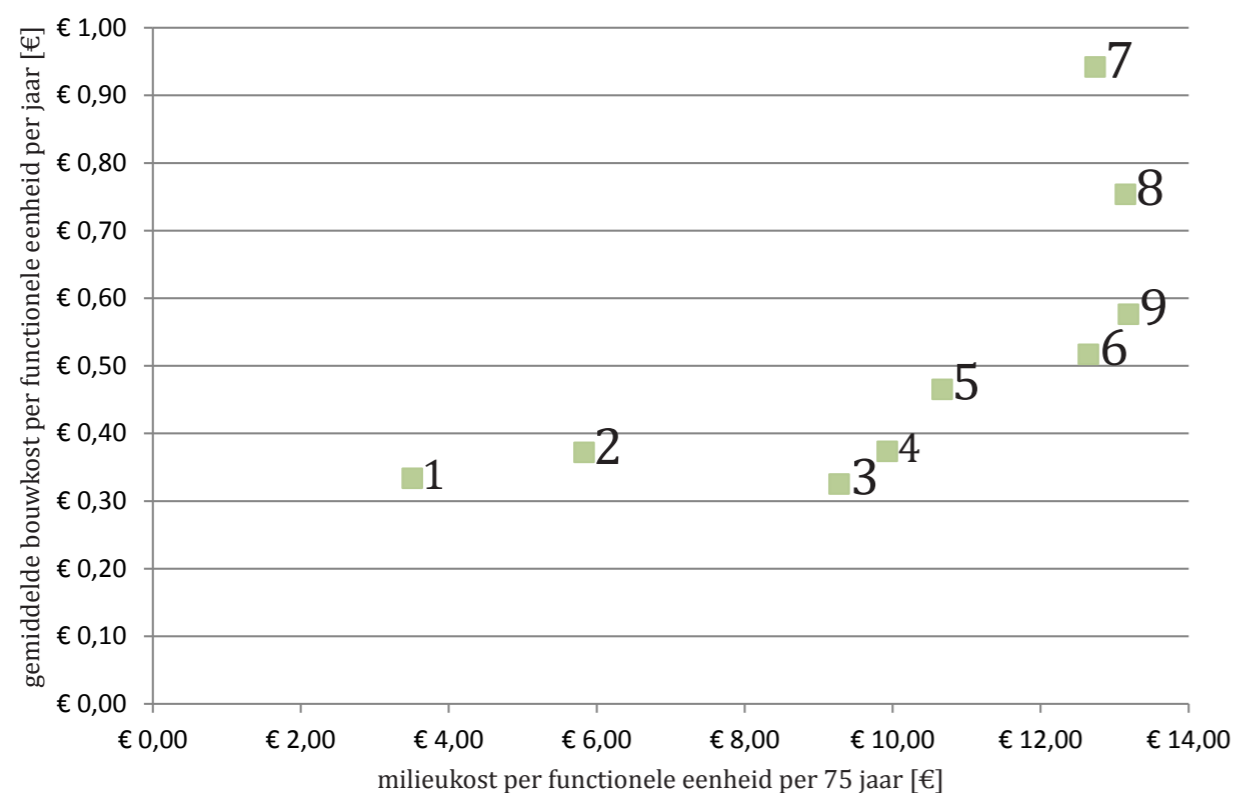
Draagkracht, stijfheid, kruip ... (zit in milieukost en levensduur).

Conclusie

Kies voor 'houten kanaalplaatvloer' als de levensduur kleiner is dan 75 jaar. In het andere geval is 'klimaatvloer' of 'kanaalplaatvloer inclusief druklaag' een goede keuze.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 22,00	75	€ 0,29	NIBE 2012 DC & TB	afgeleid uit NIBE 2012 DC	SBR 2011
€ 51,84	120	€ 0,43	NIBE 2012 DC & TB	afgeleid uit NIBE 2012 DC	afgeleid uit SBR 2011
€ 27,00	75	€ 0,36	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 64,80	120	€ 0,54	NIBE 2012 DC & TB	afgeleid uit NIBE 2012 DC	afgeleid uit SBR 2011
€ 38,00	120	€ 0,32	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 72,00	120	€ 0,60	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 89,60	120	€ 0,75	NIBE 2012 DC & TB	afgeleid uit NIBE 2012 DC	afgeleid uit SBR 2011
€ 112,00	120	€ 0,93	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 59,00	50	€ 1,18	NIBE 2012 DC & TB	afgeleid uit NIBE 2012 DC	SBR 2011
€ 52,00	120	€ 0,43	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 61,36	120	€ 0,51	NIBE 2012 DC & TB	Bouwformatie (dec 2008)	afgeleid uit SBR 2011

verdiepingsvloeren (overspanning 7,2 m)



verdiepingsvloeren (overspanning 7,2 m)	dikte	vgl.	NIBE	milieukost	
1	houten kanaalplaatvloer	320 mm	N	1a	€ 3,51
2	klimaatvloer	200 mm	N	2a	€ 5,83
3	kanaalplaatvloer inclusief druklaag	260 mm	-1	2c	€ 9,28
4	massief houtenvloer	264 mm	N	3a	€ 9,93
5	airdeck	390 mm	N	3a	€ 10,67
6	breedplaatvloer	230 mm	-1	3b	€ 12,65
7	in situ betonvloer	300 mm	N	3b	€ 12,74
8	bollenplaatvloer	280 mm	N	3b	€ 13,15
9	infra+ vloer	IPE270 hoh 750 mm	N	3b	€ 13,19

7.2.6. Verdiepingsvloeren (overspanning 7,2 m)

Omschrijving

De vloer van een bovengrondse verdieping, dus geen keldervloer of begane grondvloer.

2007

Deze materiaalgroep bestond in 2007 niet met deze specificaties. In 2007 was er wel de materiaalgroep 'verdiepingsvloeren'.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2012)

Functionele eenheid: 1 m² verdiepingsvloer geschikt voor een minimale overspanning van 7,1 m gedurende een periode van 75 jaar, die minimaal voldoet aan de eisen van het Bouwbesluit. Dekvloer en vloerbedekking zijn buiten beschouwing gelaten.

Deze materiaalgroep is nieuw in 2012 als opvolger van 'verdiepingsvloeren' met de nuttige vermelding van de overspanning. In het Tabellenboek (2012) staan dezelfde milieukosten.

Vergelijking

Net als in NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2007) zijn dekvloer en vloerbedekking buiten beschouwing gelaten. De functionele eenheid van de materiaalgroep bevat geen verwijzing naar een referentiewoning, de milieu-informatie van de materialen verwijst wel naar de toepassing in een Agentschap NL Referentie Doorzonwoning. Houten vloeren krijgen een betere milieuklasse dan de meeste betonnen alternatieven. Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen duurzame en standaard bosbouw. 'Cellenbetonvloer', 'keramische vloer', 'staalplaatvloer' en 'tunnelkistvloer' verdwijnen uit de productenlijst van 'verdiepingsvloeren' in 2007. Er zijn zeven nieuwkomers. Ten opzichte van 5,4 m overspanning scoort 'kanaalplaatvloer inclusief druklaag' hier beter dan 'massief houtenvloer' en 'airdeck'. 'Bollenplaatvloer' scoort hier slechter dan 'in situ betonvloer'. Een infra+ vloer scoort hier niet slechter dan 3c.

Opmerkingen

Het is onduidelijk waarom de titel van de materiaalgroep verwijst naar een overspanning van 7,2 m, terwijl er in de functionele eenheden 7,1 m staat.

Bouwkost

Het is opvallend hoe weinig de bouwkosten opgegeven in NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2012) verschillen voor de twee overspanningen. Nochtans is wel duidelijk aangegeven dat de vloeren voor deze langere overspanning dikker zijn.

Levensduur

Gebouwen met een hoge te verwachten levensduur kiezen beter niet voor houten verdiepingsvloeren.

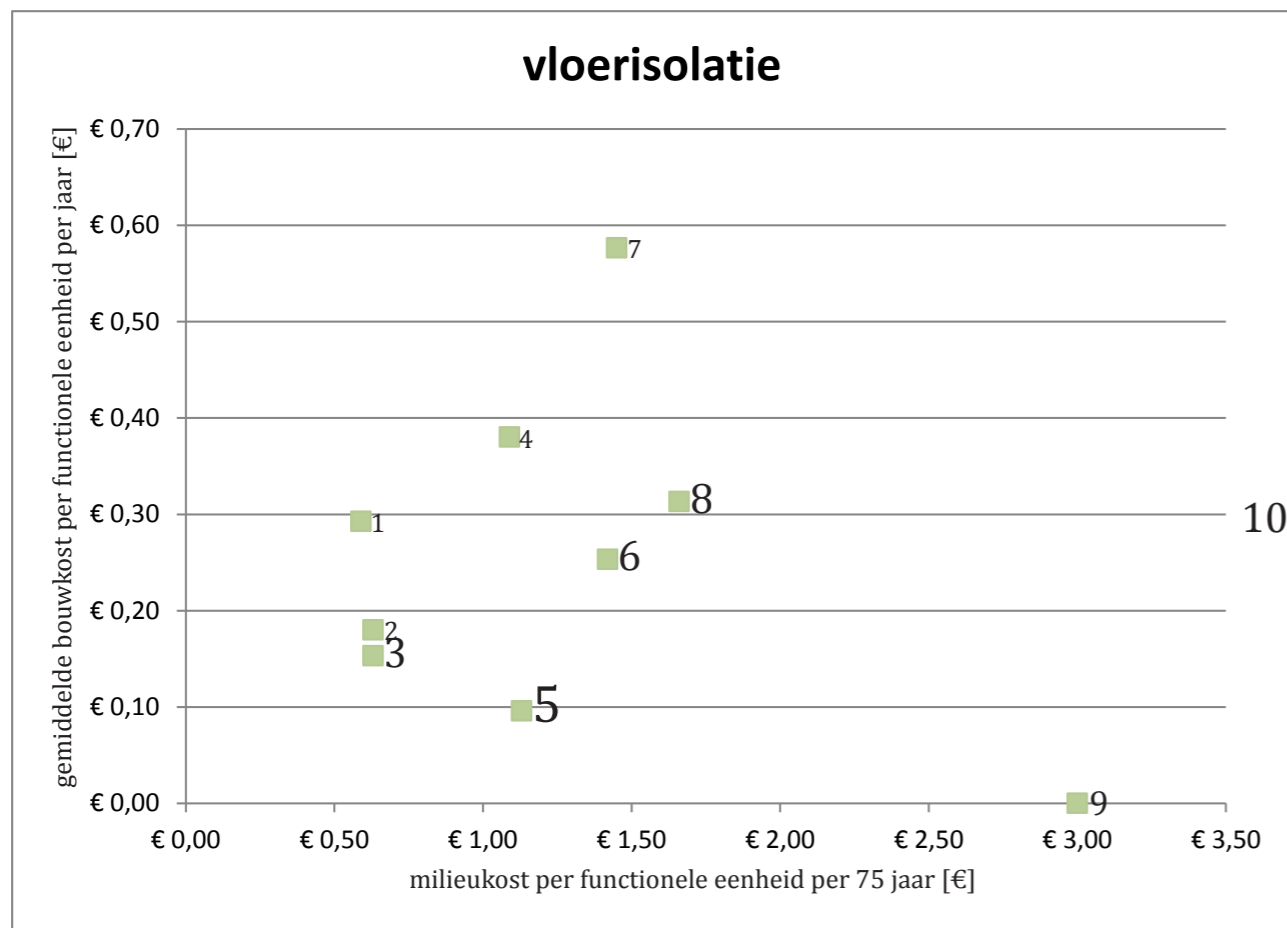
Extra invloedsfactoren

Draagkracht, stijfheid, kruip ... (zit in milieukost en levensduur).

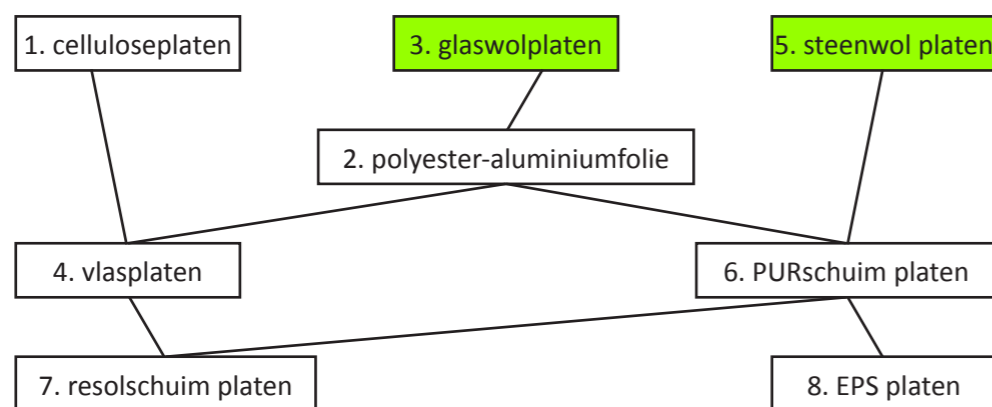
Conclusie

Kies voor 'houten kanaalplaatvloer' bij een te verwachten levensduur lager dan 75 jaar. Kies in het andere geval voor 'klimaatvloer', het meest milieubewuste alternatief. 'Kanaalplaatvloer inclusief druklaag' kan als goedkoopste product met een lange levensduur ook gekozen worden, alhoewel het een grotere milieukost heeft ten opzichte van het beperkte prijsvoordeel.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 25,00	75	€ 0,33	NIBE 2012 DC & TB	afgeleid uit NIBE 2012 DC	SBR 2011
€ 44,64	120	€ 0,37	NIBE 2012 DC & TB	afgeleid uit NIBE 2012 DC	afgeleid uit SBR 2011
€ 39,00	120	€ 0,33	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 28,00	75	€ 0,37	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 55,80	120	€ 0,47	NIBE 2012 DC & TB	afgeleid uit NIBE 2012 DC	afgeleid uit SBR 2011
€ 62,00	120	€ 0,52	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 113,00	120	€ 0,94	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 90,40	120	€ 0,75	NIBE 2012 DC & TB	afgeleid uit NIBE 2012 DC	afgeleid uit SBR 2011
€ 69,12	120	€ 0,58	NIBE 2012 DC & TB	Bouwformatie (dec 2008)	afgeleid uit SBR 2011



9. kurk (geëxpandeerd) komt wat de bouwkost per jaar betreft niet correct voor in de grafiek door de ontbrekende referentielevensduur.
 10. schapenwol komt wat de milieukost betreft niet correct voor in de grafiek om de x-as minder lang te maken.



vloerisolatie	dikte	vgl.	NIBE	milieukost
1 celluloseplaten	135 mm	-8	1a	€ 0,59
2 polyester-aluminiumfolie		=	1a	€ 0,63
3 glaswolplaten	105 mm	-8	1a	€ 0,63
4 vlasplaten	130 mm	-5	2a	€ 1,09
5 steenwol platen	115 mm	-7	2b	€ 1,13
6 PURschuim platen (pentaan geblazen)	75 mm	-13	2c	€ 1,42
7 resolschuim platen	60 mm	-4	2c	€ 1,45
8 EPS platen	120 mm	-5	3a	€ 1,66
9 kurk (geëxpandeerd)	120 mm	+1	4a	€ 3,00
10 schapenwol		"+15"	>7c	€ 69,78

7.2.7. Vloerisolatie

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2007)

Functionele eenheid: 1 m² isolatie met een Rc-waarde van 3,0 m².K/W, toegepast als (na)isolatie in de houten begane grondvloer van de NOVEM Referentie Doorzonwoning gedurende 75 jaar.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2012)

Functionele eenheid: 1 m² isolatie met een Rc-waarde van 3,0 m².K/W, toegepast als (na)isolatie in de houten begane grondvloer van de Agentschap NL Referentie Rijwoning gedurende een periode van 75 jaar. De milieukosten en bouwkosten zijn aangepast in deze bron.

Vergelijking

De functionele eenheid, de materialen en de isolatiediktes komen in beide publicaties overeen. 'Schapenwol' komt in 2012 enkel voor in NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012). Behalve bij 'schapenwol' verbetert de milieuklasse van de meeste isolatiematerialen. Bijna alle materialen ondergaan een grote klassewijziging. De twee grootste wijzigingen staan hieronder.

vloerisolatie	2007	2012
schapenwoldeken	€ 0,56 3a ↗	>7c € 69,78 schapenwol
polyurethaan (PUR)	€ 4,80 7a ↘	2c € 1,42 PURschuim platen (pentaan geblazen)

Opmerkingen

De EPS of steenwol die in vloeren op basis van beton doorgaans wordt toegepast is qua milieubelasting niet vergelijkbaar met de steenwol zoals toegepast in deze beoordeling. Een nieuwe materiaalgroep met vloerisolatie voor vloeren op basis van beton dringt zich op. Ook moeten in de toekomst de isolatiediktes vermeld worden in de benaming van het materiaal. Dit geeft direct een indicatie van de isolatiewaarde.

De eis in verband met de Rc-waarde van de functionele eenheid zou beter aangepast worden. Vanaf 1 januari 2014 geldt een maximale U-waarde van 0,3 W/(m².K) voor vloeren op volle grond, boven een kruipruimte of boven een kelder buiten het beschermd volume. Dit kan voor andere resultaten zorgen.

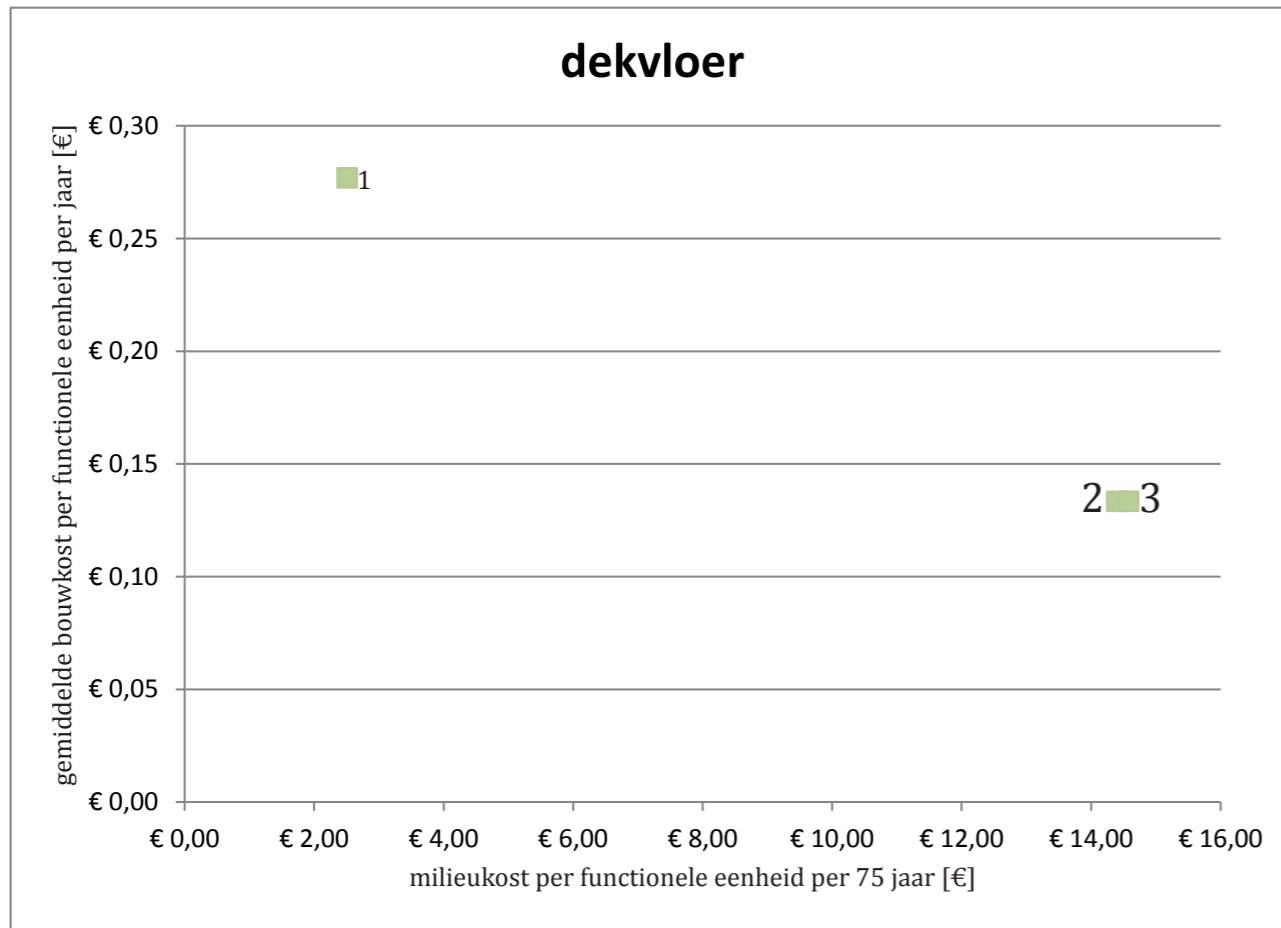
Levensduur

Omdat de milieukosten van de eerste drie materialen zo weinig verschillen kan de levensduur beslissend zijn voor de keuze. Van geëxpandeerde kurk is geen (betrouwbare) levensduur te vinden. Aangezien er voldoende milieubewustere alternatieven zijn, vormt dit geen belemmering voor de rangschikking.

Conclusie

Kies voor 'glaswolplaten' als de isolatie niet meer dan 75 jaar zijn functie moet vervullen. Kies voor 'steenwol platen' als enige alternatief met een langere levensduur, dat tevens heel betaalbaar en vrij milieuvriendelijk is. 'Polyester-aluminiumfolie' staat op de tweede rij van de partiële rangschikking. In theorie zal de milieukost net iets kleiner zijn dan bij 'glaswolplaten' en moet het dus op de eerste rij staan. Omdat dit kleine verschil niet opweegt tegen het duidelijkere verschil in bouwkost per jaar staat het op de tweede rij.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 8,78	30	€ 0,29	NIBE 2012 DC & TB	energie-shop.net (april 2012)	SBR 2011
€ 4,50	25	€ 0,18	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 11,50	75	€ 0,15	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 15,21	40	€ 0,38	NIBE 2012 DC & TB	vibe.be / isolatie.pdf (juli 2008)	afgeleid uit SBR 2011
€ 11,50	120	€ 0,10	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 19,00	75	€ 0,25	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 17,30	30	€ 0,58	NIBE 2012 DC & TB	kingspaninsulation.nl (april 2012)	SBR 2011
€ 23,50	75	€ 0,31	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 31,10	/	/	NIBE 2012 DC & TB	vibe.be / isolatie.pdf (juli 2008)	
€ 22,05	75	€ 0,29	NIBE 2012 TB	vibe.be / isolatie.pdf (juli 2008)	evolias.com (apr 2012)



1. zandcement

2. RO-anhydriet

3. anhydriet, natuurgips

dekvloer	vgl.	NIBE	milieukost
1 zandcement	-4	1a	€ 2,51
2 RO-anhydriet	+10	4b	€ 14,40
3 anhydriet, natuurgips	+7	4b	€ 14,58

7.2.8. Dekvloer

Omschrijving

Afwerkvloer voor betonvloeren.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 3: Afwerkingen (2008)

Functionele eenheid: 1 m² dekvloer met een levensduur van 75 jaar. Uitgegaan is van een dekvloer met dikte 50 mm.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012)

Functionele eenheid: 1 m² dekvloer met een dikte van 50 mm, toegepast in de Agentschap NL Referentie Rijwoning gedurende een periode van 75 jaar.

Enkel de milieukosten zijn aangepast in deze publicatie.

Vergelijking

De voorgestelde materialen zijn in beide publicaties dezelfde. De recentste publicatie verschilt op gebied van milieuklassen veel met de versie van 2008. Zandcement was vroeger de slechtste, maar nu de beste keuze.

dekvloeren	2008	2012
zandcement	€ 4,54 2b ↘	1a € 2,51 zandcement
anhydriet (rogips)	€ 2,26 1a ↗	4b € 14,40 RO-anhydriet
anhydriet (natuurgips)	€ 3,81 2a ↗	4b € 14,58 anhydriet, natuurgips

Levensduur

'Zandcement' heeft een nadelige korte levensduur ten opzichte van zijn alternatieven.

Conclusie

Kies voor 'RO-anhydriet'. Het is eigenlijk niet toegelaten volgens de NIBE classificatie, maar het is goedkoper dan 'zandcement' en het bezit een langere levensduur.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 8,30	30	€ 0,28	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	SBR 2011
€ 10,00	75	€ 0,13	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	SBR 2011
€ 10,00	75	€ 0,13	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	SBR 2011

vloerafwerking



14. ecokatoen komt door de ongekeerde bouwcost per jaar niet in de grafiek voor. 15. wol / PP en 16. wol / PVC komen wat de milieukost betreft niet correct voor in de grafiek om de x-as minder lang te maken.



vloerafwerking	vgl.	NIBE	milieukost
1 Europees zacht hout; delen / parket (db)	-2	1a	€ 0,68
2 kurk	N	2a	€ 1,17
3 kurk met vinylaag	-4	2c	€ 1,60
4 linoleum	+3	2c	€ 1,72
5 grindtapijt	=	3c	€ 2,68
6 tropisch hardhout; delen / parket (db)	+3	4a	€ 3,23
7 Europees hardhout; delen / parket (db)	N	4a	€ 3,57
8 PA / PP	-1	4c	€ 5,37
9 PA / PVC	=	5a	€ 5,96
10 PVC (vinyl)	-3	6a	€ 10,47
11 laminaat	+9	6c	€ 14,10
12 katoen / jutetapijt	"-3"	7a	€ 18,33
13 tropisch hardhout; delen / parket (sb)	"-1"	7c	€ 24,80
14 ecokatoen	N	>7c	€ 38,41
15 wol / PP	"+9"	>7c	€ 149,26
16 wol / PVC	"+9"	>7c	€ 150,59

7.2.9. Vloerafwerking

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 3: Afwerkingen (2008)

Functionele eenheid: 1 m² vloerbedekking inclusief bevestiging, toegepast in de NOVEM Referentie Doorzonwoning gedurende een periode van 75 jaar.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012)

Functionele eenheid: 1 m² vloerbedekking inclusief bevestiging, toegepast in de Agentschap NL Referentie Rijwoning gedurende een periode van 75 jaar. De milieukosten zijn aangepast in deze publicatie.

Vergelijking

De materiaalnaam verandert van vloerbedekking naar vloerafwerking.

Deze materiaalgroep bevat veel producten, maar slechts 5 van de 16 zijn volgens het NIBE aan te raden. In het boek van 2008 waren dat nog 9 van de 15 producten. Een aantal materialen verdwijnen uit de lijst en maken plaats voor nieuwe. De synthetische tapijten uit 2008 met milieuklasse 5a worden nu duidelijker opgesplitst afhankelijk van de gebruikte materialen. Er doen zich ook enkele grote klassewijzigingen voor.

Opmerkingen

Vloertegelwerk wordt als een aparte materiaalgroep gezien, terwijl dit beter tussen de andere materialen zou staan om een vergelijking makkelijker te maken.

Bouwcost en levensduur

SBR geeft geen praktijkwaarden voor vloerafwerkingen in hun publicatie van 2011. BCIS geeft er wel een aantal. Andere levensduren werden op internet gevonden.

Van ecokatoen was geen (betrouwbare) informatie te vinden. Aangezien dit materiaal een hoge milieukost heeft vormt deze ontbrekende waarde geen belemmering voor de rangschikking.

Extra invloedsfactoren

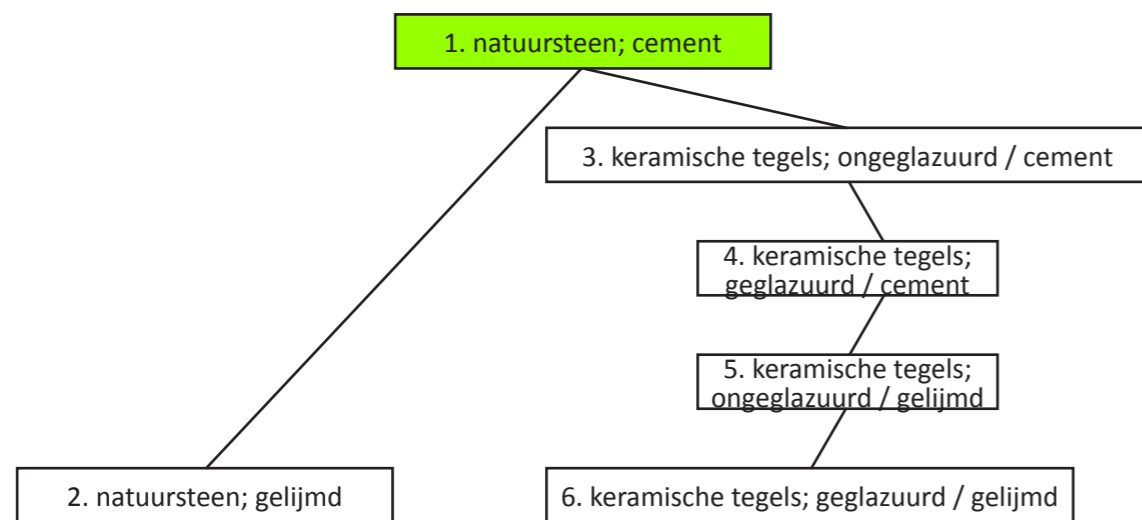
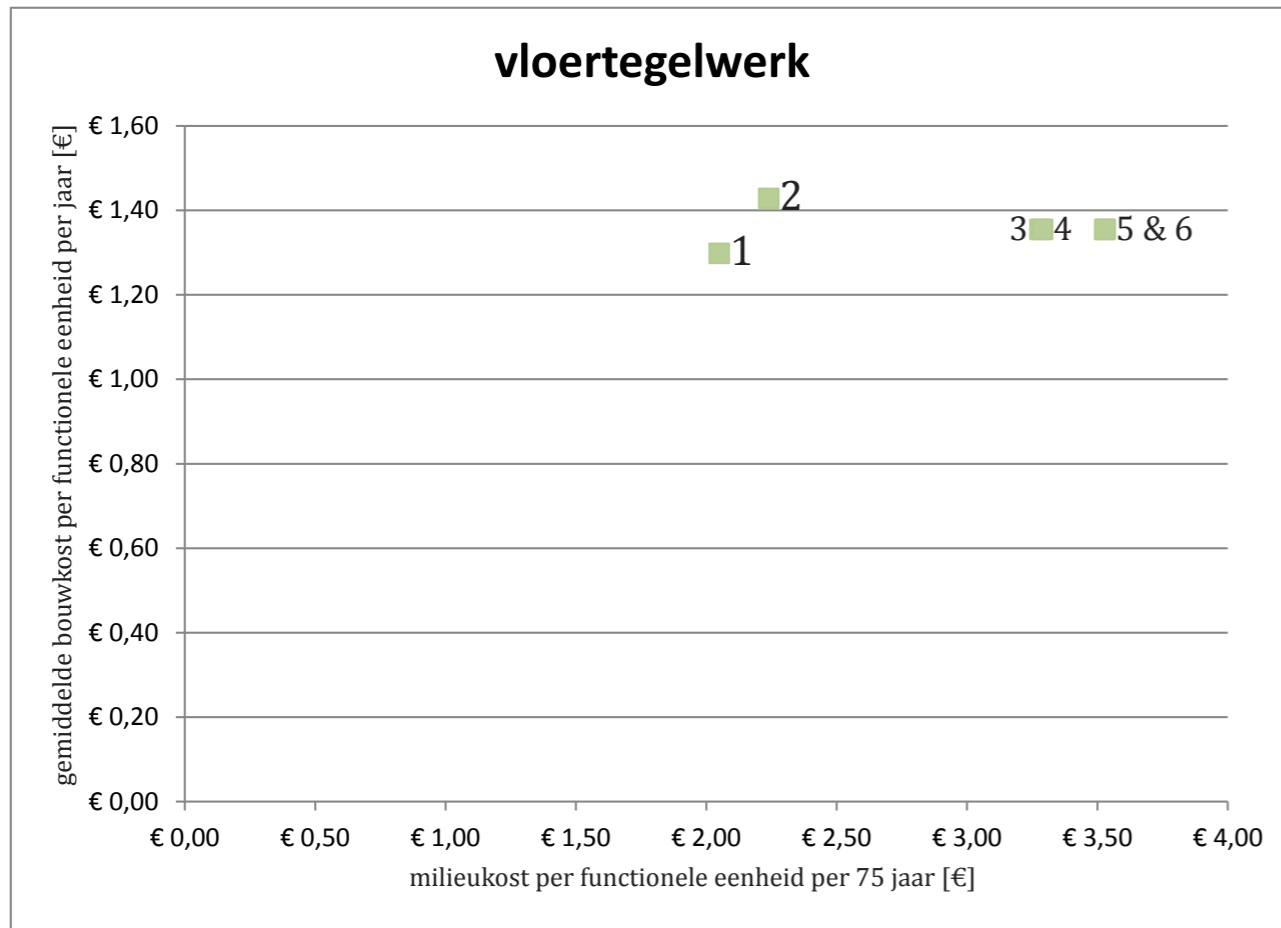
Smaak en slijtvastheid spelen hier zeker een grote rol (zit in levensduur), want het is een zichtbaar materiaal. Ook het gemak waarmee een vloerbedekking vervangen kan worden is belangrijk. Tapijten kennen vaak een korte levensduur omdat vervanging moeiteloos kan.

Kies bij vloerverwarming voor vloertegels of een ander geleidend materiaal en niet voor isolerend hout.

Conclusie

Kies voor 'Europees zacht hout; delen / parket (db)'. Dit is een milieubewust en warm aanvoelend materiaal met een goede levensduur. De twee andere materialen op de eerste rij zijn af te raden, want 'linoleum' heeft een kortere levensduur en 'grindtapijt' bezit een veel hogere (nog net aanvaardbare) milieuklasse.

bouwcost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwcost	bron RSL
€ 74,93	30	€ 2,50	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	BCIS 2006
€ 67,20	15	€ 4,48	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2008 AW	BCIS 2006
€ 74,67	15	€ 4,98	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2008 AW	afgeleid uit BCIS 2006
€ 30,40	20	€ 1,52	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	BCIS 2006
€ 26,67	40	€ 0,67	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit BCIS 2006
€ 96,00	30	€ 3,20	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	BCIS 2006
€ 86,17	30	€ 2,87	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2008 AW	BCIS 2006
€ 33,33	15	€ 2,22	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2008 AW	projectdezn.com (april 2012)
€ 33,33	15	€ 2,22	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2008 AW	projectdezn.com (april 2012)
€ 28,80	15	€ 1,92	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2008 AW	BCIS 2006
€ 59,93	15	€ 4,00	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2008 AW	producteninformatie.be (april 2012)
€ 21,87	15	€ 1,46	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	projectdezn.com (april 2012)
€ 79,20	30	€ 2,64	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit BCIS 2006
/	15	/	NIBE 2012 TB		projectdezn.com (april 2012)
€ 33,33	15	€ 2,22	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2008 AW	projectdezn.com (april 2012)
€ 33,33	15	€ 2,22	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2008 AW	projectdezn.com (april 2012)



vloertegelwerk (dikte 11 mm)		vgl.	NIBE	milieukost
1	natuursteen; cement	-1	1a	€ 2,05
2	natuursteen; gelijmd	-1	1a	€ 2,24
3	keramische tegels; ongeglazuurd / cement	+3	2a	€ 3,28
4	keramische tegels; geglazuurd / cement	+3	2a	€ 3,29
5	keramische tegels; ongeglazuurd / gelijmd	+2	2a	€ 3,53
6	keramische tegels; geglazuurd / gelijmd	+2	2a	€ 3,53

7.2.10. Vloertegelwerk

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 3: Afwerkingen (2008)

Functionele eenheid: 1 m² vloertegelwerk inclusief bevestigingsmiddelen toegepast op een ideale vlakke ondergrond gedurende een periode van 75 jaar.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012)

Functionele eenheid: 1 m² vloertegelwerk inclusief bevestigingsmiddelen op een ideale vlakke ondergrond, toegepast in de Agentschap NL Referentie Rijwoning, gedurende een periode van 75 jaar. De milieukosten zijn aangepast in deze publicatie.

Vergelijking

In beide publicaties staan dezelfde producten vermeld. In 2008 scoorde 'keramische tegels, cement' het best, in 2012 krijgt 'natuursteen' milieuklasse 1a. Het grootste verschil tussen de twee publicaties is een stijging van slechts 3 subklassen.

Opmerkingen

Het is opmerkelijk dat de toevoeging van een glazuurlaag geen invloed heeft op de milieukost en de bouwkost van een keramische tegel.

Bouwkost

Gelijmde natuursteen moet gekalibreerd worden en is daarom duurder in uitvoering. Bij keramische tegels heeft dit geen invloed.

Levensduur

Natuursteen is een homogeen materiaal. Een geglazuurde keramische tegel hierentegen is (veelal) gebakken klei voorzien van een glazuurlaag die beschermt tegen vloeistoffen en chemicaliën. Ze zijn verkrijgbaar in vrijwel elke denkbare maat en kleur. Het grote probleem met een geglazuurde keramische tegel is dat wanneer je hier iets hard op laat vallen (bijvoorbeeld een glas of een pan) er glazuur kapot kan gaan waardoor het rode basismateriaal (de klei) zichtbaar wordt. Een ander nadeel is de snellere zichtbaarheid van krassen door het glanzende oppervlak.

Extra invloedsfactoren

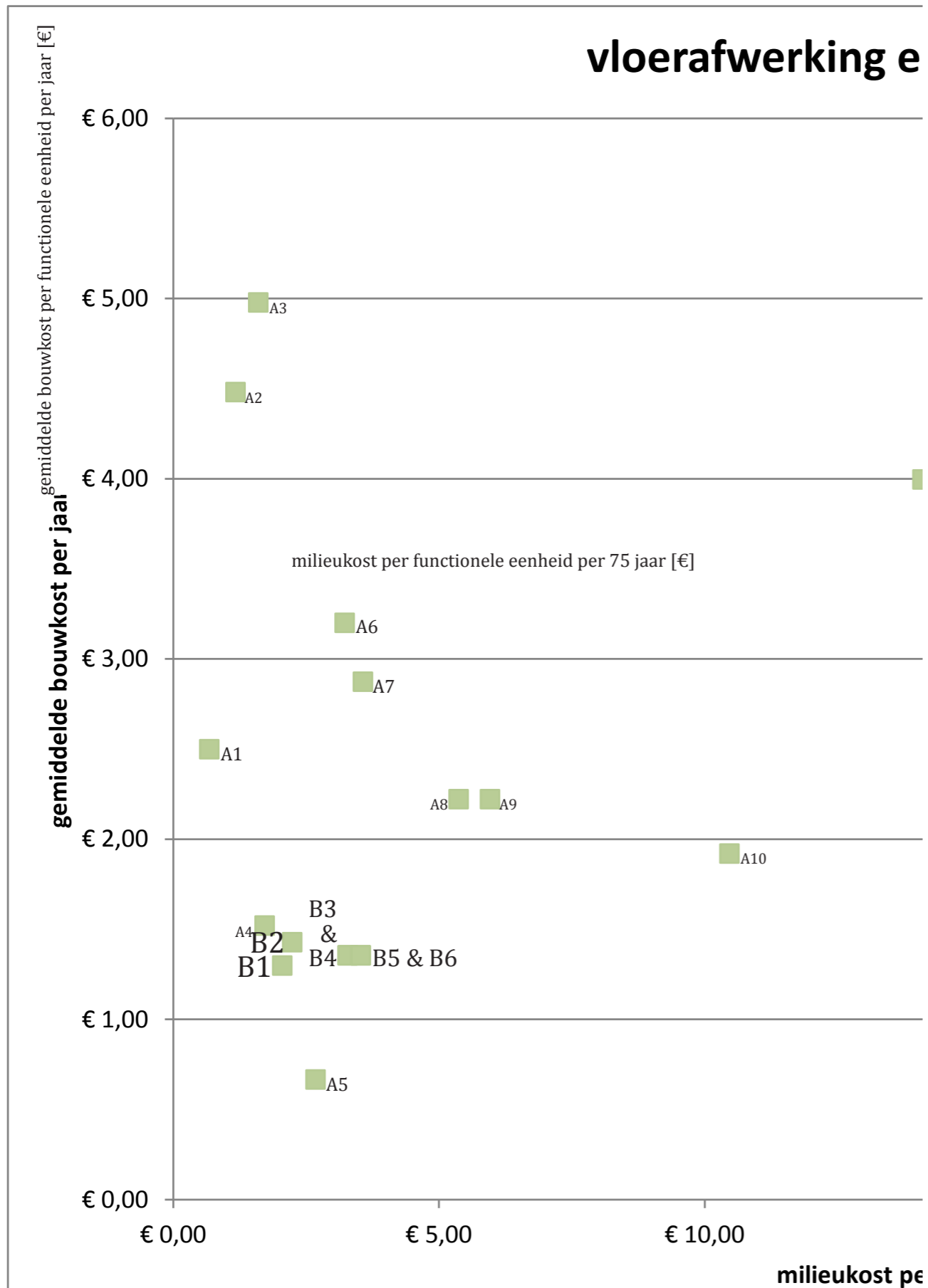
Smaak en slijtvastheid spelen hier zeker een grote rol (zit in levensduur), want het is een zichtbaar materiaal. Ook het uitzicht: er bestaan geen twee dezelfde tegels van natuursteen. Kies bij vloerverwarming voor vloertegels of een ander geleidend materiaal en niet voor isolerend hout.

Conclusie

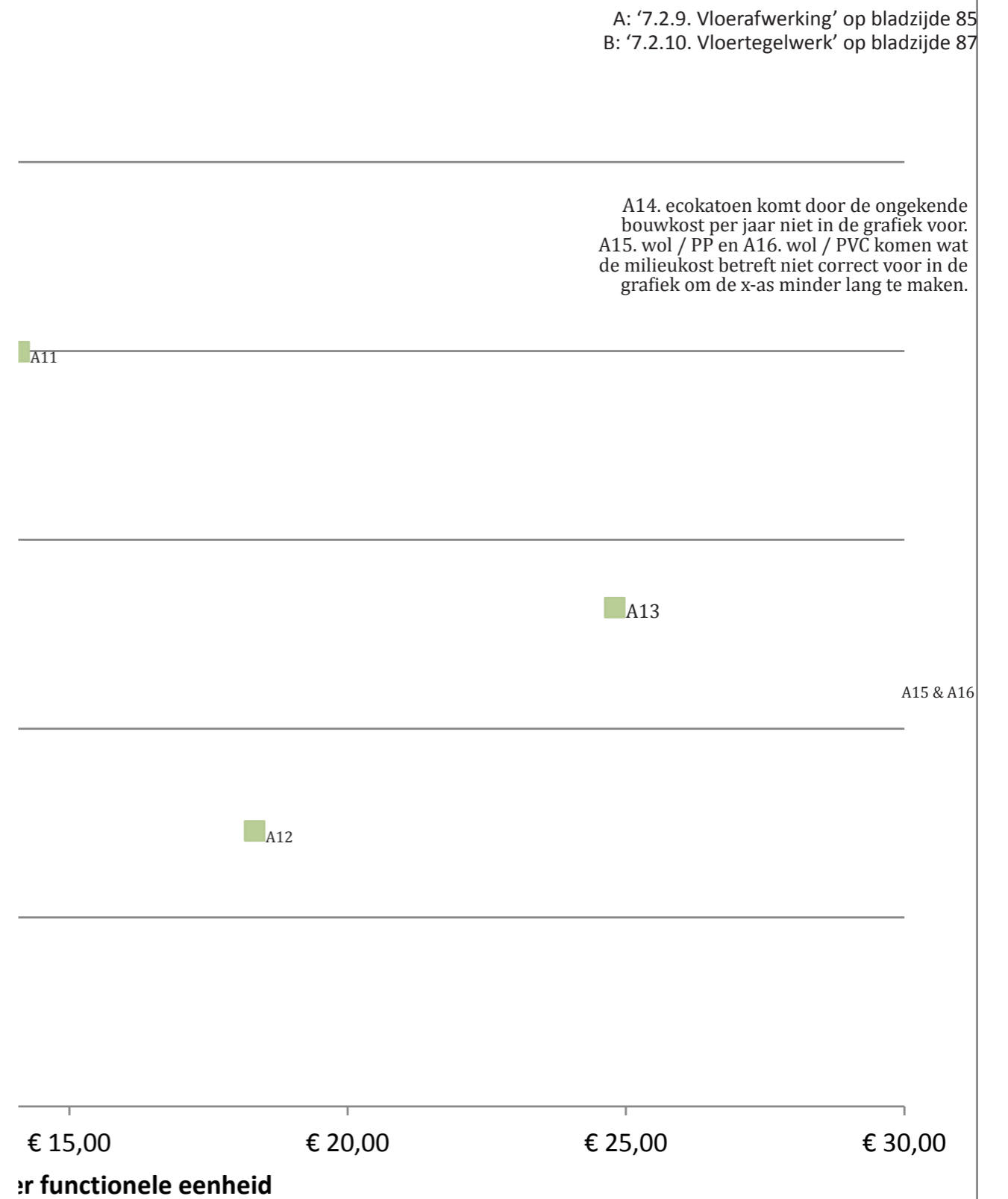
Kies voor het materiaal dat past op gebied van gebruik. De soorten vloertegels hebben allemaal een gelijkwaardige milieukost en bouwkost per jaar. Als er dan toch een advies moet worden gegeven, is 'natuursteen, cement' de beste keuze.

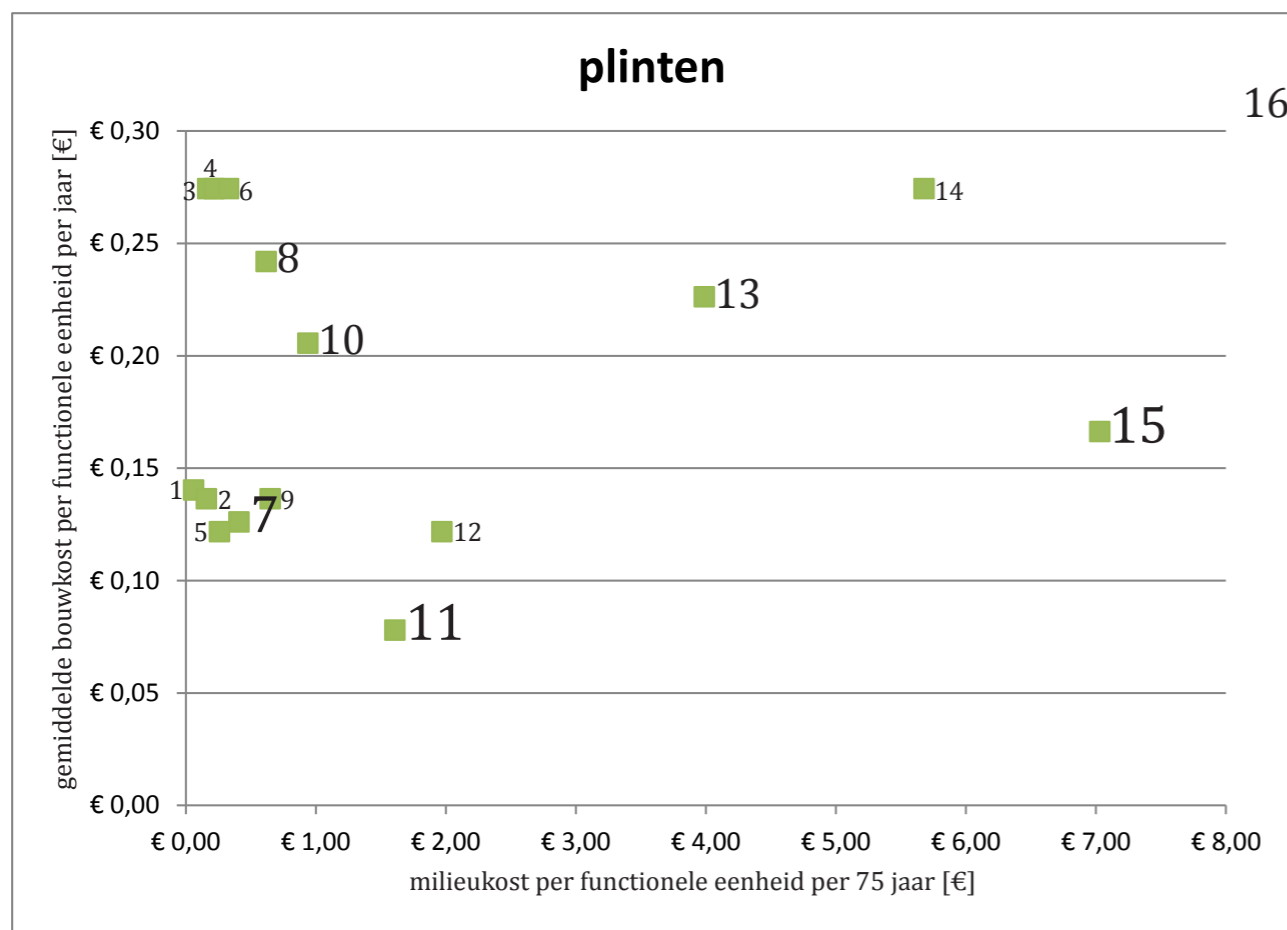
bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 97,33	75	€ 1,30	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 107,07	75	€ 1,43	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2008 AW	afgeleid uit SBR 2011
€ 67,73	50	€ 1,35	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	BCIS 2006
€ 67,73	50	€ 1,35	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	BCIS 2006
€ 67,73	50	€ 1,35	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit BCIS 2006
€ 67,73	50	€ 1,35	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit BCIS 2006

7.2.11. Vloerafwerking en vloertegelwerk samengevoegd

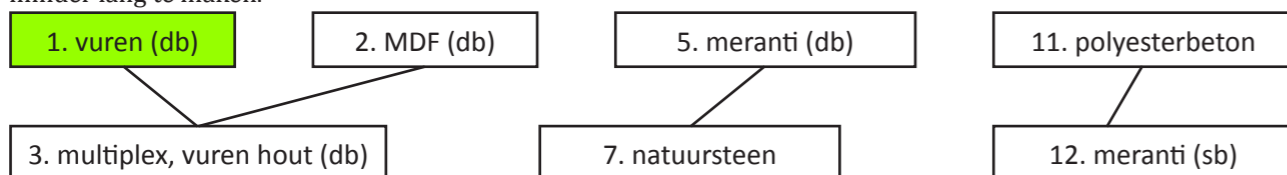


vloerafwerking en vloertegelwerk





16. RVS op MDF komt wat de milieukost en bouwkost betreft niet correct voor in de grafiek om de x-as en y-as minder lang te maken.



plinten	vgl.	NIBE	milieukost
1 vuren (db)	-1	1a	€ 0,06
2 MDF (db)	+5	2c	€ 0,16
3 multiplex, vuren hout (db)	N	3a	€ 0,17
4 multiplex, vuren hout (sb)	N	3b	€ 0,22
5 meranti (db)	+2	3c	€ 0,26
6 multiplex, tropisch hout (db)	N	4a	€ 0,33
7 natuursteen	-3	4b	€ 0,41
8 stalen plint, plat	N	5b	€ 0,62
9 MDF (sb)	+8	5b	€ 0,65
10 stalen op MDF	N	6a	€ 0,94
11 polyesterbeton	+5	7a	€ 1,61
12 meranti (sb)	"-2"	7b	€ 1,97
13 aluminium op MDF	N	>7c	€ 3,99
14 multiplex, tropisch hout (sb)	N	>7c	€ 5,68
15 aluminium plint, plat	N	>7c	€ 7,03
16 RVS op MDF	N	>7c	€ 18,92

7.2.12. Plinten

Omschrijving

Een lage stootlijst of beschermlijst bevestigd aan de onderzijde van de muur. Doel van de plint is de onvolmaakte aansluiting tussen muur en vloer te verbergen en de onderrand van de muur te beschermen tegen stoten en tegen vuil bij het schoonmaken van de vloer.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 3: Afwerkingen (2008)

Functionele eenheid: 1 strekkende meter plint inclusief afwerking waarbij is uitgegaan van een afmeting van 12 x 25 mm (of een soortgelijke handelsmaat) en een levensduur van 25 jaar. Er is geen rekening gehouden met verbindings- en/of eindstukken en bevestigingsmaterialen.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012)

Functionele eenheid: 1 strekkende meter plint inclusief afwerking, waarbij is uitgegaan van een afmeting van 12 x 55 mm (of een soortgelijke handelsmaat) en een levensduur van 25 jaar. Er is geen rekening gehouden met verbindings- en/of eindstukken en bevestigingsmaterialen.

De milieukosten zijn aangepast in deze publicatie.

Vergelijking

De functionele eenheid is in beide Basiswerken gelijk. Er zijn veel meer producten in 2012. Van de 7 overeenkomstige materialen zijn er 3 die meer dan 4 subklassen stijgen. Slechts 5 van de 16 materialen krijgen een aanvaardbare milieuklasse.

Opmerkingen

De handelsmaat of gekozen doorsnede zou per product in de naam mogen vermeld staan.

Dit is één van de weinige materiaalgroepen waarvoor de levensduur van de functionele eenheid 25 jaar is.

Levensduur

Als een heel lange levensduur noodzakelijk is kan gekozen worden voor natuursteen, ondanks dit een onaanvaardbare milieuklasse heeft.

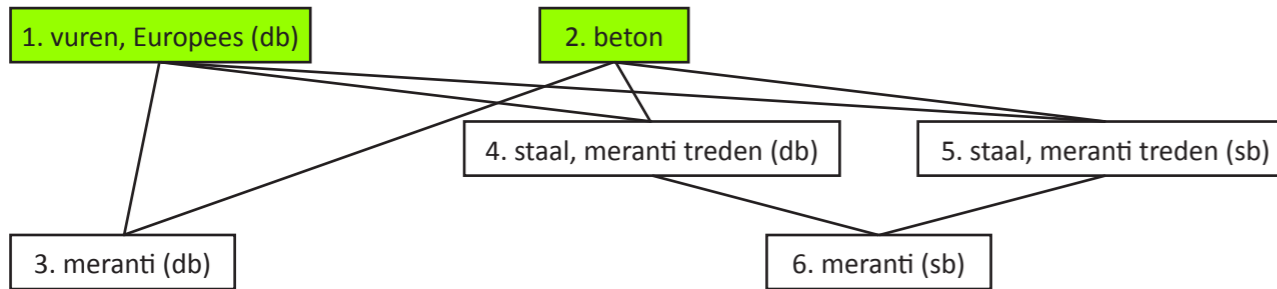
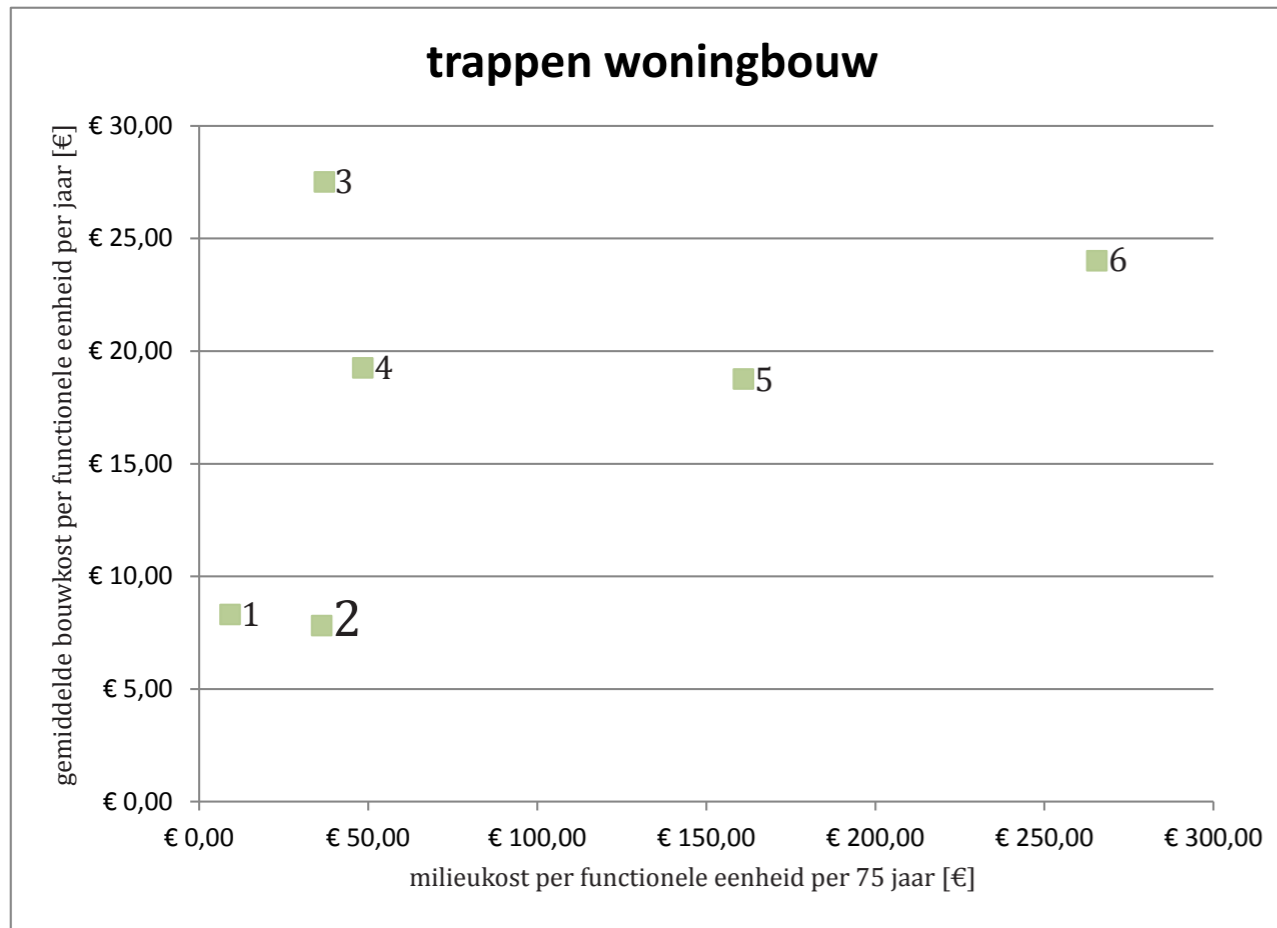
Extra invloedsfactoren

Smaak en slijtvastheid spelen hier zeker een grote rol (zit in levensduur), want het is een zichtbaar materiaal.

Conclusie

Kies voor 'vuren (db)'. Dit bezit de laagste milieukost en een lage bouwkost per jaar. 'MDF (db)' en 'meranti (db)' hebben zo goed als dezelfde bouwkost en bouwkost per jaar als 'vuren (db)', maar wel een grotere milieukost.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 4,21	30	€ 0,14	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 4,09	30	€ 0,14	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit BCIS 2006
€ 9,60	35	€ 0,27	NIBE 2012 TB	afgeleid uit livios.be (april 2012)	afgeleid uit SBR 2011
€ 9,60	35	€ 0,27	NIBE 2012 TB	afgeleid uit livios.be (april 2012)	afgeleid uit SBR 2011
€ 4,87	40	€ 0,12	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 9,60	35	€ 0,27	NIBE 2012 TB	afgeleid uit livios.be (april 2012)	afgeleid uit SBR 2011
€ 15,12	120	€ 0,13	NIBE 2012 TB	afgeleid uit livios.be (april 2012)	afgeleid uit SBR 2011
€ 18,14	75	€ 0,24	NIBE 2012 TB	eigen inschatting	afgeleid uit SBR 2011
€ 4,09	30	€ 0,14	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit BCIS 2006
€ 15,42	75	€ 0,21	NIBE 2012 TB	eigen inschatting	afgeleid uit SBR 2011
€ 9,35	120	€ 0,08	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 4,87	40	€ 0,12	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 16,96	75	€ 0,23	NIBE 2012 TB	eigen inschatting	afgeleid uit SBR 2011
€ 9,60	35	€ 0,27	NIBE 2012 TB	afgeleid uit livios.be (april 2012)	afgeleid uit SBR 2011
€ 19,95	120	€ 0,17	NIBE 2012 TB	eigen inschatting	afgeleid uit SBR 2011
€ 30,84	75	€ 0,41	NIBE 2012 TB	eigen inschatting	afgeleid uit SBR 2011



trappen woningbouw	vgl.	NIBE	milieukost
1 vuren, Europees (db)	=	1a	€ 9,19
2 beton	-5	3c	€ 36,34
3 meranti (db)	+2	3c	€ 37,07
4 staal, meranti treden (db) (open trap)	-4	4a	€ 48,48
5 staal, meranti treden (sb) (open trap)	"-5"	6b	€ 161,03
6 meranti (sb)	"-3"	7a	€ 265,51

7.2.13. Trappen in woningbouw

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 2: Gevels en Daken (2007)

Functionele eenheid: 1 niet afgewerkte trap met een optrede van 178 mm, een aantrede van 230 mm, een wel van 40 mm, een tredebreedte van 800 mm en een verdiepingshoogte van 2850 mm, toegepast in de NOVEM Referentie Doorzonwoning gedurende 75 jaar.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012)

Functionele eenheid: 1 niet afgewerkte trap met een optreden van 178 mm, een aantrede van 230 mm, een wel van 40 mm, een tredebreedte van 800 mm en een verdiepingshoogte van 2850 mm, toegepast in de Agentschap NL Referentie Rijwoning gedurende een periode van 75 jaar.

De milieukosten zijn aangepast in deze publicatie.

Vergelijking

De functionele eenheid is dezelfde in beide publicaties. Behalve de verdwijning van 'vuren, Europees (sb)' zijn er geen veranderingen bij de materialen. 'Beton' (5b naar 3c) en 'meranti (db)' (3a naar 3c) verwisselen van plaats, verder zijn er geen wijzigingen in de volgorde. De twee opvallendste dalers staan hieronder.

trappen in woningbouw	2007		2012		
beton (prefab)	€ 57,43	5b	↘	3c	€ 36,34 beton
staal, meranti treden (sb)	€ 346,91	>7c	↘	6b	€ 161,03 staal, meranti treden (sb)

Opmerkingen

Het is een vreemde keuze om deze materiaalgroep in 2007 onder te brengen in het basiswerk over gevels en daken. Dit is eerder een variant op een vloer, maar langs de andere kant ook geen echte draagconstructie.

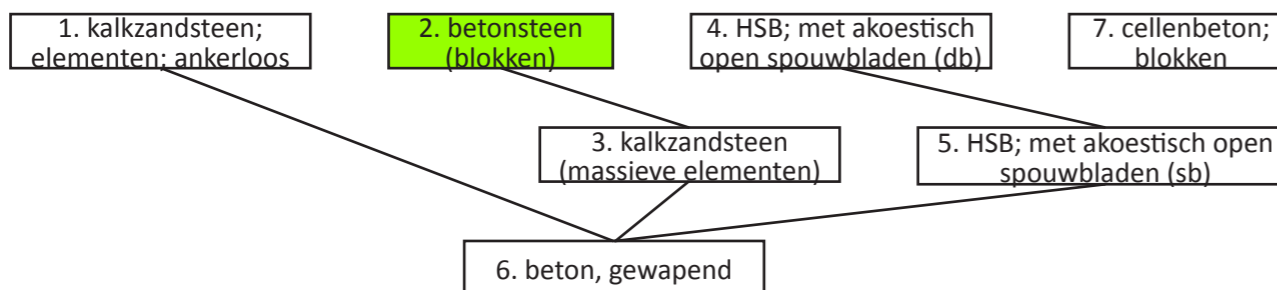
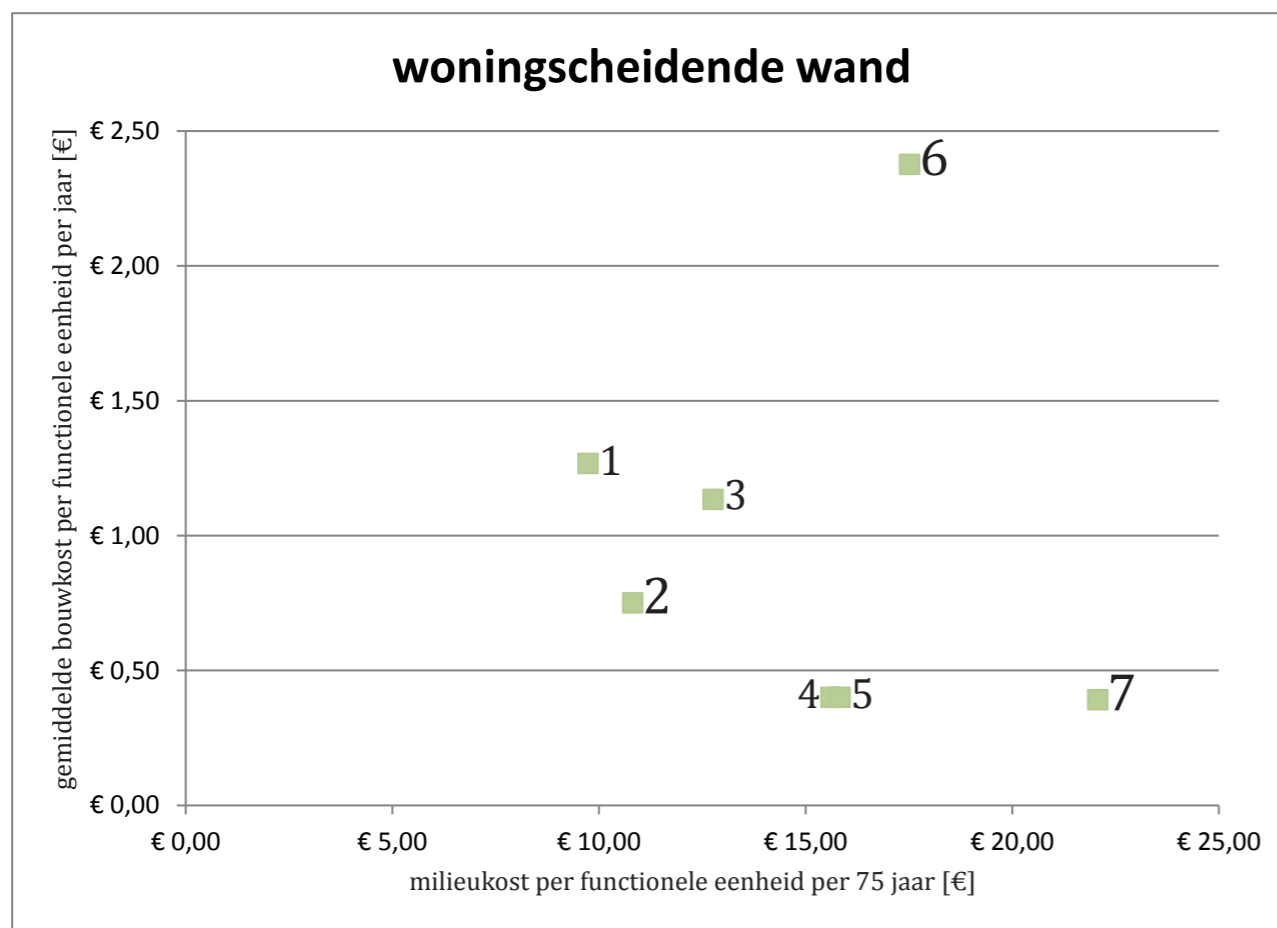
Levensduur

Voor een stalen trap met meranti treden is de levensduur van het hout bepalend, ondanks een gemoffelde (= duurzaam gelakte) stalen trap een levensduur kent van 120 jaar.

Conclusie

Kies voor 'vuren, Europees (db)'. Als er zekerheid is dat de trap een lange levensduur moet hebben, kan gekozen worden voor 'beton'. Dit heeft echter een veel hogere milieukost en bouwkost. Door de langere levensduur is de bouwkost per jaar wel net iets goedkoper van voor 'vuren, Europees (db)'.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 415,00	50	€ 8,30	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 937,50	120	€ 7,81	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 1.375,00	50	€ 27,50	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 962,50	50	€ 19,25	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 937,50	50	€ 18,75	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 1.200,00	50	€ 24,00	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011



woningscheidende wand	vgl.	NIBE	milieukost
1 kalkzandsteen; elementen; ankerloos	=	1a	€ 9,74
2 betonsteen (blokken)	-2	1b	€ 10,82
3 kalkzandsteen (massieve elementen)	=	1b	€ 12,76
4 HSB; met akoestisch open spouwbladen (db)	+3	2a	€ 15,62
5 HSB; met akoestisch open spouwbladen (sb)	+2	2a	€ 15,84
6 beton, gewapend	=	2a	€ 17,52
7 cellenbeton; blokken	+1	2b	€ 22,07

7.3. Wanden

7.3.1. Woningscheidende wand

Omschrijving

Muren die door twee partijen worden gebruikt onder een erfdienstbaarheidsverdrag, gebouwd op een scheidslijn tussen twee stukken grond of wooneenheden.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2007)

Functionele eenheid: 1 m² als 'schoonwerk' vervaardigde constructieve woningscheidende wand die minimaal voldoet aan de eisen van het Bouwbesluit, toegepast in de NOVEM Referentie Doorzonwoning gedurende 75 jaar.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2012)

Functionele eenheid: 1 m² als 'schoonwerk' vervaardigde constructieve woningscheidende wand die minimaal voldoet aan de eisen van het Bouwbesluit, toegepast in de Agentschap NL Referentie Rijwoning gedurende een periode van 75 jaar.

De milieukosten en bouwkosten zijn aangepast in deze publicatie.

Vergelijking

De functionele eenheid en de vermelde producten zijn gelijk in beide publicaties. 'Kalkzandsteen; elementen; ankerloos' haalt in beide gevallen de beste milieuklasse. Er zijn geen wijzigingen groter dan 3 subklassen.

Opmerkingen

De functionele eenheid per product vermeldt niet altijd dat het gaat over twee wanden met een spouw tussen. Ook niet alle afbeeldingen geven dit weer. Dit moet beter uitgelegd staan, met vermelding van de thermische- en geluidsisolatie.

Bouwkost

De bouwkost van gewapend beton wordt in het recentste boek veel hoger geschat, namelijk € 285 ten opzichte van € 150 in 2007. Hierdoor steekt de bouwkost per jaar hoog boven de alternatieven uit.

Levensduur

Woningscheidende wanden moeten hun functie even lang vervullen als de levensduur van het gebouw. Hou hiermee rekening bij de materiaalkeuze.

Extra invloedsfactoren

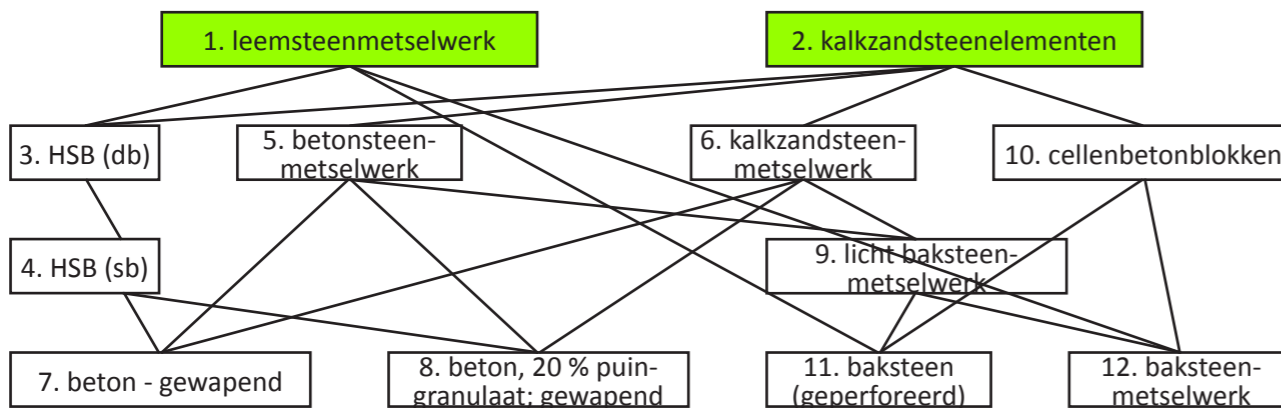
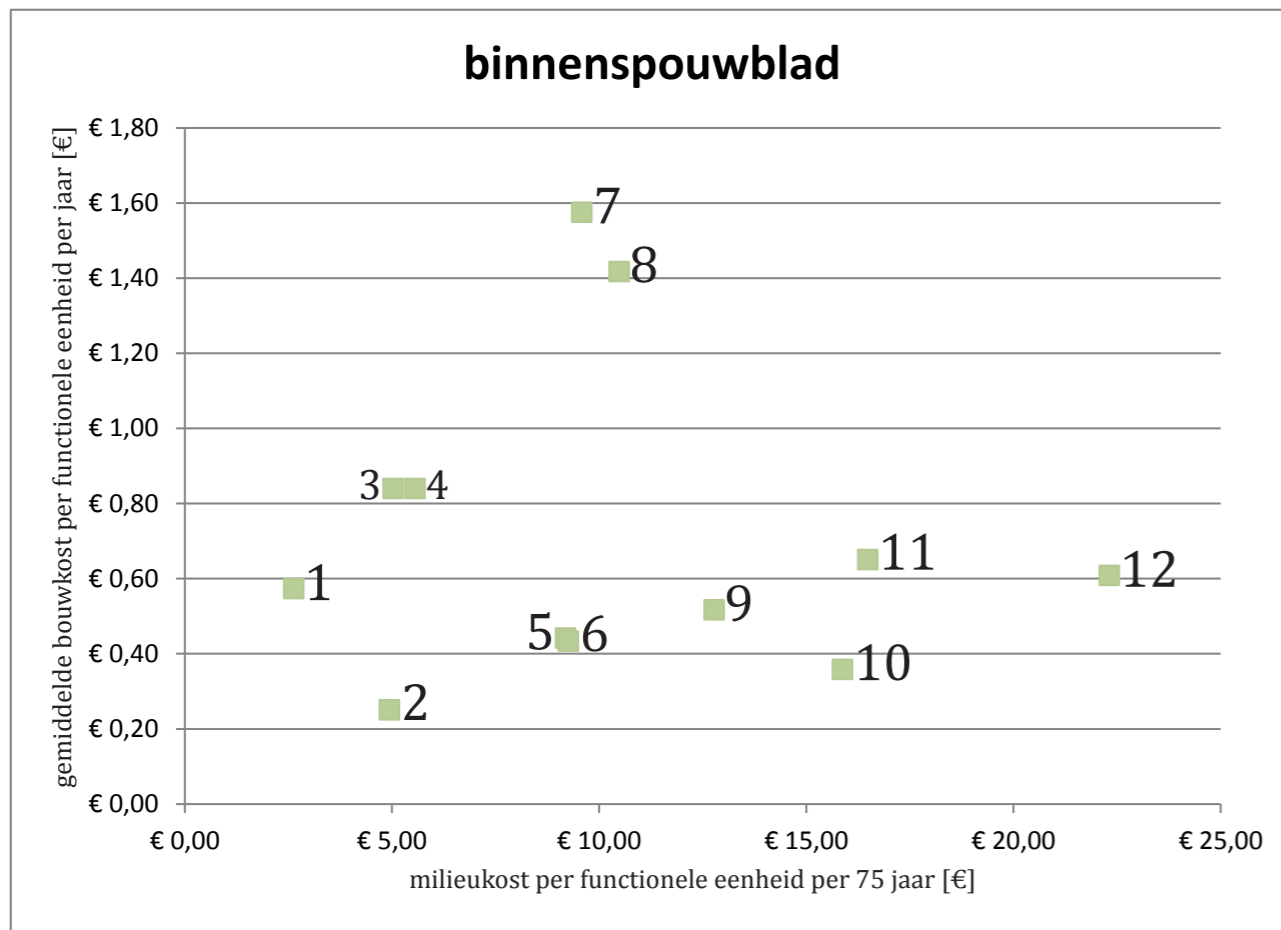
Een wand met een goed akoestisch isolerend vermogen kan veel ergernis voorkomen.

Conclusie

Kies voor 'betonsteen (blokken)'. Dit materiaal kent een lange levensduur, heeft een aanvaardbare bouwkost en de tweede beste milieukost. Als een levensduur van 75 jaar voldoende is, kan ook gekozen worden voor 'kalkzandsteen; elementen; ankerloos' of 'HSB; met akoestisch open spouwbladen (db)'.

Kies op de eerste rij niet voor 'cellenbeton; blokken'. Dit is nauwelijks goedkoper dan 'HSB' maar is wel veel slechter voor het milieu.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 95,00	75	€ 1,27	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 90,00	120	€ 0,75	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 85,00	75	€ 1,13	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 30,00	75	€ 0,40	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 30,00	75	€ 0,40	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 285,00	120	€ 2,38	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011
€ 47,00	120	€ 0,39	NIBE 2012 DC & TB	NIBE 2012 DC via archidat	SBR 2011



binnenspouwblad		vgl.	NIBE	milieukost
1	leemsteenmetselwerk; incl. leemstuc afwerking	-4	1a	€ 2,63
2	kalkzandsteenelementen; incl. stucwerk laag	-3	2a	€ 4,94
3	HSB (multiplex, stijlen en gipsplaat) (db)	+1	2b	€ 5,03
4	HSB (multiplex, stijlen en gipsplaat) (sb)	-2	2b	€ 5,56
5	betonsteenmetselwerk; incl. stucwerk laag	-2	3b	€ 9,19
6	kalkzandsteenmetselwerk; incl. stucwerk laag	-1	3b	€ 9,26
7	beton - gewapend	-6	3b	€ 9,58
8	beton, 20 % puingranulaat; gewapend; incl. stucwerk laag	N	3c	€ 10,49
9	licht baksteenmetselwerk; incl. stucwerk laag	N	4a	€ 12,78
10	cellenbetonblokken; incl. stucwerk laag	+2	4b	€ 15,88
11	baksteen (geperforeerd); incl. stucwerk laag	-1	4b	€ 16,49
12	baksteenmetselwerk; incl. stucwerk laag	-1	5a	€ 22,32

7.3.2. Binnenspouwblad

Omschrijving

De binnenmuur bij een spouwmuur. Deze muur maakt in de meeste gevallen deel uit van de draagconstructie.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2007)

Functionele eenheid: 1 m² binnenspouwblad die minimaal voldoet aan de eisen van het Bouwbesluit, inclusief wandafwerking toegepast in de NOVEM Referentie Doorzonwoning gedurende 75 jaar.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012)

Functionele eenheid: 1 m² binnenspouwblad die minimaal voldoet aan de eisen van het Bouwbesluit, inclusief wandafwerking toegepast in de Agentschap NL Referentie Rijwoning gedurende een periode van 75 jaar. De milieukosten zijn aangepast in deze publicatie.

Vergelijking

De functionele eenheid is in beide publicaties dezelfde. 'Logs' verdwijnt uit de materialenlijst in 2012, 'beton, 20 % puingranulaat; gewapend' en 'licht baksteenmetselwerk' komen in de plaats. Er doen zich weinig grote veranderingen voor bij de milieuklassen. De enige wijziging groter dan 4 subklassen is te vinden bij 'gewapend beton', van 5b naar 3b.

Opmerkingen

De eisen van het Bouwbesluit mogen vermeld worden.

De productnamen krijgen in 2012 de vermelding dat de afwerking erbij gerekend werd. Deze toevoeging was in 2007 nog niet aanwezig in de benaming. In beide uitgaven wordt de afwerking wel meegerekend.

Bouwkost

Het is opvallend hoe goedkoop 'gewapend beton' in 2007 geschat werd. De bouwkost is zelfs goedkoper dan bij 'baksteen (geperforeerd)'. De toegekende bouwkost was € 63. Om de actuele prijsverhoudingen te respecteren wordt deze verhoogd tot € 189. Deze verhoging is bepaald op basis van de gepubliceerde prijsverhoudingen bij een woningscheidende wand (zie verder).

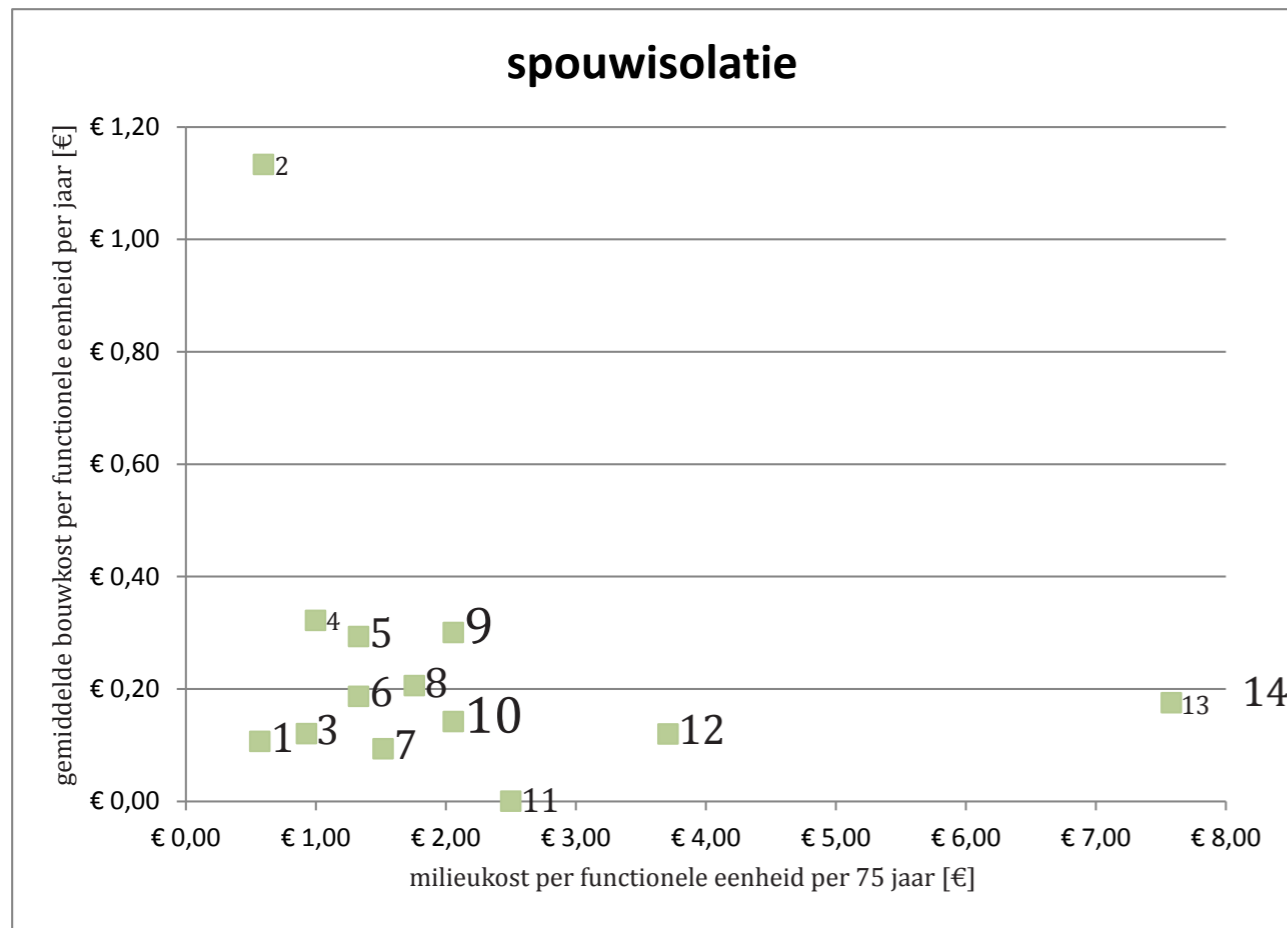
Extra invloedsfactoren

Een binnenspouwblad met een grote massa vereist een stevigere (en dus duurder) fundering.

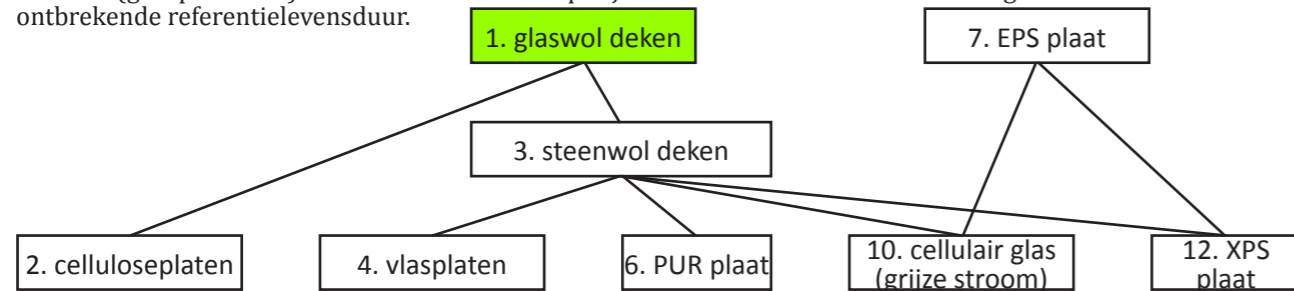
Conclusie

Kies voor 'leemsteenmetselwerk', het meest milieubewuste, of 'kalkzandsteenelementen', het goedkoopste materiaal. Kies eerder voor 'beton- of kalkzandsteenmetselwerk' dan voor 'cellenbetonblokken' op de tweede rij van de partiële rangschikking. Kies eerder voor 'geperforeerde baksteen' dan voor 'baksteenmetselwerk' op de vierde rij.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 68,80	120	€ 0,57	NIBE 2012 TB	oskam-vf.com (april 2012)	afgeleid uit SBR 2011
€ 30,00	120	€ 0,25	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
€ 63,00	75	€ 0,84	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
€ 63,00	75	€ 0,84	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
€ 53,00	120	€ 0,44	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
€ 52,00	120	€ 0,43	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
€ 189,00	120	€ 1,58	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
€ 170,10	120	€ 1,42	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 DC	afgeleid uit SBR 2011
€ 62,05	120	€ 0,52	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 DC	SBR 2011
€ 43,00	120	€ 0,36	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
€ 78,00	120	€ 0,65	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
€ 73,00	120	€ 0,61	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011



14. schapenwol komt wat de milieukost betreft niet correct voor in de grafiek om de x-as minder lang te maken.
 11. kurk (geëxpandeerd) komt wat de bouwkost per jaar betreft niet correct voor in de grafiek door de ontbrekende referentielevensduur.



spouwisolatie	dikte	vgl.	NIBE	milieukost
1. glaswol deken / plaat	90 mm	-1	1a	€ 0,57
2. celluloseplaten; incl. dampremmende PE-folie	120 mm	-2	1a	€ 0,60
3. steenwol deken / plaat	95 mm	-1	2a	€ 0,93
4. vlasplaten; incl. dampremmende PE-folie	110 mm	+2	2a	€ 1,00
5. fenol- of resolschuim plaat	55 mm	+3	2c	€ 1,33
6. PUR plaat (pentaan)	65 → 70 mm	-6	2c	€ 1,33
7. EPS plaat	105 → 110 mm	+1	2c	€ 1,52
8. houtvezel flexibele isolatie		N	3a	€ 1,76
9. cellulair glas	105 → 110 mm	+1	3b	€ 2,06
10. cellulair glas (grijze stroom)	105 → 110 mm	-3	3b	€ 2,06
11. kurk (geëxpandeerd)	100 mm	+7	3c	€ 2,50
12. XPS plaat		N	4b	€ 3,71
13. kokosplaat	105 mm	+9	5c	€ 7,58
14. schapenwol; incl. dampremmende PE-folie	105 -> 120 mm	"+24"	>7c	€ 64,49

7.3.3. Spouwisolatie

Omschrijving

De isolatielaag tussen het binnenspouwblad en het buitenspouwblad of de gevelbekleding.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2007)

Functionele eenheid: 1 m² isolatie met Rc > 2,6 m².K/W toegepast in de spouwmuur van de NOVEM Referentie Doorzonwoning gedurende 75 jaar.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012)

Functionele eenheid: 1 m² isolatie met Rc > 2,6 m².K/W toegepast in de spouwmuur van de Agentschap NL Referentie Rijwoning gedurende een periode van 75 jaar. De milieukosten zijn aangepast in deze publicatie.

Vergelijking

De functionele eenheid en alle materialen komen overeen, met twee nieuwkomers in 2012. 'Schapenwol' maakt de grootste sprong in de milieuklassen: van 1a naar >7c. Ook 'kokosplaat' en 'geëxpandeerde kurk' worden opvallend slechter beoordeeld, terwijl 'PUR' een betere score krijgt.

Opmerkingen

De isolatiediktes staan nooit vermeld bij de benaming. In deze tabel zijn de diktes overgenomen uit de milieu-informatie van oude Basiswerk aangezien er in het Tabellenboek geen milieu-informatie aanwezig is. Dit is geoorloofd omdat de isolatiediktes bij vloerisolatie in de oude en de recente publicatie overeenkomen, zie '7.2.7. Vloerisolatie' op bladzijde 81. Als er twee diktes vermeld staan betekent dit dat de berekende dikte werd afgerond naar de eerstvolgende isolatiedikte die op de markt verkrijgbaar is. Het is verstandig om aan het isolatiemateriaal een hogere eis te stellen zodat voor de gehele spouwconstructie R > 3 m².K/W geldt. Deze eis wordt best aangepast zodat voor de gehele muur U < 0,24 W/m².K, wat de nieuwe eis wordt in 2014 voor muren niet in contact met de grond. Dit kan voor andere resultaten zorgen. Er staat nergens uitgelegd waarom slechts bij enkele materialen de dampremmende folie wordt toegevoegd aan de benaming en functionele eenheid.

Levensduur

Van geëxpandeerde kurk is geen (betrouwbare) informatie te vinden. Er zijn echter genoeg alternatieven die beter zijn voor het milieu waardoor het toch mogelijk is om een partiële rangschikking op te stellen. Kies in geval van een moeilijk te verwijderen buitenbekleding voor een isolatiemateriaal met een lange levensduur.

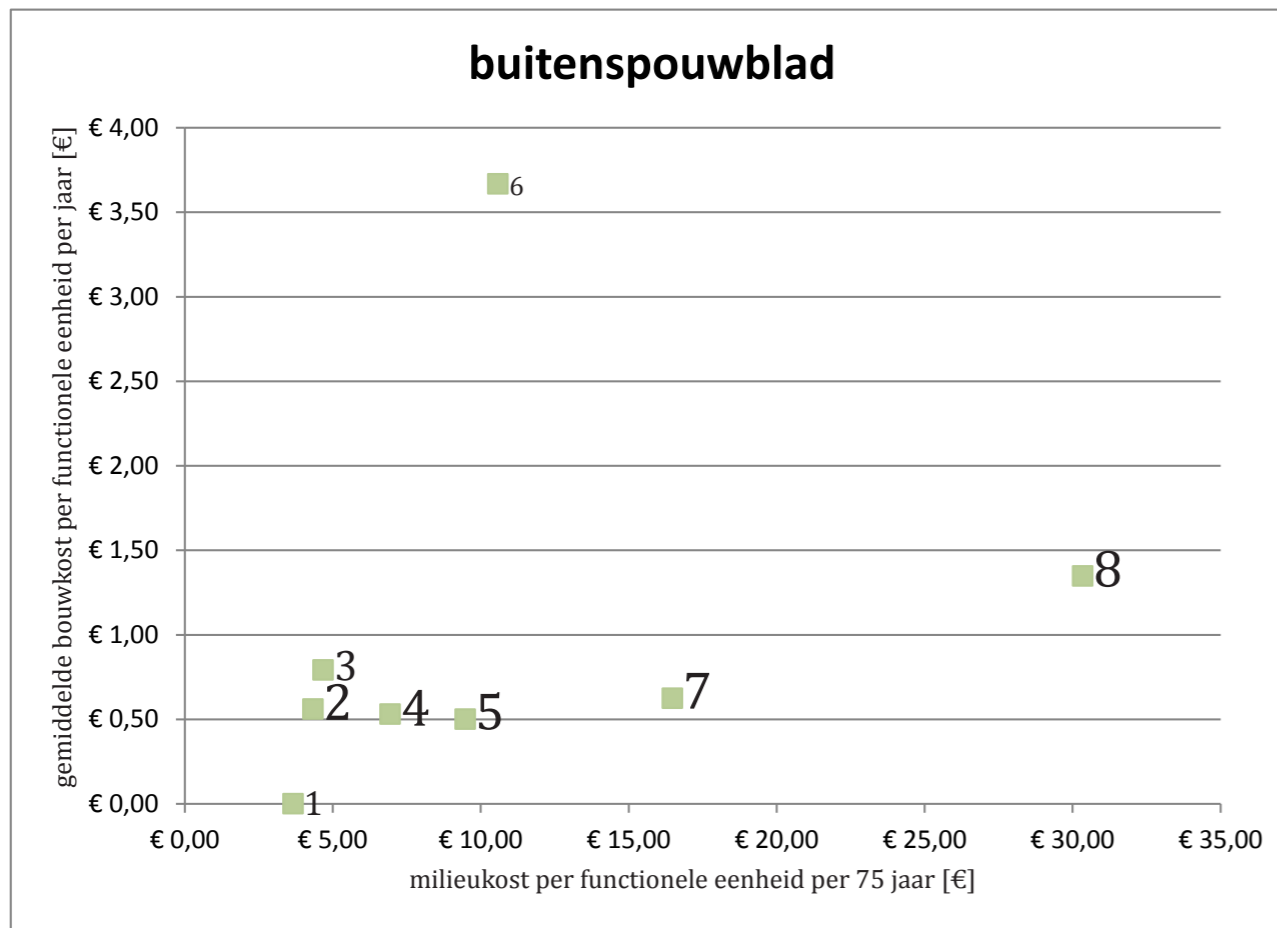
Extra invloedsfactoren

De warmteweerstand (zit in de milieukost) en het akoestisch isolerend vermogen.

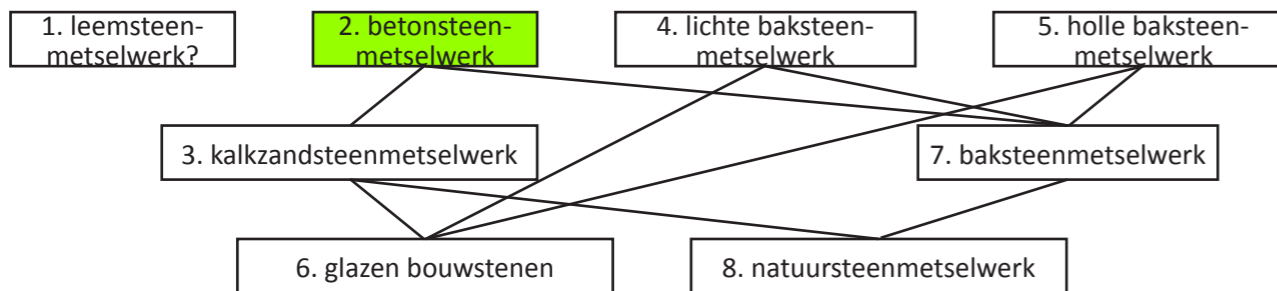
Conclusie

Kies voor 'glaswol deken'. Het is het meest milieubewuste en tweede goedkoopste spouwisolatiemateriaal. 'EPS plaat' is amper goedkoper ten opzichte van de bijna drie keer zo grote milieukost.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 8,00	75	€ 0,11	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
€ 34,00	30	€ 1,13	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
€ 9,00	75	€ 0,12	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
€ 12,87	40	€ 0,32	NIBE 2012 TB	vibe.be / isolatie.pdf (juli 2008)	afgeleid uit SBR 2011
€ 22,00	75	€ 0,29	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
€ 14,00	75	€ 0,19	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
€ 7,00	75	€ 0,09	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
€ 15,45	75	€ 0,21	NIBE 2012 TB	vibe.be / isolatie.pdf (juli 2008)	afgeleid uit SBR 2011
€ 36,00	120	€ 0,30	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
€ 17,00	120	€ 0,14	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
€ 24,00	/	/	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	
€ 8,99	75	€ 0,12	NIBE 2012 TB	livios.be via apsen	SBR 2011
€ 7,00	40	€ 0,18	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
€ 14,00	75	€ 0,19	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	evolias.com (april 2012)



1. leemsteenmetselwerk komt wat de bouwcost per jaar betreft niet correct voor in de grafiek door de ontbrekende bouwcost.



buitenspouwblad	vgl.	NIBE	milieukost
1 leemsteenmetselwerk; incl. cementpleister afwerking	-1	1a	€ 3,66
2 betonsteenmetselwerk (gehydrofobeerd)	-3	1b	€ 4,33
3 kalkzandsteenmetselwerk (gehydrofobeerd)	-2	1b	€ 4,67
4 lichte baksteenmetselwerk	N	2a	€ 6,94
5 holle baksteenmetselwerk	N	2c	€ 9,48
6 glazen bouwstenen	N	3a	€ 10,58
7 baksteenmetselwerk	=	3c	€ 16,48
8 natuursteenmetselwerk	N	5a	€ 30,34

7.3.4. Buitenspouwblad

Omschrijving

De buitenmuur bij een spouwmuur, dus blootgesteld aan weer en wind. Het beschermt de isolatie die in de spouw zit.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2007)

Functionele eenheid: 1 m² buitenspouwblad die minimaal voldoet aan de eisen van het Bouwbesluit, toegepast in de NOVEM Referentie Doorzonwoning gedurende 75 jaar.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012)

Functionele eenheid: 1 m² buitenspouwblad die minimaal voldoet aan de eisen van het Bouwbesluit, toegepast in de Agentschap NL Referentie Rijwoning gedurende een periode van 75 jaar.

De milieukosten zijn aangepast in deze publicatie.

Vergelijking

De functionele eenheid is in beide uitgaven dezelfde. De materialen die overeenkomen in beide publicaties verspringen niet veel van milieuklasse.

Bouwcost

Van 'leemsteenmetselwerk' is geen (betrouwbare) informatie te vinden. Aangezien dit de kleinste milieukost bezit, komt het op de eerste rij van de partiële rangschikking. Het is echter niet mogelijk om dit materiaal verder te vergelijken op gebied van bouwcost per jaar.

Levensduur

Hou rekening met de levensduur van de spouwisolatie voordat je deze onbereikbaar maakt door er een buitenspouwblad voor te metsen met een heel lange levensduur.

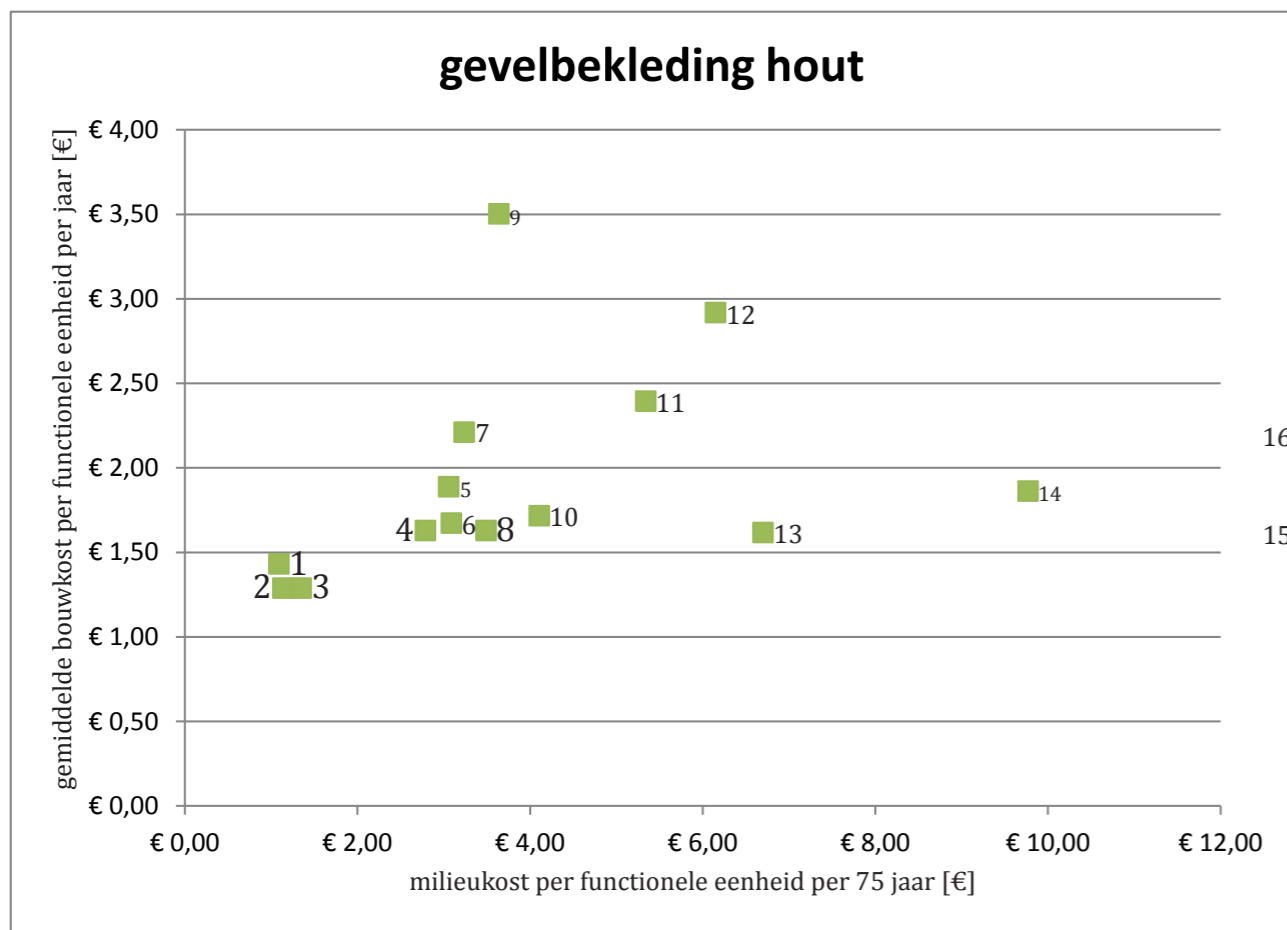
Extra invloedsfactoren

Smaak en slijtvastheid spelen hier zeker een grote rol (zit in levensduur), want het is een zichtbaar materiaal. Ook de mater waarin het buitenspouwblad vocht kan opzuigen door capillaire werking heeft een invloed op de keuze.

Conclusie

Kies voor 'betonsteenmetselwerk'. Dit bezit een lange levensduur, een lage milieukost en een voordelige bouwcost per jaar.

bouwcost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwcost	bron RSL
/	50	/	NIBE 2012 TB		SBR 2011
€ 67,19	120	€ 0,56	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
€ 59,38	75	€ 0,79	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
€ 63,75	120	€ 0,53	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 DC	SBR 2011
€ 60,00	120	€ 0,50	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 DC	SBR 2011
€ 110,00	30	€ 3,67	NIBE 2012 TB	omnia-bouwmarkt.nl (april 2012)	afgeleid uit SBR 2011
€ 75,00	120	€ 0,63	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
€ 161,81	120	€ 1,35	NIBE 2012 TB	apsen 2005	SBR 2011



15. multiplex okoumé (sb) en 16. meranti delen (sb) komen wat de milieukost betreft niet correct voor in de grafiek om de x-as minder lang te maken.



gevelbekleding hout	vgl.	NIBE	milieukost
1 eiken delen (db)	=	1a	€ 1,09
2 robinia delen (db)	-1	1a	€ 1,14
3 robinia delen (sb)	N	1b	€ 1,35
4 western red cedar (db)	+3	2c	€ 2,79
5 HPL-plaat (db)	-1	3a	€ 3,06
6 multiplex okoumé (db)	+6	3a	€ 3,09
7 vuren delen (thermisch behandeld) (db)	+2	3a	€ 3,24
8 western red cedar (sb)	N	3a	€ 3,49
9 houtvezelcementplaat (db)	+1	3b	€ 3,64
10 lariks delen (onverduurzaam) (db)	=	3b	€ 4,11
11 meranti delen (db)	+5	4a	€ 5,34
12 houtvezelcementplaat (sb)	+1	4a	€ 6,15
13 multiplex vuren (db)	+10	4b	€ 6,70
14 HPL-plaat (sb)	+4	5a	€ 9,77
15 multiplex okoumé (sb)	+1	6c	€ 25,85
16 meranti delen (sb)	"-2"	7b	€ 36,89

7.3.5. Gevelbekleding hout

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 2: Gevels en Daken (2007)

Functionele eenheid: 1 m² gevelbekleding inclusief 1 laag regelwerk en bevestigingsmiddelen, gedurende een periode van 75 jaar.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012)

Functionele eenheid: 1 m² gevelbekleding inclusief 1 laag regelwerk en bevestigingsmiddelen, toegepast in een buitenwand gedurende een periode van 75 jaar.

De milieukosten zijn aangepast in deze publicatie.

Vergelijking

De functionele eenheid en 10 van de 16 materialen komen overeen. Houtvezelcementplaat en HPL-plaat zijn halve nieuwkomers, deze stonden in 2007 in de materiaalgroep 'gevelbekleding steen en kunststof'. Omdat die materiaalgroep 'eiken delen (1a)' als milieureferentie heeft, kan hun milieuklasse vergeleken worden.

Er zijn drie stijgers groter dan 4 subklassen. De opvallendste is 'multiplex vuren', van 1a naar 4b. 'Meranti delen (sb)' daalt maar 2 subklassen, maar de milieukost daalt spectaculair van € 85,91 naar € 36,89.

Opmerkingen

Het NIBE kiest bij hun functionele eenheid voor een periode van 75 jaar, terwijl de levensduur van de vermelde materialen nergens hoger is dan 60 jaar. Het is onduidelijk als een materiaal met een kortere levensduur (bijvoorbeeld 37,5 jaar) dan een dubbele milieukost krijgt omdat het twee keer moet geproduceerd en geïnstalleerd worden.

Levensduur

De levensduur varieert van 25 tot 60 jaar. Kies voor een korte levensduur indien smaak of voorkeur mogelijk kunnen veranderen.

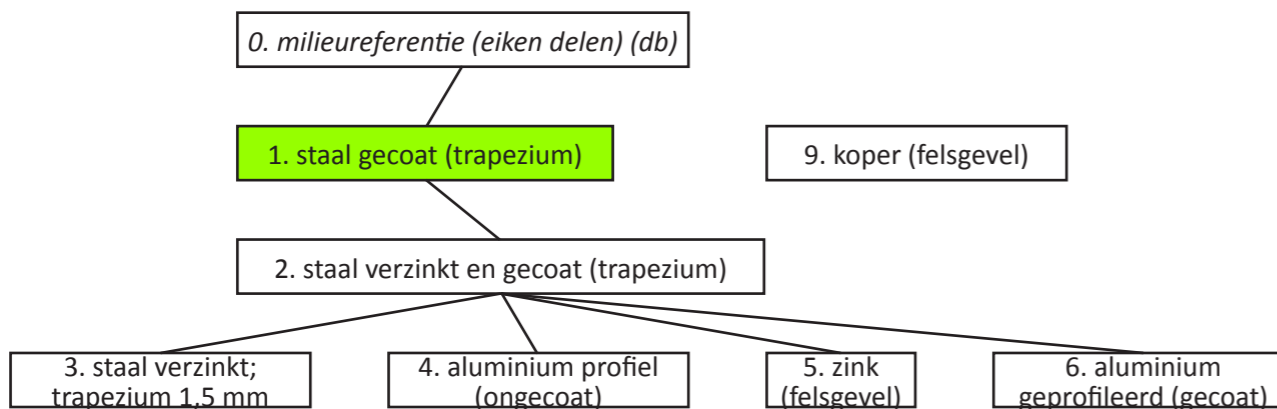
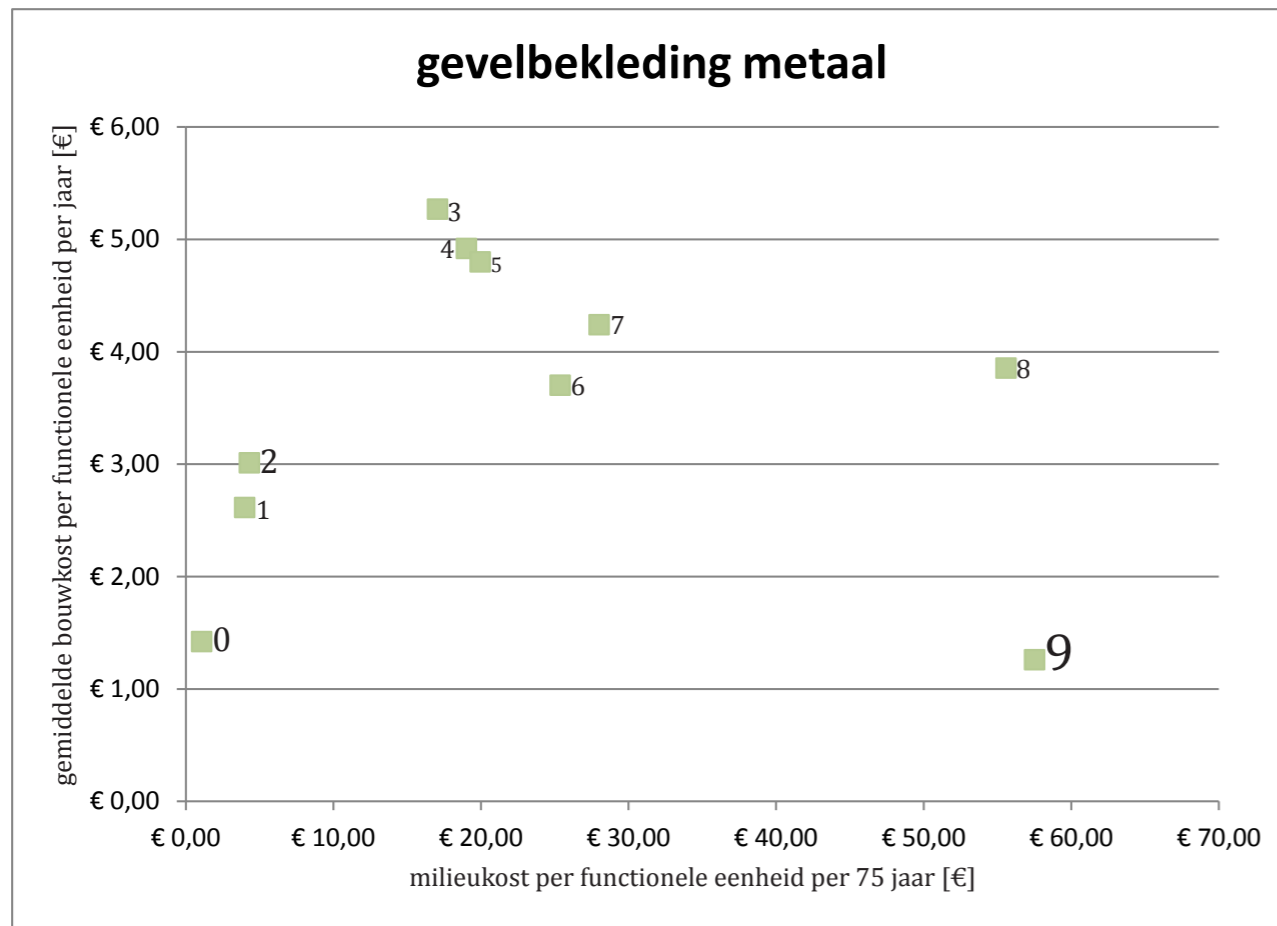
Extra invloedsfactoren

Smaak en slijtvastheid spelen hier zeker een grote rol (zit in levensduur), want het is een zichtbaar materiaal.

Conclusie

Kies voor 'robinia delen (db)'. Deze heeft de tweede laagste milieukost en de laagste bouwkost per jaar. Ten opzichte van 'eiken delen (db)' verschilt de milieukost amper. Ook de bouwkost per jaar verschilt niet veel, maar toch meer dan de milieukost.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 85,90	60	€ 1,43	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 77,31	60	€ 1,29	NIBE 2012 TB	eigen inschatting	SBR 2011
€ 77,31	60	€ 1,29	NIBE 2012 TB	eigen inschatting	SBR 2011
€ 97,70	60	€ 1,63	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 47,21	25	€ 1,89	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 50,16	30	€ 1,67	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 66,33	30	€ 2,21	NIBE 2012 TB	archidat.nl (april 2012)	afgeleid uit SBR 2011
€ 97,70	60	€ 1,63	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	SBR 2011
€ 87,55	25	€ 3,50	NIBE 2012 TB	afgeleid uit archidat.nl (april 2012)	SBR 2011
€ 51,48	30	€ 1,72	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 95,74	40	€ 2,39	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 87,55	30	€ 2,92	NIBE 2012 TB	afgeleid uit archidat.nl (april 2012)	afgeleid uit SBR 2011
€ 48,52	30	€ 1,62	NIBE 2012 TB	eigen inschatting	afgeleid uit SBR 2011
€ 46,56	25	€ 1,86	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 46,89	30	€ 1,56	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 86,23	40	€ 2,16	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011



gevelbekleding metaal	vgl.	NIBE	milieukost
0 milieureferentie (eiken delen) (db)	=	1a	€ 1,09
1 staal gecoat (trapezium)	-1	3b	€ 3,99
2 staal verzinkt en gecoat (trapezium)	-1	3c	€ 4,32
3 staal verzinkt; trapezium 1,5 mm	N	6a	€ 17,07
4 aluminium profiel (ongecoat)	+2	6b	€ 19,02
5 zink (felsgevel)	-1	6b	€ 19,97
6 aluminium geprofileerd (gecoat)	+3	6c	€ 25,38
7 aluminium vlak (sandwich-kunststof kern)	+3	7a	€ 28,03
8 aluminium vlak (sandwich-aluminium kern)	"+4"	>7c	€ 55,59
9 koper (felsgevel)	"+2"	>7c	€ 57,53

7.3.6. Gevelbekleding metaal

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 2: Gevels en Daken (2007)

Functionele eenheid: 1 m² gevelbekleding inclusief 1 laag regelwerk en bevestigingsmiddelen, gedurende een periode van 75 jaar.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012)

Functionele eenheid: 1 m² gevelbekleding inclusief 1 laag regelwerk en bevestigingsmiddelen, toegepast in een buitenwand gedurende een periode van 75 jaar.

De milieukosten zijn aangepast in deze publicatie.

'Aluminium vlak; sandwich-kunststof kern' (6b) en 'aluminium vlak (sandwich-kunststof kern)' (7a) staan beide in de productenlijst terwijl de naam niet wijst op een ander materiaal. Er is gekozen voor de laatste milieuklasse zodat dit materiaal ongeveer dezelfde klassentijging ondergaat als andere aluminium producten.

Vergelijking

De functionele eenheid en 9 van de 10 materialen komen overeen. Er zijn geen spectaculaire klassewijzigingen. Voor de materialen met een milieuklasse '> 7c' is wel een grote stijging van de milieukost zichtbaar.

gevelbekleding metaal	2007	2012
aluminium vlak (gecoat-sandwich alu-kern)	€ 34,19 7a ↗	>7c € 55,59 aluminium vlak (sandwich-aluminium kern)
koper (felsgevel)	€ 37,96 7b ↗	>7c € 57,53 koper (felsgevel)

Opmerkingen

Om de verschillende soorten gevelbekleding met elkaar te kunnen vergelijken wordt overal 'eiken delen (db)' als referentie genomen. Op die manier bevat één grafiek of tabel niet teveel materialen.

Levensduur

De levensduur varieert van 25 tot 60 jaar. Koper heeft weliswaar een levensduur van 120 jaar, maar door de hoge milieukost mag dit materiaal niet gekozen worden.

Kies voor een korte levensduur als je bijvoorbeeld weet dat je smaak of voorkeur snel zal veranderen.

Extra invloedsfactoren

Smaak en slijtvastheid spelen hier zeker een grote rol (zit in levensduur), want het is een zichtbaar materiaal.

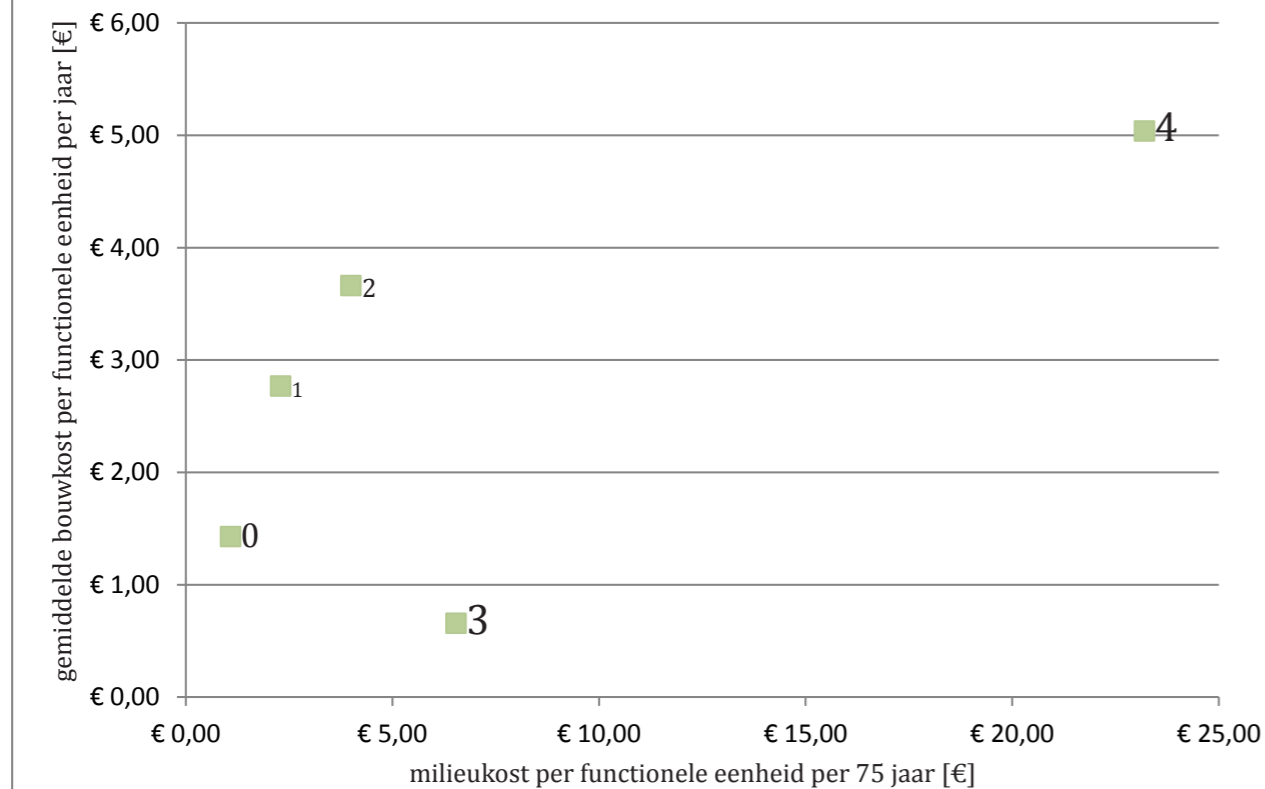
Conclusie

Kies voor 'staal gecoat (trapezium)'.

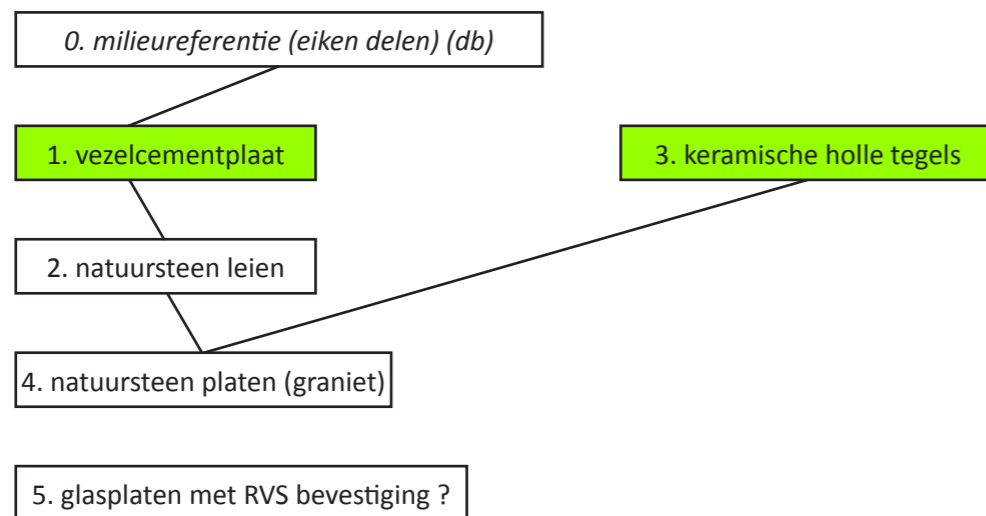
Kies niet voor 'koper (felsgevel)'. Dit staat nochtans op de eerste rij, maar dit is enkel door zijn hoge levensduur waardoor de bouwkost per jaar het laagste is van alle metalen gevelbekledingen. De milieukost van dit materiaal is de hoogste en de milieuklasse is onaanvaardbaar.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 85,16	60	€ 1,42	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 104,52	40	€ 2,61	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 150,48	50	€ 3,01	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 158,01	30	€ 5,27	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	SBR 2011
€ 147,58	30	€ 4,92	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 120,00	25	€ 4,80	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 148,06	40	€ 3,70	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 169,62	40	€ 4,24	NIBE 2012 TB	afgeleid uit Aspen 2005	SBR 2011
€ 154,20	40	€ 3,86	NIBE 2012 TB	Aspen 2005	afgeleid uit SBR 2011
€ 150,97	120	€ 1,26	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011

gevelbekleding steen en kunststof



5. glasplaten met RVS bevestiging komt niet voor in de grafiek omdat de bouwkost niet gekend is en de hoge milieukost voor een te lange x-as zou zorgen.



gevelbekleding steen en kunststof	vgl.	NIBE	milieukost
0 milieureferentie (eiken delen) (db)	=	1a	€ 1,09
1 vezelcementplaat	-3	2b	€ 2,30
2 natuursteen leien	+2	3b	€ 4,00
3 keramische holle tegels	+3	4b	€ 6,54
4 natuursteen platen (graniet)	+5	6c	€ 23,20
5 glasplaten met RVS bevestiging	N	>7c	€ 57,49

7.3.7. Gevelbekleding steen en kunststof

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 2: Gevels en Daken (2007)

Functionele eenheid: 1 m² gevelbekleding inclusief 1 laag regelwerk en bevestigingsmiddelen gedurende een periode van 75 jaar.

'Houtvezelcementplaat' en 'HPL plaat' verdwijnen in 2012 en gaan naar de materiaalgroep 'gevelbekleding hout'.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012)

Functionele eenheid: 1 m² gevelbekleding inclusief 1 laag regelwerk en bevestigingsmiddelen, toegepast in een buitenwand gedurende een periode van 75 jaar.

De milieukosten zijn aangepast in deze publicatie.

Vergelijking

De functionele eenheid en 5 van de 6 materialen zijn gelijk. 'Natuursteen platen, graniet' ondergaat de grootste klassewijziging, van 5a naar 6c.

Opmerkingen

Om de verschillende soorten gevelbekleding met elkaar te kunnen vergelijken wordt overal 'eiken delen (db)' als referentie genomen. Op deze manier bevat één grafiek of tabel niet teveel materialen.

Bouwkost

Van 'glasplaten met RVS bevestiging' is geen (betrouwbare) informatie te vinden. Aangezien dit materiaal af te raden is door de hoogste milieukost, kan toch een partiële rangschikking opgesteld worden.

Levensduur

De levensduur varieert van 25 tot 75 jaar.

Kies voor een korte levensduur als je bijvoorbeeld weet dat je smaak of voorkeur snel zal veranderen.

Extra invloedsfactoren

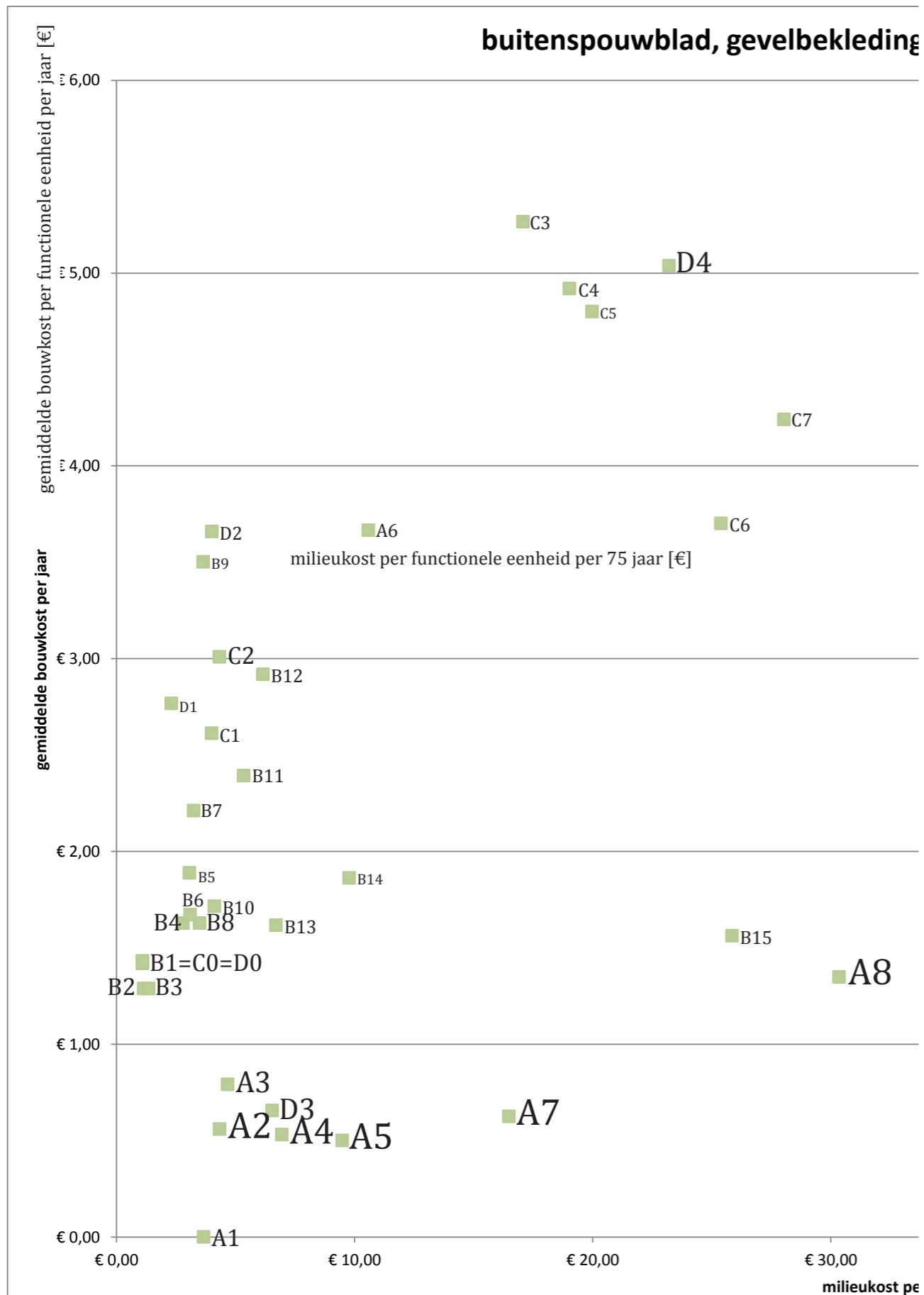
Smaak en slijtvastheid spelen hier zeker een grote rol (zit in levensduur), want het is een zichtbaar materiaal.

Conclusie

Kies voor 'vezelcementplaat' of 'keramische holle tegels'. Deze laatste zijn eigenlijk niet aan te raden door de hoge milieuklasse, maar de lage bouwkost en lange levensduur zorgen dat het gebruik toch te overwegen valt.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 85,57	60	€ 1,43	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 69,18	25	€ 2,77	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 146,41	40	€ 3,66	NIBE 2012 TB	Aspen 2005	SBR 2011
€ 49,18	75	€ 0,66	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 377,83	75	€ 5,04	NIBE 2012 TB	Aspen 2005	SBR 2011
/	40	/	NIBE 2012 TB		SBR 2011

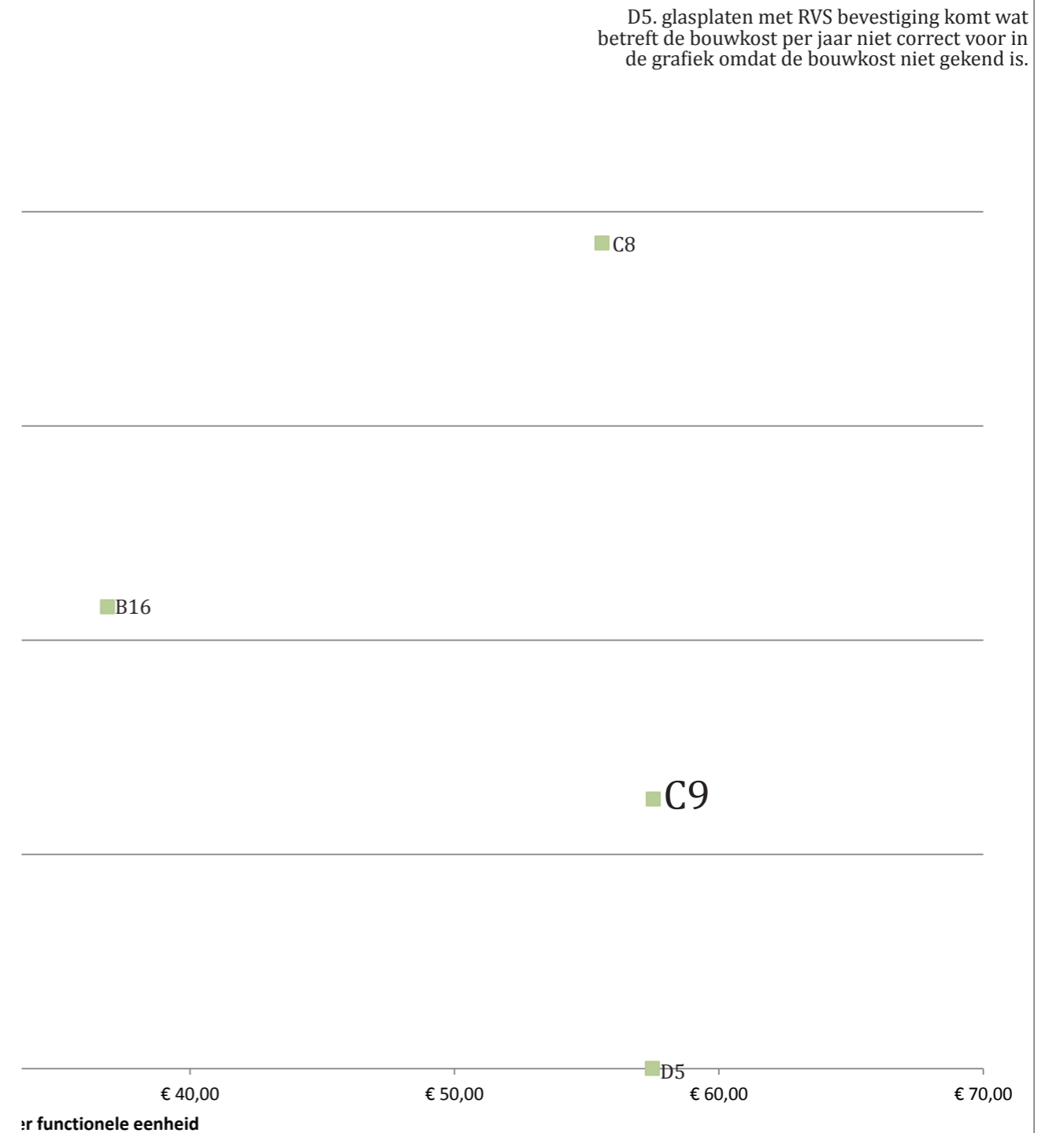
7.3.8. Buitenspouwblad en gevelbekledingen samengevoegd



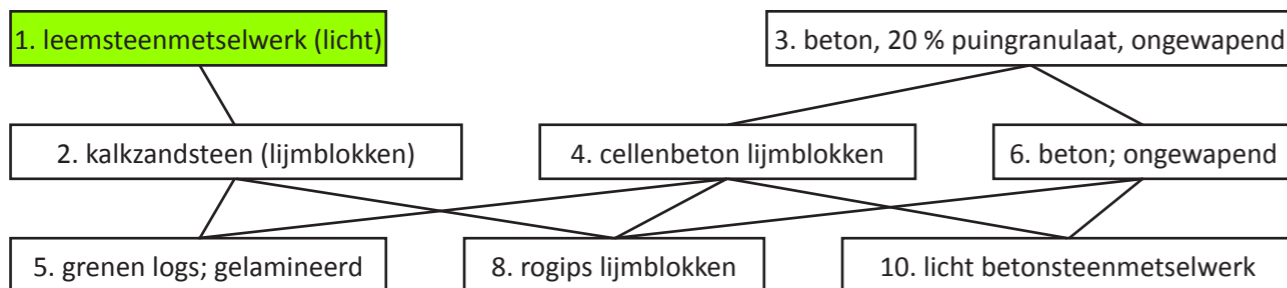
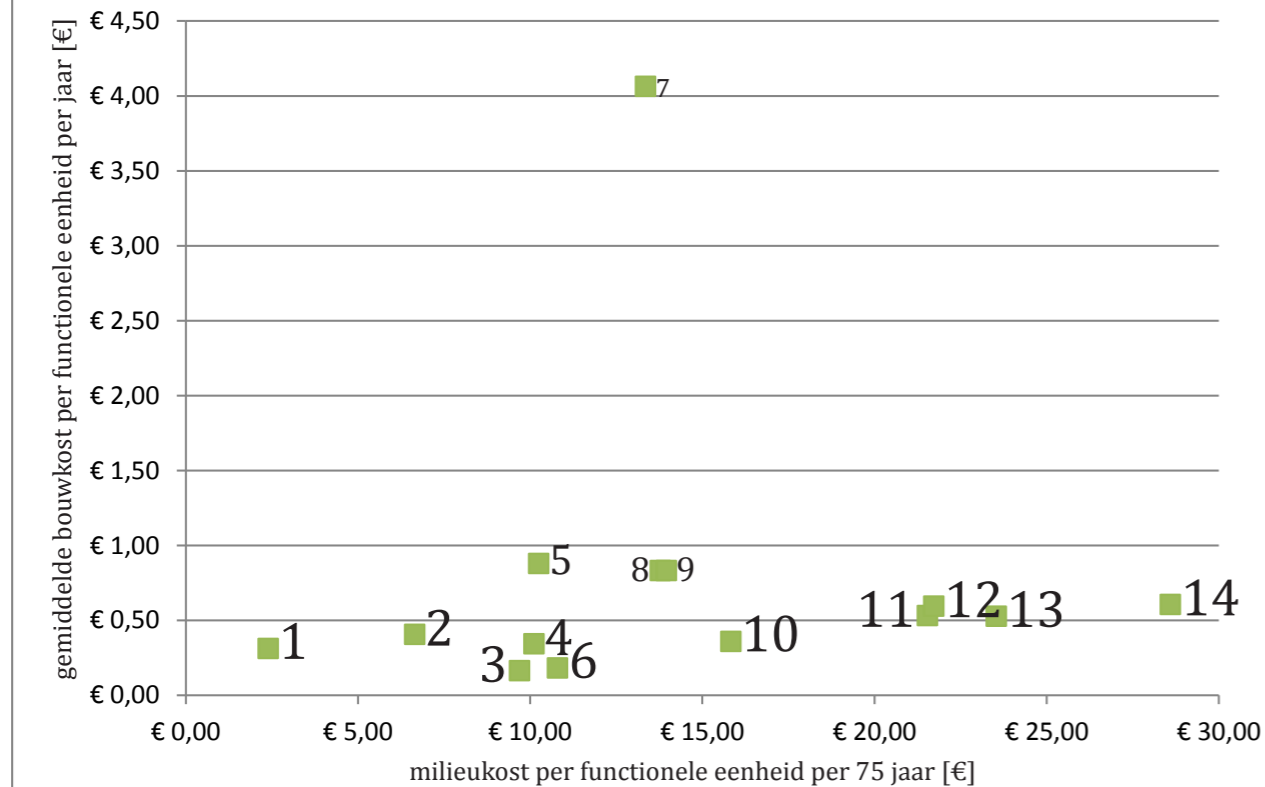
hout, metaal, steen en kunststof

A: '7.3.4. Buitenspouwblad' op bladzijde 101
 B: '7.3.5. Gevelbekleding hout' op bladzijde 103
 C: '7.3.6. Gevelbekleding metaal' op bladzijde 105
 D: '7.3.7. Gevelbekleding steen en kunststof' op bladzijde 107

D5. glasplaten met RVS bevestiging komt wat betreft de bouwcost per jaar niet correct voor in de grafiek omdat de bouwcost niet gekend is.



massieve binnenwanden (niet dragend)



massieve binnenwanden (niet dragend)	vgl.	NIBE	milieukost
1 leemsteenmetselwerk (licht); incl. leemstuc afwerking	-1	1a	€ 2,40
2 kalkzandsteen (lijmblokken); incl. stucwerk laag	-2	3a	€ 6,65
3 beton, 20 % puingranulaat, ongewapend; incl. stucwerk laag	N	3c	€ 9,70
4 cellenbeton lijmblokken; incl. stucwerk laag	=	3c	€ 10,12
5 grenen logs; gelamineerd (sb); incl. alkydverf	+1	3c	€ 10,25
6 beton; ongewapend; incl. stucwerk laag	N	3c	€ 10,80
7 glazen bouwstenen	-8	4a	€ 13,35
8 rogips lijmblokken; incl. stucwerk laag	+1	4b	€ 13,78
9 natuurgips lijmblokken; incl. stucwerk laag	-1	4b	€ 13,96
10 licht betonsteenmetselwerk; incl. stucwerk laag	N	4b	€ 15,83
11 licht baksteenmetselwerk; incl. stucwerk laag	-1	5a	€ 21,54
12 baksteen (geperforeerd); incl. stucwerk laag	=	5a	€ 21,73
13 holle baksteenmetselwerk; incl. stucwerk laag	N	5b	€ 23,54
14 baksteenmetselwerk; incl. stucwerk laag	N	5c	€ 28,60

7.3.9. Massieve binnenwanden (niet dragend)

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2007)

Functionele eenheid: 1 m² afgewerkte, niet dragende binnenwand, die minimaal voldoet aan de eisen van het Bouwbesluit, toegepast in de NOVEM Referentie Doorzonwoning gedurende 75 jaar.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012)

Functionele eenheid: 1 m² afgewerkte, niet dragende binnenwand, die minimaal voldoet aan de eisen van het Bouwbesluit, toegepast in de Agentschap NL Referentie Rijwoning gedurende een periode van 75 jaar. De milieukosten zijn aangepast in deze publicatie.

Vergelijking

De functionele eenheid en 9 van de 14 materialen zijn gelijk in beide uitgaven.

In de recentste publicatie wordt de afwerkingslaag gespecificeerd in de naam van het product, wat communicatiever is in vergelijking met het Basiswerk uit 2007. Behalve 'glazen bouwstenen' (van 6c naar 4a) zijn er geen spectaculaire klasseveranderingen.

Bouwkost

De bouwkost van betonnen elementen ligt laag. De bron is niet dezelfde als voor de andere bouwkosten maar er is wel op gelet dat het om dezelfde functionele eenheid gaat.

Levensduur

De levensduur ligt behalve voor 'glazen bouwstenen' voldoende hoog. Hoewel het niet over dragend metselwerk gaat zal een binnenwand wel vaak dezelfde levensduur kennen als het gebouw.

Extra invloedsfactoren

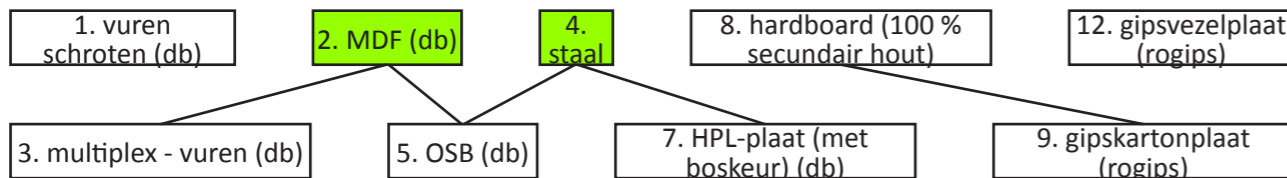
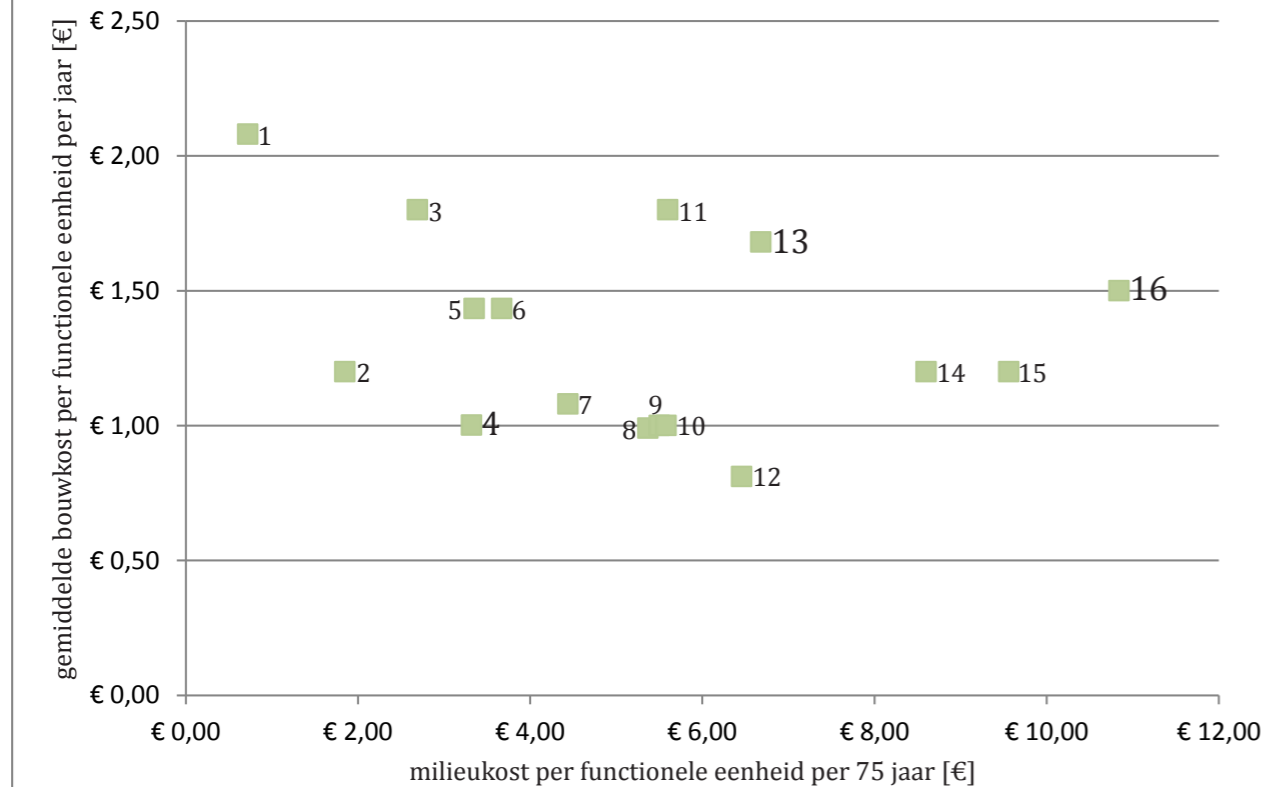
Een wand met een grote massa kan een onderliggende fundering op staal vereisen.

Conclusie

Kies voor 'leemsteenmetselwerk'. Dit is het best voor het milieu, kent een lange levensduur en heeft de derde laagste bouwkost per jaar. 'beton, 20 % puingranulaat, ongewapend' is wel goedkoper, maar de milieukost is vier keer groter en de milieuklasse zit op de grens van de aanvaardbaarheid.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 37,50	120	€ 0,31	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 48,75	120	€ 0,41	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
€ 19,59	120	€ 0,16	NIBE 2012 TB	afgeleid uit livios.be (april 2012)	afgeleid uit SBR 2011
€ 41,25	120	€ 0,34	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
€ 66,00	75	€ 0,88	NIBE 2012 TB	afgeleid uit hardenzachthout.nl (april 2012)	afgeleid uit SBR 2011
€ 21,77	120	€ 0,18	NIBE 2012 TB	livios.be via aspen (april 2012)	afgeleid uit SBR 2011
€ 121,88	30	€ 4,06	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 49,98	60	€ 0,83	NIBE 2012 TB	afgeleid uit Aspen 2005	SBR 1995
€ 49,98	60	€ 0,83	NIBE 2012 TB	Aspen 2005	SBR 1995
€ 43,13	120	€ 0,36	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
€ 63,75	120	€ 0,53	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
€ 71,25	120	€ 0,59	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	SBR 2011
€ 63,29	120	€ 0,53	NIBE 2012 TB	Aspen 2005	SBR 2011
€ 72,78	120	€ 0,61	NIBE 2012 TB	afgeleid uit Aspen 2005	SBR 2011

plaatmateriaal elementwand



plaatmateriaal elementwand	vgl.	NIBE	milieukost
1 vuren schroten (db)	-3	1a	€ 0,72
2 MDF (db)	+5	2c	€ 1,85
3 multiplex - vuren (db)	+3	3b	€ 2,69
4 staal	N	3c	€ 3,32
5 OSB (db)	+4	3c	€ 3,35
6 OSB (sb)	=	4a	€ 3,67
7 HPL-plaat (met boskeur) (db)	N	4b	€ 4,44
8 hardboard (100 % secundair hout)	+3	4c	€ 5,37
9 gipskartonplaat (rogips)	+1	4c	€ 5,50
10 gipskartonplaat (natuurgips)	-1	4c	€ 5,58
11 multiplex - tropisch (db)	N	4c	€ 5,60
12 gipsvezelplaat (rogips)	=	5a	€ 6,46
13 geëmailleerd glas	N	5a	€ 6,68
14 MDF (sb)	+8	5c	€ 8,60
15 spaanplaat, 10 % UF (sb)	N	5c	€ 9,56
16 aluminium, 70 % secundair aluminium	N	6a	€ 10,84

7.3.10. Plaatmateriaal elementwand

Omschrijving

Platen die de elementen van de prefab onderdelen van een wandopbouw aan de voor- en achterkant begrenzen.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies (2007)

Functionele eenheid: 1 m² plaatmateriaal toegepast in een niet dragende elementwand in de NOVEM Referentie Doorzonwoning gedurende 75 jaar. Het regelwerk is buiten beschouwing gelaten.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012)

Functionele eenheid: 1 m² plaatmateriaal toegepast in een niet dragende elementwand in de Agentschap NL Referentie Rijwoning gedurende een periode van 75 jaar. Het regelwerk is buiten beschouwing gelaten.

De milieukosten zijn aangepast in deze publicatie.

Vergelijking

De functionele eenheid en 10 van de 16 materialen blijven gelijk.

'MDF (standaard bosbouw)' ondergaat de grootste sprong in de milieuklasse: van 3a naar 5c. 'Spaanplaat 100 % afvalhout' (2a) en 'spaanplaat 100 % nieuw hout' (3a) worden in 2012 vervangen door 'spaanplaat, 10 % UF, sb' (5c).

Levensduur

De levensduren liggen tussen 25 en 50 jaar. Deze zichtbare materialen ondergaan veel invloed van het gebruik.

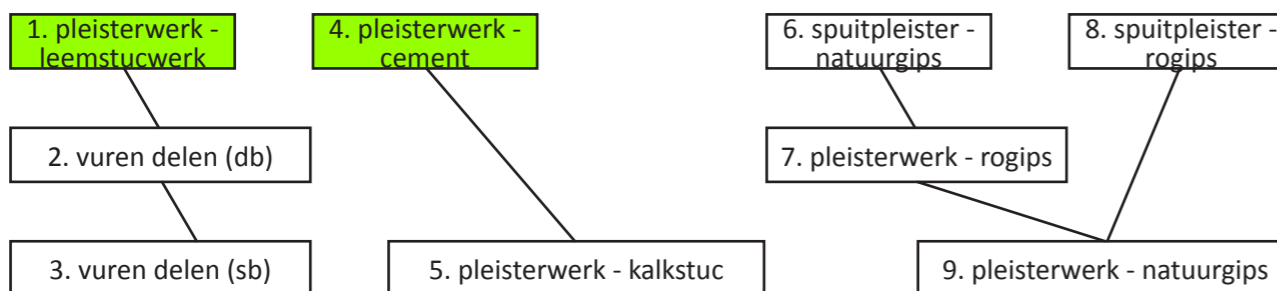
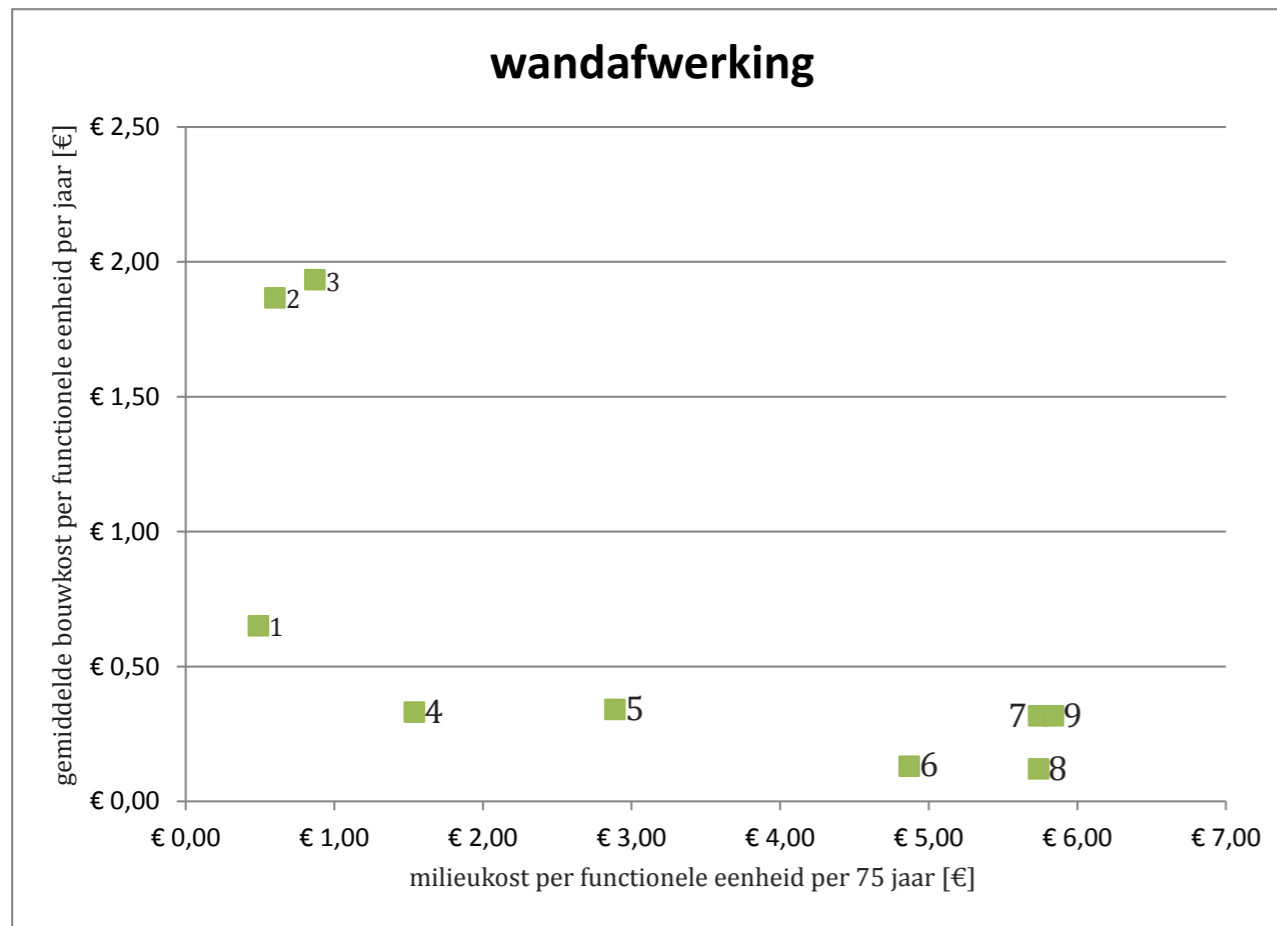
Extra invloedsfactoren

Smaak en slijtvastheid spelen hier zeker een grote rol (zit in levensduur), want het kan een zichtbaar materiaal zijn.

Conclusie

Kies voor 'MDF (db)' of 'staal'. Kies op de eerste rij niet voor 'hardboard (100 % secundair hout)'. Dit is nauwelijks goedkoper en veel slechter voor het milieu dan 'staal'. Kies ook niet voor het milieubewustere maar veel duurdere 'vuren schroten (db)' of voor het goedkope maar milieunbewuste 'gipsvezelplaat (rogips)'.

bouwcost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwcost	bron RSL
€ 52,00	25	€ 2,08	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	afgeleid uit BCIS
€ 36,00	30	€ 1,20	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	BCIS 2006
€ 63,00	35	€ 1,80	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	BCIS 2006
€ 50,11	50	€ 1,00	NIBE 2012 TB	Aspen 2005	afgeleid uit SBR 2011
€ 43,00	30	€ 1,43	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	afgeleid uit BCIS 2006
€ 43,00	30	€ 1,43	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	afgeleid uit BCIS 2006
€ 43,20	40	€ 1,08	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 DC	afgeleid uit BCIS 2006
€ 39,60	40	€ 0,99	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 DC	afgeleid uit BCIS 2006
€ 37,00	37	€ 1,00	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	BCIS 2006
€ 37,00	37	€ 1,00	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	BCIS 2006
€ 63,00	35	€ 1,80	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 DC	BCIS 2006
€ 30,00	37	€ 0,81	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	BCIS 2006
€ 84,00	50	€ 1,68	NIBE 2012 TB	afgeleid uit livios.be (april 2012)	afgeleid uit BCIS 2006
€ 36,00	30	€ 1,20	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 DC via archidat	BCIS 2006
€ 36,00	30	€ 1,20	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 DC	BCIS 2006
€ 75,00	50	€ 1,50	NIBE 2012 TB	archidat.nl (april 2012)	afgeleid uit SBR 2011



wandafwerking (binnen)	dikte	vgl.	NIBE	milieukost
1 pleisterwerk - leemstucwerk	12 mm	=	1a	€ 0,49
2 vuren delen (db)	12 mm	-4	1b	€ 0,60
3 vuren delen (sb)	12 mm	-9	2a	€ 0,87
4 pleisterwerk - cement	12 mm	=	3a	€ 1,54
5 pleisterwerk - kalkstuc	12 mm	-3	4b	€ 2,89
6 spuitpleister - natuurgips	10 mm	+3	5b	€ 4,87
7 pleisterwerk - rogips		N	5b	€ 5,74
8 spuitpleister - rogips	10 mm	+6	5b	€ 5,74
9 pleisterwerk - natuurgips		N	5c	€ 5,84

7.3.11. Wandafwerking binnen

Omschrijving

Een extra laag aan de binnenkant van het binnenmetselwerk. Deze laag zorgt vaak voor de luchtdichtheid van de muur en maakt de muur effen en glad.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 3: Afwerkingen (2008)

Functionele eenheid: 1 m² muurafwerking door middel van spuitwerk, inclusief voorstrijkmiddel met een minimale laagdikte, toegepast op een ideale vlakke ondergrond. Bij het verbruik is uitgegaan van de nat opgebrachte massa.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012)

Functionele eenheid: 1 m² muurafwerking door middel van spuitwerk met een minimale laagdikte, toegepast op een vlakke ondergrond over een periode van 75 jaar. Bij het verbruik is uitgegaan van de nat opgebrachte massa.

De milieukosten zijn aangepast in deze publicatie.

Vergelijking

De functionele eenheid verschilt lichtjes. De 7 materialen uit 2008 zijn overgenomen, met 2 nieuwe producten in 2012.

Enkel in het Basiswerk van 2008 staan de diktes aangegeven. Deze staan niet vermeld in het Tabellenboek, maar voor de overeenkomstige materialen zijn ze toch overgenomen in de tabel.

De toegekende milieuklassen verschillen nogal in de twee boeken.

Opmerkingen

De nodige of toegepaste diktes zouden duidelijk moeten vermeld staan in de naam van het materiaal.

Bouwkost

Houten wandafwerkingen bezitten een hoge bouwkost. Dit is niet te negeren ondanks de lage milieukost.

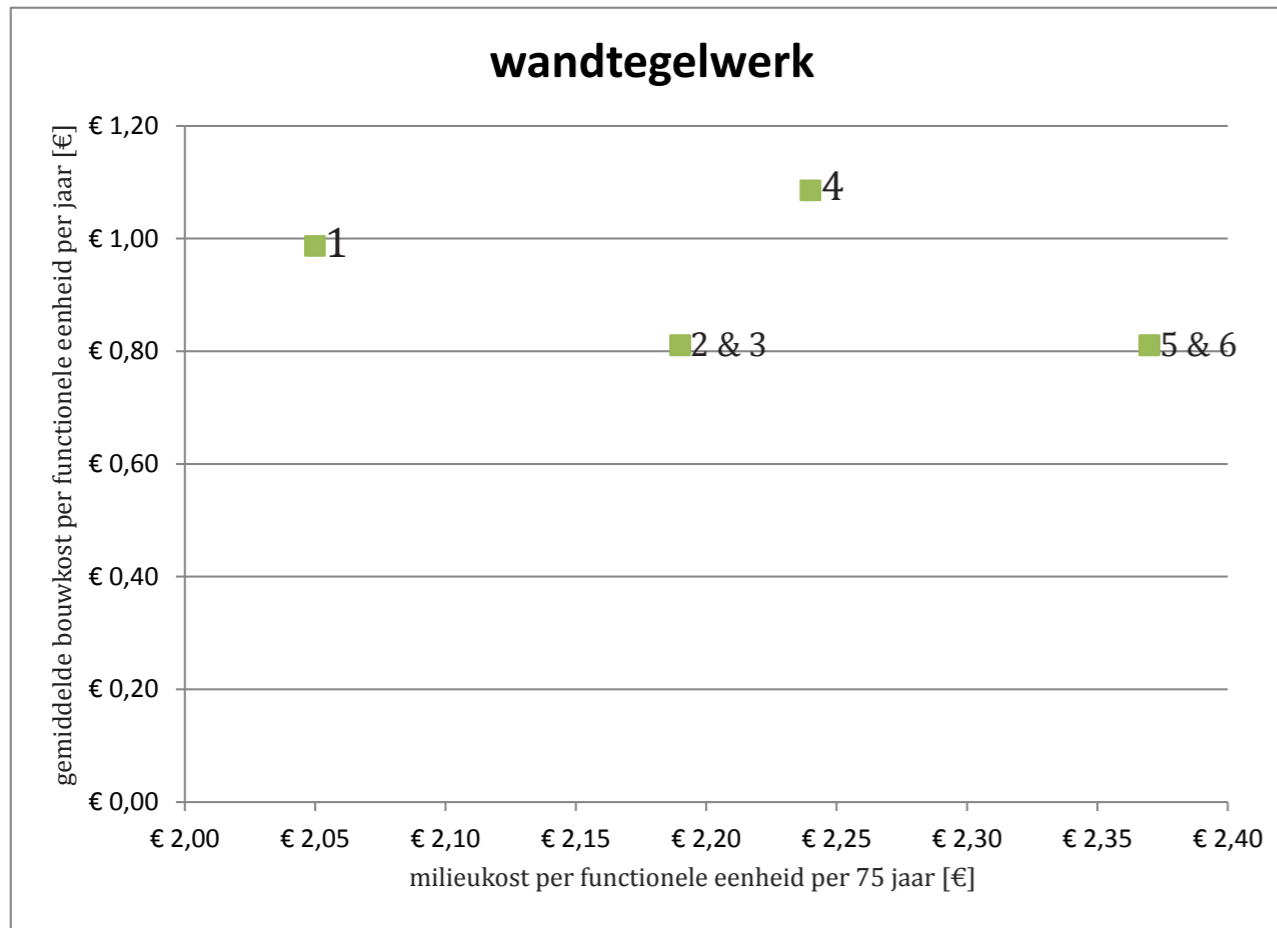
Extra invloedsfactoren

Smaak en slijtvastheid spelen hier zeker een grote rol (zit in levensduur), want het is een zichtbaar materiaal. Zetting van het gebouw en uitzetting van andere materialen kunnen voor scheuren zorgen (zit in levensduur).

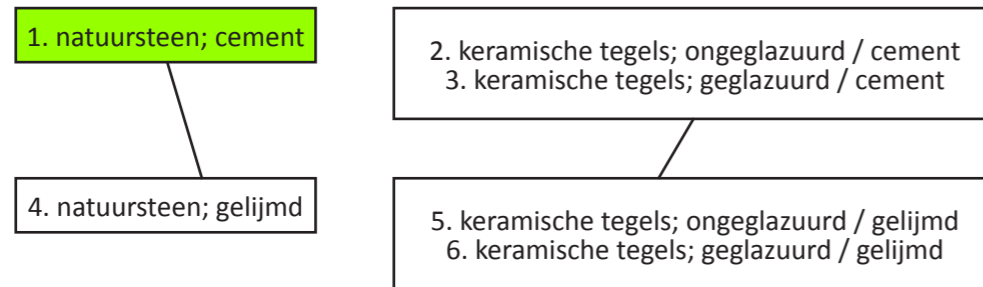
Conclusie

Kies voor 'pleisterwerk - leemstucwerk' of 'pleisterwerk - cement'. Houten gevelbekledingen zijn te duur en de andere materialen scoren een milieuklasse hoger dan 3c.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 19,50	30	€ 0,65	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 56,00	30	€ 1,87	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 58,00	30	€ 1,93	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 16,50	50	€ 0,33	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit BCIS 2006
€ 17,00	50	€ 0,34	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit BCIS 2006
€ 6,50	50	€ 0,13	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit BCIS 2006
€ 15,80	50	€ 0,32	NIBE 2012 TB	livios.be via Aspen (april 2012)	afgeleid uit BCIS 2006
€ 6,00	50	€ 0,12	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit BCIS 2006
€ 15,80	50	€ 0,32	NIBE 2012 TB	livios.be via Aspen (april 2012)	afgeleid uit BCIS 2006



Merk op dat de x-as begint bij € 2,00 en niet bij € 0,00.



wandtegelwerk	vgl.	NIBE	milieukost
1 natuursteen; cement	-3	1a	€ 2,05
2 keramische tegels; ongeglazuurd / cement	=	1a	€ 2,19
3 keramische tegels; geglazuurd / cement	=	1a	€ 2,19
4 natuursteen; gelijmd	-4	1a	€ 2,24
5 keramische tegels; ongeglazuurd / gelijmd	=	1b	€ 2,37
6 keramische tegels; geglazuurd / gelijmd	=	1b	€ 2,37

7.3.12. Wandtegelwerk

Omschrijving

Tegels als bekleding aan de binnenkant van een wand.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 3: Afwerkingen (2008)

Functionele eenheid: 1 m² wandtegelwerk inclusief alle bevestigingsmiddelen, toegepast op een ideale vlakke ondergrond gedurende een periode van 75 jaar.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012)

Functionele eenheid: 1 m² wandtegelwerk inclusief bevestigingsmiddelen, toegepast op een ideale vlakke ondergrond gedurende een periode van 75 jaar.

De milieukosten zijn aangepast in deze publicatie.

Vergelijking

De functionele eenheid en de materialen zijn gelijk in beide uitgaven.

Het is vreemd dat er geen verschil is tussen geglazuurde en ongeglazuurde keramische tegels.

Cement scoort in beide publicaties beter dan gelijmd.

Natuursteen scoorde in 2007 het slechtst maar scoort nu veel beter.

'Natuursteen gelijmd' scoorde bij vloertegelwerk beter dan 'keramische tegels'. Hier valt het tussen 'keramische tegels / cement' en 'keramische tegels / gelijmd'.

Levensduur

Natuursteen is een homogeen materiaal. Een geglazuurde keramische tegel hierentegen is (veelal) gebakken klei voorzien van een glazuurlaag die beschermt tegen vloeistoffen en chemicaliën. Ze zijn verkrijgbaar in vrijwel elke denkbare maat en kleur. Het grote probleem met een geglazuurde keramische tegel is dat wanneer je hier hard tegen stoot of iets hards tegen laat vallen (bijvoorbeeld een glas of een pan) er glazuur kapot kan gaan waardoor het rode basismateriaal (de klei) zichtbaar wordt. Een ander nadeel is de snellere zichtbaarheid van krassen door het glanzende oppervlak.

Extra invloedsfactoren

De noodzaak tot een afwerking die waterdicht is in bijvoorbeeld badkamers of inloopdouches.

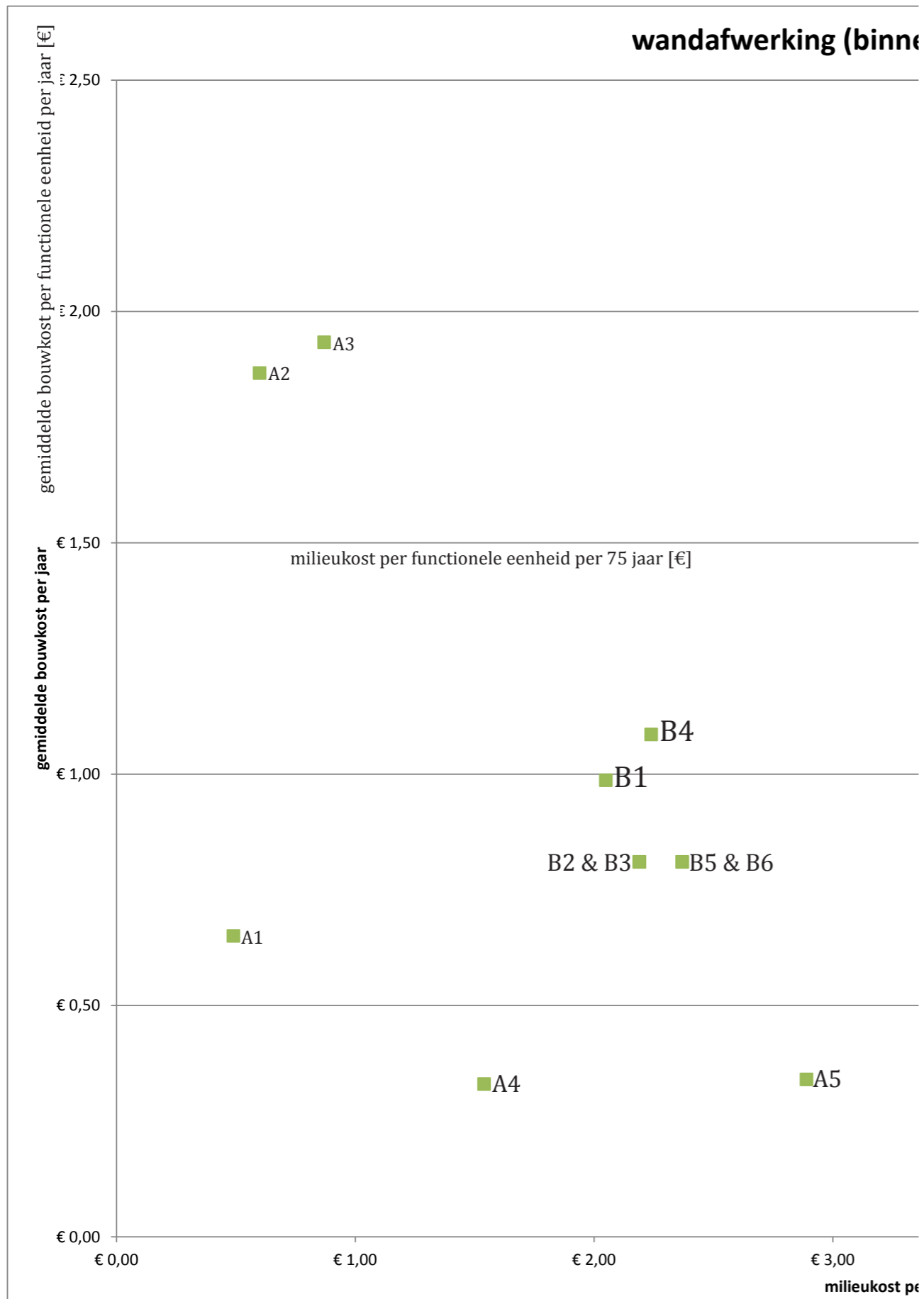
Smaak en slijtvastheid spelen hier zeker een grote rol (zit in levensduur), want het is een zichtbaar materiaal.

Conclusie

Kies voor het materiaal dat je het liefst ziet of je het best ligt. De milieukosten verschillen niet veel en ook de bouwkost per jaar kent geen grote spreiding. Als toch een advies moet gegeven worden, kies dan voor 'natuursteen; cement'. Dit heeft de laagste milieukost maar is duurder. Door de langere levensduur zal de vloer weliswaar minder rap open moeten gebroken worden.

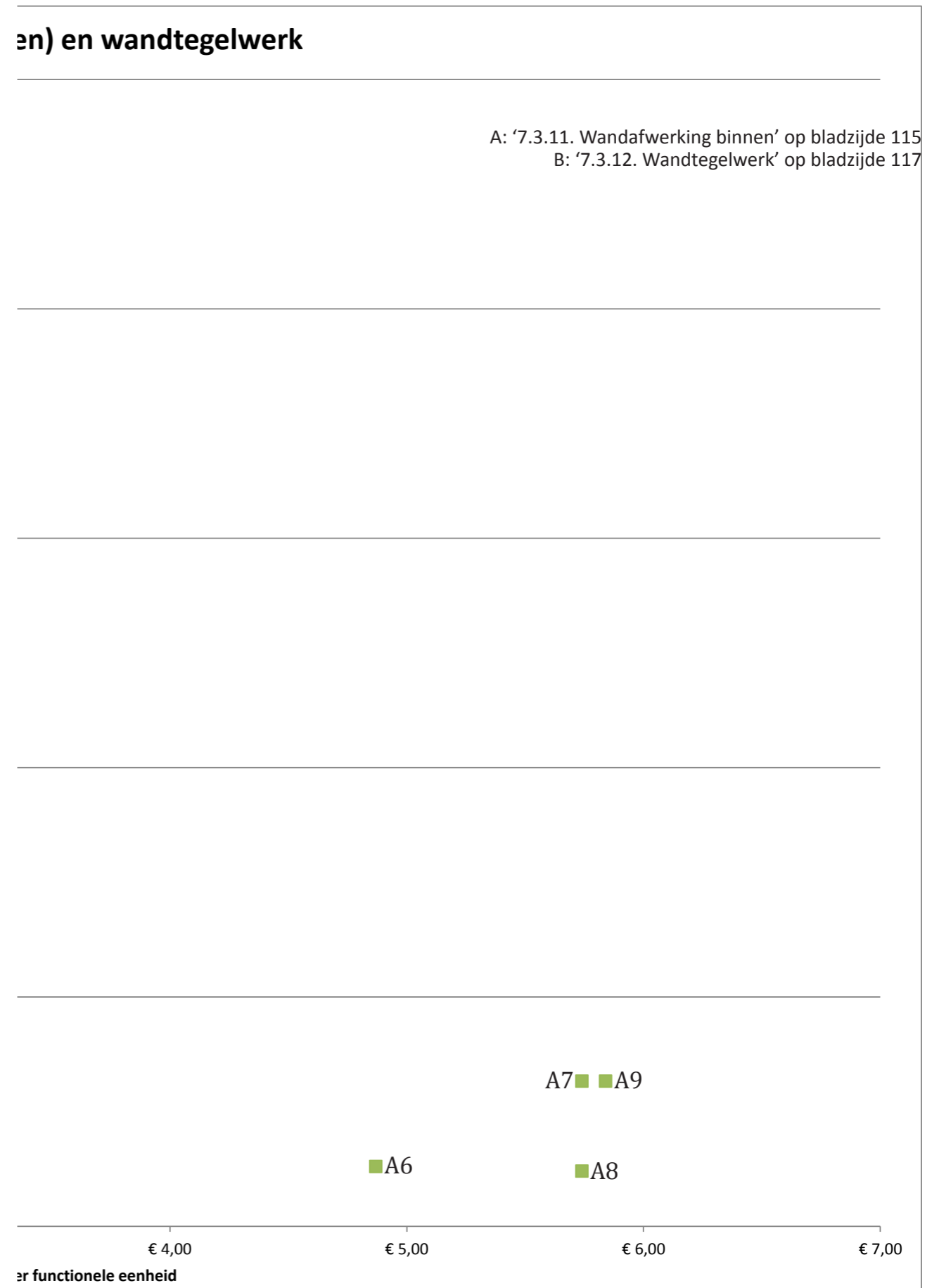
bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 74,00	75	€ 0,99	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 40,50	50	€ 0,81	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	BCIS 2006
€ 40,50	50	€ 0,81	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	BCIS 2006
€ 81,40	75	€ 1,09	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2008 AW	afgeleid uit SBR 2011
€ 40,50	50	€ 0,81	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit BCIS 2006
€ 40,50	50	€ 0,81	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit BCIS 2006

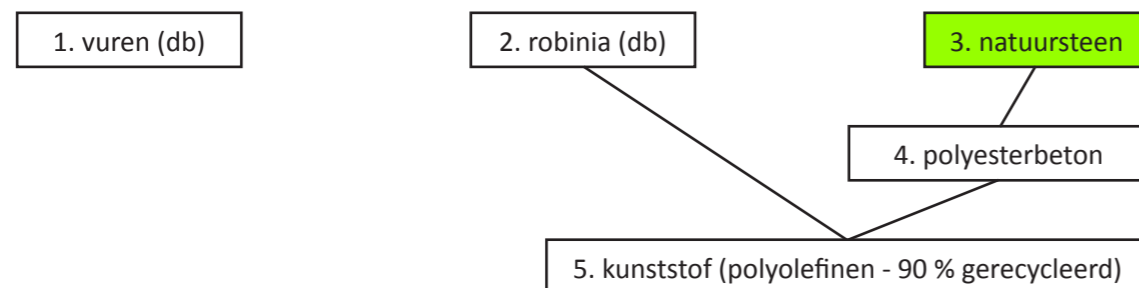
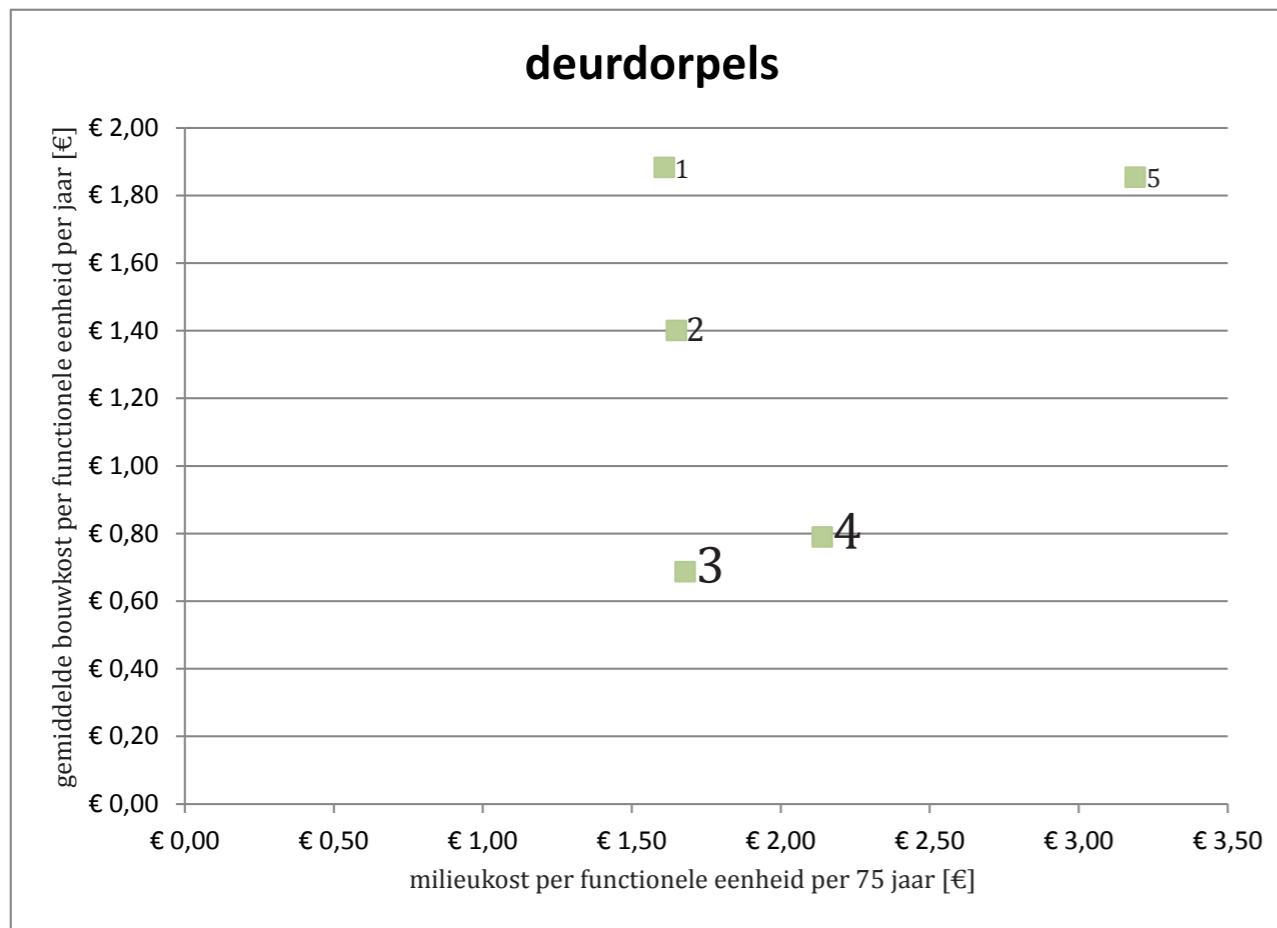
7.3.13. Wandafwerking binnen en wandtegelsamen



en) en wandtegelsamen

A: '7.3.11. Wandafwerking binnen' op bladzijde 115
 B: '7.3.12. Wandtegelsamen' op bladzijde 117





deurdorpels	vgl.	NIBE	milieukost
1 vuren (db)	/	1a	€ 1,61
2 robinia (db)	/	1a	€ 1,65
3 natuursteen	/	1a	€ 1,68
4 polyesterbeton	/	1c	€ 2,14
5 kunststof (polyolefinen - 90 % gerecycleerd)	/	2b	€ 3,19

7.4. Wandopeningen

7.4.1. Deurdorpels

Omschrijving

Een verhoging of drempel zodat het regenwater niet binnen stroomt.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 2: Gevels en Daken (2007)

Functionele eenheid: 1 deurdorpel voor een naar binnen draaiende deur met een kozijn-profielafmeting van 67 x 114 mm en een standaard deurmaat van 930 mm, inclusief neuten met een minimale hoogte van 39 mm gedurende 75 jaar.

2012

Deze materiaalgroep is in 2012 niet aanwezig in een publicatie het NIBE.

Vergelijking

Alle materialen scoren een toelaatbare milieuklasse.

Opmerkingen

De materiaalgroep 'vensterbanken' wordt wel herwerkt in NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012), maar deze materiaalgroep spijtig genoeg niet. In een volgende uitgave mag dit zeker terug aanwezig zijn.

Levensduur

Er is veel variatie in de levensduur, waardoor dit zeker een bepalende factor kan zijn bij de keuze.

Extra invloedsfactoren

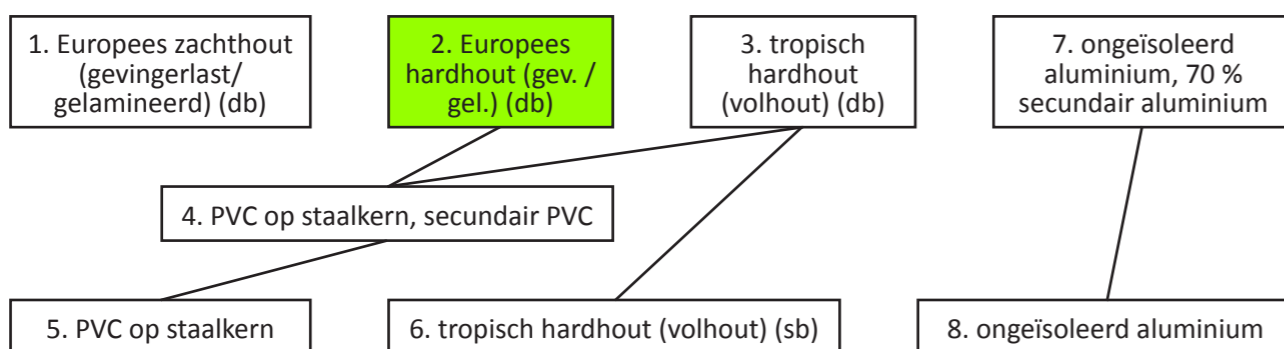
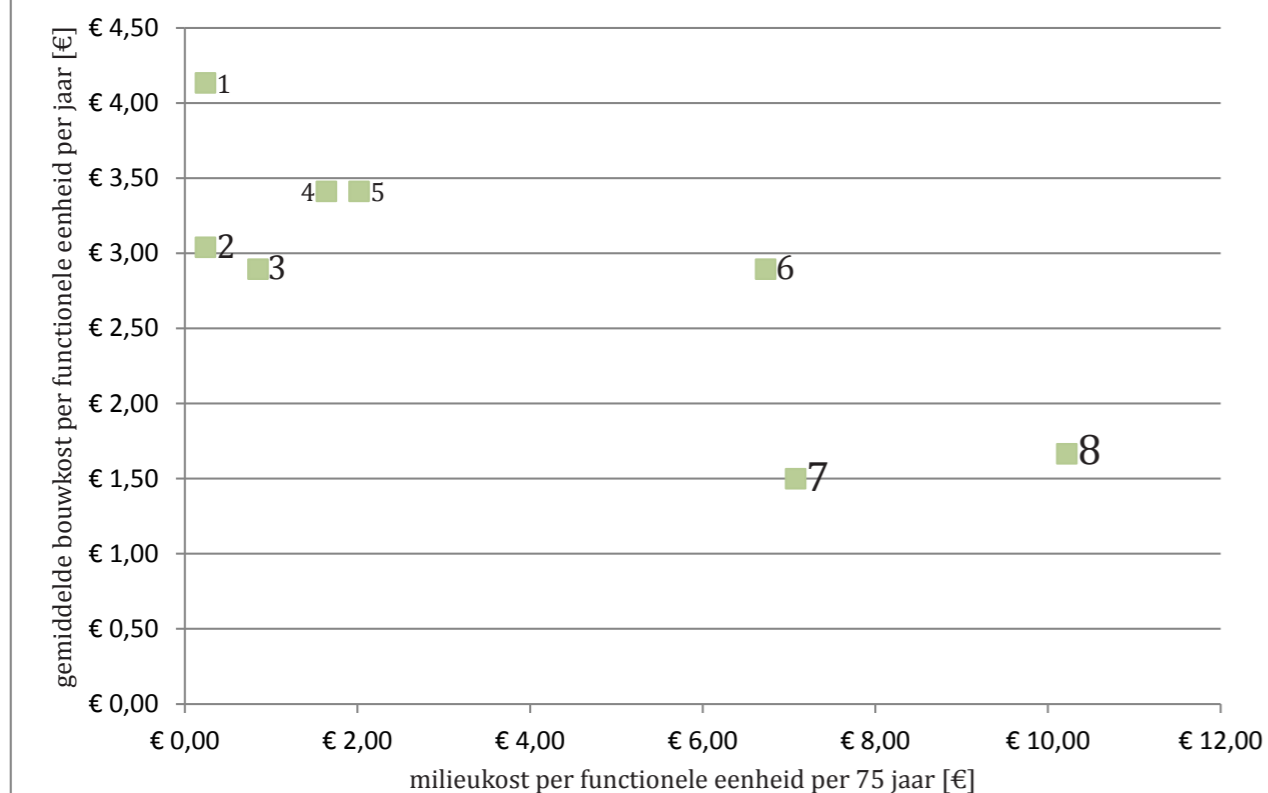
Smaak en slijtvastheid spelen hier zeker een grote rol (zit in levensduur), want het is een zichtbaar materiaal.

Conclusie

Kies voor 'natuursteen' als de dorpel lang behouden blijft. Door de lange levensduur is de bouwkost per jaar veel lager dan de twee milieubewustere alternatieven.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 65,89	35	€ 1,88	NIBE 2007 GD	eigen inschatting	afgeleid uit SBR 2011
€ 70,01	50	€ 1,40	NIBE 2007 GD	eigen inschatting	afgeleid uit SBR 2011
€ 82,37	120	€ 0,69	NIBE 2007 GD	archidat.nl (april 2012)	SBR 2011
€ 94,72	120	€ 0,79	NIBE 2007 GD	eigen inschatting	SBR 2011
€ 74,13	40	€ 1,85	NIBE 2007 GD	eigen inschatting	afgeleid uit SBR 2011

deurkozijnen (buiten)



deurkozijnen (buiten)		vgl.	NIBE	milieukost
1	Europees zacht hout (gevingerlast/gelamineerd) (db)	=	1a	€ 0,24
2	Europees hardhout (gevingerlast/gelamineerd) (db)	N	1a	€ 0,24
3	tropisch hardhout (volhout) (db)	+3	3b	€ 0,85
4	PVC op staalkern, secundair PVC	N	4c	€ 1,64
5	PVC op staalkern	-1	5a	€ 2,02
6	tropisch hardhout (volhout) (sb)	"-3"	7a	€ 6,73
7	ongeïsoleerd aluminium, 70 % secundair aluminium	N	7b	€ 7,08
8	ongeïsoleerd aluminium	"+5"	>7c	€ 10,22

7.4.2. Deurkozijnen in een buitenwand

Omschrijving

Het kader als afwerking van de deuropening in een wand. Doel van een kozijn is om een raamwerk te zijn voor een ingang of lichtopening.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 2: Gevels en Daken (2007)

Functionele eenheid: 1 m kozijnstijl voor buitendeuren inclusief afwerking en onderhoud, toegepast in de NOVEM referentiewoning gedurende 75 jaar.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012)

Functionele eenheid: 1 m kozijnstijl voor buitendeuren inclusief afwerking en onderhoud, toegepast in de Agentschap NL Referentie Rijwoning gedurende een periode van 75 jaar.

De milieukosten aangepast in deze publicatie.

Vergelijking

De functionele eenheid en 5 van de 8 materialen komen overeen.

'PVC op aluminium kern' en 'Europees zacht hout (gevingerlast - sb)' verdwijnen uit de materialenlijst van 2007. Behalve 'ongeïsoleerd aluminium' zijn er geen grote klassewijzigingen. Slechts 3 van de 5 producten zijn toegelaten volgens de milieuklassen.

Opmerkingen

Aangezien de functionele eenheid van een deur een vaste maat krijgt, zou een deurkozijn kunnen gebaseerd zijn op diezelfde afmetingen. Zo kan voor de bouwkost rekening gehouden worden met plaatsing in hoeken en dergelijke.

Bouwkost

Het is vreemd dat secundair PVC niet goedkoper is dan gewoon PVC.

Levensduur

Kies eenzelfde levensduur als de deur. Een nieuwe deur gaat meestal gepaard met een nieuw deurkozijn, zeker als de nieuwe deur uit een ander materiaal bestaat.

Extra invloedsfactoren

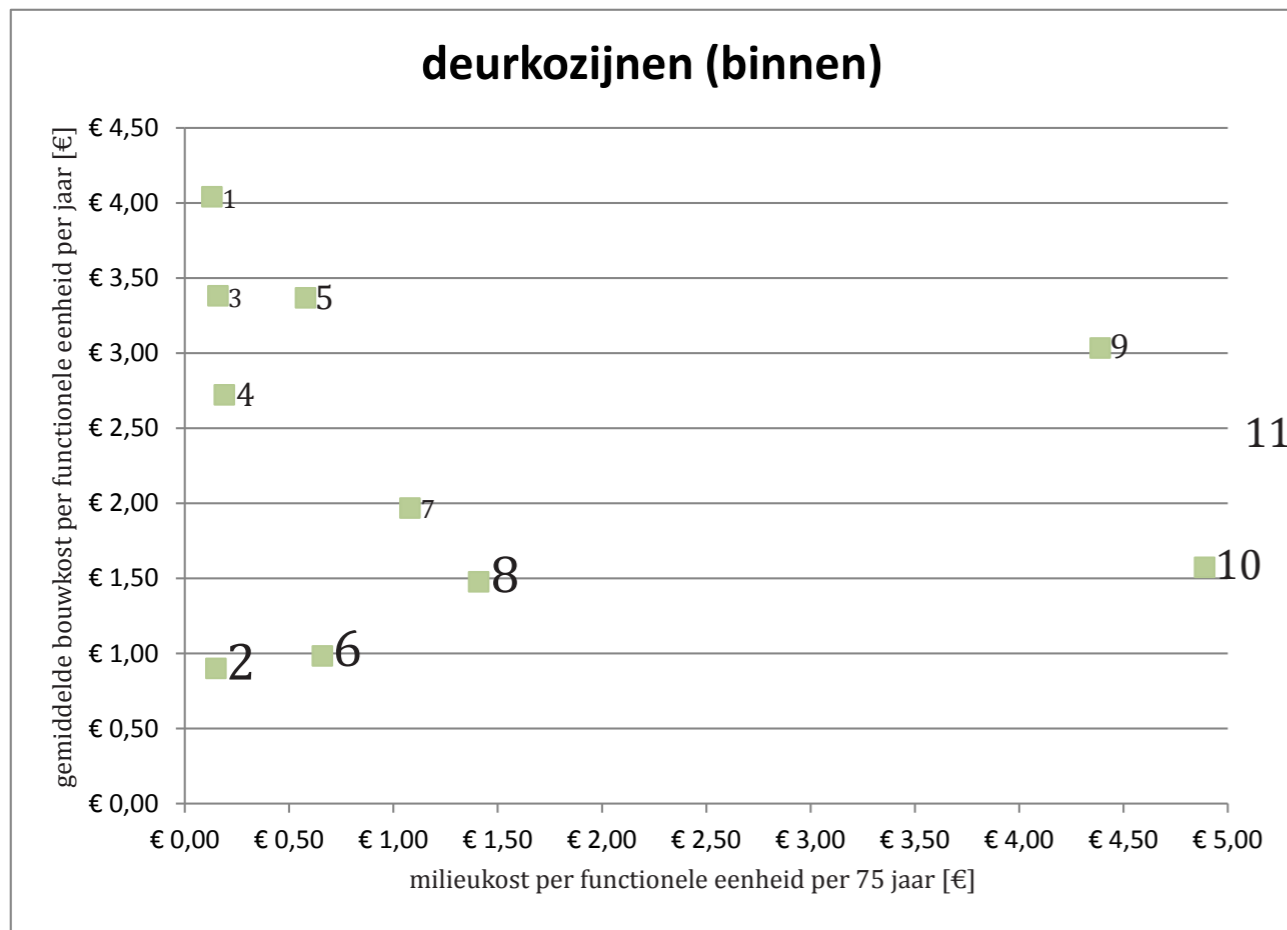
Smaak en slijtvastheid spelen hier zeker een grote rol (zit in levensduur), want het is een zichtbaar materiaal.

Conclusie

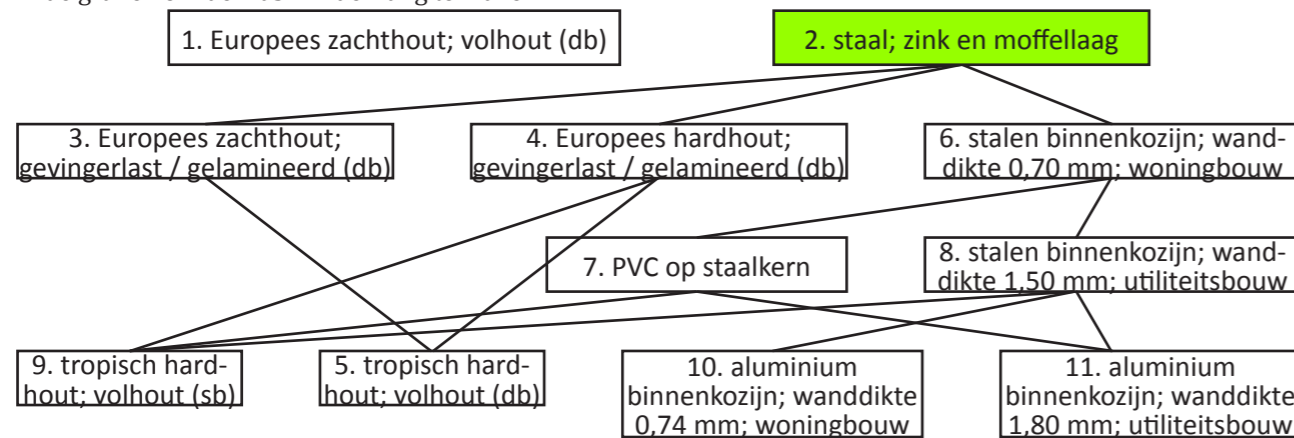
Kies voor 'Europees hardhout (gevingerlast/gelamineerd) (db)'. Het verschil in milieukost met 'Europees zacht hout (gevingerlast/gelamineerd) (db)' is na afronding niet meer zichtbaar, maar door de langere levensduur bezit dit een kleinere bouwkost per jaar. 'Tropisch hardhout (volhout) (db)' is ook geen aanrader: het verschil in milieukost is veel groter ten opzichte van de kleine winst in bouwkost per jaar.

Kies niet voor 'ongeïsoleerd aluminium, 70 % secundair aluminium'. Dit staat op de eerste rij door zijn lage bouwkost, maar dit materiaal bezit een onaanvaardbare milieuklasse.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 144,68	35	€ 4,13	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 151,91	50	€ 3,04	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	SBR 2011
€ 144,68	50	€ 2,89	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 136,45	40	€ 3,41	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 136,45	40	€ 3,41	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 144,68	50	€ 2,89	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 112,35	75	€ 1,50	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	SBR 2011
€ 124,84	75	€ 1,66	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011



11. aluminium binnenkozijn; wanddikte 1,80 mm; utiliteitsbouw komt wat de milieukost betreft niet correct voor in de grafiek om de x-as minder lang te maken.



deurkozijnen (binnen)	vgl.	NIBE	milieukost
1. Europees zacht hout; volhout (db)	N	1a	€ 0,13
2. staal; zink en moffellaag	=	1b	€ 0,15
3. Europees zacht hout; gevingerlast / gelamineerd (db)	+1	1b	€ 0,16
4. Europees hardhout; gevingerlast / gelamineerd (db)	N	1c	€ 0,19
5. tropisch hardhout; volhout (db)	+4	3c	€ 0,58
6. stalen binnenkozijn; wanddikte 0,70 mm; woningbouw	N	4a	€ 0,66
7. PVC op staalkern	N	4c	€ 1,08
8. stalen binnenkozijn; wanddikte 1,50 mm; utiliteitsbouw	N	5b	€ 1,41
9. tropisch hardhout; volhout (sb)	"-2"	7b	€ 4,39
10. aluminium binnenkozijn; wanddikte 0,74 mm; woningbouw	+4	7c	€ 4,89
11. aluminium binnenkozijn; wanddikte 1,80 mm; utiliteitsbouw	N	>7c	€ 11,93

7.4.3. Deurkozijnen in een binnenwand

Omschrijving

Het kader als afwerking van de deuropening in een binnenwand.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 3: Afwerkingen (2008)

Functionele eenheid: 1 strekkende meter kozijnstijl voor binnendeuren inclusief afwerking en onderhoud, toegepast in de NOVEM referentiewoning gedurende 75 jaar.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012)

Functionele eenheid: 1 strekkende meter kozijnstijl voor binnendeuren inclusief afwerking en onderhoud, toegepast in de Agentschap NL Referentie Rijwoning gedurende een periode van 75 jaar. De milieukosten aangepast in deze publicatie.

Vergelijking

De classificatietabel in 2008 spreekt van 'een strekkende meter kozijnstijl', terwijl de milieu-informatie altijd spreekt over een binnendeurkozijn bij de functionele eenheid. Enkel 'Europees zacht hout; gevingerlast / gelamineerd; sb' verdwijnt uit de lijst van 2008, meer dan de helft van de voorgestelde materialen zijn dus toegevoegd in het Tabellenboek van 2012. Het grootste verschil in milieuklasse bedraagt 4 subklassen.

Bouwkost

In '7.4.2. Deurkozijnen in een buitenwand' op bladzijde 123 is te zien dat het NIBE geen verschil maakt in de bouwkost van 'Europees zacht hout (gevingerlast/gelamineerd) (db)' en 'tropisch hardhout (volhout) (db)', terwijl er hier tussen dezelfde materialen wel een duidelijk prijsverschil zichtbaar is.

Levensduur

De levensduur is afgeleid via de levensduur van buitendeuren. Door een vermenigvuldiging 'x 1,2' voor de gunstigere binnenomstandigheden worden hogere waarden bekomen. De voorgestelde materialen kennen een grote spreiding: van 35 tot 120 jaar. Kies een materiaal waarvan de levensduur aansluit bij de deur.

Extra invloedsfactoren

Smaak en slijtvastheid spelen hier zeker een grote rol (zit in levensduur), want het is een zichtbaar materiaal.

Opmerkingen

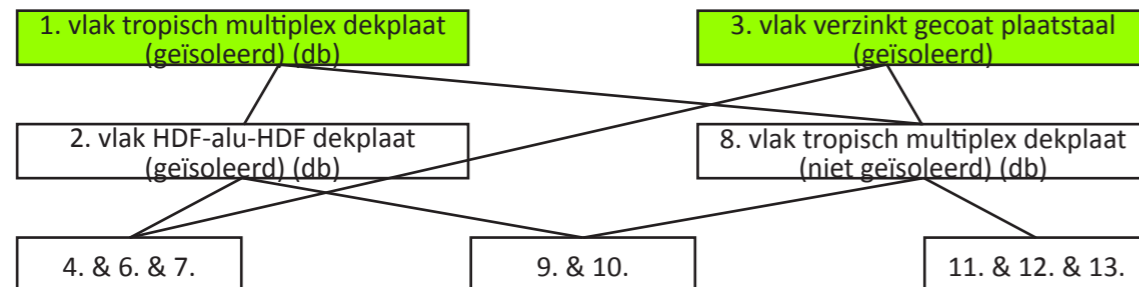
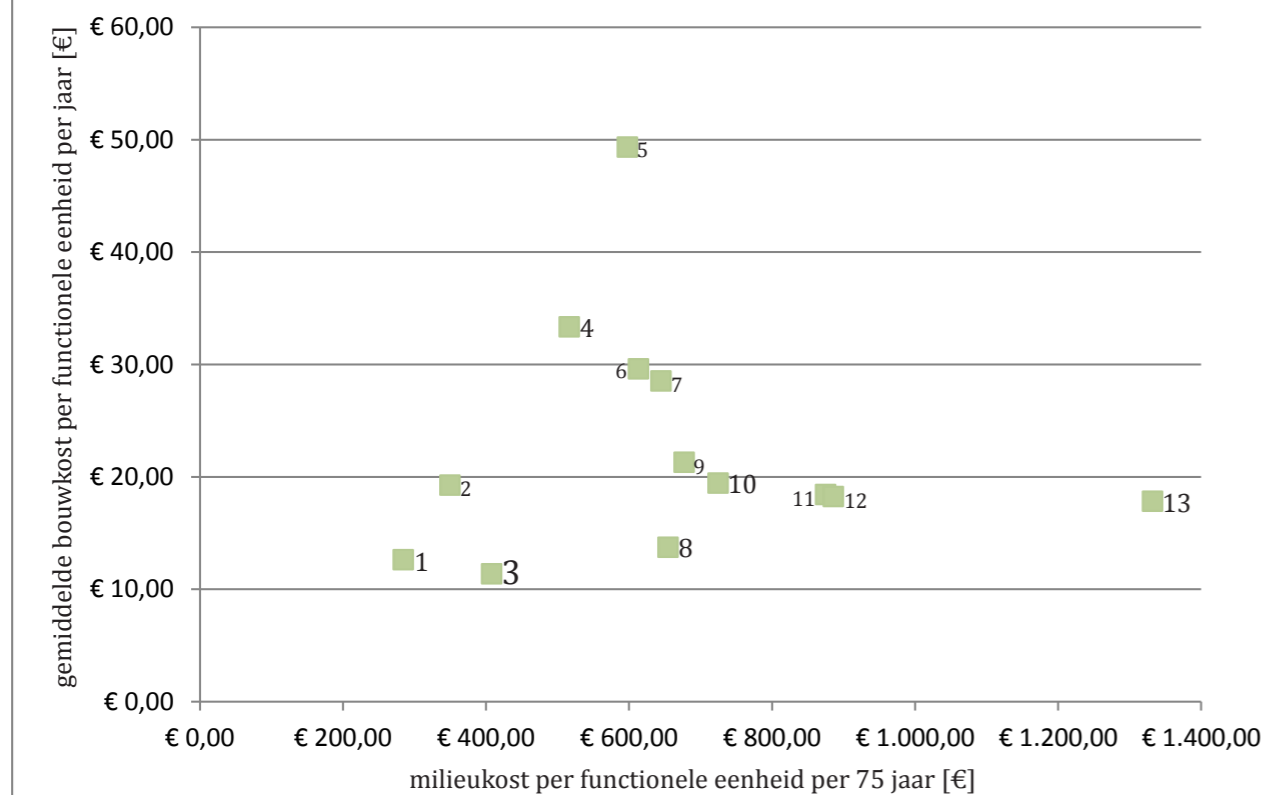
Ondanks de functionele eenheid als referentie een rijwoning aanhaalt, worden twee materialen door hun grotere dikte toch gelinkt aan utiliteitsbouw. 'Europees zacht hout; gevingerlast / gelamineerd (db)' moet eigenlijk ook op de onderste rij van de partiële rangschikking, maar omdat de milieukost zo laag is en de bouwkost zo goed als gelijk is met 'tropisch hardhout; volhout (db)', mag dit materiaal toch visueel hoger staan.

Conclusie

Kies voor 'staal; zink en moffellaag' als een materiaalkeuze met een lange levensduur verantwoord is. Kies anders voor 'Europees hardhout; gevingerlast / gelamineerd (db)' met een levensduur van 50 jaar en daardoor een lagere bouwkost per jaar dan andere houten milieubewustere alternatieven.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 141,40	35	€ 4,04	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2008 AW	afgeleid uit SBR 2011
€ 108,00	120	€ 0,90	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 142,00	42	€ 3,38	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 163,30	60	€ 2,72	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2008 AW	afgeleid uit SBR 2011
€ 202,00	60	€ 3,37	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 118,05	120	€ 0,98	NIBE 2012 TB	archidat.nl (april 2012)	afgeleid uit SBR 2011
€ 94,44	48	€ 1,97	NIBE 2012 TB	afgeleid uit archidat.nl (april 2012)	afgeleid uit SBR 2011
€ 177,08	120	€ 1,48	NIBE 2012 TB	afgeleid uit archidat.nl (april 2012)	afgeleid uit SBR 2011
€ 182,00	60	€ 3,03	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 141,66	90	€ 1,57	NIBE 2012 TB	afgeleid uit archidat.nl (april 2012)	afgeleid uit SBR 2011
€ 212,49	90	€ 2,36	NIBE 2012 TB	afgeleid uit archidat.nl (april 2012)	afgeleid uit SBR 2011

buitendeuren (verwarmde zone)



buitendeuren (verwarmde zone)	vgl.	NIBE	milieukost
1 vlak tropisch multiplex dekplaat (geïsoleerd) (db)	/	1a	€ 284,38
2 vlak HDF-alu-HDF dekplaat (geïsoleerd) (db)	/	1b	€ 349,69
3 vlak verzinkt gecoat plaatstaal (geïsoleerd)	/	1c	€ 408,18
4 HR++ isolatieglas in aluminium frame	/	2a	€ 516,48
5 PVC (geïsoleerd)	/	2b	€ 597,64
6 massief zachthout (db)	/	2b	€ 613,27
7 massief zachthout (sb)	/	2b	€ 644,97
8 vlak tropisch multiplex dekplaat (niet geïsoleerd) (db)	/	2b	€ 654,84
9 vlak HDF-alu-HDF dekplaat (niet geïsoleerd) (db)	/	2b	€ 677,30
10 massief tropisch hardhout (db)	/	2c	€ 724,74
11 massief MDF paneel (db)	/	3a	€ 874,93
12 massief MDF paneel (sb)	/	3a	€ 885,90
13 massief tropisch hardhout (sb)	/	3c	€ 1.332,48

7.4.4. Buitendeuren naar een verwarmde zone

Omschrijving

Een buitendeur naar een ruimte binnen het beschermd (= verwarmd) volume.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 2: Gevels en Daken (2007)

Functionele eenheid: 1 buitendeur van 2 315 mm op 930 mm inclusief afwerking, benodigd onderhoud en warmteverlies, toegepast als voordeur in de NOVEM Referentie Doorzonwoning gedurende 75 jaar. Hang- en sluitwerk, briefsleuf en weldorpel zijn buiten beschouwing gelaten.

Het warmteverlies is grotendeels bepalend voor de milieubelasting. Er is daarom gekozen voor een afwijkende opzet ten opzichte van andere beoordelingen van bouwproducten. Het warmteverlies werd bepaald ten opzichte van een situatie waarbij geen deur zou zijn toegepast. Dat verschil werd omgerekend naar de hoeveelheid benodigd aardgas, waarvan de milieukost gekend is.

2012

Deze materiaalgroep is in 2012 niet aanwezig in een publicatie van het NIBE. Als vervangende materiaalgroep staat in NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012) wel 'deur (buitengevel)', zie '7.4.5. Buitendeuren naar een onverwarmde zone' op bladzijde 129, maar dit betreft buitendeuren toegepast in een onverwarmde zone.

Vergelijking

Alle producten scoren een aanvaardbare milieuklasse.

Opmerkingen

Het is goed dat de isolatiewaarde in rekening wordt gebracht. Eventueel kan ook met de luchtdichtheid rekening worden gehouden.

Levensduur

De levensduren variëren tussen 20 en 50 jaar. Een stalen deur kent de grootste levensduur.

Partiële rangschikking

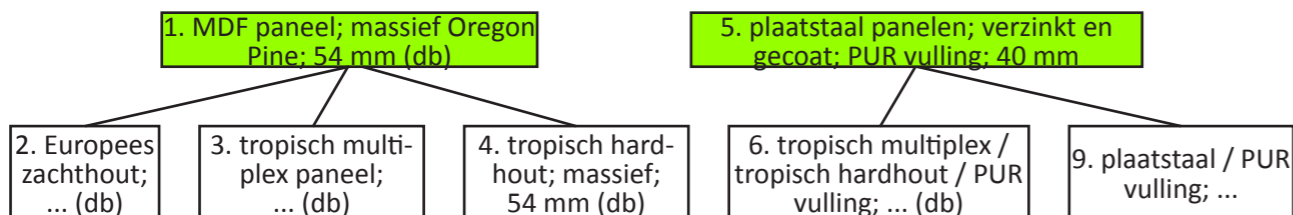
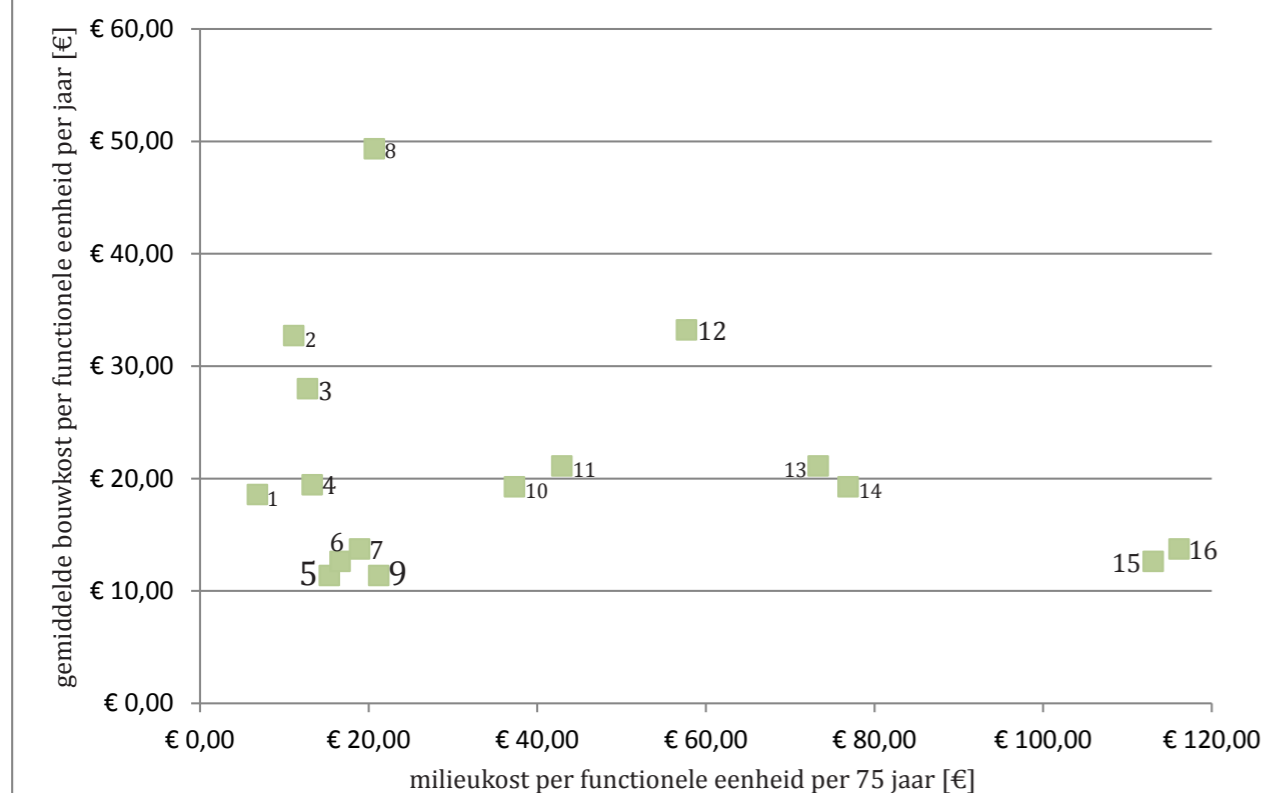
Omdat het niet mogelijk was om op de derde rij alle namen van de producten voluit te vermelden werden enkel de nummers getypt. '5. PVC (geïsoleerd)' ontbreekt omdat dit nog een niveau lager ligt dan '4. HR++ isolatieglas in aluminium frame'.

Conclusie

Kies voor 'vlak tropisch multiplex dekplaat (geïsoleerd) (db)' of voor 'vlak verzinkt gecoat plaatstaal (geïsoleerd)'. Deze laatste heeft een grotere milieukost maar ook een langere levensduur, die resulteert in een lagere bouwkost per jaar.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 378,38	30	€ 12,61	NIBE 2007 GD	NIBE 2007 GD via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 385,14	20	€ 19,26	NIBE 2007 GD	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 567,57	50	€ 11,35	NIBE 2007 GD	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€1.000,00	30	€ 33,33	NIBE 2007 GD	NIBE 2007 GD via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 986,49	20	€ 49,32	NIBE 2007 GD	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 739,86	25	€ 29,59	NIBE 2007 GD	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 712,84	25	€ 28,51	NIBE 2007 GD	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 412,16	30	€ 13,74	NIBE 2007 GD	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 425,68	20	€ 21,28	NIBE 2007 GD	NIBE 2007 GD via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 777,03	40	€ 19,43	NIBE 2007 GD	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 368,24	20	€ 18,41	NIBE 2007 GD	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 364,86	20	€ 18,24	NIBE 2007 GD	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 712,84	40	€ 17,82	NIBE 2007 GD	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011

buitendeuren (onverwarmde zone)



buitendeuren (onverwarmde zone)		vgl.	NIBE	milieukost
1	MDF paneel; massief Oregon Pine; 54 mm (db)	=	1a	€ 6,84
2	Europees zachthout; massief, gevingerlast/gelamineerd; 54 mm (db)	N	2a	€ 11,15
3	tropisch multiplex paneel; massief; 54 mm (db)	N	2a	€ 12,78
4	tropisch hardhout; massief; 54 mm (db)	-1	2b	€ 13,33
5	plaatstaal panelen; verzinkt en gecoat; PUR vulling; 40 mm	-6	2b	€ 15,37
6	tropisch multiplex / tropisch hardhout / PUR vulling; vlak; 54 mm (db)	+2	2c	€ 16,65
7	tropisch multiplex / tropisch hardhout / lattenvulling; vlak; 54 mm (db)	+2	3a	€ 18,95
8	PVC op staal / PUR vulling; vlak; 70 mm	-3	3a	€ 20,69
9	plaatstaal / PUR vulling; vlak; 40 mm; verzinkt en gecoat	-4	3a	€ 21,21
10	HDF-alu-HDF / tropisch hardhout / PUR vulling; vlak; 54 mm (db)	-2	4a	€ 37,32
11	HDF-alu-HDF / tropisch hardhout / lattenvulling; vlak; 54 mm (db)	+2	4b	€ 42,95
12	HR++ isolatieglas in aluminium frame; 40 mm	-1	5a	€ 57,71
13	HDF-alu-HDF / tropisch hardhout / lattenvulling; vlak; 54 mm (sb)	N	5b	€ 73,33
14	vlak HDF-alu-HDF / tropisch hardhout / PUR vulling; vlak; 54 mm (sb)	N	5b	€ 76,88
15	dekplaat tropisch multiplex / tropisch hardhout; vlak; PUR vulling; 54 mm (sb)	N	6a	€ 113,07
16	tropisch multiplex / tropisch hardhout / lattenvulling; vlak; 54 mm (sb)	N	6b	€ 116,16

7.4.5. Buitendeuren naar een onverwarmde zone

Omschrijving

Een buitendeur naar een ruimte buiten het beschermd (= verwarmd) volume, zoals bijvoorbeeld een garage-deur.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 2: Gevels en Daken (2007)

Functionele eenheid: 1 buitendeur van 2 315 mm op 930 mm inclusief afwerking en benodigd onderhoud, toegepast in een onverwarmde zone gedurende 75 jaar. Hang- en sluitwerk, briefsleuf en weldorpel zijn buiten beschouwing gelaten.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012)

Functionele eenheid: 1 buitendeur van 2 315 mm op 930 mm inclusief afwerking en benodigd onderhoud, toegepast in een onverwarmde zone gedurende een periode van 75 jaar. hang- en sluitwerk, briefsleuf en weldorpel zijn buiten beschouwing gelaten.

De milieukost en benaming is aangepast in deze publicatie.

Vergelijking

De materiaalgroep heette in 2007 'buitendeuren (onverwarmde zone)' omdat er toen ook nog een materiaal-groep 'buitendeuren (verwarmde zone)' was. In de recentste publicatie staat enkel de materiaalgroep 'deur (buitengevel)', en via de functionele eenheid is te merken dat dit een vervolg is op 'buitendeuren (onverwarmde zone)'.

Het verschil tussen 'plaatstaal panelen; verzinkt en gecoat; PUR vulling; 40 mm' (2b) en 'plaatstaal / PUR vulling; vlak; 40 mm; verzinkt en gecoat' (3a) is onduidelijk.

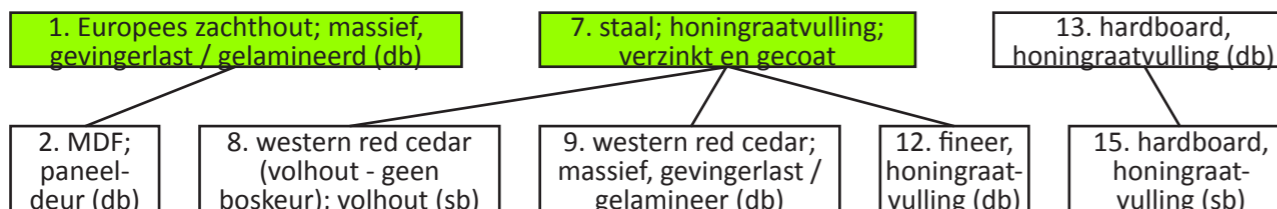
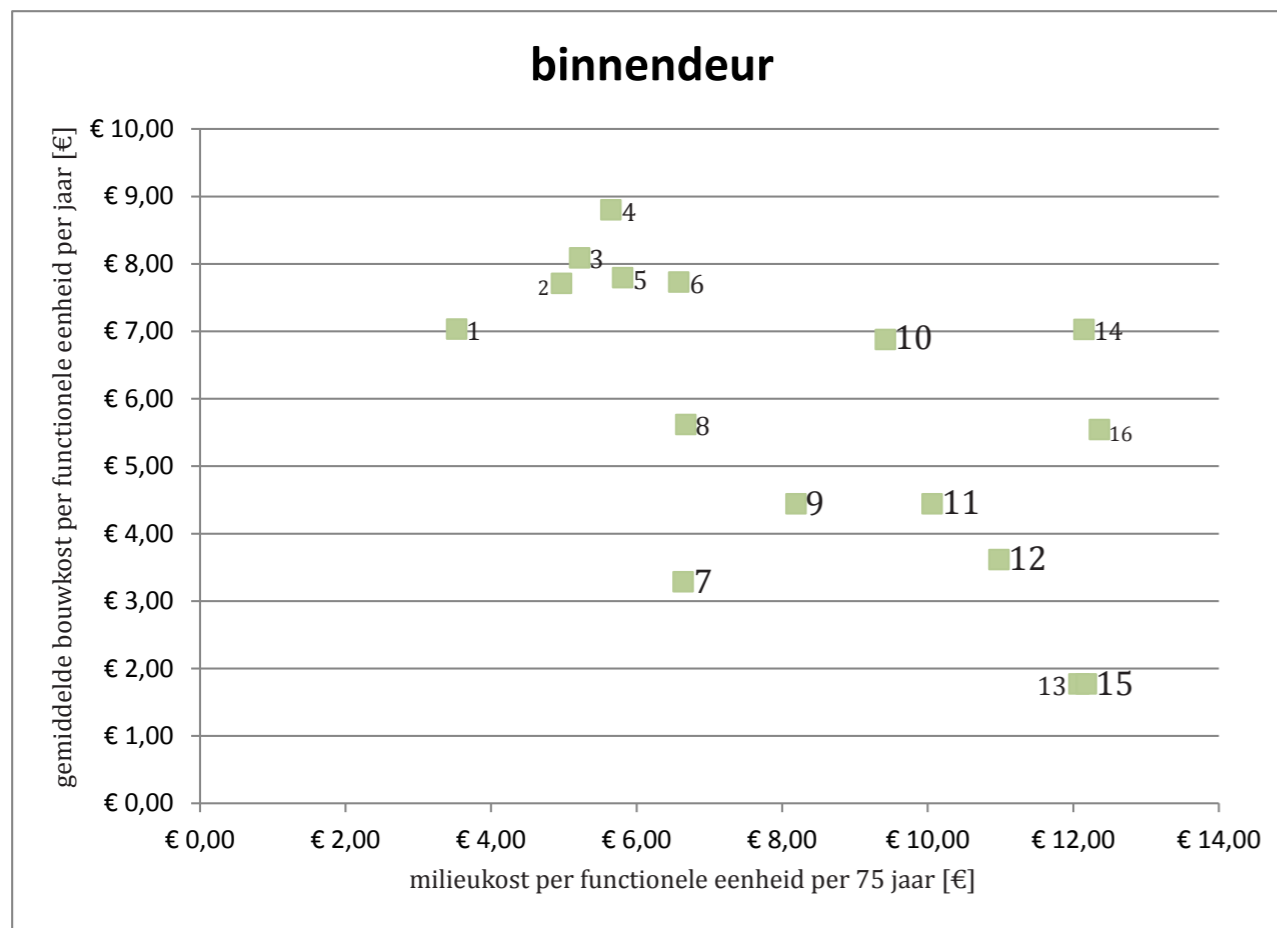
Opmerkingen

De naam van de materiaalgroep is eigenlijk 'deur (buitengevel)', terwijl verder in het Tabellenboek wel wordt gekozen voor de groepsnaam 'binnendeuren'. Daarom staat ook hier 'buitendeuren' als titel. De groepsnaam bevat in 2012 niet meer de informatie 'onverwarmde zone'. Nochtans is dit wel belangrijk, daarom is dit hier toegevoegd.

Conclusie

Kies voor 'MDF paneel; massief Oregon Pine; 54 mm (db)' of 'plaatstaal panelen; verzinkt en gecoat; PUR vulling; 40 mm'. Kies op de tweede rij eerder voor 'tropisch hardhout; massief; 54 mm (db)' dat veel goedkoper is en maar een beetje slechter voor het milieu dan 'Europees zachthout; massief, gevingerlast/gelamineerd; 54 mm (db)' en 'tropisch multiplex paneel; massief; 54 mm (db)'.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 371,62	20	€ 18,58	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	SBR 2011
€ 817,57	25	€ 32,70	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	SBR 2011
€ 839,31	30	€ 27,98	NIBE 2012 TB	Aspen 2005	afgeleid uit SBR 2011
€ 777,03	40	€ 19,43	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	SBR 2011
€ 567,57	50	€ 11,35	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	SBR 2011
€ 378,38	30	€ 12,61	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	afgeleid uit SBR 2011
€ 412,16	30	€ 13,74	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	afgeleid uit SBR 2011
€ 986,49	20	€ 49,32	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	SBR 2011
€ 567,57	50	€ 11,35	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	SBR 2011
€ 385,14	20	€ 19,26	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	afgeleid uit SBR 2011
€ 422,30	20	€ 21,11	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	afgeleid uit SBR 2011
€ 996,62	30	€ 33,22	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	afgeleid uit SBR 2011
€ 422,30	20	€ 21,11	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	afgeleid uit SBR 2011
€ 385,14	20	€ 19,26	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	afgeleid uit SBR 2011
€ 378,38	30	€ 12,61	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	afgeleid uit SBR 2011
€ 412,16	30	€ 13,74	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	SBR 2011



binnendeur	vgl.	NIBE	milieukost
1. Europees zacht hout; massief, gevingerlast / gelamineerd (db)	-1	1a	€ 3,53
2. MDF; paneeldeur (db)	+1	1c	€ 4,97
3. western red cedar; volhout (db)	N	1c	€ 5,22
4. hardglas	-5	2a	€ 5,65
5. tropisch multiplex, PUR vulling; vlak (db)	N	2a	€ 5,81
6. multiplex; massief (db)	+3	2a	€ 6,58
7. staal; honingraatvulling; verzinkt en gecoat	-5	2a	€ 6,64
8. western red cedar (volhout - geen boskeur); volhout (sb)	N	2b	€ 6,68
9. western red cedar; massief, gevingerlast / gelamineerd (db)	N	2c	€ 8,19
10. tropisch hardhout; massief (db)	+1	2c	€ 9,42
11. western red cedar; massief, gevingerlast / gelamineerd (sb)	N	3a	€ 10,06
12. fineer, honingraatvulling (db)	+2	3a	€ 10,98
13. hardboard, honingraatvulling (db)	+3	3b	€ 12,08
14. multiplex; massief (sb)	=	3b	€ 12,15
15. hardboard, honingraatvulling (sb)	N	3b	€ 12,18
16. PVC op hardboard, honingraatvulling	+1	3b	€ 12,36

7.4.6. Binnendeur

Omschrijving

Een deur van de ene naar de andere binnenruimte.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 3: Afwerkingen (2008)

Functionele eenheid: 1 binnendeur van 2 315 mm op 930 mm toegepast in de NOVEM Reherentie Doorzonwoning gedurende 75 jaar. Hang- en sluitwerk is buiten beschouwing gelaten.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012)

Functionele eenheid: 1 binnendeur van 2 315 mm op 930 mm toegepast in de Agentschap NL Referentie Rijwoning gedurende een periode van 75 jaar. Hang- en sluitwerk is buiten beschouwing gelaten. De milieukosten zijn aangepast in deze publicatie.

Vergelijking

De functionele eenheid is in beide bronnen dezelfde. In het recente Tabellenboek staan wel meer materialen. De standaard bosbouw van massief Europees zacht hout en massief tropisch hardhout verdwijnen in 2012. In de plaats komt onder andere Western Red Cedar in 4 varianten. De milieuklasse verschilt bij slechts twee materialen meer dan 4 subklassen ten opzichte van de vorige uitgave. Geen enkel materiaal krijgt een onaanvaardbare milieuklasse.

Levensduur

De levensduur is afgeleid via de levensduur van buitendeuren. Door een vermenigvuldiging 'x 1,2' voor de gunstigere binnenomstandigheden worden hogere waardes bekomen.

Extra invloedsfactoren

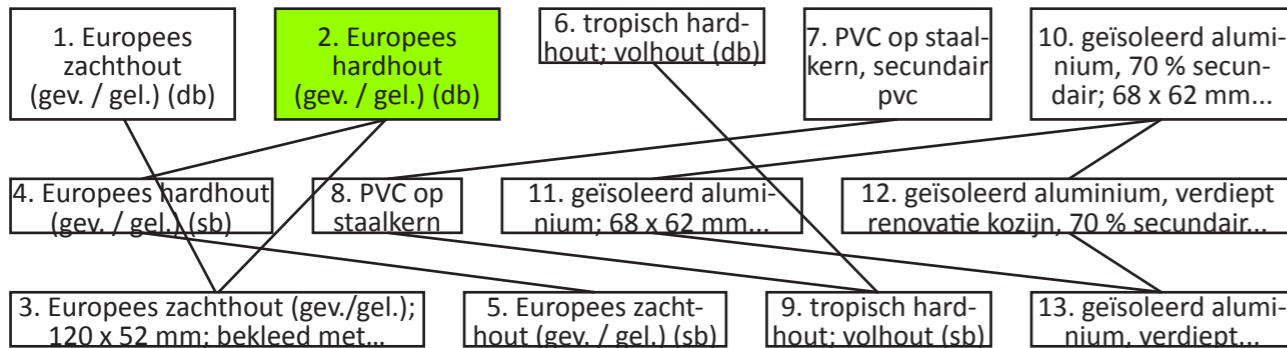
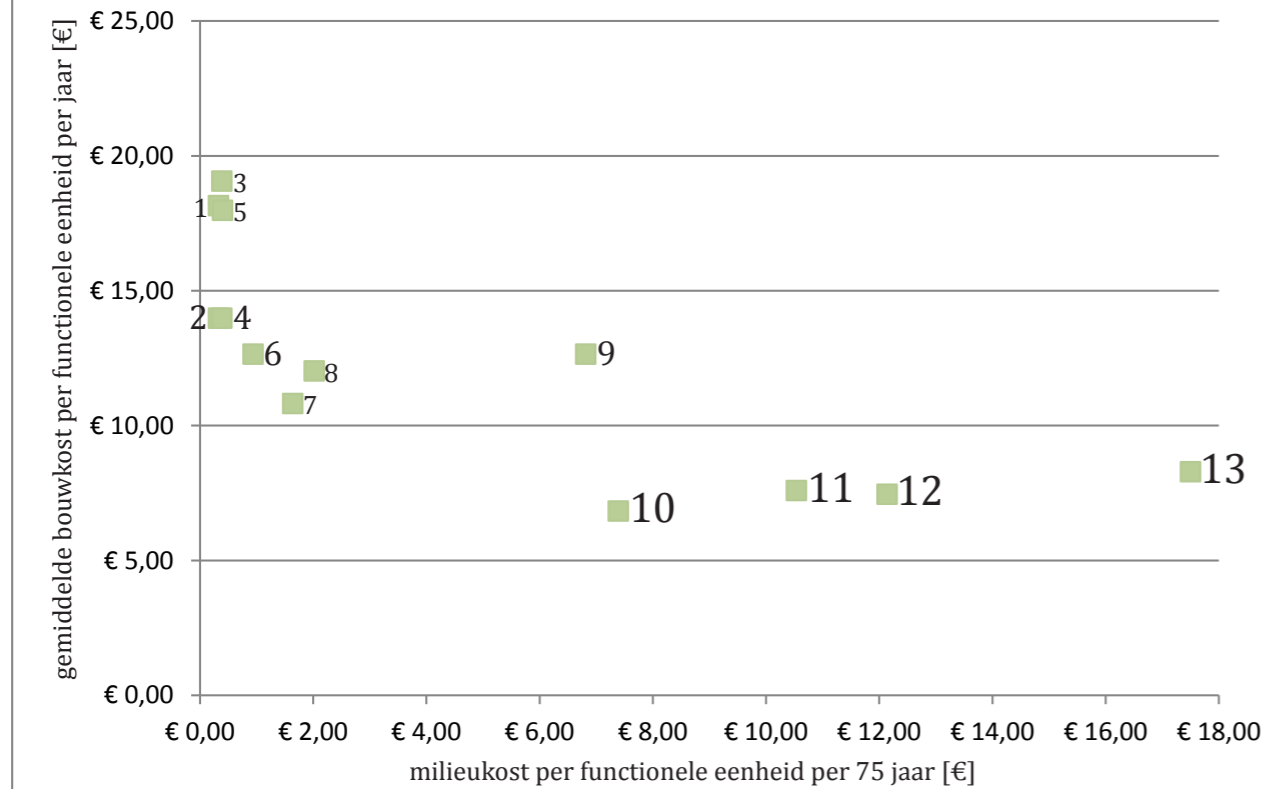
Smaak en slijtvastheid spelen hier zeker een grote rol (zit in levensduur), want het is een zichtbaar materiaal.

Conclusie

Kies voor 'Europees zacht hout; massief, gevingerlast / gelamineerd (db)', het meest milieubewuste, of 'staal; honingraatvulling; verzinkt en gecoat', een goedkoper alternatief met een dubbel zo lange levensduur. In principe is volgens de milieuklasse zelfs de keuze voor 'hardboard, honingraatvulling (db)', het goedkoopste, toegelaten.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 211,00	30	€ 7,03	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 185,00	24	€ 7,71	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 242,65	30	€ 8,09	NIBE 2012 TB	eigen inschatting	afgeleid uit SBR 2011
€ 264,00	30	€ 8,80	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 280,50	36	€ 7,79	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	afgeleid uit SBR 2011
€ 255,00	33	€ 7,73	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 197,00	60	€ 3,28	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 242,65	43	€ 5,62	NIBE 2012 TB	eigen inschatting	afgeleid uit SBR 2011
€ 211,00	48	€ 4,44	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2008 AW	afgeleid uit SBR 2011
€ 330,00	48	€ 6,88	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 211,00	48	€ 4,44	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2008 AW	afgeleid uit SBR 2011
€ 130,00	36	€ 3,61	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 85,00	48	€ 1,77	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 253,00	36	€ 7,03	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 85,00	48	€ 1,77	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2008 AW	afgeleid uit SBR 2011
€ 133,00	24	€ 5,54	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit SBR 2011

raamkozijnen (buitengevel)



raamkozijnen (buitengevel)	vgl.	NIBE	milieukost
1 Europees zacht hout (gevingerlast/gelamineerd) (db)	=	1a	€ 0,33
2 Europees hardhout (gevingerlast/gelamineerd) (db)	N	1a	€ 0,33
3 Europees zacht hout (gevingerlast/gelamineerd); 120 x 52 mm; bekleed met...	N	1b	€ 0,39
4 Europees hardhout (gevingerlast/gelamineerd) (sb)	N	1b	€ 0,39
5 Europees zacht hout (gevingerlast/gelamineerd) (sb)	-2	1b	€ 0,40
6 tropisch hardhout; volhout (db)	+5	3a	€ 0,94
7 PVC op staalkern, secundair pvc	N	4a	€ 1,64
8 PVC op staalkern	N	4b	€ 2,02
9 tropisch hardhout; volhout (sb)	=	6c	€ 6,82
10 geïsoleerd aluminium, 70 % secundair; 68 x 62 mm; U=2,4	N	6c	€ 7,39
11 geïsoleerd aluminium; 68 x 62 mm; U=2,4	N	7b	€ 10,54
12 geïsoleerd aluminium, verdiept renovatie kozijn, 70 % secundair; 130 x 78 mm	+7	7c	€ 12,14
13 geïsoleerd aluminium, verdiept renovatie kozijn; 130 x 78 mm	" +8"	>7c	€ 17,50

7.4.7. Raamkozijnen in een buitenwand

Omschrijving

Het kader als afwerking van de raamopening in een buitenwand.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 2: Gevels en Daken (2007)

Functionele eenheid: 1 raamkozijn met een naar binnendraaiend raam en een buitenmaat van 1 000 x 1 350 mm die voldoet aan de KVT en inbraakklasse 2, inclusief afwerkklagen. Het kozijn wordt toegepast op de 1e etage van een woning gedurende 75 jaar. Beglazing, stelkozijn, hang- en sluitwerk en transmissieverliezen zijn buiten beschouwing gelaten.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012)

Functionele eenheid: 1 raamkozijn met een naar binnendraaiend raam en een buitenmaat van 1000 x 1350 mm die voldoet aan de KVT en inbraakklasse 2, inclusief afwerkklagen. Het kozijn wordt toegepast op de 1e etage van een Agentschap NL Referentie Rijwoning gedurende een periode van 75 jaar. Het kozijn heeft minimaal een U-waarde van 2,8 W/m².K. Beglazing, stelkozijn, hang- en sluitwerk en transmissieverliezen zijn buiten beschouwing gelaten. De milieukosten zijn aangepast in deze publicatie.

Vergelijking

In het recente Tabellenboek wordt een U-waarde-eis toegevoegd. In tegenstelling tot de materiaalgroep 'deurkozijn' wordt hier niet per strekkende meter maar per raamkozijn gerekend. De namen van de producten zijn in 2012 sterk veranderd ten opzichte van 2007. De sprongen in de milieuklassen moeten dus met een korreltje zout genomen worden.

Opmerkingen

Het is een hele zoektocht om te vinden waar 'KVT' voor staat. Uiteindelijk blijkt dat KVT de afkorting is van 'Kwaliteit van Timmerwerk', publicaties waarvan de eerste dateert uit 1961. Dit handboek verscheen naar aanleiding van de introductie van verduurzaamd hout. De publicaties bevatten richtlijnen voor de bouwwereld, te vergelijken met het Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf (WTCB) van vandaag.

Levensduur

Verdiepte aluminium raamkozijnen krijgen een langere levensduur door hun betere plaatsing.

Extra invloedsfactoren

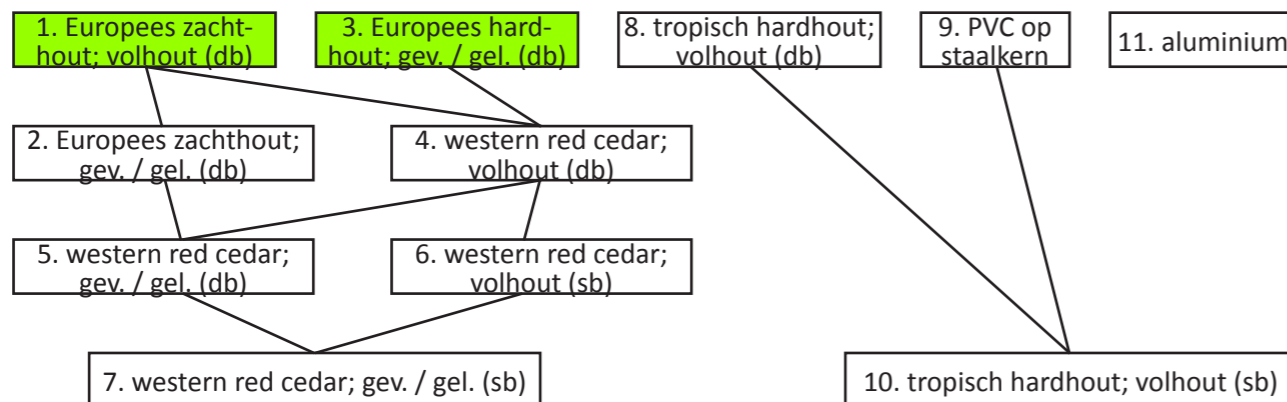
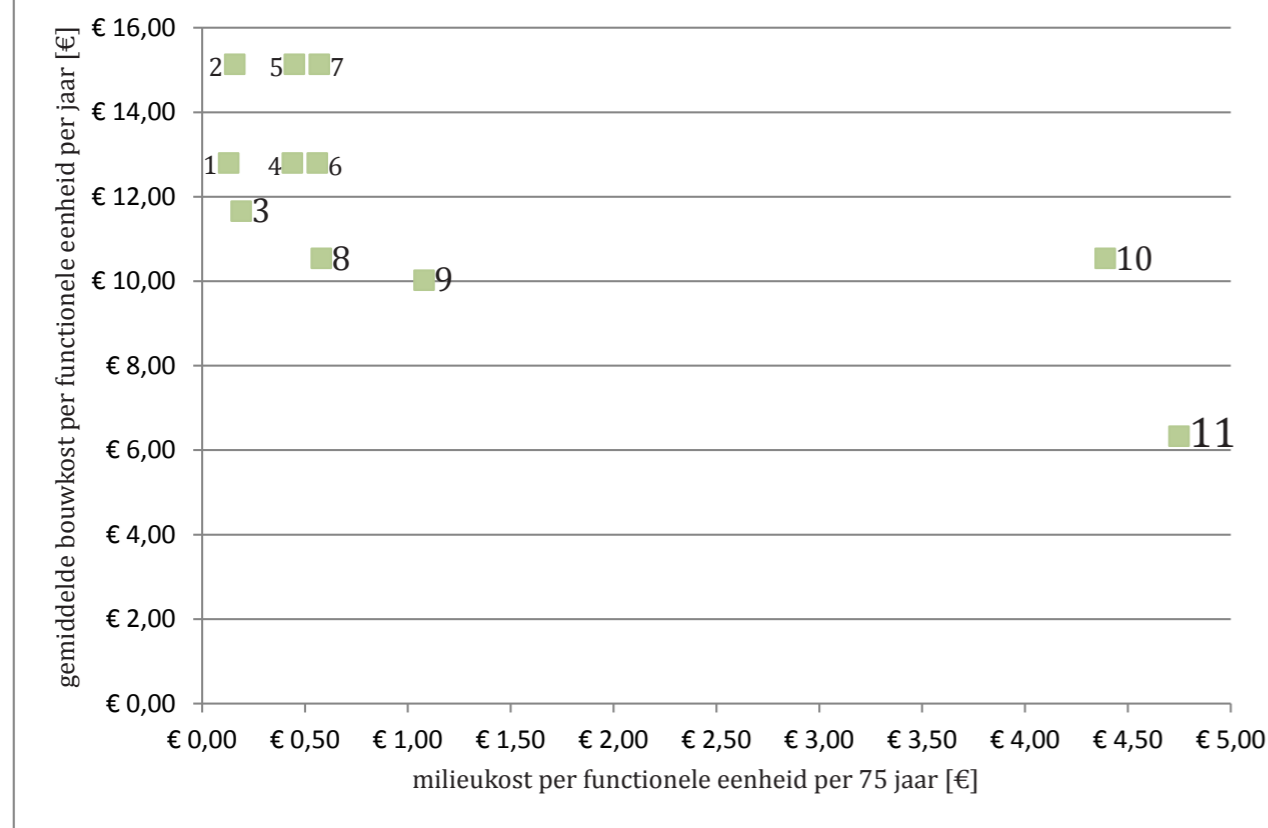
Smaak en slijtvastheid spelen hier zeker een grote rol (zit in levensduur), want het is een zichtbaar materiaal.

Conclusie

Kies voor 'Europees hardhout (gevingerlast / gelamineerd) (db)'. Dit heeft afgerond dezelfde milieukost als 'Europees zacht hout (gevingerlast / gelamineerd) (db)' maar heeft door de langere levensduur een lagere bouwkost per jaar. 'Tropisch hardhout; volhout (db)' bezit een veel hogere milieukost en de andere twee materialen op de eerste rij scoren een onaanvaardbare milieuklasse.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 635,48	35	€ 18,16	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 699,03	50	€ 13,98	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	SBR 2011
€ 667,26	35	€ 19,06	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	afgeleid uit SBR 2011
€ 699,03	50	€ 13,98	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	SBR 2011
€ 629,03	35	€ 17,97	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 632,26	50	€ 12,65	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 432,77	40	€ 10,82	NIBE 2012 TB	afgeleid uit Aspen 2005	SBR 2011
€ 480,86	40	€ 12,02	NIBE 2012 TB	afgeleid uit Aspen 2005	SBR 2011
€ 632,26	50	€ 12,65	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 512,42	75	€ 6,83	NIBE 2012 TB	afgeleid uit Aspen 2005	SBR 2011
€ 569,35	75	€ 7,59	NIBE 2012 TB	afgeleid uit Aspen 2005	SBR 2011
€ 614,90	83	€ 7,45	NIBE 2012 TB	afgeleid uit Aspen 2005	afgeleid uit SBR 2011
€ 683,22	83	€ 8,28	NIBE 2012 TB	afgeleid uit Aspen 2005	afgeleid uit SBR 2011

raamkozijnen (binnen)



raamkozijnen (binnen)	vgl.	NIBE	milieukost
1	N	1a	€ 0,13
2	N	1b	€ 0,16
3	N	1c	€ 0,19
4	N	3b	€ 0,44
5	N	3b	€ 0,45
6	N	3c	€ 0,56
7	N	3c	€ 0,57
8	N	3c	€ 0,58
9	N	4c	€ 1,08
10	N	7b	€ 4,39
11	N	7c	€ 4,75

7.4.8. Raamkozijnen in een binnenwand

Omschrijving

Het kader als afwerking van de raamopening in een binnenwand.

2007

Deze materiaalgroep is in 2007 niet aanwezig in een publicatie van het NIBE.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012)

Functionele eenheid: 1 strekkende meter kozijnstijl voor binnenraam inclusief afwerking en onderhoud, toegepast in de Agentschap NL Referentie Rijwoning gedurende een periode van 75 jaar.

Dit is een nieuwe materiaalgroep in deze publicatie.

Vergelijking

Hier bestaat de functionele eenheid niet uit één raamkozijn, maar wordt terug per strekkende meter gerekend zoals bij een deurkozijn.

Enkel houten raamkozijnen scoren een milieuklasse lager dan 3c.

Opmerkingen

Het is beter om alle raamkozijnen eenzelfde functionele eenheid te geven. Ofwel op basis van een standaard raam, ofwel per strekkende meter. Maar niet de twee door elkaar in eenzelfde Basiswerk.

Bouwkost

De bouwkosten worden afgeleid uit 'raamkozijnen (buitengevel)', aangezien in het Tabellenboek geen bouw-kosten vermeld staan.

Levensduur

De levensduur is afgeleid via de levensduur van raamkozijnen in een buitenwand. Door een vermenigvulding 'x 1,2' voor de gunstigere binnenomstandigheden worden hogere waardes bekomen.

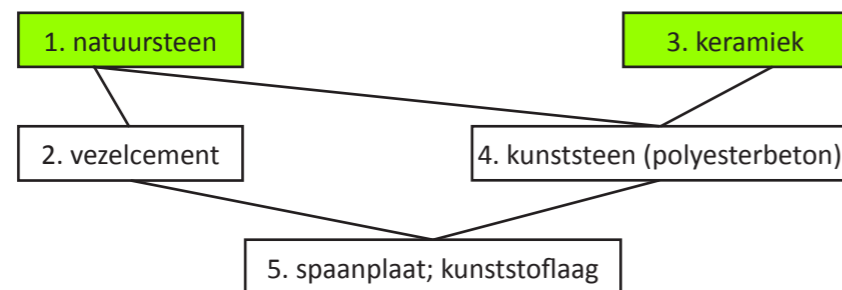
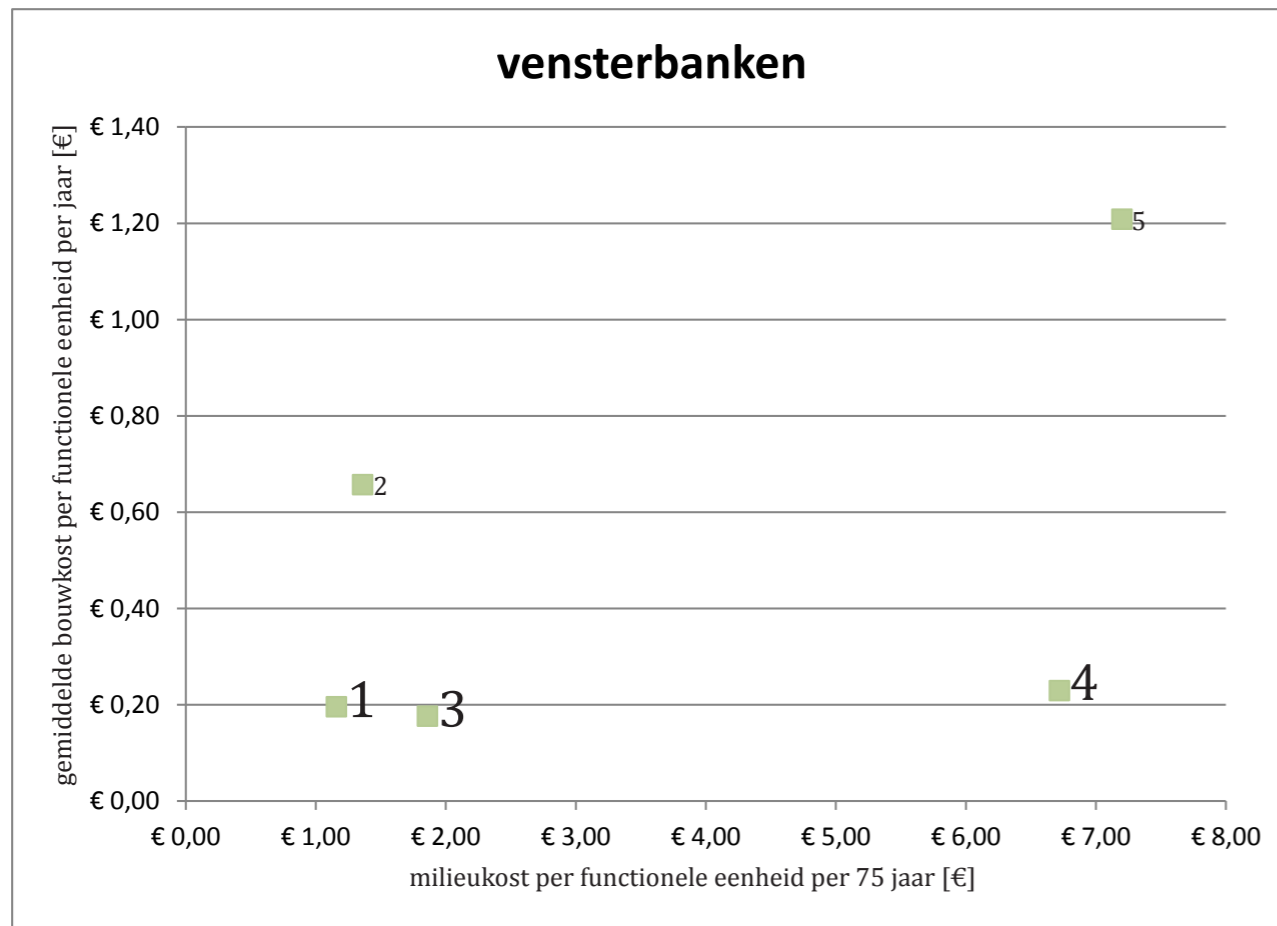
Extra invloedsfactoren

Smaak en slijtvastheid spelen hier zeker een grote rol (zit in levensduur), want het is een zichtbaar materiaal.

Conclusie

Kies voor 'Europees zacht-hout; volhout (db)' of 'Europees hardhout; gevingerlast / gelamineerd (db)'. De andere alternatieven op de eerste rij van de partiële rangschikking hebben een lagere bouwcost per jaar maar zijn duidelijk slechter voor het milieu. In theorie is 'tropisch hardhout; volhout (db)' het goedkoopste aan te raden product met een milieuklasse kleiner dan 4a, maar het verdient geen voorkeur.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwcost	bron RSL
€ 537,42	42	€ 12,80	NIBE 2012 TB	eigen inschatting	afgeleid uit SBR 2011
€ 635,48	42	€ 15,13	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	afgeleid uit SBR 2011
€ 699,03	60	€ 11,65	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	afgeleid uit SBR 2011
€ 537,42	42	€ 12,80	NIBE 2012 TB	eigen inschatting	afgeleid uit SBR 2011
€ 635,48	42	€ 15,13	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	afgeleid uit SBR 2011
€ 537,42	42	€ 12,80	NIBE 2012 TB	eigen inschatting	afgeleid uit SBR 2011
€ 635,48	42	€ 15,13	NIBE 2012 TB	eigen inschatting	afgeleid uit SBR 2011
€ 632,26	60	€ 10,54	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	afgeleid uit SBR 2011
€ 480,86	48	€ 10,02	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	afgeleid uit SBR 2011
€ 632,26	60	€ 10,54	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	afgeleid uit SBR 2011
€ 569,35	90	€ 6,33	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	afgeleid uit SBR 2011



vensterbanken	vgl.	NIBE	milieukost
1 natuursteen	N	1a	€ 1,16
2 vezelcement	N	1b	€ 1,36
3 keramiek	N	2a	€ 1,86
4 kunststeen (polyesterbeton)	N	4b	€ 6,72
5 spaanplaat; kunststoflaag	N	4b	€ 7,20

7.4.9. Vensterbanken

Omschrijving

De vensterbank is de wat diepere plank of plaat die binnenshuis tegen de onderdorpel van het raam is geplaatst. De vensterbank aan de buitenzijde van het huis wordt in de bouw raamdorpel genoemd.

2007

Deze materiaalgroep is in 2007 niet aanwezig in een publicatie van het NIBE.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012)

Functionele eenheid: 1 strekkende meter vensterbank met een breedtemaat van 150 mm toegepast in een Agentschap NL Referentie Rijwoning gedurende een periode van 75 jaar.

Dit is een nieuwe materiaalgroep in deze publicatie.

Vergelijking

'Kunststeen' en 'spaanplaat; kunststoflaag' hebben duidelijk een hogere milieukost dan de andere materialen.

Opmerkingen

Er is gekozen voor een goede functionele eenheid op basis van lengte. De materiaalgroep bevat voorlopig wel weinig producten.

Bouwkost

De bouwkosten worden afgeleid uit andere bronnen dan het NIBE, aangezien in het Tabellenboek geen bouwkosten vermeld staan.

Levensduur

De bouwkosten komen vrij goed overeen. Hierdoor is de levensduur, die wel sterk varieert, bepalend voor de bouwkost per jaar.

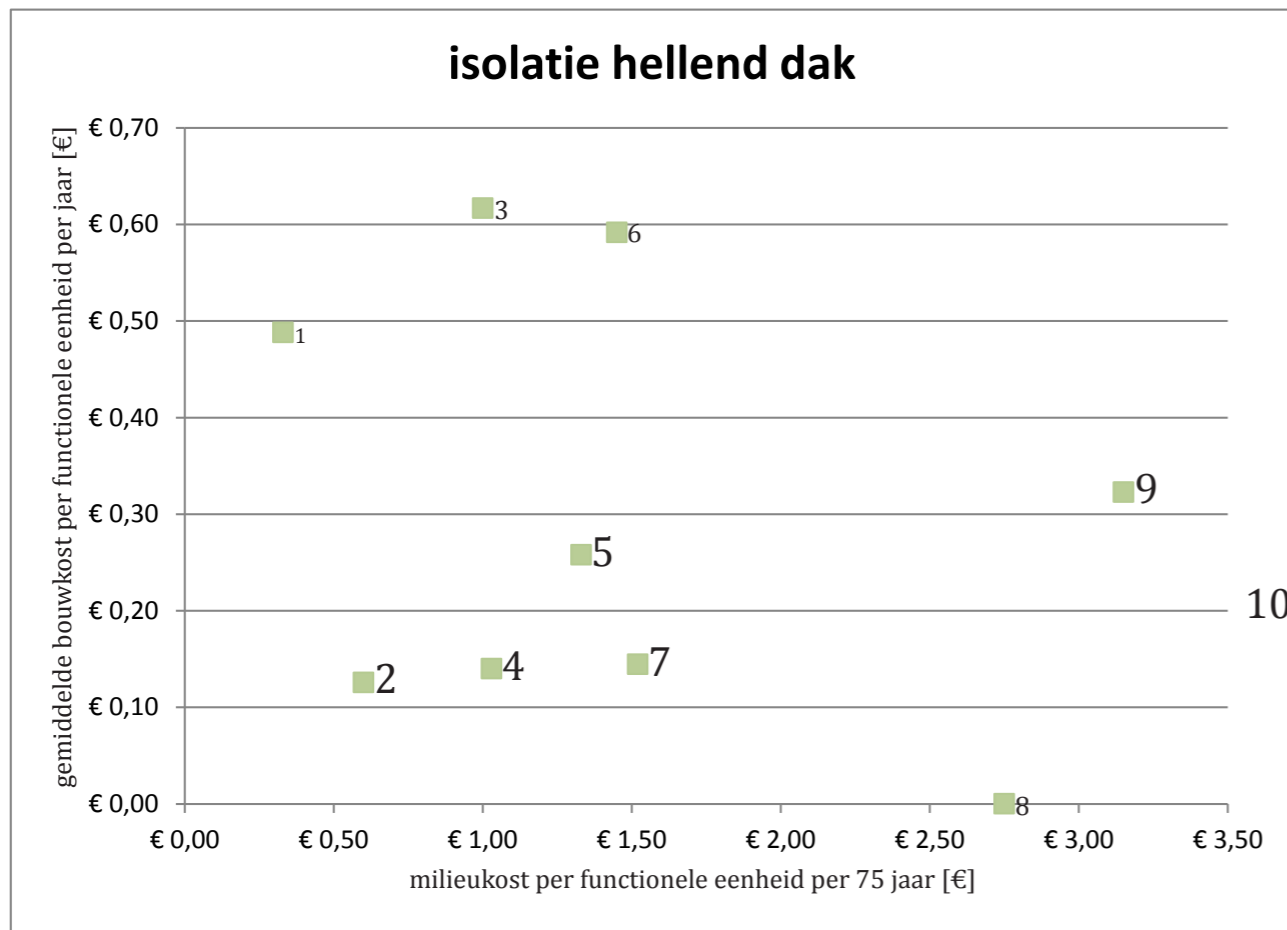
Extra invloedsfactoren

Smaak en slijtvastheid spelen hier zeker een grote rol (zit in levensduur), want het is een zichtbaar materiaal.

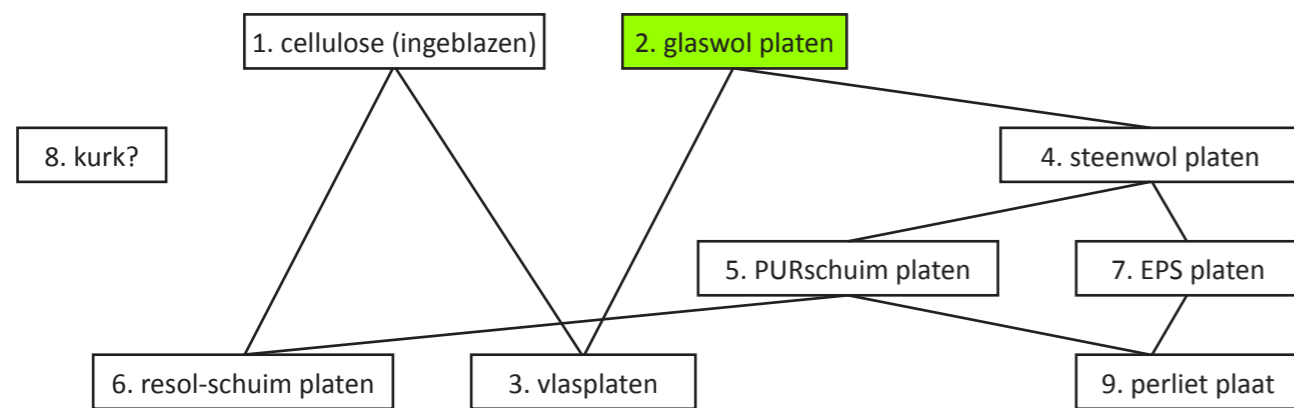
Conclusie

Kies voor 'natuursteen' als een levensduur van 120 jaar verantwoord is. 'Keramiek' is een beetje goedkoper maar heeft een hogere milieukost. Door zijn goedkoopste bouwkost per jaar, is natuursteen ook aan te raden. Kies voor 'vezelcement' als een kortere levensduur realistischer is.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 23,46	120	€ 0,20	NIBE 2012 TB	archidat.nl (april 2012)	SBR 2011
€ 16,42	25	€ 0,66	NIBE 2012 TB	eigen inschatting	afgeleid uit SBR 2011
€ 21,11	120	€ 0,18	NIBE 2012 TB	eigen inschatting	SBR 2011
€ 27,48	120	€ 0,23	NIBE 2012 TB	archidat.nl (april 2012)	SBR 2011
€ 21,75	18	€ 1,21	NIBE 2012 TB	afgeleid uit archidat.nl (april 2012)	afgeleid uit SBR 2011



8. kurk komt wat betreft bouwkost per jaar niet correct voor in de grafiek door de ongekende levensduur.
 10. schapenwol komt wat de milieukost betreft niet correct voor in de grafiek om de x-as minder lang te maken.



isolatie hellend dak	dikte	vgl.	NIBE	milieukost
1 cellulose (ingeblazen)	122 mm	=	1a	€ 0,33
2 glaswol platen	100 mm	=	2a	€ 0,60
3 vlasplaten	120 mm	+4	3a	€ 1,00
4 steenwol platen	105 mm	+1	3a	€ 1,03
5 PURschuim platen (pentaan)	70 mm	-4	3c	€ 1,33
6 resol-schuim platen	60 mm	+4	3c	€ 1,45
7 EPS platen	110 mm	+3	3c	€ 1,52
8 kurk	110 mm	+9	5a	€ 2,75
9 perliet plaat		N	5a	€ 3,15
10 schapenwol	120 mm	">24"	>7c	€ 64,41

7.5. Daken

7.5.1. Isolatie hellend dak

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 2: Gevels en Daken (2007)

Functionele eenheid: 1 m² isolatie met een Rc-waarde van minimaal 3,0 m².K/W, toegepast in een hellend dak constructie gedurende 75 jaar.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012)

Functionele eenheid: 1 m² isolatie met een Rc-waarde van minimaal 3,0 m².K/W, toegepast in een hellend dak constructie in Agentschap NL Referentie Rijwoning gedurende een periode van 75 jaar.

De milieukosten zijn aangepast in deze publicatie.

Vergelijking

De functionele eenheid en alle materialen komen overeen. In de recentste publicatie wordt aan de materiaalnaam bij veel producten 'platen' toegevoegd. Ook verschijnt 'perliet plaat' als nieuw materiaal.

In 2007 staat de materiaalnaam 'kurk (geëxpandeerd)' vermeld. Dit wordt gewoon 'kurk' in het recentere Tabellenboek. Aangezien bij de materiaalgroep 'isolatie plat dak' (zie verder) wel terug geëxpandeerde kurk vermeld staat, zal dit hier ook zo bedoeld zijn.

'Schapenwol' ondergaat net als bij de materiaalgroep 'gevelisolatie' de grootste verandering in milieuklasse: van 1a naar >7c. Door de grote onverantwoorde milieukost komt dit niet voor in de partiële rangschikking, ondanks zijn aanvaardbare bouwkost per jaar.

Opmerkingen

Er staan geen diktes vermeld in de materiaalnaam. Voor de duidelijkheid zijn de diktes uit de functionele eenheid van de pagina's met milieu-informatie uit het oude Basiswerk overgenomen, aangezien het recentere Tabellenboek geen milieu-informatie bevat. Dit is geoorloofd omdat de isolatiediktes bij vloerisolatie in de oude en de recente publicatie overeenkomen, zie '7.2.7. Vloerisolatie' op bladzijde 81.

Een herwerking zou als nieuwe isolatie-eis $U < 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ mogen hebben. Dit wordt de nieuwe algemene regel vanaf 1 januari 2014, geldig voor de volledige dakconstructie, en kan voor andere resultaten zorgen.

Levensduur

Van 'kurk' is geen (betrouwbare) informatie te vinden. Omdat er genoeg milieubewustere alternatieven zijn, is het toch mogelijk om een partiële rangschikking op te stellen.

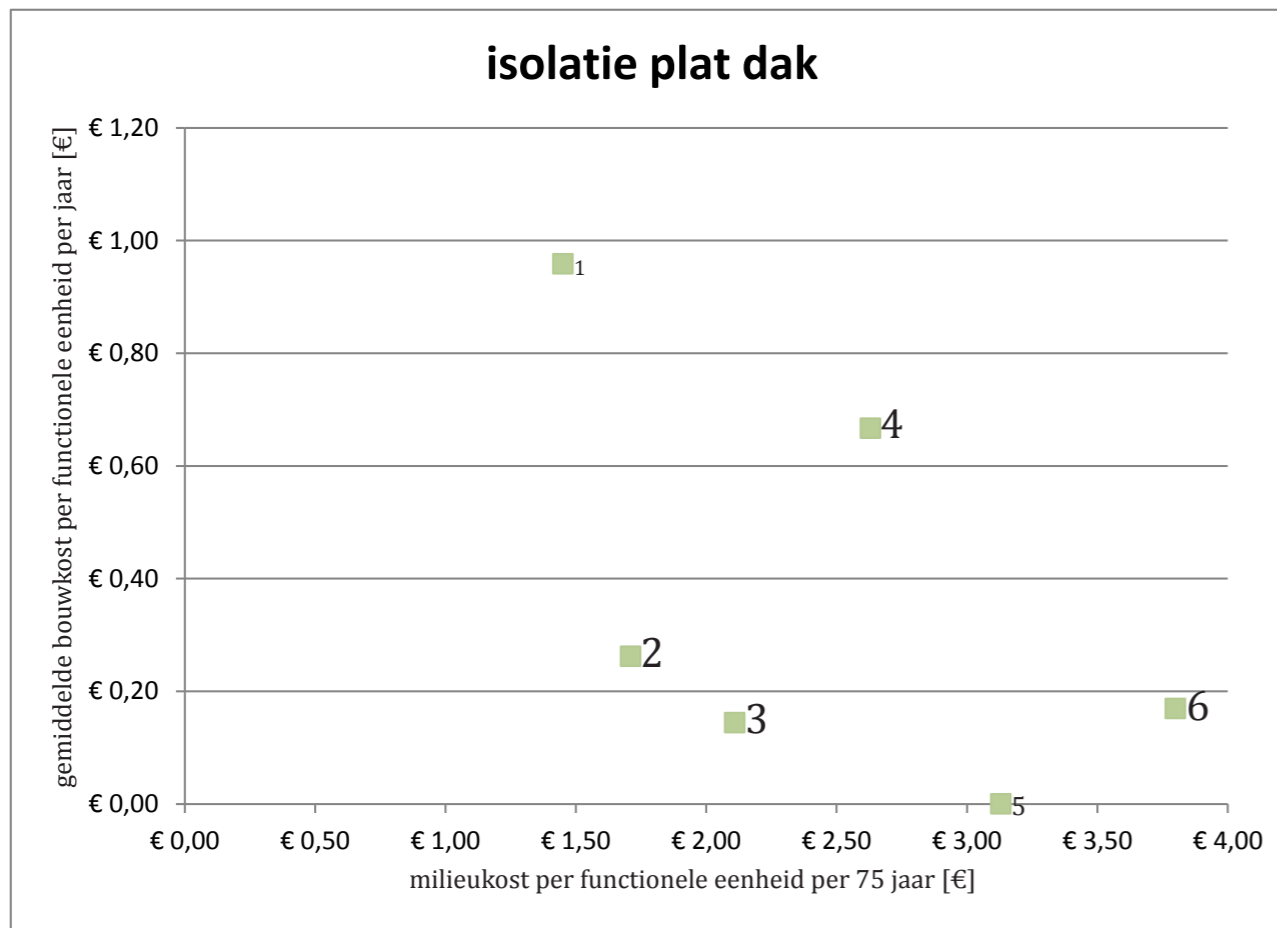
Extra invloedsfactoren

De warmteweerstand (zit in de milieukost) en het akoestisch isolerend vermogen, maar ook de mogelijkheid tot verdikking van de isolatie kan de keuze beïnvloeden.

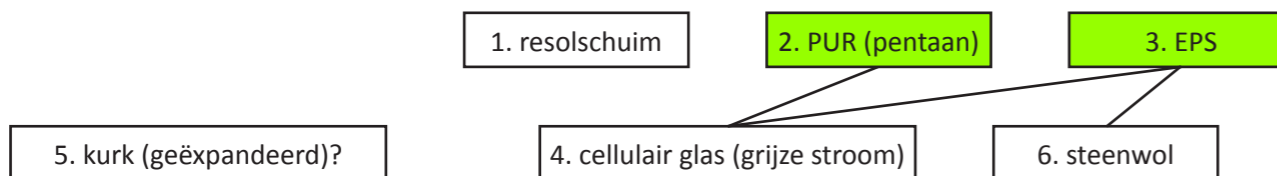
Conclusie

Kies voor 'glaswol platen'. Dit scoort niet de beste milieuklasse maar is wel duidelijk goedkoper dan 'cellulose (ingeblazen)' door zijn langere levensduur.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 9,76	20	€ 0,49	NIBE 2012 TB	ecobouwers.be (april 2012)	SBR 2011
€ 9,42	75	€ 0,13	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 18,50	30	€ 0,62	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 10,50	75	€ 0,14	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 19,33	75	€ 0,26	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 17,75	30	€ 0,59	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 10,83	75	€ 0,14	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 24,00	/	/	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	
€ 24,20	75	€ 0,32	NIBE 2012 TB	livios.be via Aspen (april 2012)	SBR 2011
€ 14,17	75	€ 0,19	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	evolias.com (april 2012)



5. kurk (geëxpandeerd) komt wat betreft bouwkost per jaar niet correct voor in de grafiek door de ongekende referentielevensduur.



isolatie plat dak	dikte	vgl.	NIBE	milieukost
1. resolschuim platen	60 mm	-1	1a	€ 1,45
2. polyurethaan (PUR) (pentaan)	90 mm	-9	1b	€ 1,71
3. EPS platen	105 mm	-2	1c	€ 2,11
4. cellulair glas (grijze stroom)	140 mm	-6	2a	€ 2,63
5. kurk (geëxpandeerd)	120 mm	+4	2b	€ 3,13
6. steenwol platen	100 mm	-3	2c	€ 3,80

7.5.2. Isolatie plat dak

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 2: Gevels en Daken (2007)

Functionele eenheid: 1 m² isolatie met een Rc-waarde > 3,0 m².K/W, toegepast in een (platte) warmdak constructie gedurende 75 jaar.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012)

Functionele eenheid: 1 m² isolatie met een dusdanige isolerende waarde dat er voor de gehele dakconstructie R > 3,0 m².K/W wordt behaald, toegepast in een (platte) warmdak constructie gedurende een periode van 75 jaar.

De milieukosten zijn aangepast in deze publicatie.

Vergelijking

De functionele eenheid verschilt lichtjes. De isolatie-eis in het recente Tabellenboek is immers strenger omdat ze geldt voor de gehele dakconstructie. 'Cellulair glas (groene stroom)' verdwijnt, alle andere materialen komen overeen in beide publicaties. In de recentste publicatie wordt aan de materiaalnaam bij drie producten 'platen' toegevoegd.

Alle voorgestelde materialen zijn toegelaten op basis van de milieukost.

Opmerkingen

Er staan geen diktes vermeld in de materiaalnaam. Voor de duidelijkheid zijn de diktes uit de functionele eenheid van de pagina's met milieu-informatie uit het oude Basiswerk overgenomen, aangezien het recentere Tabellenboek geen milieu-informatie bevat. Dit is geoorloofd omdat de isolatiediktes bij vloerisolatie in de oude en de recente publicatie overeenkomen, zie '7.2.7. Vloerisolatie' op bladzijde 81. De toevoeging van de materiaalvorm ('platen') is wel een communicatieve verbetering.

Een herwerking zou als nieuwe isolatie-eis U < 0,24 W/(m².K) mogen hebben. Dit wordt de nieuwe algemene regel vanaf 1 januari 2014, geldig voor de volledige dakconstructie. Deze aanpassing kan voor andere resultaten zorgen.

Levensduur

Van 'kurk (geëxpandeerd)' is geen (betrouwbare) informatie te vinden. Omdat dit een aanvaardbare milieukost heeft zorgt dit voor een onvolledige grafiek en partiële rangschikking.

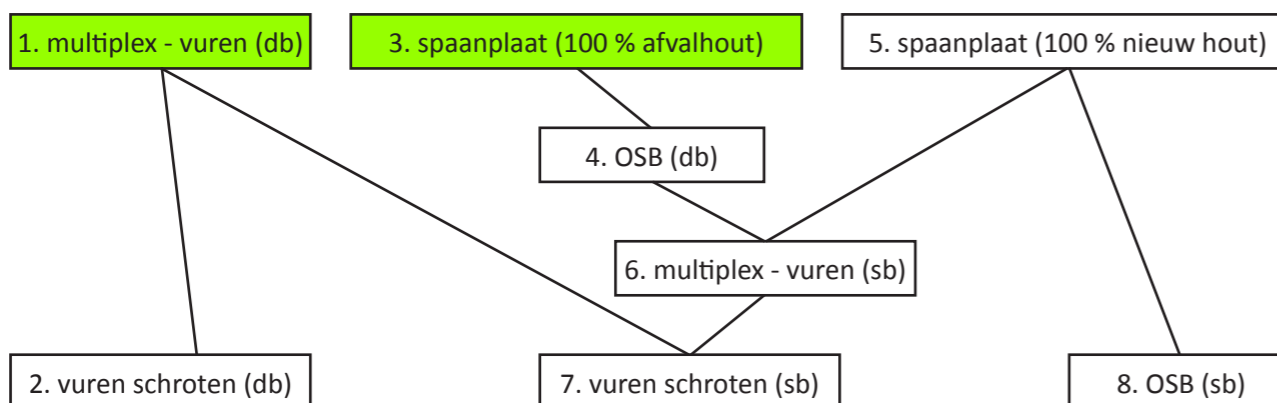
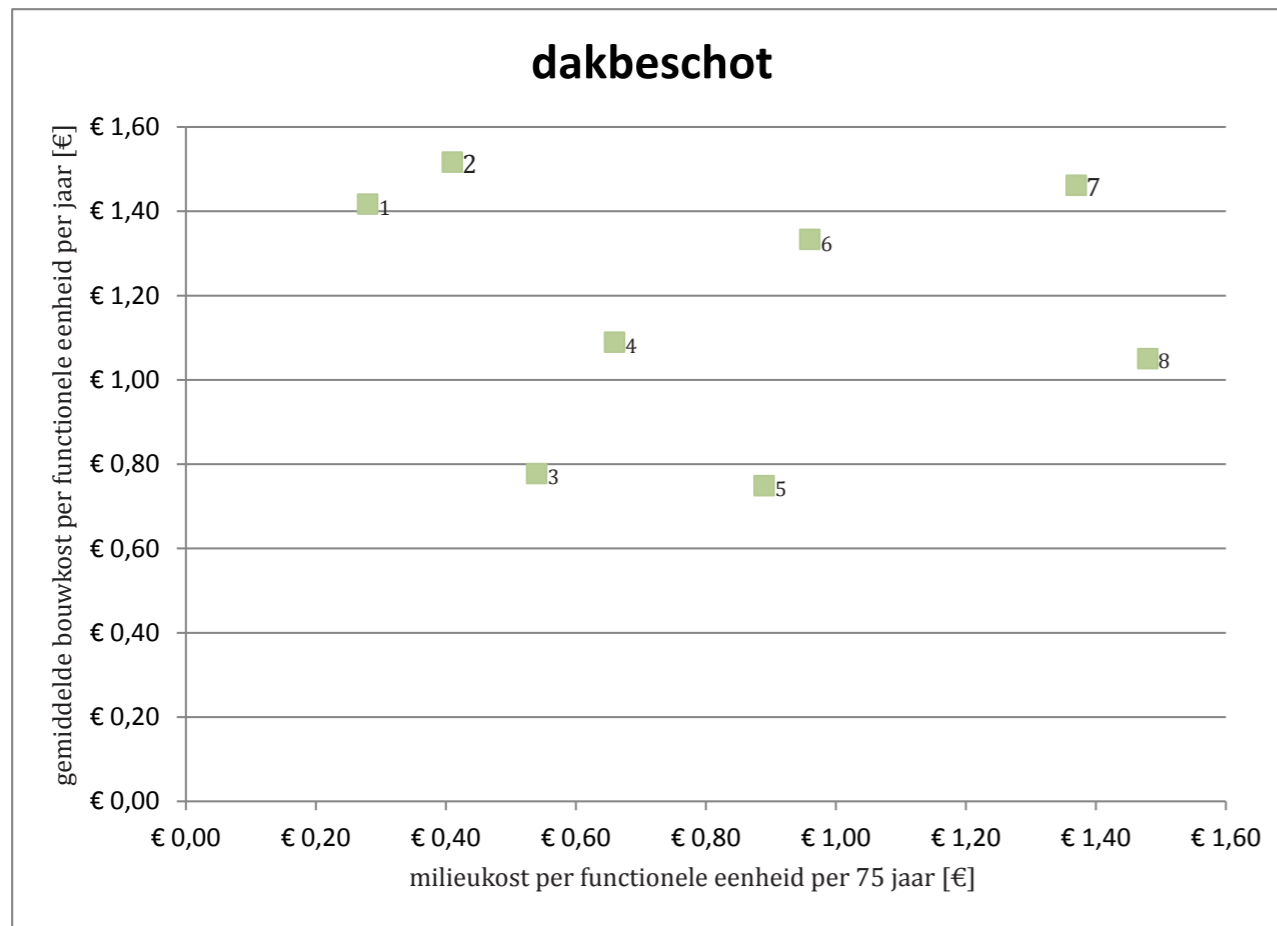
Extra invloedsfactoren

De warmteweerstand (zit in de milieukost) en het akoestisch isolerend vermogen, maar ook de mogelijkheid tot verdikking van de isolatie kan de keuze beïnvloeden.

Conclusie

Kies voor 'PUR (pentaan)'. Dit is veel goedkoper door zijn langere levensduur en de milieukost is niet zoveel hoger dan bij 'resolschuim'. 'EPS' is ook een aanrader, het is duidelijk goedkoper en de milieukost verschilt niet veel met 'PUR (pentaan)'.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 19,17	20	€ 0,96	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 19,67	75	€ 0,26	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 10,83	75	€ 0,14	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 50,00	75	€ 0,67	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 23,83	/	/	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	
€ 12,70	75	€ 0,17	NIBE 2012 TB	livios.be via Aspen (april 2012)	SBR 2011



	dakbeschot	dikte	vgl.	NIBE	milieukost
1	multiplex - vuren (db)	18 mm	/	1a	€ 0,28
2	vuren schroten (db)	18 mm	/	1c	€ 0,41
3	spaanplaat (100 % afvalhout)	22 mm	/	2b	€ 0,54
4	OSB (db)	18 mm	/	2c	€ 0,66
5	spaanplaat (100 % nieuw hout)	22 mm	/	3a	€ 0,89
6	multiplex - vuren (sb)	18 mm	/	3a	€ 0,96
7	vuren schroten (sb)	18 mm	/	4a	€ 1,37
8	OSB (sb)	18 mm	/	4a	€ 1,48

7.5.3. Dakbeschot

Omschrijving

Het dakbeschot is de laag planken of plaatmateriaal, aangebracht op de gordingen of sporen.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 2: Gevels en Daken (2007)

Functionele eenheid: 1 m² plaatmateriaal toegepast in de dakconstructie in de NOVEM Referentie Doorzonwoning gedurende 75 jaar.

2012

Deze materiaalgroep is in 2012 niet aanwezig in een publicatie van het NIBE.

Vergelijking

De houtsoorten afkomstig uit duurzame bosbouw scoren vanzelfsprekend beter dan standaard bosbouw.

Opmerkingen

De diktes staan normaal niet vermeld bij de naam van het materiaal. Om de producten makkelijker te kunnen vergelijken zijn de diktes vermeld bij de milieu-informatie van het product aan de naam toegevoegd in deze tabel.

Levensduur

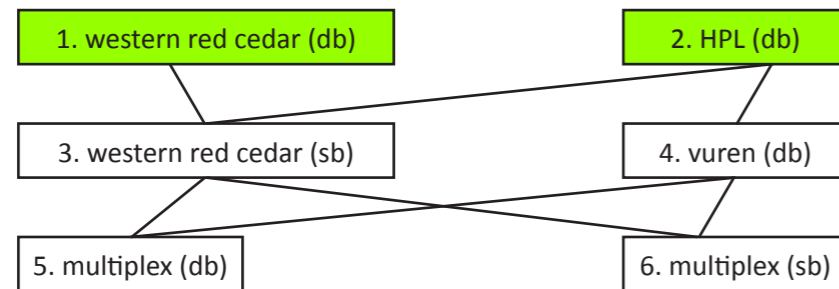
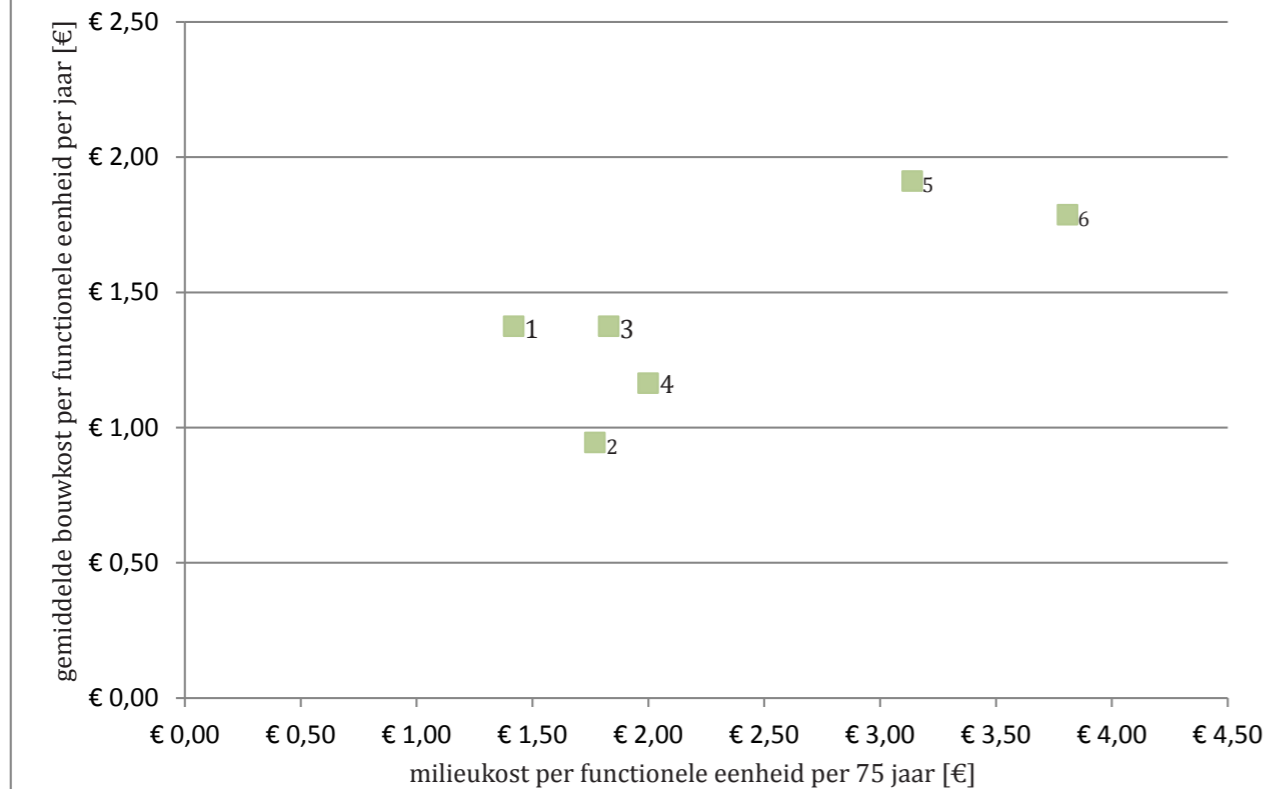
De gemiddelde levensduur van deze materiaalgroep is niet zo groot, ondanks er nog materiaallagen bovenop komen. Hiermee moet rekening gehouden worden bij de keuze van de dakbedekking.

Conclusie

Kies voor 'multiplex - vuren (db)', het materiaal met de laagste milieukost, of voor 'spaanplaat (100 % afvalhout)', een goedkoper alternatief. Kies op de eerste rij niet voor 'spaanplaat (100 % nieuw hout)' aangezien het amper goedkoper is maar wel veel slechter voor het milieu.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 28,33	20	€ 1,42	NIBE 2007 GD	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 45,50	30	€ 1,52	NIBE 2007 GD	NIBE 2007 GD via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 13,33	17	€ 0,78	NIBE 2007 GD	NIBE 2007 GD via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 18,67	17	€ 1,09	NIBE 2007 GD	NIBE 2007 GD via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 12,83	17	€ 0,75	NIBE 2007 GD	NIBE 2007 GD via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 26,67	20	€ 1,33	NIBE 2007 GD	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 43,83	30	€ 1,46	NIBE 2007 GD	NIBE 2007 GD via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 18,00	17	€ 1,05	NIBE 2007 GD	NIBE 2007 GD via archidat	afgeleid uit SBR 2011

dakrand-boeiboord



	dakrand-boeiboord	vgl.	NIBE	milieukost
1	western red cedar, 22 mm; op regelwerk; steenwol, 75 mm; kaal (db)	N	1a	€ 1,42
2	HPL, 8 mm; op regelwerk; steenwol, 75 mm (db)	N	1b	€ 1,77
3	western red cedar, 22 mm; op regelwerk; steenwol, 75 mm; kaal (sb)	N	1b	€ 1,83
4	vuren, 22 mm; op regelwerk; steenwol, 75 mm; acrylaat (db)	N	1c	€ 2,00
5	multiplex, 18 mm; op regelwerk; steenwol, 75 mm (db)	N	2b	€ 3,14
6	multiplex, 18 mm; op regelwerk; steenwol, 75 mm (sb)	N	2c	€ 3,81

7.5.4. Dakrand-boeiboord

Omschrijving

Een dakrandafwerking of afwerking van een dakgoot.

2007

Deze materiaalgroep is in 2007 niet aanwezig in een publicatie van het NIBE.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012)

Functionele eenheid: 1 strekkende meter dakrand (boeiboord) op regelwerk en isolatiemateriaal met een hoogte van 250 mm, toegepast in een Agentschap NL Referentie Rijwoning gedurende een periode van 75 jaar. Deze materiaalgroep is nieuw in 2012. In deze publicatie staan enkel de milieukosten vermeld.

Vergelijking

Alle materialen zijn op basis van de milieukost toegelaten.

Bouwkost

Omdat er geen bruikbare bronnen te vinden zijn, wordt de bouwkost afgeleid uit de materiaalgroep 'gevelbekleding hout'. Hierbij wordt rekening gehouden met de materiaaldikte, de materiaalhoogte en de verhouding tussen manuren en materiaal, die gemiddeld 1/3 is. Met de isolatie en het regelwerk vermeld in de functionele eenheid wordt geen rekening gehouden aangezien deze voor alle materialen hetzelfde zijn. Door dit wel in rekening te brengen zouden de verhoudingen verkleinen omdat alle materialen met een vaste basis-kost (isolatie en regelwerk) zitten. Dit zou zorgen voor een afwijking van de essentie: de bouwkost van het besproken materiaal. De gebruikte formule wordt dan:

$$[bouwkost\ gevelbekleding\ per\ m^2] \cdot \frac{1}{3} + [bouwkost\ gevelbekleding\ per\ m^2] \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{[dikte\ dakrand]}{[dikte\ gevelbekleding]} \cdot \frac{250\ mm}{1000\ mm}$$

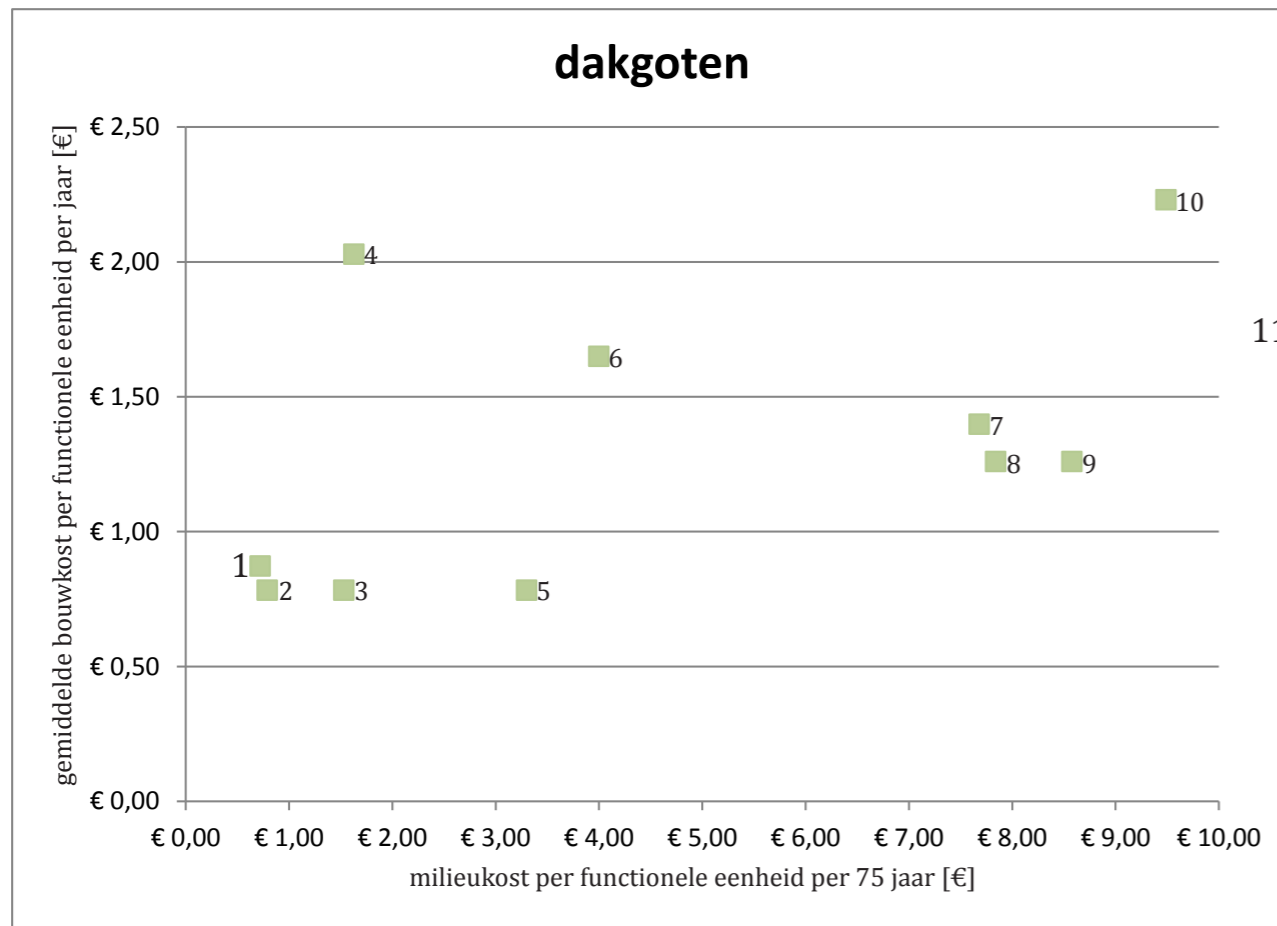
Extra invloedsfactoren

Smaak en slijtvastheid spelen hier zeker een grote rol (zit in levensduur), want het is een zichtbaar materiaal.

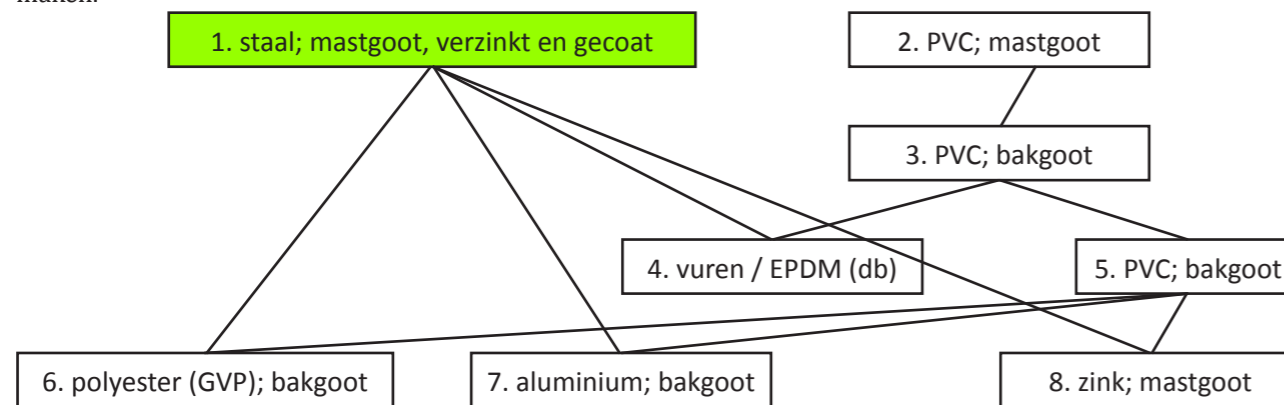
Conclusie

Kies voor 'western red cedar (db)' of voor 'HPL (db)'. Het eerste heeft een langere levensduur, een lagere milieukost maar een hogere bouwkost per jaar in vergelijking met het tweede.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 54,96	40	€ 1,37	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	SBR 2011
€ 23,61	25	€ 0,94	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	SBR 2011
€ 54,96	40	€ 1,37	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	SBR 2011
€ 34,91	30	€ 1,16	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	SBR 2011
€ 38,22	20	€ 1,91	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	SBR 2011
€ 35,72	20	€ 1,79	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	SBR 2011



11. koper; bakgoot komt wat de milieukost betreft niet correct voor in de grafiek om de x-as minder lang te maken.



dakgoten	vgl.	NIBE	milieukost	
1	staal; mastgoot, verzinkt en gecoat	N	1a	€ 0,72
2	PVC; mastgoot	N	1a	€ 0,79
3	PVC; bakgoot	N	2b	€ 1,53
4	vuren / EPDM (db)	N	2b	€ 1,63
5	PVC; bakgoot	N	3c	€ 3,30
6	polyester (GVP); bakgoot	N	4a	€ 4,00
7	aluminium; bakgoot	N	5b	€ 7,68
8	zink; mastgoot	N	5b	€ 7,84
9	zink; bakgoot	N	5c	€ 8,58
10	vuren / zink (sb)	N	5c	€ 9,49
11	koper; bakgoot	N	7b	€ 24,16

7.5.5. Dakgoten

Omschrijving

Een mastgoot heeft een halve cirkel als doorsnede, een bakgoot heeft een rechthoek of trapezium als doorsnede.

2007

Deze materiaalgroep is in 2007 niet aanwezig in een publicatie van het NIBE.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012)

Functionele eenheid: 1 m dakgoot, waarbij is uitgegaan van een goot met een minimale breedte van 150 mm, toegepast in de Agentschap NL Referentie Rijwoning gedurende een periode van 75 jaar. Er is geen rekening gehouden met verbindings- en/of eindstukken en bevestigingsmaterialen.

Deze materiaalgroep is nieuw in 2012. In deze publicatie staan enkel de milieukosten vermeld.

Vergelijking

Het materiaal 'PVC; bakgoot' staat twee keer in de materiaallijst in het Tabellenboek. Omdat het heel moeilijk is om af te leiden welke de juiste is, staan ze ook hier beide vermeld. Als enige referentie is geweten dat een zinken mastgoot maar 1 subklasse van een zinken bakgoot verschilt. Maar voor PVC is het dus kiezen tussen een verschil van 4 (van 1a naar 2b) of 8 (van 1a naar 3c) subklassen.

Opmerkingen

Voor de volledigheid zouden bevestigingsmaterialen ook in rekening gebracht moeten worden. Deze zijn niet voor elke goot dezelfde en kunnen dus een andere rangschikking opleveren.

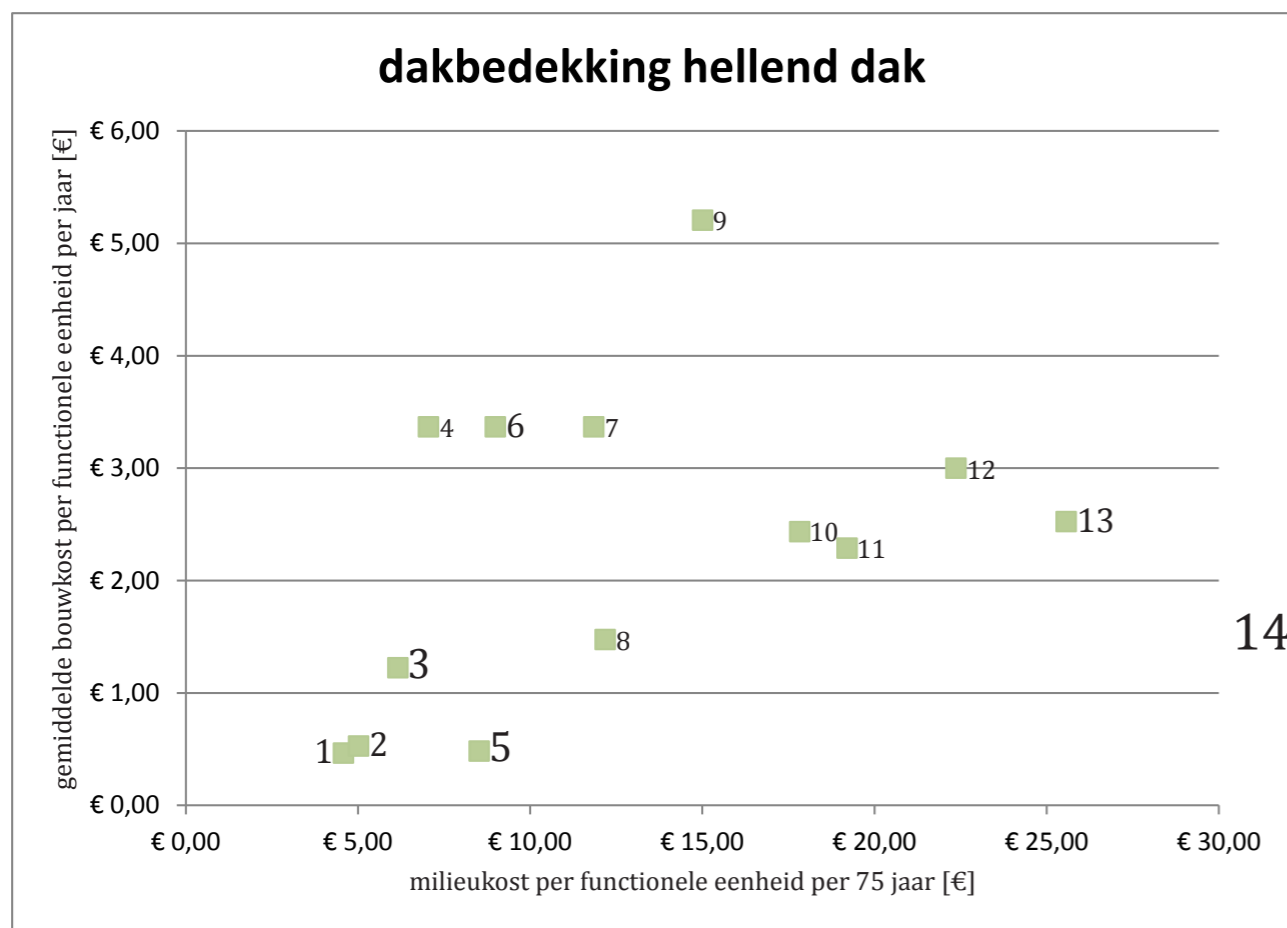
Extra invloedsfactoren

Smaak en slijtvastheid spelen hier zeker een grote rol (zit in levensduur), want het is een zichtbaar materiaal.

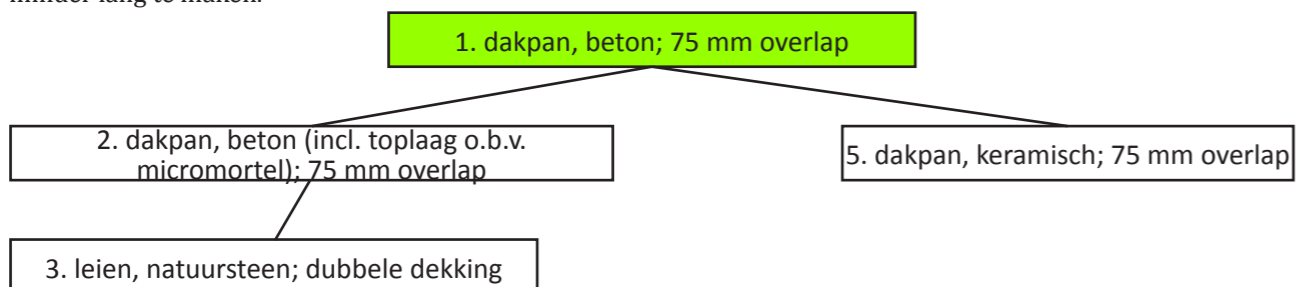
Conclusie

Kies voor 'staal; mastgoot, verzinkt en gecoat'. Dit heeft de laagste milieukost, de tweede laagste bouwkost per jaar en de langste levensduur van de voorgestelde materialen. De coördinaten verschillen niet veel van 'PVC; mastgoot', maar de levensduur is het dubbele.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 43,60	50	€ 0,87	NIBE 2012 TB	archidat.nl (april 2012)	SBR 1995
€ 19,55	25	€ 0,78	NIBE 2012 TB	archidat.nl (april 2012)	BCIS 2006
€ 19,55	25	€ 0,78	NIBE 2012 TB	afgeleid uit archidat.nl (april 2012)	BCIS 2006
€ 50,69	25	€ 2,03	NIBE 2012 TB	eigen inschatting	afgeleid uit SBR 1995
€ 19,55	25	€ 0,78	NIBE 2012 TB	afgeleid uit archidat.nl (april 2012)	BCIS 2006
€ 41,24	25	€ 1,65	NIBE 2012 TB	archidat.nl (april 2012)	SBR 1995
€ 55,89	40	€ 1,40	NIBE 2012 TB	archidat.nl (april 2012)	BCIS 2006
€ 44,08	35	€ 1,26	NIBE 2012 TB	archidat.nl (april 2012)	BCIS 2006
€ 44,08	35	€ 1,26	NIBE 2012 TB	afgeleid uit archidat.nl (april 2012)	BCIS 2006
€ 55,76	25	€ 2,23	NIBE 2012 TB	eigen inschatting	afgeleid uit SBR 1995
€ 76,58	45	€ 1,70	NIBE 2012 TB	Aspen 2005	afgeleid uit SBR 1995



14. koper (felsdak - staande naad) komt wat de milieukost betreft niet correct voor in de grafiek om de x-as minder lang te maken.



dakbedekking hellend dak		vgl.	NIBE	milieukost
1	dakpan, beton; 75 mm overlap	=	1a	€ 4,58
2	dakpan, beton (incl. toplaag o.b.v. micromortel); 75 mm overlap	-1	1a	€ 5,02
3	leien, natuursteen; dubbele dekking	-1	1c	€ 6,16
4	houten shingles-leien (western red redar) (db); dubbele dekking	-2	1c	€ 7,05
5	dakpan, keramisch; 75 mm overlap	-1	2a	€ 8,52
6	stalen dakpanelementen; 55 mm overlap	-3	2b	€ 8,99
7	houten shingles-leien (western red redar) (sb); dubbele dekking	-5	2c	€ 11,85
8	leien, vezelcement	-2	2c	€ 12,18
9	staal, verzinkt (trapezium)	-4	3a	€ 15,01
10	riet (schroefdak)	+4	3b	€ 17,83
11	bitumen shingles; dubbele dekking	-3	3c	€ 19,21
12	zink (felsdak - staande naad)	-6	4a	€ 22,37
13	aluminium, gecoat (geprofileerd)	-3	4a	€ 25,57
14	koper (felsdak - staande naad)	-3	5c	€ 62,18

7.5.6. Dakbedekking hellend dak

Omschrijving

Dakbedekking is een beschermende laag die op een plat of hellend dak wordt aangebracht. Bij een hellend dak wordt de waterdichtheid en winddichtheid verzorgd door het onderdak. De dakbedekking vormt een eerste barrière als bescherming van het onderdak tegen weer en wind.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 2: Gevels en Daken (2007)

Functionele eenheid: 1 m² dakbedekking toegepast in de NOVEM Referentie Doorzonwoning op een hellend dak een hellingshoek van 40 graden gedurende een periode van 75 jaar. Inclusief panlatten, tengels en bevestigingsmiddelen, en exclusief dakbeschoot.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012)

Functionele eenheid: 1 m² dakbedekking toegepast in de Agentschap NL Referentie Rijwoning op een hellend dak met een hellingshoek van 40 graden gedurende een periode van 75 jaar. Inclusief panlatten, tengels en bevestigingsmiddelen, en exclusief dakbeschoot.

De milieukosten zijn aangepast in deze publicatie.

Vergelijking

De functionele eenheid is dezelfde in beide uitgaven. 'Vezelcementplaat (geprofileerd)' verdwijnt uit de materialenlijst van de oude uitgave, de andere 14 materialen blijven behouden.

De extra informatie in verband met de overlap of de dubbele dekking die in 2007 enkel te lezen was in de functionele eenheid bij de milieu-informatie is in het Tabellenboek toegevoegd aan de naam van het product.

Levensduur

Indien het dakbedekkingsmateriaal een langere levensduur bezit dan eronder geplaatste elementen die het beschermt, zorg dan dat het makkelijk afneembaar is en bijvoorbeeld niet vernageld zit.

Shingles zijn in het Belgisch klimaat niet aangeraden omdat ze vaak dun zijn en weinig weerstand hebben tegen vocht- en temperatuurschommelingen.

Extra invloedsfactoren

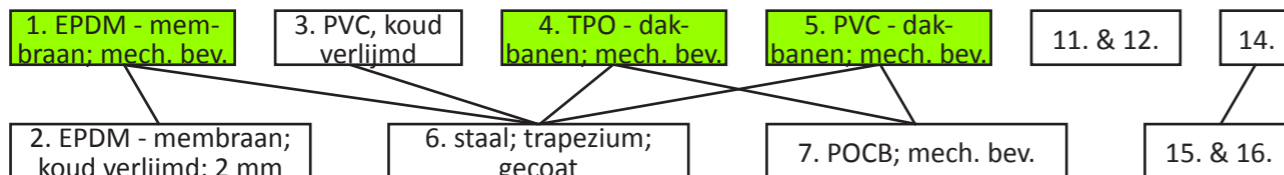
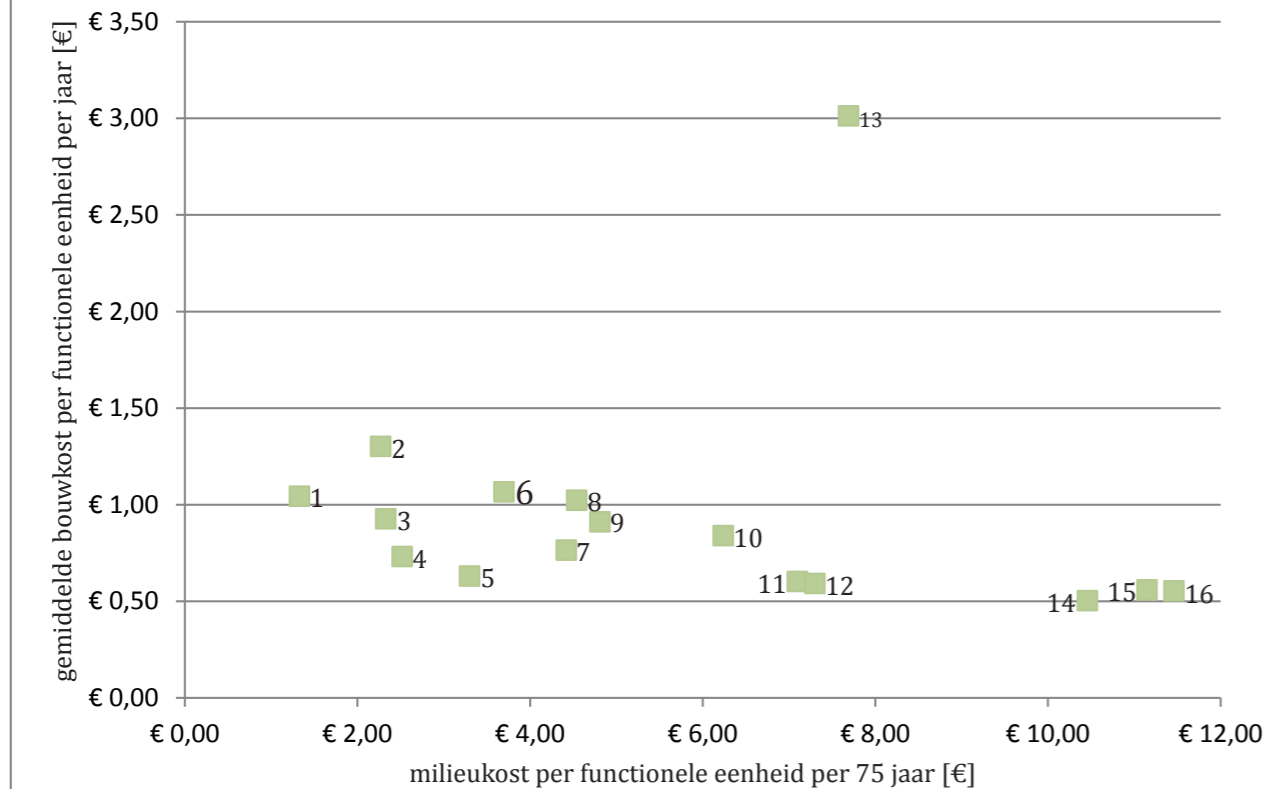
Smaak en slijtvastheid spelen hier zeker een grote rol (zit in levensduur), want het is een zichtbaar materiaal.

Conclusie

Kies voor 'dakpan, beton; 75 mm overlap'. Dit is het goedkoopste en meest milieubewuste materiaal met een goede levensduur.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 23,27	50	€ 0,47	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 26,33	50	€ 0,53	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 91,84	75	€ 1,22	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 101,02	30	€ 3,37	NIBE 2012 TB	eigen inschatting	SBR 2011
€ 36,12	75	€ 0,48	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 168,37	50	€ 3,37	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 101,02	30	€ 3,37	NIBE 2012 TB	eigen inschatting	SBR 2011
€ 51,59	35	€ 1,47	NIBE 2012 TB	Aspen 2005	SBR 2011
€ 104,08	20	€ 5,20	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 97,35	40	€ 2,43	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 34,32	15	€ 2,29	NIBE 2012 TB	eigen inschatting	SBR 2011
€ 120,00	40	€ 3,00	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 126,12	50	€ 2,52	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 180,00	120	€ 1,50	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011

dakbedekking plat dak



dakbedekking plat dak	vgl.	NIBE	milieukost
1 EPDM - membraan; mechanisch bevestigd	=	1a	€ 1,33
2 EPDM - membraan; koud verlijmd (dikte 2 mm)	N	2a	€ 2,27
3 PVC, koud verlijmd (dikte 2 mm)	N	2a	€ 2,33
4 TPO - dakbanen; mechanisch bevestigd	-1	2a	€ 2,52
5 PVC - dakbanen; mechanisch bevestigd; overlap banen 8 %	-2	2c	€ 3,30
6 staal; trapezium; gecoat	N	3a	€ 3,70
7 POCB; mechanisch bevestigd	+1	3b	€ 4,42
8 POCB, koud verlijmd (dikte 2 mm)	N	3b	€ 4,54
9 PVC secundair, glasvezelversterkt, koud verlijmd (dikte 2 mm)	N	3b	€ 4,81
10 EPDM - dakbanen (met SBS gecacheerd); mechanisch bevestigd	+2	3c	€ 6,24
11 bitumen - SBS; tweelaags - mechanisch bevestigd	+1	4a	€ 7,10
12 bitumen - APP; tweelaags - mechanisch bevestigd	+2	4a	€ 7,30
13 staal verzinkt; trapezium	N	4b	€ 7,69
14 bitumen; overlap banen 8 %, gekleefd	N	4c	€ 10,46
15 SBS gemodificeerd bitumen, koud verlijmd (dikte 2 mm)	N	5a	€ 11,15
16 APP gemodificeerd bitumen, koud verlijmd (dikte 2 mm)	N	5a	€ 11,46

7.5.7. Dakbedekking plat dak

Omschrijving

Bij een plat dak staat de dakbedekking wel in voor de waterdichtheid.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 2: Gevels en Daken (2007)

Functionele eenheid: 1 m² waterdicht bedekken van een plat dak dat bevestigd is met mechanische bevestigers gedurende een periode van 75 jaar.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012)

Functionele eenheid: 1 m² waterdicht bedekken van een plat dak dat bevestigd is met mechanische bevestigers gedurende een periode van 75 jaar.

De milieukosten zijn aangepast in deze publicatie.

Vergelijking

Er worden veel materialen toegevoegd: het aantal stijgt van 8 naar 16 producten. In het oude Basiswerk wordt namelijk enkel uitgegaan van mechanische bevestiging, terwijl in het Tabellenboek ook koude verlijming aan bod komt. Het is wel opmerkelijk dat 'bevestigd met mechanische bevestigers' ook in 2012 in de functionele eenheid blijft staan.

Koude verlijming scoort altijd een hogere milieukost dan mechanische bevestiging. 'Sedum (op EPDM-membraan)' verdwijnt uit de productenlijst. Bij de overeenkomstige materialen zijn verschuivingen van maximum 2 subklassen te vinden.

Opmerkingen

De functionele eenheid moet aangepast worden om ook koude verlijming toe te laten.

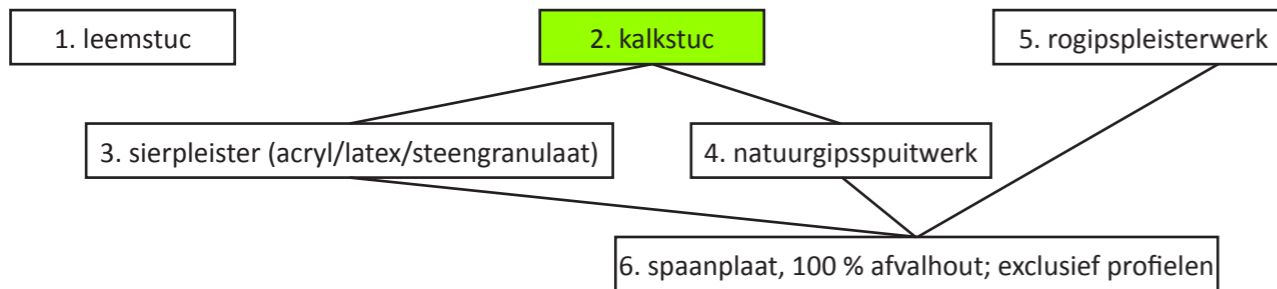
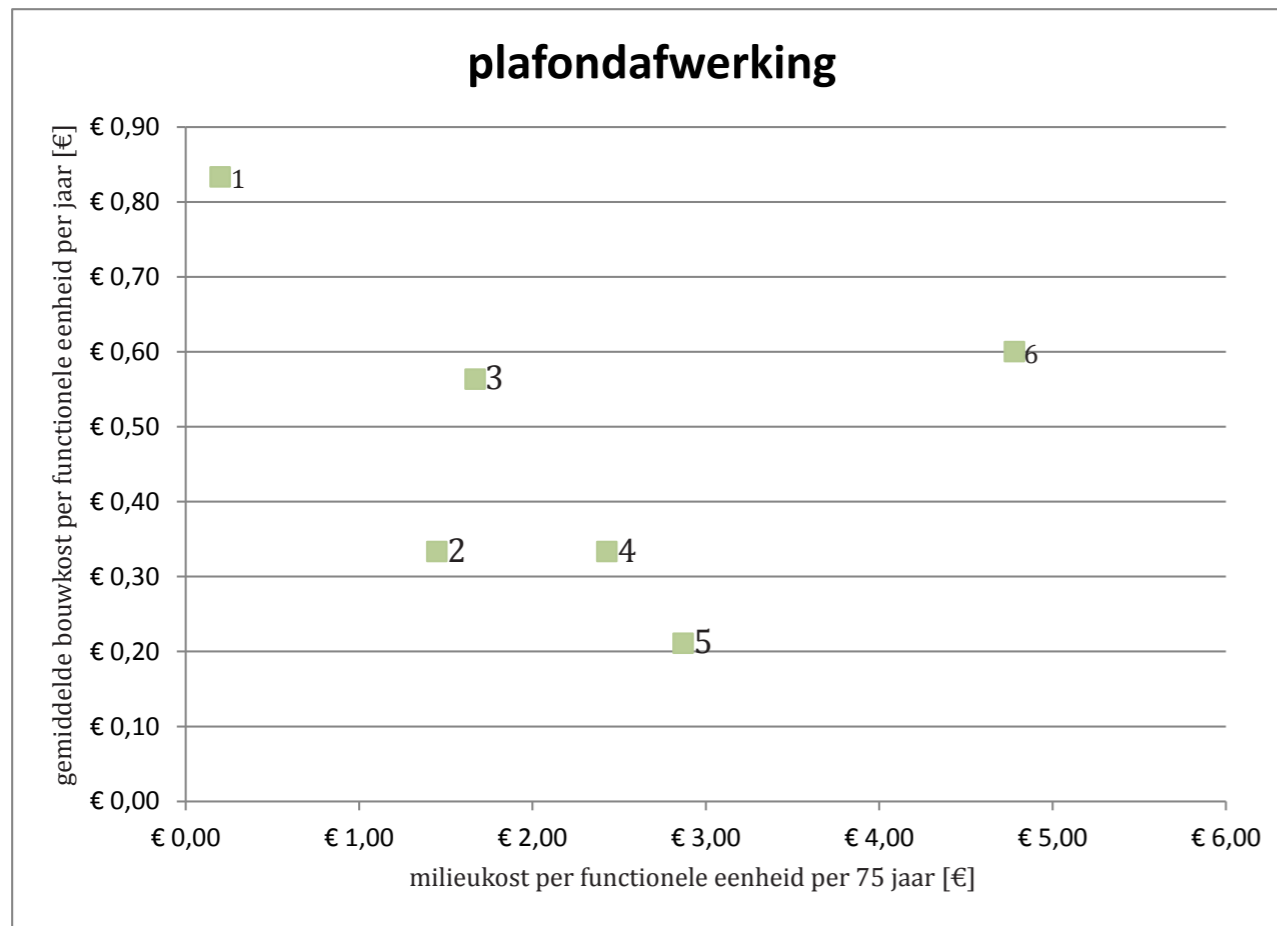
Extra invloedsfactoren

Smaak en uitzicht, want het kan een zichtbaar materiaal zijn als bijvoorbeeld vanuit een raam gekeken kan worden naar de bovenkant van het plat dak. Tenzij er bijvoorbeeld nog een grindlaag op de dakbedekking komt, dan bepaalt die het uitzicht.

Conclusie

Kies voor 'EPDM - membraan; mechanisch bevestigd', 'TPO - dakbanen; mechanisch bevestigd' of 'PVC - dakbanen; mechanisch bevestigd; overlap banen 8 %' afhankelijk van de belangrijkste invloedsfactor voor de bepaalde situatie: milieukost of bouwcost. De drie aan te raden materialen bezitten dezelfde levensduur.

bouwcost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwcost	bron RSL
€ 31,29	30	€ 1,04	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 39,04	30	€ 1,30	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	SBR 2011
€ 27,80	30	€ 0,93	NIBE 2012 TB	Aspen 2005	SBR 2011
€ 21,94	30	€ 0,73	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	irs-europe.be (april 2012)
€ 18,87	30	€ 0,63	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 53,28	50	€ 1,07	NIBE 2012 TB	Aspen 2005	afgeleid uit SBR 2011
€ 22,90	30	€ 0,76	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	SBR 2011
€ 30,65	30	€ 1,02	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	afgeleid uit SBR 2011
€ 27,33	30	€ 0,91	NIBE 2012 TB	Aspen 2005	SBR 2011
€ 25,16	30	€ 0,84	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 18,05	30	€ 0,60	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	SBR 2011
€ 17,73	30	€ 0,59	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	SBR 2011
€ 45,18	15	€ 3,01	NIBE 2012 TB	Aspen 2005	SBR 2011
€ 15,10	30	€ 0,50	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 GD	SBR 2011
€ 16,77	30	€ 0,56	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 16,61	30	€ 0,55	NIBE 2012 TB	NIBE 2007 GD via archidat	afgeleid uit SBR 2011



plafondafwerking	vgl.	NIBE	milieukost
1 pleisterwerk: leemstuc	=	1a	€ 0,20
2 pleisterwerk: kalkstuc	-2	4c	€ 1,45
3 pleisterwerk: sierpleister (acryl/latex/steengranulaat)	N	5a	€ 1,67
4 pleisterwerk: natuurgipsspuitwerk	+4	5c	€ 2,43
5 pleisterwerk: rogipspleisterwerk	+6	5c	€ 2,87
6 spaanplaat, 100 % afvalhout; exclusief profielen	N	6c	€ 4,78

7.5.8. Plafondafwerking

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 3: Afwerkingen (2008)

Functionele eenheid: 1 m² plafondafwerking door middel van spuitwerk of pleisterwerk met een minimale dikte. De afwerking is toegepast op een ideale vlakke ondergrond.

NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek (2012)

Functionele eenheid: 1 m² plafondafwerking door middel van spuitwerk of pleisterwerk toegepast in de Agentschap NL Referentie Rijwoning gedurende een periode van 75 jaar. De afwerking is toegepast met een minimale dikte op een ideale vlakke ondergrond. De milieukosten zijn aangepast in deze publicatie.

Vergelijking

De essentie van de functionele eenheid komt overeen in beide publicaties.

'Akoestische spuitpleister' verdwijnt uit de materialenlijst. De andere 4 materialen worden overgenomen, met twee nieuwkomers. Het is opvallend dat slechts 1 product een aanvaardbare milieuklasse scoort (lager dan 4a). In 2007 waren nog 3 van de 5 producten toegelaten. Rogipspleisterwerk is de grootste stijger op gebied van milieuklasse: van 3c naar 5c.

Opmerkingen

Het is spijtig dat bij een houten plafondafwerking met spaanplaat de profielen niet mee berekend zijn. Uiteindelijk bepalen zij mee de milieukost en zorgt dit voor een niet correcte vergelijkingsbasis. Door de profielen in rekening te brengen kan de milieukost alleen maar stijgen, en aangezien 'spaanplaat, 100 % afvalhout; excl. profielen' al de hoogste milieukost heeft van de voorgestelde materialen, zal de volgorde niet wijzigen. Verder spreekt de functionele eenheid enkel van 'spuitwerk of pleisterwerk', hoewel 'spaanplaat' ook bij de materialen staat.

Extra invloedsfactoren

Smaak en slijtvastheid spelen hier zeker een grote rol (zit in levensduur), want het is een zichtbaar materiaal.

Conclusie

Kies voor 'kalkstuc'. Het bezit weliswaar een hogere (niet aan te raden) milieukost in vergelijking met 'leemstuc', maar het is goedkoper en heeft een langere levensduur.

bouwkost	RSL	€/jaar	bron milieukost	bron bouwkost	bron RSL
€ 25,00	30	€ 0,83	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit SBR 2011
€ 16,67	50	€ 0,33	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit BCIS 2006
€ 28,17	50	€ 0,56	NIBE 2012 TB	Aspen 2005	afgeleid uit BCIS 2006
€ 16,67	50	€ 0,33	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit BCIS 2006
€ 10,53	50	€ 0,21	NIBE 2012 TB	NIBE 2008 AW via archidat	afgeleid uit BCIS 2006
€ 18,00	30	€ 0,60	NIBE 2012 TB	afgeleid uit NIBE 2007 DC	afgeleid uit BCIS 2006

8. Bespreking van de resultaten

Tabel 9: Conclusie van de nieuwe methode om bouwmaterialen te vergelijken

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
fundering										
enige aanrader	4	0	1	0	0					
gedeelde aanrader	0	0	0	0	0					
1e rij part. rang.	5	1	3	1	0					
2e rij part. rang.	0	4	0	1	2					
	80,00%	0,00%	20,00%	0,00%	0,00%					
vloer										
enige aanrader	4	3	2	0	0					
gedeelde aanrader	1,33	1,33	0	0	0,33					
1e rij part. rang.	12	5	2	1	3					
2e rij part. rang.	0	6	8	2	2	1	2	1		1
	44,44%	36,11%	16,67%	0,00%	2,78%					
gevel										
enige aanrader	4	3	0	0	0					
gedeelde aanrader	1,5	1	0,5	1	0					
1e rij part. rang.	11	6	3	4	1	1	2	2	1	
2e rij part. rang.	0	4	6	2	4	3	3		1	1
	50,00%	36,36%	4,55%	9,09%	0,00%					
gevelopening										
enige aanrader	0	3	1	0	0					
gedeelde aanrader	2,5	0	1,5	0	0,5		0,5			
1e rij part. rang.	9	4	5	0	1	1	3	1	1	1
2e rij part. rang.	0	5	2	7	0	2		3	2	
	27,78%	33,33%	27,78%	0,00%	5,56%	0,00%	5,56%			
dak										
enige aanrader	2	2	0	0	0					
gedeelde aanrader	1,33	1	1	0,33	0,33					
1e rij part. rang.	8	5	3	1	3					
2e rij part. rang.	0	2	3	5	1	2	1			
	41,67%	37,50%	12,50%	4,17%	4,17%					
gemiddelde 1	48,78%	28,66%	16,30%	2,65%	2,50%	0,00%	1,11%			
gemiddelde 2	45,93%	31,85%	15,56%	2,96%	2,59%	0,00%	1,11%			

De volledige tabel met ook materiaalnummers 11 tot en met 16 zit in de bijlage, zie '25.4. Bijlage: Volledige tabel als conclusie van materiaalbladzijden' op bladzijde 250 en volgende.

'Tabel 9: Conclusie van de nieuwe methode om bouwmaterialen te vergelijken' op bladzijde 154 geeft een samenvatting van de resultaten van de partiële rangschikkingen uit de materiaalbladzijden. De kolomtitel is het nummer van het materiaal en zegt dus iets over de milieukost: 1 is het meest milieubewuste, 16 is het slechtste voor het milieu.

Op de verschillende rijen staat hoeveel keer een materiaal met dat referentienummer ...

... als enige aanrader in de partiële rangschikking aanwezig is.

... als één van de aanraders in de partiële rangschikking aanwezig is.

... op de eerste rij staat van de partiële rangschikking.

... op de tweede rij staat van de partiële rangschikking.

Materiaal 1 staat overal op de eerste rij van de partiële rangschikking. Het cijfer dat daar vermeld staat wijst dus op het aantal materiaalgroepen. Als er meerdere aanraders aangeduid staan in een partiële rangschikking, dan krijgt dat referentienummer 0,5 of 0,33 "punten" afhankelijk van twee of drie aanraders. Als er in de rij 'gedeelde aanrader' bijvoorbeeld 1,33 staat, wilt dit zeggen dat het materiaalnummer twee keer samen met een ander materiaal en één keer samen met twee andere materialen aan te raden was ($2 \times 0,5 + 1 \times 0,33 = 1,33$).

De percentages duiden per hoofdmateriaalgroep aan hoeveel keer een materiaal met dat referentienummer een aanrader is. Deze worden berekend door de som te maken van de getallen in 'enige aanrader' en 'gedeelde aanrader' en deze som dan te delen door het aantal materiaalgroepen in die hoofdmateriaalgroep.

Het eerste gemiddelde onderaan de tabel beschouwt alle hoofdmateriaalgroepen als evenwaardig. Het betreft dus de som van de percentages van elke hoofdmateriaalgroep gedeeld door 5. Het tweede gemiddelde beschouwt elke materiaalgroep als evenwaardig. Het betreft dus de som van alle enige en gedeelde aanraders gedeeld door 45 (= het totaal aantal materiaalgroepen). De verschillen tussen beide gemiddeldes zijn niet zo groot.

Behalve bij materiaalgroep '7.4.6. Binnendeur' op bladzijde 131 bevinden alle aan te raden materialen zich in de top vijf van de milieukost. Dit is te verklaren omdat de milieukost een belangrijke rol speelt bij de selectie, en omdat sommige materiaalgroepen maar 5 of niet veel meer dan 5 materialen bevatten. Als de materiaalgroep maar 5 materialen bevat, is het logisch dat het aan te raden materiaal in de top vijf op gebied van milieukost zal zitten.

Bij nog niet de helft van de materiaalgroepen is het meest milieubewuste materiaal de aan te raden keuze uit de partiële rangschikking. Dit toont de relevantie aan van deze nieuwe rangschikking. In iets meer dan 93 % van de onderzochte materiaalgroepen is één materiaal of zijn meerdere materialen uit de top drie op gebied van milieukost een aanrader.

Opmerking: in het geval er meerdere aanraders zijn, wordt er nu van uitgegaan dat er evenveel kans is dat het ene of het andere zal gekozen worden. In praktijk zal waarschijnlijk eerder voor het goedkoopste gekozen worden in plaats van het meest milieubewuste. Dit zal zorgen voor een daling van de percentages in kolom 1 en eventueel ook in kolom 2 of 3.

9. Conclusie ‘Deel 2: Vergelijking van bouwmaterialen’

Het is mogelijk om veel informatie op een duidelijke en overzichtelijke manier weer te geven. In deze nieuwe methode om bouwmaterialen te rangschikken is rekening gehouden met bijna alle invloedsfactoren. Het betreffen weliswaar gemiddelde waarden, maar om te kunnen vergelijken is er altijd een vertrekpunt nodig. Afhankelijk van de situatie kunnen de cijferwaarden of de evaluatiecriteria aangepast worden, zie ‘20. Passiefbouwdetails voor woningen’ op bladzijde 191 en volgende. Hierdoor kan een andere rangschikking ontstaan die voor de gekende omstandigheden correcter is.

Algemeen valt te stellen dat elke materiaalgroep betaalbare en milieubewuste materialen bevat met een lange levensduur. Als het gebouw ook een lange levensduur zal hebben, is het aan te raden om deze materialen te selecteren. Uit de materiaalbladzijden valt geen eenduidig verband tussen de milieuvriendelijkheid, de bouwkost en de levensduur van bouwmaterialen af te leiden. Het vooroordeel dat milieubewuste materialen altijd te duur zijn of niet lang hun functie kunnen vervullen is dus niet correct.

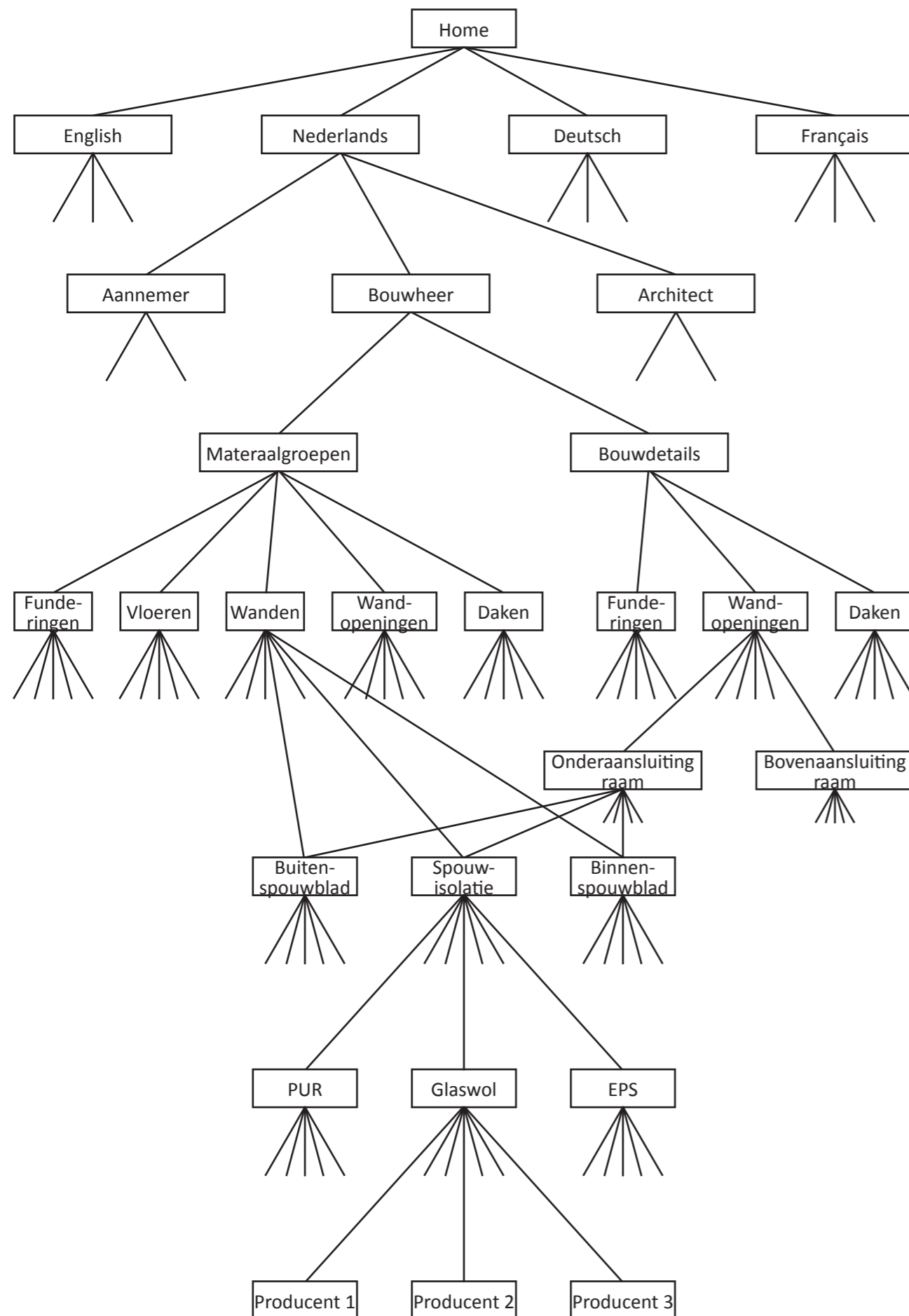
De levensduur is bij de voorgestelde wijze van vergelijken maar bepalend bij de keuze tussen de milieubewuste materialen. Dit is logisch aangezien de milieukost ook een grote invloed heeft. De minder of niet milieubewuste materialen worden hoe dan ook niet aangeraden. Omgekeerd zal de milieukost ook maar bepalend zijn bij de materialen met een lage bouwkost per jaar. In sommige gevallen blijft door de levensduur maar één goede materiaalkeuze over bij de milieubewuste materialen.

Los van ‘Tabel 9: Conclusie van de nieuwe methode om bouwmaterialen te vergelijken’ op bladzijde 154 zijn er nog enkele algemene conclusies. De referentielevensduur van sommige materiaalgroepen zou een bovengrens kunnen krijgen op basis van materialen die ze insluiten. Dit is bijvoorbeeld zo bij gevelmetselwerk ten opzichte van spouwisolatie. Een gevelbekleding die demontabel geplaatst wordt, krijgt dan bijvoorbeeld geen bovengrens waaraan het moet voldoen. Dit komt aan bod in ‘21.2.2. Spouwisolatie’ op bladzijde 229. Door deze bovengrens zal de bouwkost per jaar stijgen voor materialen met een hogere levensduur die nooit die hoge levensduur kunnen halen omdat ze moeten verwijderd worden om een ander materiaal te vervangen, zie ‘Tabel 7: Wat als de referentielevensduur een bovengrens krijgt van 50 jaar’ op bladzijde 42. Als de bouwkost niet opvallend stijgt of nog altijd het voordeligst is, dan mag de bouwheer of de architect de keuze maken om ofwel een materiaal niet volwaardig te benutten, ofwel een duurder materiaal te kiezen dat wel tot het einde van zijn levensduur zal worden gebruikt.

Er is nood aan een samenwerking tussen de verschillende bronnen. Het NIBE zou het onderzoek naar milieukosten moeten afstemmen op materialen waarvoor een referentielevensduur en een bouwkost bekend is. Hetzelfde geldt voor SBR voor levensduurwaarden en voor bijvoorbeeld Archidat of Aspen Index voor bouwkosten. Als deze bronnen bereid zijn om samen te werken kan al deze nuttige informatie best terechtkomen in één website. Zo hebben bouwheren en architecten één centrale bron, wat tijdens de zoektocht naar materialen zal resulteren in een tijdwinst. Kies niet voor een boek om zo gemakkelijk waarden te kunnen aanpassen en iedereen te verzekeren van de meest recente versie. Daarenboven kan een website een zoekfunctie bevatten, wat een papieren boek niet heeft.

Bepaalde functionele eenheden zouden meerdere uitwerkingen moeten hebben op basis van bijvoorbeeld verschillende belastingssituaties, de dikte van het materiaal ... De kans is reëel dat een andere toepassing zorgt voor een wijziging in de vergelijking. En als dit niet het geval is, dan bevestigen deze uitwerkingen tenminste dat de vergelijking in (bijna) alle omstandigheden hetzelfde resultaat oplevert. Hetzelfde kan gebeuren voor extra invloedsfactoren. Deze verschillen per materiaalgroep, maar moeten wel vermeld en eventueel uitgewerkt worden zodat de gebruiker er rekening mee kan houden.

Verder is er vermoedelijk ook behoefte aan een toevoeging van nieuwe materiaalgroepen. In ‘Deel 4: Toepassing van levensduurwaarden in massiefbouw’ op bladzijde 171 en volgende zal blijken als dit vermoeden bevestigd mag worden.



Afbeelding 14: Werking van de website
Bron: eigen schema

10. Website

10.1. Waarom een website maken?

Er zijn zeker argumenten die het opstarten van (weeral) een nieuwe website afkeuren. Het internet is een geniaal medium om veel mensen te bereiken, maar er zijn teveel mensen die dit medium gebruiken. Elk onderwerp komt voor op verschillende websites. De leek weet daardoor niet meer welke website nu goed/ juist of slecht/fout is. Het is vanzelfsprekend beter om eerst de bestaande websites aan te passen. Deze hebben al hun (vaste) bezoekers maar verspreiden helaas gedateerde informatie. Dat er veel websites met recepten bestaan zal de lezer waarschijnlijk niet verbazen, maar er bestaan ook veel websites met informatie voor de bouwwereld. Een nieuwe website kan dus voor meer verwarring zorgen. De informatiezoekers weten niet meer welke website nu wel juiste informatie levert of waarom sommige websites elkaar tegenspreken.

Het grootste tegenargument is het auteursrecht. Al het gebruikte cijfermateriaal is niet gratis beschikbaar. De gevoerde onderzoeken moeten vanzelfsprekend terugverdiend worden door de verkoop van de publicaties, zie '25.3. Bijlage: Mails in verband met website' op bladzijde 249. Al deze informatie online beschikbaar stellen zal zorgen voor een daling of stopzetting van de verkoop van de bronnen, wat ook niet de bedoeling is.

Langs de andere kant is het gemakkelijker om zelf van nul te starten. Al de nadelen van andere websites kunnen al van in het begin vermeden of weggewerkt worden. Tekorten aan andere websites kunnen worden verholpen, zie '10.2. Vernieuwingen ten opzichte van andere websites' op bladzijde 159. Daarnaast biedt dit de mogelijkheid om wijzigingen direct door te voeren zonder een webmaster van een andere vereniging te moeten contacteren. Door het maken van een website worden ook problemen ontdekt die bij enkel uitdenken van de website nooit opgemerkt zouden worden. Bovendien zijn er geen beperkingen qua lay-out. Tenslotte kan een website over een zoekfunctie beschikken, wat bij een papieren versie onmogelijk is en als een gebrek wordt ondervonden.

Daarom wordt toch gekozen om naast het uitschrijven van de werking van de website ook echt een website te maken. Omwille van het auteursrecht zal de website nooit echt online gaan, het blijft bij een proefversie. Er worden geen screenshots aan de masterproef toegevoegd. De website zal wel getoond worden tijdens de mondelinge presentatie van de masterproef.

10.2. Vernieuwingen ten opzichte van andere websites

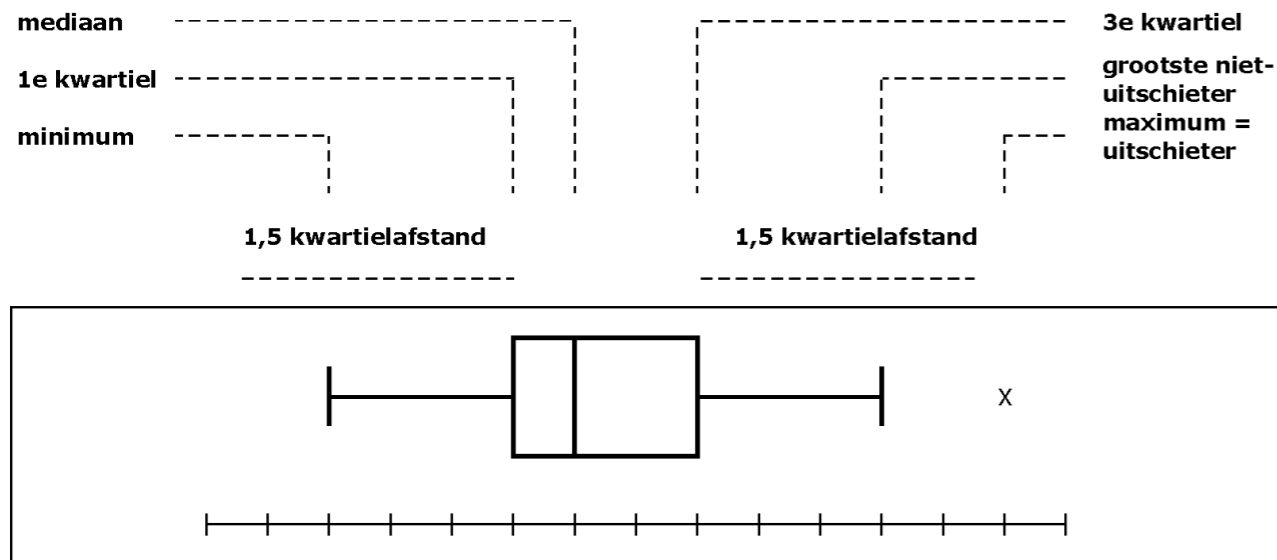
De vergelijkende tekst die aanwezig is op de materiaalbladzijden zal niet op de website terecht komen. In de plaats kan de website wel extra informatie over de materiaalgroep of de materialen bevatten.

10.2.1. Grafieken

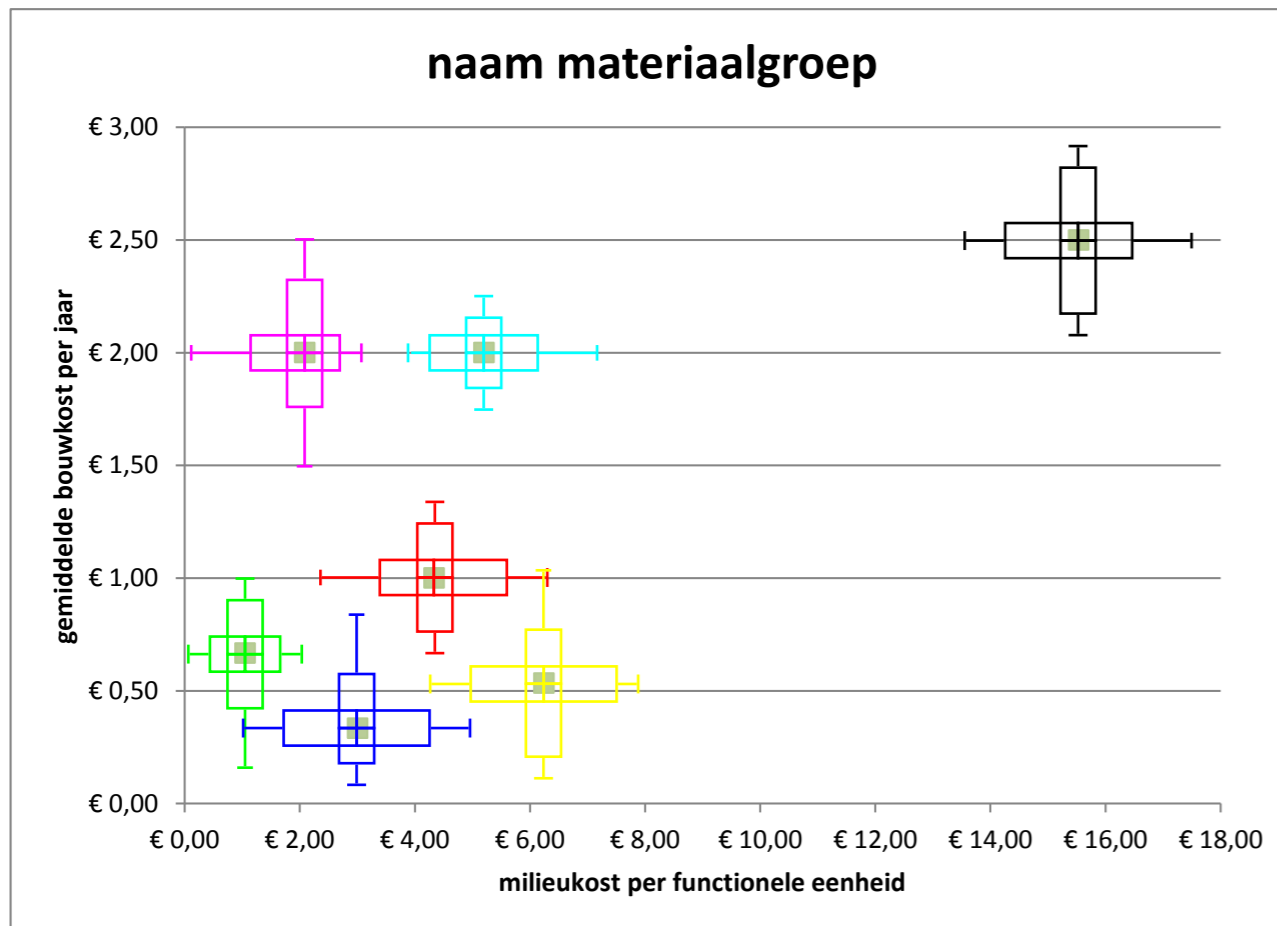
Geen enkele andere website brengt verschillende invloedsfactoren samen in een vergelijkende tabel met bijhorende grafiek. De cijferwaarden in de tabel moeten eenvoudig door de webmaster kunnen worden aangepast, met een automatische aanpassing van de grafiek tot gevolg.

10.2.2. Bronvermelding

Op elke webpagina met cijferwaarden zal vermeld staan van waar deze afkomstig zijn. Zo kan de gebruiker gemakkelijk recente van gedateerde info onderscheiden. Een producent of verkoper kan hierdoor met meer zekerheid melden als er volgens hem een waarde aangepast moet worden. Eens zo'n website een ruim aantal bezoekers kent, zal de vraag naar updates spontaan verlopen omdat iedereen met belangen zijn materiaal aan de top wilt houden.



Afbeelding 15: Boxplot
Bron: Wikipedia



Afbeelding 16: Grafiek met boxplot
Bron: Zelfgemaakte afbeelding

10.2.3. Bouwdetails

De combinatie van materiaalinfo en bouwdetails op eenzelfde website is uniek. Andere bronnen met bouwdetails benoemen de materialen heel algemeen. Hier kan rechtstreeks vanuit het bouwdetail doorgeklikt worden naar de materiaalengroep, zodat de gebruiker alle informatie kan linken.

10.3. Werking van de website

Een schema van de werking van de website is te zien op 'Afbeelding 14: Werking van de website' op bladzijde 158.

10.3.1. Taalkeuze

We leven in een meertalig land, dus de website start met een taalkeuze: Nederlands, Frans, Engels of Duits. Engels is in principe niet nodig, maar op deze manier kunnen veel andere landen de website bezoeken, wat hopelijk een aanzet is voor dat land om aan een eigen variant te werken met nationale cijferwaarden. Zo kunnen andere landen ook hun materialen laten toevoegen in of vergelijken met een Belgische database.

10.3.2. Type bezoeker

Verschillende types bezoekers zullen de website raadplegen. Afhankelijk van het type zijn deze op zoek naar andere informatie. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen architecten, aannemers en bouwheren. Een architect wenst enkel de cijferwaarden, een bouwheer heeft als leek graag wat meer uitleg bij de materiaalgroepen en grafieken. De hoeveelheid tekstuele uitleg zal dus het voornaamste verschil zijn tussen de webpagina's van de verschillende types.

Omdat Vlaanderen of België in vergelijking met andere landen een kleine oppervlakte heeft, wordt geen geografische locatie gevraagd. Als uiteindelijk zou blijken dat de bouwkosten of levensduren opvallend anders zijn in bepaalde regio's of provincies, dan kan dit geografisch onderscheid toegevoegd worden.

10.3.3. Kiezen van een materiaalgroep of bouwdetail

Na twee snelle kliks komt de bezoeker op de echte website aangepast aan zijn profiel. Hij kan nu alle materiaalgroepen en bouwdetails bekijken.

De eerste mogelijkheid is kiezen voor een materiaalgroep. Via een materiaalgroep kan hij doorklikken naar een materiaalsoort. In sommige gevallen kan die nog opgesplitst worden in verschillende vormen van voorkomen. Bijvoorbeeld bij isolatie kan een onderscheid gemaakt worden tussen plaatvorm of gespoten. Dan volgt nog een laatste opsplitsing naar de verschillende producenten / leveranciers / fabrikanten. Bijvoorbeeld: Vloeren -> Vloerisolatie -> PUR -> PUR platen -> Eurofloor vloerisolatie van Recticel Insulation

Op elke webpagina met materialen is een tabel en een grafiek te zien. Er moet ook een invoervenster komen waar de gebruiker de maximale levensduur van het gebouw kan ingeven. Deze staat default op '120 jaar'. Indien het gebouw zeker minder lang zal meegaan, kan deze bovengrens aangepast worden en dan zullen de bouwkosten per jaar mee veranderen. Verder zeggen de dots op de ene webpagina iets over de verschillende dots op de volgende webpagina die te zien zijn na doorklikken. De coördinaten van bijvoorbeeld het punt 'glaswol' op de grafiek van spouwisolatie zijn dan de gemiddelde waarden van de coördinaten van de verschillende producenten van glaswol, die kunnen bekeken worden na doorklikken. Als er toevallig één goedkope of milieubewuste producent of fabrikant in de lijst wordt opgenomen, kan dit gemiddelde een vertekend beeld geven. Het is daarom beter om over te stappen naar een boxplot, zie 'Afbeelding 15: Boxplot' op bladzijde 160. Het gemiddelde wordt dan opgesplitst in 5 getalwaarden bestaande uit het minimum, het eerste kwartiel, de mediaan (of tweede kwartiel), het derde kwartiel en het maximum van de waargenomen data. Elk deel is dus een kwart van de dataset. Uitschieters blijven in een boxplot buiten beschouwing. Dit geeft veel meer informatie, maar hierdoor kan de overzichtelijkheid van de grafiek wel dalen, zie 'Afbeelding 16: Grafiek met boxplot' op bladzijde 160. De ideale oplossing is een visueel duidelijke grafiek met enkel punten, gecombineerd met de mogelijkheid om de boxplotweergave aan of uit te zetten.

De tweede mogelijkheid is kiezen voor een bouwdetail. Na de keuze van een bouwdetail kan op het detail op de verschillende materialen geklikt worden. Erna komt de bezoeker terecht op dezelfde webpagina's als hierboven beschreven.

10.4. Overlevingskansen van de website

De onderzoeken naar cijferwaarden zullen moeten betaald worden met abonnementsgeld van de gebruikers van de website. Als de overheid inziet dat een verspreiding van deze informatie kan zorgen voor een milieubewuster materiaalgebruik, groeit er bij de overheid misschien bereidheid om hiervoor met overheidsfinanciën bij te springen. Op deze manier kan een gebruikersabonnement goedkoper of misschien zelfs gratis aangeboden worden. Eens de website veel bezoekers telt, kan bij nood aan inkomsten ook gebruik worden gemaakt van reclame, zolang dit niet storend werkt. Bouwmateriaalproducenten zullen snel beseffen dat de gebruikers van de website hun ideaal doelpubliek zijn. Dit zal zorgen voor een verhoging van de inkomsten en eventueel een verlaging van de abonnementsprijs.

Eens de website een aanzienlijk aantal bezoekers telt en een zekere invloed heeft op de bouwwereld, kan er een spontaan contact van producenten volgen. Zij zullen ingaan tegen de algemene waarde die de website meedeelt. Naast de materiaalgroep kan zo een vergelijking van de producenten van een materiaal ontstaan. De bijhorende tabel en grafiek bevatten voor dat specifieke materiaal verschillende waarden van verschillende producenten en/of leveranciers. Deze staan dicht bij de realiteit dan de gemiddelde waarden.

Een geprofessionaliseerde instelling zal de waarden die fabrikanten voorstellen moeten controleren voordat ze gepubliceerd worden. Ofwel mogen de waarden enkel bepaald worden door deze geprofessionaliseerde instellingen.

11. 'Deel 2: Vergelijking van bouwmaterialen' in de toekomst

11.1. Gebruik van de materiaalbladzijden in andere masterproeven

Enkele medestudenten maken voor hun masterproef gebruik van de materiaalbladzijden vermeld in deze masterproef. Zij zijn namelijk op zoek naar de beste materialen of naar cijferwaarden van bouwkosten. Het zou zinloos zijn om mijn gevonden informatie niet te delen en allemaal naast elkaar te zoeken. Dit heeft voor hen het grote voordeel dat zij meer tijd hebben voor andere aspecten van hun masterproef, waardoor zij hun onderwerp grondiger kunnen onderzoeken. Dit heeft voor mij het voordeel dat de materiaalbladzijden ook eens door anderen worden gebruikt. Zij kunnen dan hun opmerkingen in verband met hun gebruik meedelen.

11.1.1. Masterproef van Sari Boer (juni 2012)

Onderstaande tekst is een commentaar bij het gebruik van de tabellen, geschreven door Sari Boer. "Deze tabellen lieten zich gemakkelijk lezen, zeker daar alles nog eens verduidelijkt werd met een bijhorende uitleg. Ter volmaking naar de toekomst zou het handig zijn een aantal extra materiaalgroepen aan te maken, zoals bijvoorbeeld materialen voor een onderdak, vocht- en winddichtingsfolies. Enkele materiaalgroepen waren nogal summier. Zo worden bij onder meer 'vensterbanken' en 'vloeren op grondslag' weinig keuzes weergegeven. Dit is echter allemaal volkomen begrijpelijk, daar de beschikbare informatie ook summier is. Al bij al kan besloten worden dat het een handige tool is om te weten hoe men zowel goedkoop en milieuvriendelijk kan bouwen, als ook met een gepaste levensduur. Bovendien waren bepaalde tabellen ook eyeopeners. Zo kwam ik te weten dat glaswolplaten milieuvriendelijker zijn om toe te passen als isolatie voor een hellend dak dan bijvoorbeeld vlasplaten."

11.1.2. Masterproef van Jan Dierckx (juni 2012)

Medestudent Jan Dierckx had oorspronkelijk het doel om in zijn masterproef, getiteld 'Multidimensional building solutions', de resultaten van de materiaalbladzijden te gebruiken. In zijn slot is het volgende te lezen. "Gedurende het onderzoek voor deze masterproef was er ook het idee om een vergelijkingsfunctie te implementeren die het programma toelaat om de gebruiker advies te geven bij het proces om beslissingen te maken. De gebruiker kan een element selecteren, en het multidimensionaal softwarepakket zal parameters als warmteverlies, milieukost, prijs, bouwtijd, terugverdiendtijd ... combineren om te bekijken als er betere oplossingen beschikbaar zijn.

Een vergelijkingsfunctie implementeren en analysegegevens ontvangen van de objecten werkt gelijkaardig aan het werk gedaan in deze masterproef. Toch zijn er twee moeilijkheden. Het eerste is het terugvinden en definiëren van al de parameters voor elk materiaal, rekening houdend met het feit dat sommige parameters veranderen in de tijd (bijvoorbeeld de prijs). Maar het zwaarste gedeelte is de analyse van de formules die definiëren hoe parameters worden vergeleken en aan welk criteria elk van hen moet voldoen. Dit vereist uitgebreid onderzoek op een groot aantal projecten."

De materiaalbladzijden kunnen gedeeltelijk aan zijn vraag beantwoorden omdat ze al verschillende parameters bevatten die een vergelijking mogelijk maken. Ze zijn echter nog niet verwerkt in de software.

11.1.3. Masterproef van Katrien Van Goethem (juni 2012)

Medestudent Katrien Van Goethem maakt in haar masterproef, getiteld 'Energetische optimalisatie van een 19^{de} eeuwse rijwoning', gebruik van de materiaalbladzijden om milieubewuste en betaalbare materialen met een goede levensduur te kiezen voor een energetische optimalisatie.

11.1.4. Masterproef van Wolf Vandenbulcke (juni 2012)

Student Wolf Vandenbulcke van Sint-Lucas Architectuur onderzoekt in zijn masterproef een energetische optimalisatie die wel degelijk uitgevoerd zal worden. Het betreft dus een werkelijke case study. Ook hij gaat via eigen onderzoek en met behulp van de materiaalbladzijden op zoek naar milieubewuste en betaalbare materialen met een goede levensduur.

11.2. Samenwerking met MilieuAdviesWinkel.be

De milieuclassificaties en levensduren op de website van MilieuAdviesWinkel zijn gedateerd, zie '4.1.2.2. MilieuAdviesWinkel.be' op bladzijde 20 en '4.2.2.1. MilieuAdviesWinkel.be' op bladzijde 30.

Tijdens een gesprek met arch. Pieter Verstraete, zaakvoerder van NEO-architectuur – architectenbureau voor duurzaam (ver)bouwen en projectverantwoordelijke Duurzaam Bouwen MilieuAdviesWinkel werd gezocht naar een mogelijkheid voor een update. Om te vermijden dat deze masterproef in een donkere kast terecht komt zonder praktisch resultaat, heb ik aangeboden aan MilieuAdviesWinkel om hun cijferwaarden te controleren en aan te passen. Ook hun bouwdetails krijgen een update. Omdat het uitschrijven van deze masterproef in mei prioritair is aan deze samenwerking, zal pas in juni een volgende afspraak doorgaan met arch. Pieter Verstraete en de webmaster van MilieuAdviesWinkel.be.

11.3. Samenwerking met Stad Gent

Meneer Stephan Vanantwerpen, RWEG-coördinator - Adjunct van de directie - Dienst Bouwprojecten - Sisal - Departement Facility Management - Stad Gent, was zo vriendelijk om mij enkele boeken uit te lenen. Tijdens een gesprek kreeg ik bevestiging van de relevantie van het onderwerp. "Nadien blijf ik ook geïnteresseerd naar je thesis zelf, dus mocht je me dan een exemplaar kunnen bezorgen..." staat in één van zijn mails te lezen.

Mevrouw Annemie De Porre, Duurzaamheidsambtenaar - Adjunct van de Directie - Milieudienst - Departement Milieu, Groen en Gezondheid - Stad Gent, was zo vriendelijk om mij te contacteren nadat haar collega's van Recruiting en Selectie mijn gegevens hadden doorgespeeld. Zij bracht het onderwerp van mijn masterproef ter sprake tijdens het dienstoverleg.

Mevrouw Elisabeth Kuijken, Adjunct van de directie - Milieudienst – Departement Milieu, Groen en Gezondheid - Stad Gent, is meer gespecialiseerd in het onderwerp van mijn masterproef. Na het dienstoverleg werd zij mijn contactpersoon. Ze vindt het een interessant onderwerp voor een masterproef omdat het inderdaad iets is dat een constante evolutie ondergaat. Verder is ze geïnteresseerd in mijn analyse van de bouwdetails uitgegeven door de Stad Gent, zie '20. Passiefbouwdetails voor woningen' op bladzijde 191 en volgende. Het principe "geen materiaal met korte levensduur insluiten tussen materialen met langere levensduur" lijkt haar valabel, maar ze kan niet direct inschatten wat het in de praktijk betekent, bijvoorbeeld welke courante materialencombinaties niet goed zijn volgens dit principe.

Het resultaat van deze masterproef wilt ze graag face to face bespreken wanneer de masterproef afgewerkt is. Afhankelijk van deze bespreking kan dan bekeken worden als aanpassingen aan de bouwdetails wenselijk zijn bij de volgende herdruk. Daarbij moest ze wel vermelden dat de bundels net in herdruk zijn (april 2012), dus dat een volgende herdruk niet heel binnenkort zal plaatsvinden.

11.4. Nederlandse milieuprestatieberekening

Dutch Green Building Council (DGBC) heeft in april 2012 een gratis materialentool geïntroduceerd. Met deze DGBC-materialentool kan een milieuprestatieberekening worden gemaakt. De milieuprestatieberekening moet in 2013 conform Bouwbesluit 2012 bij elke omgevingsvergunningsaanvraag voor nieuwbouwwoningen en kantoren met een gebruiksoppervlakte groter dan 100 m² worden bijgevoegd. Elke milieuprestatieberekening moet voldoen aan de zogenoemde 'Bepalingsmethode Milieuprestatie gebouwen en grond-, weg- en waterwerken' waarmee de milieuprestatie van een compleet bouwwerk kan worden bepaald, op basis van de prestatie van de producten en elementen waaruit het is opgebouwd. Zonder deze berekening wordt in principe geen certificaat of opdracht verleend. Misschien kan dit of een variant hierop in België een aanzet vormen tot milieubewuste(re) gebouwen.

11.5. Bepalingsmethode Milieugerelateerde Materiaalprestatie van Gebouwelementen (MMG)

Sinds 2011 werkt een team aan de ontwikkeling van een Vlaams/Belgisch expertrekenmodel voor de evaluatie van de milieugerelateerde materiaalprestatie van gebouwelementen. Dit project is een samenwerking van het Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf (WTCB), de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO) en de Katholieke Universiteit Leuven, in opdracht van de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij (OVAM). Het doel van het ontwikkelde expertrekenmodel is voor een aantal gebouwelementen de milieu-impact, op milieu-impactcategorie- en op geaggregeerd niveau, te kunnen berekenen en zo een beter inzicht te verwerven in de milieugerelateerde materiaalprestatie van gebouwen en gebouwelementen binnen een Vlaamse/Belgische context. Bij dit alles wordt rekening gehouden met de volledige levenscyclus van het gebouw(element). Dit doel wil het team bereiken door eerst een transparant methodologisch kader op te stellen voor dit expertrekenmodel, geheel gebaseerd op de Europese normen voor de milieuevaluatie van gebouwen. Het hierbij ontwikkelde expertenmodel en de bijhorende tool zijn in eerste instantie bedoeld voor een evaluatie op elementniveau, en niet op materiaalniveau zoals in deze masterproef. De elementmethode moet volgens het team als een eerste stap gezien worden naar een mogelijk latere uitbreiding op gebouwniveau, om zo het nadeel dat bepaalde keuzes voor één element soms invloed hebben op andere elementen (bv. bredere fundering indien dikkere isolatie in de spouw) weg te werken.

Er geldt in het rekenmodel een standaard evaluatieperiode van 60 jaar voor zowel woningen, kantoren, scholen als winkels. Het team beseft dat de gemiddelde levensverwachting van gebouwen doorgaans langer is dan 60 jaar, maar ze gaan ervan uit dat na 60 jaar het gebouw heel waarschijnlijk zo grondig gerenoveerd zal worden dat, op de structuur na, relatief weinig van de originele materialen zullen aanwezig blijven.

In deze masterproef wordt uitgegaan van een levensduur van 120 jaar, zie '4.1.4. Maximale levensduur' op bladzijde 21. Natuurlijk is ook hier het besef voorhanden dat een gebouw na 50 of 60 jaar een renovatie nodig heeft, maar er zijn echter veel materialen die langer dan 50 jaar hun functie kunnen vervullen. Door deze masterproef zal het team de standaard evaluatieperiode misschien terug in vraag stellen. Zij zullen zeker ook beseffen dat er onvoldoende grondstoffen zijn, dus de bouwwereld heeft een stimulans nodig om de materialen volwaardig te benutten. Het expertrekenmodel zou voldoende rekening moeten houden met de levensduur van bouwmaterialen. Dit kan gebeuren door vroegtijdige afbraak te bestraffen, of door bij de gebouwelementen een mogelijkheid te voorzien om materialen met een korte levensduur op demontabele wijze te vervangen. Op gebouwniveau wordt dit nog een complexer vraagstuk.

Ik wens hen veel succes met het vervolg van het project en hoop dat de bouwwereld binnenkort een resultaat mag bewonderen.

11.6. Als toekomstige masterproef

Dit onderwerp zal blijven evolueren in de toekomst. Hopelijk staat er binnen twee of drie jaar een gelijkaardig masterproefonderwerp in de keuzelijst, zodat een nieuwe visie met nieuwe bronnen kan ontwikkeld worden. Deze masterproef is zo communicatief mogelijk samengesteld zodat anderen er verder kunnen op werken. Als de student in contact komt met deze masterproef mag hij/zij zeker niet aarzelen om mij te contacteren.

Deel 3: Toepassing van levensduurwaarden in hout-skeletbouw

Sari Boer

Promotor: prof. Jan Moens

Begeleiders: ir.-arch. Eline Himpe (UGent), dr. ir.-arch. Wim Debacker (VITO)

Masterproef ingediend tot het behalen van de academische graad van
Master in de ingenieurswetenschappen: architectuur

Vakgroep Architectuur en Stedenbouw
Voorzitter: prof. dr. Pieter Uyttenhove
Faculteit Ingenieurswetenschappen en Architectuur
Academiejaar 2011-2012



12. Houtskeletbouw

12.1. Samenvatting ‘Deel 3: Toepassing van levensduurwaarden in houtskeletbouw’

Onderstaande tekst is een kopie uit de masterproef van Sari Boer (juni 2012).

Allereerst wordt ingegaan op de algemene kennis en expertise omtrent het bepalen van de levensduur van bouwcomponenten. Het thema levensduur van bouwcomponenten heeft een breed invloedsvlak. Om deze reden wordt het zowel technisch, ecologisch, economisch als sociaal benaderd. Het belang van levensduurbepaling wordt gekenschetst, evenals de manier waarop deze bekomen wordt. Hiervoor wordt dieper ingegaan op de rekenmethodieken en op welke punten deze voor verbetering vatbaar zijn. Meer in bijzonder wordt de factormethode verhelderd. Dit is een deterministische methode om een inschatting te kunnen maken van het verval van de levensduur van een bouwcomponent.

Het is van belang dat de gehele cyclus van de bouwmaterialen in ogenschouw genomen wordt. De bekende Cradle-to-Cradle-gedachtegang van William McDonough en Michael Braungart, dus de van wieg-tot-wieg-beschouwing, vindt steeds meer haar intrede, maar staat tot nog toe in haar kinderschoenen. De afvalberg die de bouwwereld genereert is helaas nog altijd gigantisch. Naast het sluiten van de materiaalstromen zou deze bijkomend door een betere levensduurplanning verder gereduceerd kunnen worden. Dit duidt zodoende direct het belang van kennisontwikkeling omtrent levensduur aan. Om deze reden wordt eveneens ingegaan op aspecten als onderhoud, degradatie, eindelevensduur en duurzaamheid. Tot slot wordt nagegaan hoe België met deze materie omgaat/zou moeten omgaan en welke initiatieven ondernomen worden.

Vervolgens worden de tabellen van de thesis ‘Levensduur van bouwmaterialen in massiefbouw’ van Jona Van Steenkiste ter hand genomen. Deze behandelen de keuze van bouwmaterialen op basis van een vergelijking met de parameters bouwkost, milieukost en levensduur.

Met deze kennis kunnen nadien houtskeletbouwdetails nauwkeurig bekeken worden. Voor de referentiedetails wordt uitgegaan van de uitgaven van de milieudienst van het Stad Gent. Hierbij werd afgevraagd welke bouwmaterialen het best toegepast worden. Aansluitend worden de levensduurwaarden per materiaal weergegeven en vervolgens wordt gekeken of de opbouwvolgorde in overeenstemming is met de levensduur van de bouwlagen. Daarnaast wordt nagegaan welk onderhoud verricht moet worden, welk afvalscenario mogelijk is en tot slot wordt de duurzaamheid onder de loep genomen. Eventueel worden alternatieve materialen of systemen voorgesteld.

Deel 4: Toepassing van levensduurwaarden in massiefbouw

Jona Van Steenkiste

Promotor: prof. Jan Moens

Begeleiders: ir.-arch. Eline Himpe (UGent), dr. ir.-arch. Wim Debacker (VITO)

Masterproef ingediend tot het behalen van de academische graad van
Master in de ingenieurwetenschappen: architectuur

Vakgroep Architectuur en Stedenbouw
Voorzitter: prof. dr. Pieter Uyttenhove
Faculteit Ingenieurwetenschappen en Architectuur
Academiejaar 2011-2012



13. Inleiding ‘Deel 4: Toepassing van levensduurwaarden in massiefbouw’

13.1. Afbakening van het onderwerp

De bouwwereld is een complex gegeven. Elk continent, land of bevolkingsgroep heeft zijn eigen bouwmethodes met zijn typische materialen. In het kader van deze masterproef is het niet mogelijk om al de bestaande bouwdetails te analyseren. Een vernauwing van het onderwerp is dus noodzakelijk. In het eerste deel van deze masterproef, ‘Deel 2: Vergelijking van bouwmaterialen’ op bladzijde 5 en volgende, wordt gekozen voor bouwmaterialen die in België verkrijgbaar zijn. In dit tweede deel wordt gekozen voor bouwmethodes en bouwdetails die vaak toegepast worden in België. De voorkeur gaat ook hier uit naar woningbouw, net zoals bij de materiaalkeuzes in het eerste deel.

13.2. Relevantie van het onderwerp

Bouwdetails zijn essentieel om een aanzet te geven tot een correcte uitvoering van de bouwplannen. Deze gedetailleerde uitvoeringstekeningen zorgen bij goede opvolging voor een gebouw dat lang aan zijn functies zal voldoen, zoals een aangenaam en gezond binnenklimaat garanderen. De details moeten zodanig ontworpen worden dat de gebruikte materialen in optimale omstandigheden hun kwaliteit kunnen behouden en hun functie kunnen vervullen.

De uitvoering is natuurlijk minstens even belangrijk. Bij het analyseren van bouwdetails kan gedacht worden dat al de energie die in deze tekeningen gestoken wordt amper nut heeft als het in de praktijk toch niet zo wordt uitgevoerd. Het is echter goed om te beseffen dat nauwkeurig uitgewerkte bouwdetails een eerste essentiële aanzet vormen tot een zorgvuldige uitvoering.

13.3. Inhoud en doel van ‘Deel 4: Toepassing van levensduurwaarden in massiefbouw’

In dit tweede deel van de masterproef wordt de stap gezet van materiaalniveau naar elementniveau. ‘Deel 2: Vergelijking van bouwmaterialen’ op bladzijde 5 en volgende wordt gebruikt om aan enkele referentiedetails materialen toe te kennen. Dan volgt een analyse op basis van de levensduur van de toegekende materialen. Elk detail wordt onderzocht en de materialen worden aangepast als de levensduur van de materialen dat noodzakelijk acht. Een herwerkt detail bevat tenslotte extra materialen en informatie die de levensduur van het bouwdetail kunnen vergroten.

Het doel van dit tweede deel is een praktische toepassing van het eerste deel, om het nut van de nieuwe methode voor de vergelijking van bouwmaterialen aan te tonen. De analyse op materiaalniveau laat, zoals vermeld in ‘5.1.2. Materiaal- of elementniveau?’ op bladzijde 41, meer combinatiemogelijkheden toe in de praktijk. Op basis van die analyse worden nu de meest aan te raden materialen gekozen voor een bouwdetail. Als een materiaal niet aan te raden is in een bepaald bouwdetail, dan kan gezocht worden naar een ander alternatief. Bij een vergelijking op elementniveau moet dan direct gekozen worden voor een ander element.

Verder moet dit tweede deel aantonen als de traditionele Belgische bouwmethodes wel of geen grote fouten bevatten op gebied van de levensduur van materialen, en met welke aanpassingen deze fouten kunnen opgelost worden.

Een einddoel in de toekomst zou een computerprogramma kunnen zijn dat alle eigenschappen van de materialen toekent aan een 3D-ontwerp. De software geeft dan een errormelding als materialen met een korte levensduur opgesloten zitten tussen materialen met een lange levensduur. De masterproef van Jan Dierckx, zie ‘11.1.2. Masterproef van Jan Dierckx (juni 2012)’ op bladzijde 163, geeft hiervoor een aanzet.

14. Massiefbouw of houtskeletbouw

Onderstaande vergelijking is voornamelijk samengesteld op basis van kennis opgedaan gedurende de lessen gevolgd aan Universiteit Gent. Slechts enkele argumenten komen van sites of zijn afgeleid uit fora op het internet. De vergelijking is niet volledig maar geeft zeker de voornaamste eigenschappen van beide bouwmethodes weer.

14.1. Eigenschappen van massiefbouw

Bij massiefbouw wordt er voor de vloeren en wanden gebruik gemaakt van massieve materialen zoals steen en beton.

14.1.1. Voordelen massiefbouw

Thermische inertie

Steen en beton hebben door hun massa een hoge thermische inertie, wat betekent dat ze in staat zijn om warmte (en koude) op te slaan. Overdag slaan de materialen warmte op en ze geven deze 's avonds en 's nachts geleidelijk weer af in de woning. Hierdoor worden sterke temperatuurschommelingen vermeden. Ook de zonne-energie die via de ramen binnenkomt, wordt lang opgeslagen in de massieve vloer en wanden en maar langzaam terug afgegeven, zodat er minder verwarmd moet worden.

Veel ervaring

Massiefbouw is nog altijd de meest toegepaste bouwmethode in België. Volgens een rondvraag in mei 2007 door de website livios.be wordt het gebruikt in 66 % van de woningen. Veel stielmannen hebben grote ervaring in deze bouwmethode.

Stabiliteit en sterkte

Verticale belastingen stellen meestal geen problemen bij massiefbouw. Bij metselwerk moet de fundering wel stijf genoeg zijn. Ook de verdiepingsvloeren kennen een grote draagkracht en stabiliteit.

Snelle plaatsing

Er zijn veel mogelijkheden om het bouwproces te versnellen. Er kan bijvoorbeeld gebruik worden gemaakt van prefab betonnen of gemetste wanden die op de werf aan elkaar worden bevestigd. Zo is het mogelijk om de droogtijd van 28 dagen voor beton te vermijden.

Prijs

Bij passiefbouw wordt massiefbouw volgens de website architectura.be iets goedkoper dan houtskeletbouw. Dat komt omdat er grotere houtsecties nodig zijn door de isolatiedikte en dat drijft de prijs van HSB naar omhoog. Bij massiefbouw is het daarentegen niet nodig om aangepaste materialen te gebruiken, daar kunnen gewoon dezelfde materialen gebruik worden als bij een woning die niet voldoet aan de eisen van de passiefbouw, met langere spouwankers.

14.1.2. Nadelen massiefbouw

Luchtdichtheid

Bij massiefbouw zorgt de pleisterlaag voor de luchtdichting, waardoor een tussenmeting niet meer mogelijk is en er amper correcties kunnen aangebracht worden. In de meeste gevallen is er ook geen leidingenspouw voorzien, waardoor de luchtdichtheid wordt doorbroken voor bijvoorbeeld stopcontacten en schakelaars.

Massa

Het grote gewicht van massieve wanden en vloeren heeft als gevolg dat er zware (gewapende) funderingen nodig zijn. Er zit met andere woorden veel geld in de grond.

14.2. Eigenschappen van houtskeletbouw

Houtskeletbouw (HSB) wordt op de website bsb-houtbouw.be beschreven als een niet volledige houtbouw (er bestaat ook houten massiefbouw) waarbij de dragende delen van een bouwwerk een houtconstructie vormen. Die constructie bestaat uit stijlen, regels en plaatmateriaal voor de wanden, balken en plaatmateriaal voor de verdiepingsvloeren en spanten of dakpanelen voor het dak. De isolatie wordt in de panelen ingewerkt. De constructie kan nadien aan de buitenkant worden afgewerkt naar keuze, bijvoorbeeld met gevelsteen, sidings ... Meer informatie betreffende 'houtskeletbouw' is te vinden in de masterproef van Sari Boer (juni 2012).

14.2.1. Voordelen houtskeletbouw

Snelle plaatsing

Houtskeletbouw is een droge manier van bouwen, waarbij veel minder water gebruikt wordt dan bij een massiefbouw. Bovendien kunnen houtskeletten gemakkelijk gefabriceerd worden en tegelijk worden aangepast aan vele specifieke situaties. Al de bouwdelen worden op de werf aan elkaar bevestigd. Dit resulteert in een snelle uitvoering en door de droge constructie kan de bouwheer zich sneller vestigen in de woning. Daarnaast is de isolatie gemakkelijk te plaatsen en is het eenvoudig om een gevelsteen aan HSB te verankeren.

Luchtdichtheid

Houtskeletwoningen zijn gemakkelijker luchtdicht te krijgen dan woningen in massiefbouw. De reden hiervoor is het feit dat er bij houtskeletbouw een tussenmeting (blowerdoor) kan gedaan worden, waarbij nog correcties mogelijk zijn. Daarenboven is het bij HSB evidentier om een leidingenspouw te voorzien. Zo is er geen doorboring van de luchtdichtheid voor bijvoorbeeld stopcontacten of schakelaars.

Minder massa

Door de lichte constructie worden minder eisen aan de fundering gesteld. Dit zorgt er ofwel voor dat er toch gebouwd kan worden op grond met een slechte draagkracht, ofwel dat de funderingen veel goedkoper kunnen worden uitgevoerd, vaak zonder wapening, wat resulteert in een prijsvoordeel.

Dunnere muren

Omdat er gebruikt gemaakt wordt van een dragend skelet (in hout of metaal) kan heel of een gedeelte van de isolatie tussen het skelet gestoken worden zodat de wanddikte beperkt blijft, met minder plaatsverlies tot gevolg.

Ecologisch

HSB is bovendien een bio-ecologische bouwwijze want hout is een nagroeibare grondstof.

Prijs

Bij een traditionele woning die gewoon voldoet aan de wettelijke normen en bijvoorbeeld een E-peil haalt van E80, is een houtskeletbouw woning volgens de website architectura.be ongeveer 10 % goedkoper dan een vergelijkbare woning opgetrokken in massieve materialen.

14.2.2. Nadelen houtskeletbouw

Amper thermische inertie

HSB is slechts een houten geraamte dat met plaatmateriaal wordt afgedekt. Er is weinig massa en daardoor ook weinig thermische inertie, met bijgevolg meer en sterkere temperatuurschommelingen. Als het gebouw veel ramen bezit in de gevel, is het aan te raden om zeker zonnewering te voorzien of andere maatregelen te treffen tegen oververhitting.

Prijs

Passieve houtskeletbouw blijkt volgens sommige bronnen duurder door het geringe aanbod van houtskeletbouwers die zich toeleggen op passiefhuisbouw. Tevens zijn er slechts enkele fabrikanten van de houten T-liggers die gebruikt worden bij de bouw van het houtskelet waardoor de prijzen te hoog zijn.

Ervaring

Op de website cederhoutenwoningen.be is te lezen dat skeletbouw vandaag in België de meest gebruikte techniek voor houten woningen is. In België wordt volgens een rondvraag door de website livios.be in mei 2007 houtskeletbouw gebruikt in 18 % van de woningen. Er zijn steeds meer aannemers die vertrouwd zijn met deze bouwmethode.

14.3. Besluit massiefbouw t.o.v. houtskeletbouw

Beide bouwmethodes blijken relevant en worden vaak toegepast in België. In deze masterproef wordt massiefbouw bekeken, houtskeletbouw vormt het onderwerp in de masterproef van Sari Boer. Ter informatie staat hieronder nog een manier vermeld om de twee voorgestelde bouwmethodes te combineren.

Brick 'n Wood

Op de website van Essenta Living staat te lezen dat de nieuwe, hybride bouwwijze 'Brick 'n Wood' de voordelen van massiefbouw met deze van houtskeletbouw verenigt. Binnenmuren en dragende structuur worden opgetrokken uit massieve bouwmaterialen (kalkzandsteen en beton). De isolerende en luchtdichte buitenmantel wordt uitgevoerd in houtskelet. Hierdoor kan de woning gemakkelijker energie-efficiënt en luchtdicht gemaakt worden terwijl er ook een thermische inertie is om de temperatuurschommelingen te beperken. Door de toepassing van duurzame materialen beperkt deze bouwmethode de ecologische voetafdruk.

15. Laag-energiewoning of passiefwoning

Een huis (ver)bouwen is voor velen de belangrijkste investering in een mensenleven: het is dus belangrijk om een goed inzicht te krijgen in het volledige bouwproces. Het is hierbij noodzakelijk een blik te werpen op de huidige actuele onderwerpen in de bouwwereld. Energiebewust bouwen staat hierbij centraal. In deze tijden van steeds strenger wordende eisen voor woningen en stijgende energieprijzen heeft het in het kader van deze masterproef geen zin om de doorsnee bouwdetails te analyseren. Het is toekomstgericht om meer aandacht te besteden aan bouwdetails voor laag-energiewoningen, passiefwoningen of nulenergiewoningen.

15.1. K-peil en E-peil

Het K-peil is een kengetal om de graad van warmteverliezen via de schil aan te geven, het plakt een getal op het isolatieniveau van een woning. Het gaat om de volledige isolatieschil: buitenmuren, vloeren, dak, vensters ... en niet om de afzonderlijke constructiedelen. Dit getal brengt naast de isolatiegraad van een gebouw ook de compactheid (de verhouding tussen het beschermd woonvolume en de warmteverliesoppervlakte) in rekening. Hoe lager het K-peil, hoe minder warmteverliezen. Een huis dat erg goed geïsoleerd is, maar een groot contactoppervlak heeft met de buitenomgeving, kan bijvoorbeeld meer warmte verliezen dan een wat minder geïsoleerd huis dat heel compact wordt gebouwd. Vooral de vermindering van het aandeel ruimteverwarming krijgt hier veel aandacht gezien het procentuele aandeel van deze energiefunctie (70 % in 2006 volgens de website livios.be).

Het E-peil drukt de globale energieprestatie uit van een woning. Dit getal geeft een breed inzicht in het energieverbruik van de woning in normale omstandigheden. Hoe lager het E-peil, hoe minder energie een woning nodig heeft voor ruimteverwarming, de productie van sanitair warm water, elektriciteit ... Uiteraard bepaalt het K-peil in grote mate het E-peil. Maar ook andere factoren spelen een rol, zoals de ventilatieverliezen (ventileren kost energie), de interne warmtewinsten (bijvoorbeeld oriëntatie van ramen naar het zuiden), de technische installaties voor verwarming, koeling en elektriciteit ...

Met een relatief beperkte isolatie is het toch mogelijk om een bovengemiddeld E-peil te scoren. Als bijvoorbeeld een wat minder goed geïsoleerde woning uitgerust wordt met zonnepanelen, een warmtepomp en een zonneboilersysteem zal het E-peil flink dalen. Maar dat is uiteraard niet de bedoeling. Specialisten adviseren om in de eerste plaats aandacht te schenken aan isolatie. In de EPB-eisen, zie '15.2. Huidige Belgische EPB-eisen' op bladzijde 177, worden daarom voor zowel K-peil als E-peil verplichtingen opgelegd. Zorg dus in eerste instantie voor een beperking van de warmtevraag door goed te isoleren. Aan de isolatie kan er achteraf meestal weinig meer veranderen om ze te verbeteren.

15.2. Huidige Belgische EPB-eisen

Alle gebouwen waarvoor vanaf 1 januari 2006 een aanvraag om te bouwen of verbouwen wordt ingediend, moeten op energetisch gebied en op vlak van binnenklimaat wettelijk voldoen aan bepaalde eisen. Die eisen worden de EPB-eisen genoemd. EPB staat voor EnergiePrestatie en Binnenklimaat en heeft betrekking op het energetische totaalpakket van een woning: isolatie, luchtdichtheid, zonnepanelen, ventilatie, verwarmingssystemen, luchtkwaliteit ... De eisen zijn ingevoerd door de Europese Unie om het energieverbruik per huishouden te drukken. De bedoeling is om in functie van het Kyoto-protocol de CO₂-uitstoot te verminderen.

De EPB-eisen steunen op het hierboven vermelde E-peil en K-peil, beide uitgedrukt in een getal. Hoe lager die getallen, hoe energiezuiniger de woning is. De EPB-eisen bepalen aan welke minimale energievoorschriften een gebouw moet voldoen, maar leggen geen specifieke eis op voor de compactheid van een gebouw. Bij de bepaling van het K- en E-peil wordt er wel rekening mee gehouden. Een compact gebouw zal met minder inspanningen aan de eisen voldoen.

Concreet vertaalt de EPB-regelgeving zich in eisen op drie niveaus: thermische isolatie-eisen (K-peil), algemene energieprestatie (E-peil) en binnenklimaatseisen (ventilatie en vermijden van oververhitting).

15.2.1. Verschillen tussen Vlaanderen, Brussel en Wallonië

De EPB-eisen verschillen in België van gewest tot gewest, zie 'Tabel 10: EPB-eisen voor nieuwbouw van woningen in België' op bladzijde 178.

Tabel 10: EPB-eisen voor nieuwbouw van woningen in België

Bron: www.energiesparen.be en www.renson.be

Woongebouwen	VLAANDEREN	WALLONIË	BRUSSEL
Thermische isolatie	K40 vanaf 2012 U _{max} + inrekenen bouwknopen	K40 vanaf 2012 U _{max}	K40 U _{max}
Energieprestatie	E70 vanaf 2012 E60 vanaf 2014	E60 vanaf 2012	E60 vanaf 2012
Binnenklimaat	Residentiële ventilatie en beperking risico op oververhitting	Residentiële ventilatie en beperking risico op oververhitting	Residentiële ventilatie en beperking risico op oververhitting

Vlaanderen komt een beetje achter aangezien E60 pas het wettelijk maximum wordt in 2014, terwijl deze eis al vanaf 2012 geldt in Wallonië en Brussel. Het is ook duidelijk dat de eisen steeds strenger worden, waardoor het relatieve aandeel van bouwmaterialen in de milieu-impact van een gebouw toeneemt.

15.2.2. Verschillen afhankelijk van functie: wonen, kantoor, school, industrie

Gebouwen met een bestemming los van wonen krijgen ofwel dezelfde, ofwel minder strenge eisen. Woongebouwen moeten dus altijd het laagste E-peil halen.

15.2.3. Omschrijving van een woonfunctie

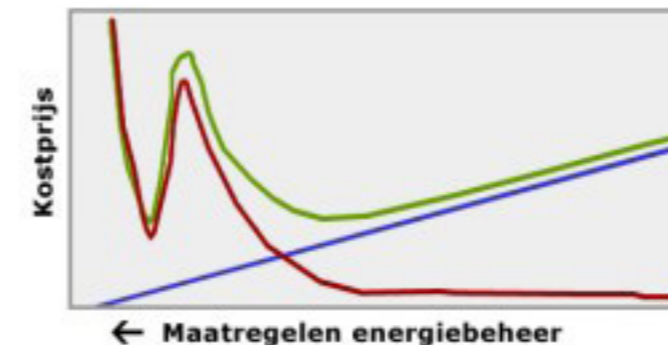
Het Vlaams Energieagentschap (VEA) omschrijft de woonbestemming als volgt:

- Een gebouw bestemd voor individuele of collectieve huisvesting.
- Aanvullende beoordelingscriteria :
- Criterion voor een gebouw met individuele woonbestemming: een wooneenheid is een eenheid die over de nodige woonvoorzieningen beschikt om autonoom te kunnen functioneren; meer bepaald een toilet, een douche of bad en een keuken of kitchenette.
- Criterion voor gebouwen met collectieve woonbestemming: aanwezigheid van collectieve voorzieningen en geen aanwezigheid van wooneenheden.
- Eéngesinswoning
 - Appartementsgebouw
 - Serviceflats voor bejaarden
 - Woningen in vakantieparken (chalet, bungalow)
 - Internaatdeel bij een school
 - Studentenhoe
 - Verblijfsdeel van een kazerne
 - Klooster
 - Nachtopvang daklozen
 - Tehuis voor kortverblijf, gezinsvervangend tehuis of observatiecentrum voor personen met een handicap
 - Autonoom centrum voor algemeen welzijnswerk: residentieel
 - Residentiële voorziening voor bijzondere jeugdbijstand: begeleidingstehuis, gezinstehuis, onthaal-, oriëntatie- en observatiecentrum

15.3. E35 als optimum

Het komt erop neer om de meerkosten van energiezuiniger bouwen af tegen hun financiële rendabiliteit. Het heeft puur financieel immers geen zin om duizenden euro's te investeren in een maatregel die slechts enkele honderden euro's oplevert. Een berekening door de Vlaamse Confederatie Bouw (VCB) uit het voorjaar van 2011 toont aan dat een E35-woning de meest voordelige investering is, als ook de besparing op energiekosten en de subsidies mee worden verrekend. De VCB ging uit van een alleenstaande, maar compacte

kubusvormige woning met een bewoonbare oppervlakte van 200 vierkante meter. Het investeringsbedrag voor een laag-energiewoning ligt wel voelbaar hoger dan diezelfde woning aan een E80 of E60-peil. Maar de maandelijkse kost ligt het laagst voor E35. Bij rijwoningen en appartementen ligt volgens de E-calculator het optimale E-peil eerder in de buurt van E60. Wie nog beter wil doen, en een passiefhuis of bijna energieneutrale (BEN) woning wil, spaart enorm veel uit op kosten voor energie, maar moet aanzienlijk meer investeren in isolatie en energiezuinige technieken, waardoor de maandelijkse aflossing dan toch weer wat hoger komt te liggen dan voor een E35-huis. Een groot voordeel bij een passiefhuis of BEN-woning is dat deze huizen nu al zijn aangepast aan de normen van morgen. In 2021 moeten namelijk alle nieuwe gebouwen in Europa bijna energieneutraal zijn. Stel dat de bouwheer na 2021 zijn BEN-woning zou verkopen, dan is zijn huis veel meer waard ten opzichte van even oude woningen die maar een E-peil van E80 of E60 halen.



Afbeelding 17: Investering en verbruikskosten voor energiezuinig bouwen

Bron: www.livios.be

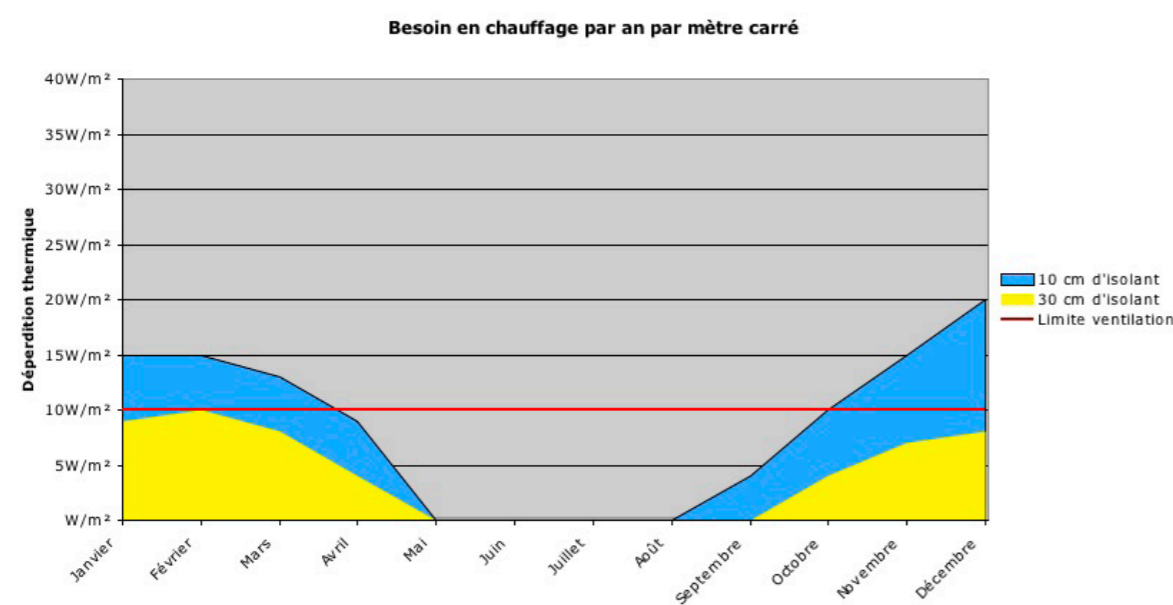
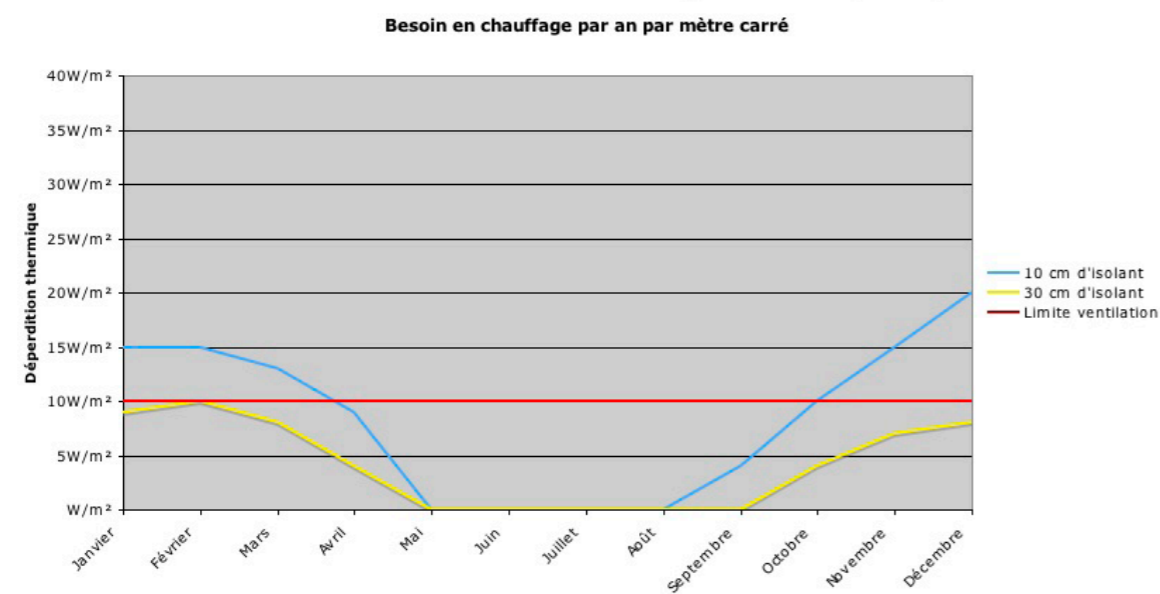
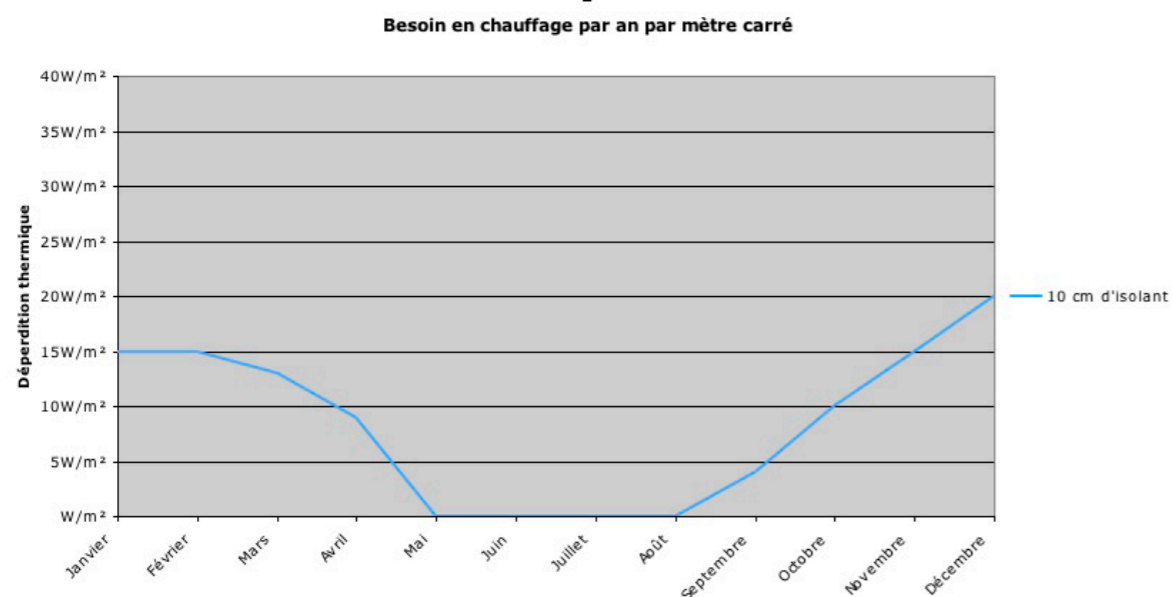
Hoe meer naar links in de grafiek, hoe meer energiebesparende maatregelen genomen worden. De blauwe stijgende rechte geeft de verbruikskosten weer: die dalen naarmate de bouwheer meer energiemaatregelen neemt. De rode onderste kromme staat voor de afschrijving op de investeringen. Zolang er in de huidige stand van de techniek gebleven wordt, stijgen die relatief licht. De groene bovenste kromme is de som van de twee andere curves. Een eerste optimum is te vinden rond K35, een tweede is te vinden rond K15, na het bekomen van een passiefhuiscertificaat met bijhorende subsidies.

15.4. Eigenschappen laag-energiewoning

Onder laag-energiewoning wordt, in het kader van de federale belastingvermindering, een woning verstaan die is gelegen in een lidstaat van de Europese Economische Ruimte waarvan de totale energievraag voor ruimteverwarming en koeling beperkt blijft tot 30 kWh per m² geklimatiseerde vloeroppervlakte. Een laag-energiegebouw heeft echter geen strikte definitie zoals een passiefhuis, zie '15.5. Eigenschappen passiefwoning' op bladzijde 181. Een eerste ruwe indicatie om aan de voorwaarde te voldoen, is in de meeste gevallen een combinatie van een K-peil lager dan K25, een E-peil lager dan E40 en een goede luchtdichtheid. Dat is beter dan de doorsnee nieuwbouw van vandaag (met K40 en E70 als wettelijk verplichte maxima, zie 'Tabel 10: EPB-eisen voor nieuwbouw van woningen in België' op bladzijde 178), waardoor de behoefte aan verwarming kleiner wordt.

15.4.1. Voordelen laag-energiewoning

Een laag-energiewoning verbruikt volgens de websites immoweb.be en livios.be 50 tot 60 % minder energie voor de verwarming in vergelijking met een klassieke woning, waardoor de bouwheer bespaart op zijn verwarmingskosten. Door de beperkte verwarmingskosten ontstaat een terugverdieneffect. Minder energiegebruik betekent natuurlijk ook minder uitstoot van CO₂. Een laag-energiewoning is dus beter voor het milieu in vergelijking met een standaard woning.



Afbeelding 18: Grafieken in verband met grenswaarde van 15 kWh/m²/jaar
Bron: notremaisonpassive.blogspot.com

15.4.2. Nadelen laag-energiewoning

De terugverdientijd schommelt volgens de website livios.be rond de 15 tot 20 jaar, zowel door een lagere energierekening als door belastingsvermindering en premies.

15.5. Eigenschappen passiefwoning

Onder passiefwoning wordt in het kader van de federale belastingvermindering een woning verstaan die is gelegen in een lidstaat van de Europese Economische Ruimte en die aan de volgende voorwaarden voldoet:

1. De totale energievraag voor ruimteverwarming en koeling blijft beperkt tot 15 kWh per m² geklimatiseerde vloeroppervlakte per jaar.
2. Bij een luchtdichtheidsproef (overeenkomstig de norm NBN EN 13829) met een drukverschil tussen binnen- en buitenomgeving van 50 pascal is het luchtverlies niet groter dan 60 % van het volume van de woning per uur (n50 niet groter dan 0,6/uur).
3. De totale hoeveelheid primaire energie voor alle toepassingen, sanitair warm water en ruimteverwarming en koeling is beperkt tot 120 kWh per m² geklimatiseerde vloeroppervlakte per jaar.
4. Sommige bronnen vermelden ook dat de temperatuuroverschrijdingsfrequentie 25 °C = 5 %.

Om aan de voorwaarden te voldoen benut een passiefhuis zo veel mogelijk gratis energie uit de omgeving. Onder meer door een doordachte oriëntatie en indeling van de woning en het strategisch plaatsen van raampartijen. Een passiefhuis haalt zijn warmte uit zonlicht, lichaamswarmte van de bewoners, warmteverliezen van elektrische apparaten en warmterecuperatie bij mechanische luchtverversing.

Bij een passiefhuis gaat de investering die normaal zou benut worden voor een verwarmingsinstallatie, gebruikt worden voor het plaatsen van meer isolatie in muren, vloeren en dak ($U < 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$) met minimale koudebruggen, beter isolerende (driedubbele) beglazing en speciaal raamwerk ($U < 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$), zeer goede luchtdichting en betere ventilatie. De K-waarde van een passiefhuis bedraagt ongeveer K15. Het E-peil ligt rond E30. Het totaal energiegebruik van een passiefhuis ligt hiermee volgens de website van passiefhuisplatform zo'n factor 2,5 lager dan dat van een laag-energiewoning. Het totale energieverbruik van een passiefhuis is gemiddeld 75 % lager dan een traditionele nieuwbouwwoning. Ten opzichte van het bestaande Vlaamse woningbestand ligt het energieverbruik (en bijbehorende energiefactuur) zelfs tot 85 % lager.

In een passiefhuis is er geen algemene verwarmingsinstallatie voor ruimteverwarming nodig. Vandaar de naam 'passiefhuis', omdat een dergelijke woning niet meer actief moet worden verwarmd. Daarom is het ontwerp-verwarmingsvermogen beperkt tot het vermogen dat kan worden getransporteerd door de minimaal vereiste ventilatielucht, zie '15.5.1. Waar komt de richtwaarde '15 kWh/m²/jaar' vandaan?' op bladzijde 181. De luchtkwaliteit en een goed binnenklimaat zijn verzekerd door mechanisch gebalanceerde ventilatie met hoge mate van warmterecuperatie of warmteterugwinning.

Anders dan een laag-energiewoning is een passiefhuis dus rechtstreeks gelinkt aan een welbepaalde constructiestandaard voor woongebouwen met een goed binnenklimaat gedurende zowel winter als zomer, zonder traditioneel verwarmings- of koelsysteem.

15.5.1. Waar komt de richtwaarde '15 kWh/m²/jaar' vandaan?

Dit is een heel technisch onderwerp. De essentie van onderstaande uitleg is afgeleid van de website notremaisonpassive.blogspot.com.

Eén van de voorwaarden om een passiefhuiscertificaat te krijgen is een energievraag van maximum 15 kWh per vierkante meter geklimatiseerde vloeroppervlakte op jaarbasis. 1 kWh is de arbeid die wordt verricht of de energie die wordt gebruikt als een vermogensbron één kilowatt (1000 watt) gedurende 1 uur moet leveren. Een apparaat van bijvoorbeeld 10 watt verbruikt in 24 uur $10\text{W} \cdot 24\text{h} = 240\text{Wh} = 0,24\text{kWh}$. Het idee van een passiefhuis is zodanig isoleren dat kan naverwarmd worden via de ventilatielucht. Deze naverwarming heeft verschillende beperkingen. Ten eerste mag de ingeblazen lucht niet warmer zijn dan 50 °C, anders verbrandt het stof. Ten tweede is de minimum invoer 30 m³ per persoon. Meer ventileren is echter niet aan te raden om zo de warmteverliezen te beperken. Ten derde heeft lucht maar een beperkte warmtecapaciteit: $710 \text{ J/kgK} \cdot 1,29 \text{ kg/m}^3 \cdot 1/3600 \text{ Wh/J} = 0,33 \text{ Wh/m}^3\text{K}$ bij 20 °C.

$30 \text{ m}^3/\text{h}/\text{pers} \cdot 0,33 \text{ Wh/m}^3\text{K} \cdot (50-20) \text{ K} = 300 \text{ W}/\text{pers}$, met 30 m² per persoon geeft dit 10 W/m² als maximum. De grafieken met resultaten van berekeningen van de warmteverliezen op elke dag van het jaar staan op 'Afbeelding 18: Grafieken in verband met grenswaarde van 15 kWh/m²/jaar' op bladzijde 180.

Elke woning heeft natuurlijk zijn eigen curve, afhankelijk van oriëntatie, raamoppervlakte, ventilatiesysteem ... Door te integreren over de tijd en hierdoor alle dagelijkse vermogens gedurende een jaar op te tellen wordt de overstap gemaakt van W/m² naar kWh/m²/jaar.

Het Passiefhuisinstituut heeft na verschillende studies berekend dat huizen in Noord Europa die beantwoorden aan het criterium van 10 W/m², een totaal verlies hebben van 15 kWh/m²/jaar. Hierbij is rekening gehouden met de buitentemperatuur (en dus de invoertemperatuur van de ventilatielucht), de warmtecapaciteit van lucht en de maximale opwarmtemperatuur. De berekeningen zijn te vinden in '25.5. Bijlage: Berekening van 15 kWh/m²/jaar' op bladzijde 252.

Opmerking: Deze berekening is dus gebaseerd op het feit dat de bouwheer moet naverwarmen op de ventilatielucht, terwijl in bijvoorbeeld Nederland of België de meerkost van verwarmen via radiatoren beperkt kan zijn omdat de bouwheer toch al sanitair warm water moet hebben.

15.5.2. Voordelen passiefwoning

In een passiefhuis zijn de verwarmingskosten tot een minimum herleid. Het verbruik van de verwarming ligt 85 tot 90 % lager dan een klassieke woning. Door de afwezigheid van verwarmingskosten wordt een terugverdieneffect gecreëerd. Het is daarenboven één van de meest milieuvriendelijke vormen van wonen.

15.5.3. Nadelen passiefwoning

Het grootste nadeel zit in de moeilijkheid voor het behalen van een passiefhuiscertificaat, dat de bouwheer nodig heeft om in aanmerking te komen voor de premies.

Als de meerinvestering en de besparing op de energiefactuur (tegen de huidige energiekost) samengeteld worden, en gespreid over een afbetalingstermijn van 20 à 30 jaar, ligt de prijs van een passiefhuis volgens onder andere de website livios.be doorgaans nog steeds zo'n 10 % boven een klassiek (slecht geïsoleerd) gebouw.

De meerprijs van de eerste afgewerkte passiefhuizen in Vlaanderen blijft echter onder deze algemene tendens. Voor een stuk vanwege het grote aandeel van de bouwheer in de constructie van het gebouw. Wie zelf de handen uit de mouwen steekt (onder meer om zijn woning luchtdicht te maken), kan dus ook flink wat besparen.

15.6. Energieneutraal in 2020

De Europese Unie legt vast dat vanaf 2019 alle nieuwe publieke gebouwen en vanaf 2021 alle nieuwe gebouwen 'bijna energieneutraal' moeten zijn. Bijna-energieneutraal wilt zeggen dat een woning vanaf 2021 nog nauwelijks energie mag verbruiken. De meningen over hoe dat precies moeten gerealiseerd worden, lopen uiteen. Vertaald naar een E-peil houdt de Europese richtlijn in dat de gebouwen binnen de tien jaar naar een peil tussen E30 en E10 moeten evolueren. Geen sinecure gelet op het feit dat het maximum E-peil in Vlaanderen vandaag nog E70 bedraagt, zie 'Tabel 10: EPB-eisen voor nieuwbouw van woningen in België' op bladzijde 178.

Bijna-energieneutraal wonen wilt echter niet zeggen dat er passief moet gebouwd worden. Een bijna-energieneutrale woning is namelijk geen specifieke bouwstandaard, zoals een passiefhuis dat wel is, zie '15.5. Eigenschappen passiefwoning' op bladzijde 181. Europa verwijst in zijn richtlijn nergens naar de exacte eigenschappen van een dergelijke woning. In principe kan dus ook een iets minder goed geïsoleerde woning of een woning die natuurlijk geventileerd wordt (dus zonder de mechanische balansventilatie van een passiefhuis) bijna-energieneutraal zijn, als er maar in genoeg hernieuwbare energie voorzien wordt.

15.7. Besluit passiefwoning t.o.v. laag-energiewoning

Omdat passiefwoningen nog een stap verder gaan en daardoor nog toekomstgerichter zijn, worden enkele bouwdetails van passiefwoningen onderzocht. Vaak verschillen de details niet veel van deze voor laag-energiewoningen. De conclusies zullen waarschijnlijk gelden voor beide methodes om energiezuinig te bouwen.

16. Analyse van bestaande informatie

16.1. Bronnen i.v.m. bouwdetails

16.1.1. Boeken in verband met bouwdetails

16.1.1.1. Bundels met bouwdetails - Stad Gent (2010)

Omdat de kloof tussen theorie en praktijk nog altijd groot is, gaf Stad Gent aan Passiefhuis-Platform vzw en Vibe vzw de opdracht om handleidingen op te stellen voor het bouwen van zeer energiezuinige woningen met bijzondere aandacht voor luchtdichting, koudebrugvrij bouwen, en met aanbevelingen voor een duurzame keuze van materialen.

Deze bundels bevatten bouwdetails voor massiefbouw en houtskeletbouw, zowel voor een laag-energiewoning als een passiefwoning. Alle vier zijn ze opgesteld door een groep professionelen met verschillende interesses in de bouwwereld, waardoor het eindresultaat zeker als referentie kan dienen. Zowel architecten, verkopers als aannemers hadden hun inbreng.

De bundels met details in massiefbouw bevatten 10 bouwdetails, voor houtskeletbouw zijn er 16 details uitgewerkt. In alle bundels komen de aansluiting van een begane grondvloer op een gevel, de detaillering van een raamopening en de aansluiting van het dak aan bod. De extra bouwdetails voor HSB gaan over de aansluiting van een binnenmuur op een buitenwand, de aansluiting van een tussenvloer op de gevel en de detaillering van een dakvlakraam.

In de bundels staat ook duidelijk vermeld dat het om referentiedetails gaat. De bouwdetails zullen nooit algemeen geldig zijn. Deze details vormen een goed vertrekpunt maar moeten aangepast worden aan de specifieke situatie.

Een groot voordeel is de beschikbaarheid: alle bouwdetails kunnen gratis gedownload worden in dwg of pdf, en ook de afgedrukte publicaties worden gratis uitgedeeld.

16.1.1.2. Referentiedetails Woningbouw - SBR (2010)

Ir. Cindy Vissering en ir. Ruud Geerligts lieten tijdens een bezoek aan SBR in Rotterdam op donderdag 8 maart 2012 weten dat veel professionelen inspraak hadden voordat deze referentiedetails gepubliceerd werden. Op deze manier bestaat er een zekerheid wat de algemene geldigheid van de informatie betreft. De details bevatten wel soms Nederlandse bouwmethodes die in België weinig toepassing kennen. De boeken met referentiedetails bevatten veel varianten en zijn daardoor heel lijvig. De dikte brengt ook een hoge aankoopprijs met zich mee omdat al het werk uiteraard moet terugverdiend worden.

16.1.1.3. Vergelijking Stad Gent en SBR

Aangezien de bundels van Stad Gent dichterbij de Belgische bouwmethodes staan en minder specifiek zijn, waardoor ze meer gelden als referentie, gaat de keuze uit naar deze Vlaamse bron. De bundels zijn ook nagekeken en goed bevonden door ir. Ruud Geerligts, programmamanager van de referentiedetails bij SBR.

16.1.2. Websites in verband met bouwdetails

16.1.2.1. Milieadvieswinkel.be

Deze website bevat niet zo duidelijke bouwdetails die een handgetekende indruk geven. Bovendien zijn er niet veel details aanwezig en gelden ze niet direct als referentie. Deze opmerking komt ook al aan bod in '11.2. Samenwerking met MilieuAdviesWinkel.be' op bladzijde 164. De bouwdetails worden verder niet gebruikt.

16.1.2.2. PassiefhuisPlatform.be (2008)

Het project 'bouwdetails in passiefhuisstandaard' werd opgestart om te voldoen aan een toenemende vraag naar technische informatie over passief bouwen. Binnen dit project werden in samenwerking met een brede waaier aan bouwprofessionelen (architecten, aannemers, producenten, installateurs, kennisinstellingen ...) bouwdetails uitgewerkt voor een houtbouwsysteem met I-liggers en een massiefbouw systeem met buitengevelisolatie. De uitgewerkte oplossingen geven een beeld van hoe een goed luchtdicht en koudebrugvrij detail kan worden opgebouwd, en willen daarbij enkel dienen als inspiratiebron. Gezien deze details werden

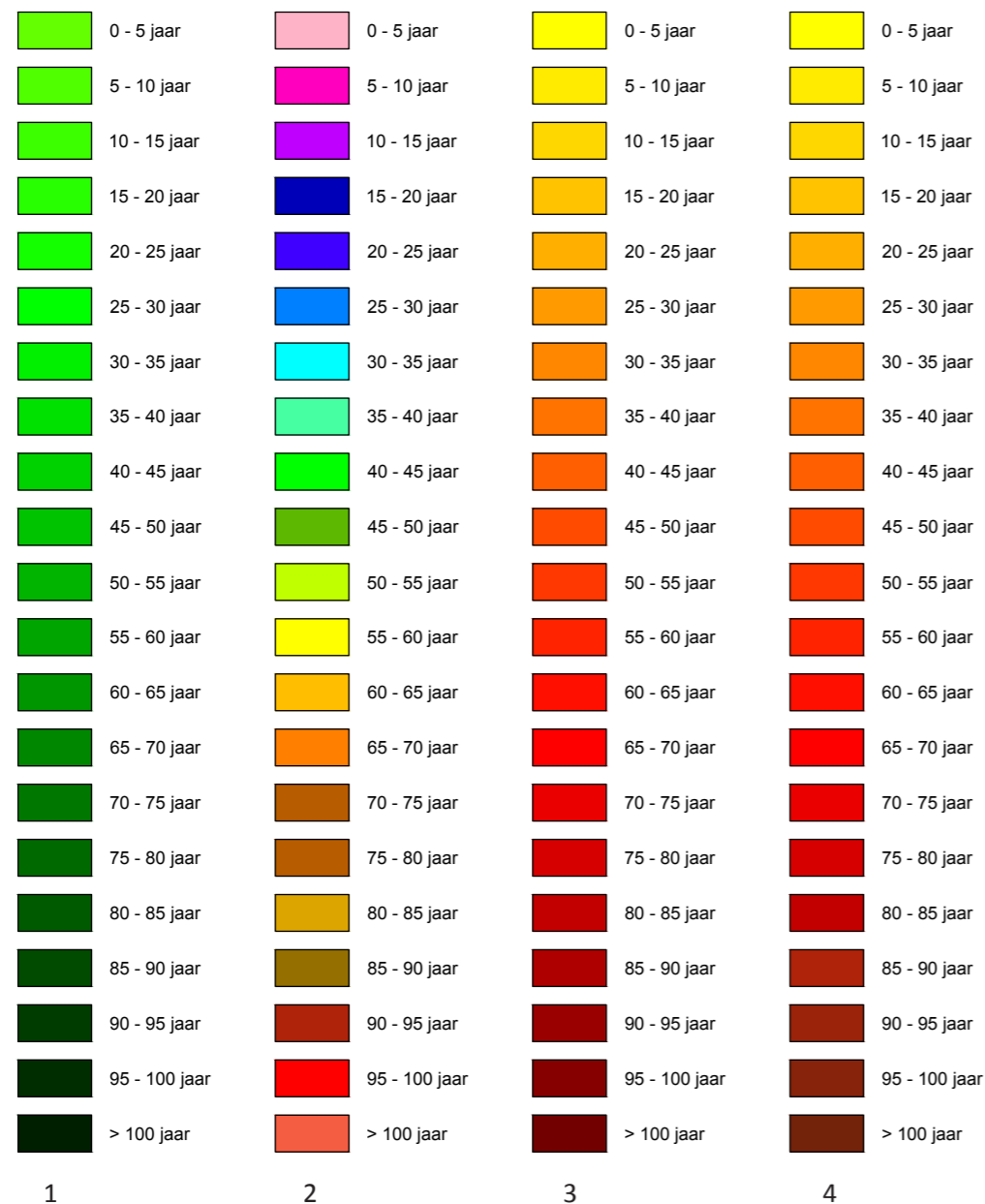
opgesteld toen passief bouwen nog erg nieuw was op de Belgische markt, zijn er ondertussen heel wat nieuwe en efficiëntere oplossingen beschikbaar. Het gebrek aan dwg-bestanden is een tweede nadeel. De bouwdetails zijn wel gratis te downloaden, maar enkel in pdf-formaat.

16.1.2.3. archidat.nl/bouwcad-online = bouwkosten-online.nl/bouwcad-online

Op een afbeelding van een woning staan de locaties waarvoor bouwdetails beschikbaar zijn duidelijk aangegeven. De bezoeker kan eenvoudig klikken op bijvoorbeeld de dakrand en dan verschijnen de mogelijke bouwdetails. Voor elke aansluiting zijn meerdere details uitgewerkt, die te downloaden zijn in dwg- of pdf-formaat na het aanmaken van een account.

16.1.3. Besluit bronnen i.v.m. bouwdetails

De bundels van Stad Gent staan het dichtst bij de Vlaamse bouwmethodes. Bovendien zijn deze gratis beschikbaar én kunnen de bouwdetails via de cd-rom rechtstreeks in AutoCAD bewerkt worden. De goede inhoud in combinatie met deze praktische voordelen maken van deze bundels een geschikte bron om op verder te werken.



Afbeelding 19: Test met kleurcodes

17. Ingekleurde bouwdetails

Nu gekozen is welke details ingekleurd worden, kan de analyse op basis van de levensduur van bouwmaterialen in bouwdetails beginnen. De materialen die aanwezig zijn in op details worden bepaald op basis van de materiaalbladzijden uit '7. Materiaalbladzijden per materiaalgroep' op bladzijde 57 en volgende. Er wordt telkens gekozen voor het meest aan te raden materiaal uit de materiaalgroep. Op deze manier bestaat het bouwdetail al zeker uit milieubewuste en betaalbare materialen. Maar deze materialen communiceren ook met elkaar. Er moet dus gecontroleerd worden als deze ideale materialen in dat detail wel te combineren zijn. En dan komt ook de insteek van deze masterproef aan bod: hoe zit het met de levensduur van de geselecteerde materialen. Zorgt de keuze voor het beste materiaal uit de materiaalgroep ook voor een bouwdetail met materialen waarvan de levensduur van structuur naar afwerking afneemt? Indien niet, dan moet het detail aangepast worden, zie '18. Herwerkte bouwdetails' op bladzijde 187 en volgende.

17.1. Tabel

Alle benoemde materiaallagen krijgen op de bouwdetails een nummer toegekend dat overeenkomt met de uitvoeringsvolgorde. Dit nummer komt ook voor in de tabel, waar de materiaalnaam en de bijhorende levensduur vermeld staan. Door de extra kolommen die verwijzen naar de informatie in de materiaalbladzijden, zie '7. Materiaalbladzijden per materiaalgroep' op bladzijde 57 en volgende, is duidelijk te zien welke materialen afgeleid zijn uit deze masterproef en welke levensduren gezocht werden in andere bronnen met levensduurwaarden, zie '4.1. Bronnen i.v.m. levensduur' op bladzijde 15 en volgende.

17.2. Keuze kleurcode

De zoektocht naar een communicatieve kleurcode is moeilijker dan men denkt. Enerzijds moeten de kleurovergangen logisch zijn, anderzijds moet er genoeg verschil zichtbaar zijn. Er werd ook rekening gehouden met eventuele prints in grijswaarden, de kleurcode moet ook dan een leesbaar resultaat opleveren. Verschillende kleurschakeringen werden uitgewerkt, de belangrijkste staan hieronder vermeld en zijn te zien op 'Afbeelding 19: Test met kleurcodes' op bladzijde 184.

In de eerste test bevat de kleurcode enkel groentinten: van lichtgroen naar donkergroen. Dit blijkt te weinig kleurschakeringen te bevatten om duidelijk te zijn. Een print in grijswaarden is hier wel mogelijk omdat de kleuren van licht naar donker gaan.

Een tweede poging maakt het kleuraanbod veel ruimer, maar het heeft een iets te groot "kleurboekeffect". Er zit weinig logica in de opeenvolging van kleuren en zowel donkere als lichte kleuren kunnen wijzen op een lange of korte levensduur. De gebruiker zal veel te veel naar de legende moeten kijken om te weten welke levensduur een materiaal heeft.

Een derde test brengt verschillende kleuren bij elkaar die toch een logische samenhang hebben: geel, oranje en rood. Op deze manier ontstaan er meer verschillende kleuren, dus de leesbaarheid stijgt. De kleuren gaan ook van licht naar donker, dus een afdruk in grijswaarden is mogelijk.

Een vierde test voegt nog een vierde kleur toe aan de reeks: bruin. De overgang van rood naar bruin is echter duidelijk minder geleidelijk dan alle andere kleurovergangen. Ook was het bruin meer een vervanger voor het donkere rood, dus de kleurverschillen tussen de andere jaartallen bleven gelijk. Daarbij kan het bruin verkeerd geassocieerd worden met hout, wat toch te vermijden is.

De derde kleurcode blijkt dus de beste te zijn. Merk op dat de rode kleur niet geassocieerd mag worden met "slecht" of "verboden". De lange levensduur van het rood ingekleurde materiaal zal goed of slecht zijn afhankelijk van het bouwdetail of de situatie. De kleurcode staat hier volledig los van.

De methode die gebruikt wordt om de bouwdetails in te kleuren staat uitgelegd in '20. Passiefbouwdetails voor woningen' op bladzijde 191.

18. Herwerkte bouwdetails

18.1. Algemene wijzigingen i.v.m. leesbaarheid

De leesbaarheid van een detail is sterk afhankelijk van de doelgroep. Architecten of aannemers gaan sneller de conventionele arceringen begrijpen dan een leek zoals de bouwheer. Omdat de bundels van Stad Gent toegankelijk zijn voor iedereen, is het belangrijk dat de bouwdetails zo communicatief mogelijk zijn. Vaak ontbreekt informatie zoals (de tussenafstand bij) spouwankers, de funderingsdiepte, de dakopstand ... Ook toevoeging van een baksteenmotief, de isolatietape en de isolatienaden verhogen de duidelijkheid. Niet alle doorgesneden materialen krijgen in het originele bouwdetail een gekleurde opvulling. In de herwerking is gekozen om alle materialen een opvulling te geven, zodat voor de gebruiker snel duidelijk is op welke plaatsen geen materiaal maar wel lucht zit. Hoe leesbaarder het bouwdetail, hoe evidentier het gebruik, wat hopelijk zorgt voor een nauwkeurige uitvoering met een langere levensduur tot gevolg. Verder worden enkele benamingen aangepast, 'gebrande bitumen' wordt bijvoorbeeld vervangen door 'gelaste bitumen'.

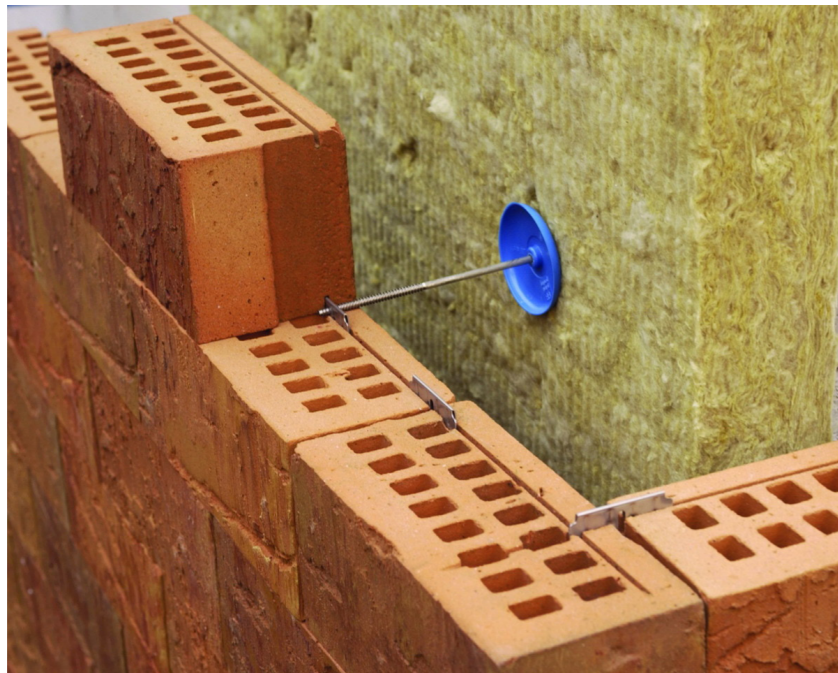
18.2. Wijzigingen i.v.m. levensduur

Als een aan te raden bouw materiaal niet de geschikte levensduur bezit voor gebruik in dat detail, dan moet een alternatief gezocht worden. Dat alternatief moet natuurlijk ook nog altijd milieubewust en betaalbaar zijn, en daarbovenop moet het de gewenste levensduur bezitten. Als de ene baksteen door de andere wordt vervangen zal het bouwdetail niet veel wijzigen. Als het nieuwe materiaal echter een andere sterkte bezit of een andere bouw methode vraagt, zal het detail grote veranderingen ondergaan.

In een planning voor beheer en onderhoud is het handig om verschillende materiaallagen te hebben waarvan de levensduur een veelvoud is. Bijvoorbeeld een isolatielaag die 75 jaar zijn functie kan behouden, wordt aan de buitenzijde best afgewerkt door een materiaal met een levensduur van 15, 25, 37,5 of natuurlijk 75 jaar. Als het meest aan te raden of gekozen materiaal een kleinere levensduur heeft dan deze voorkeurslevensduren, kan deze gemiddelde levensduur verlengd worden door meer aandacht te besteden aan één van de factoren vermeldt in '3.2. Levensduur als invloedsfactor' op bladzijde 11. Als deze extra aandacht zorgt voor een positieve afwijking van de gemiddelde uitgangspunten vermeldt in '4.1.1.2. Levensduur van bouwproducten - methode voor referentiewaarden - SBR (2011)' op bladzijde 15, dan kan via de factormethode een vermenigvuldiging van de levensduur met een getal tussen 1 en 1,2 ervoor zorgen dat wel een voorkeurslevensduur bereikt wordt. Meer informatie betreffende 'factormethode' is te vinden in de masterproef van Sari Boer (juni 2012). Voor een referentiedetail is er natuurlijk geen mogelijkheid om in te spelen op bijvoorbeeld het binnen- of buitenklimaat, maar wel op het ontwerp en de detaillering. Door wijzigingen en toevoegingen wordt een bouwdetail bekomen met meer aandacht voor de levensduur van de bouwmaterialen. Een opsomming van enkele veel voorkomende aanpassingen is te vinden in de herwerkte bouwdetails en in '21.3. Hoe kan de levensduur verlengd worden?' op bladzijde 231 en volgende. Deze uitleg is niet aanwezig bij de bouwdetails om herhaling te vermijden. Bij de bouwdetails staat dus enkel de uitleg van aanpassingen die enkel in dat bouwdetail voorkomen. Bij de aanpassingen ligt de focus niet op demontabel bouwen, wel op een nazicht van bestaande traditionele referentiedetails.

Naast de analyse en aanpassing van de bouwdetails kan ook nog een scenario uitgewerkt worden met een specifieke eis wat betreft de levensduur. Een detail kan bijvoorbeeld herwerkt worden voor een situatie waarbij het 25, 50, 75 of 100 jaar zijn dienst moet bewijzen, met dan nog eens de mogelijkheid om te kiezen tussen een milieubewuste, een milieuvervuilende, een arme of een rijke bouwheer. Dit werd geprobeerd maar uiteindelijk niet toegevoegd aan de masterproef. Deze scenario's toonden de bruikbaarheid van de materiaalbladzijden aan voor de afwerkingsmaterialen, maar de materiaalgroepen over draagconstructies zijn te beperkt om materialen met een lagere levensduur te vinden. Een grondige uitwerking van de scenario's zou de focus snel op demontabel bouwen brengen, wat niet het hoofddoel van deze masterproef is. Bij de poging om de bouwdetails op deze manier uit te werken kwam wel duidelijk de bruikbaarheid van een vergelijking op materiaalniveau naar boven. Een analyse op elementniveau zou minder oplossingen bieden.

Het herwerkt detail wordt twee keer weergegeven. Een eerste keer naast de tabel met materialen en levensduren, een tweede keer naast de tabel en tekst met aanpassingen om de levensduur te verhogen. Zo staat naast de tekst altijd het bouwdetail waarover gesproken wordt afgebeeld, wat het gebruiksgemak van deze masterproef verhoogt. Door de bladzijde met het ingekleurde bouwdetail omhoog te houden of in te plooiën, is een vergelijking tussen het origineel en het herwerkt bouwdetail mogelijk.



Afbeelding 20: ClickBrick

De ClickBrick is een baksteen die toegepast kan worden in binnen- en buitenmuren. Omdat het hier een droogstapelsysteem betreft is geen specie of lijm nodig, waardoor het product van Daas Baksteen handig in gebruik is. De ClickBrick wordt gemaakt van klei en de stenen worden aan elkaar verbonden door middel van RVS clips. Daas Baksteen ontving voor de ClickBrick baksteen naast de Innovatieprijs ook het cradle-to-cradle SILVER-certificaat. De bakstenen kunnen na gebruik gedemonteerd worden en hoeven niet vermalen te worden. De ClickBrick kan namelijk in zijn geheel opnieuw gebruikt worden, één-op-één recyclebaar. Het steenafval op de bouwplaats is hierdoor nihil.

Bron: <http://www.eerlijk buitenleven.nl>

19. Innovatieve bouwdetails

19.1. Waarom wel innovatieve bouwdetails

Een aanpassing tot innovatieve bouwdetails ondersteunt de hedendaagse zoektocht naar nieuwe bouwmethododes. Wat vandaag nog nieuw lijkt, kan in de toekomst de standaard worden. Nieuwe bouwmaterialen kunnen bovendien oplossingen bieden voor het overdadig grondstoffenverbruik.

19.2. Waarom geen innovatieve bouwdetails

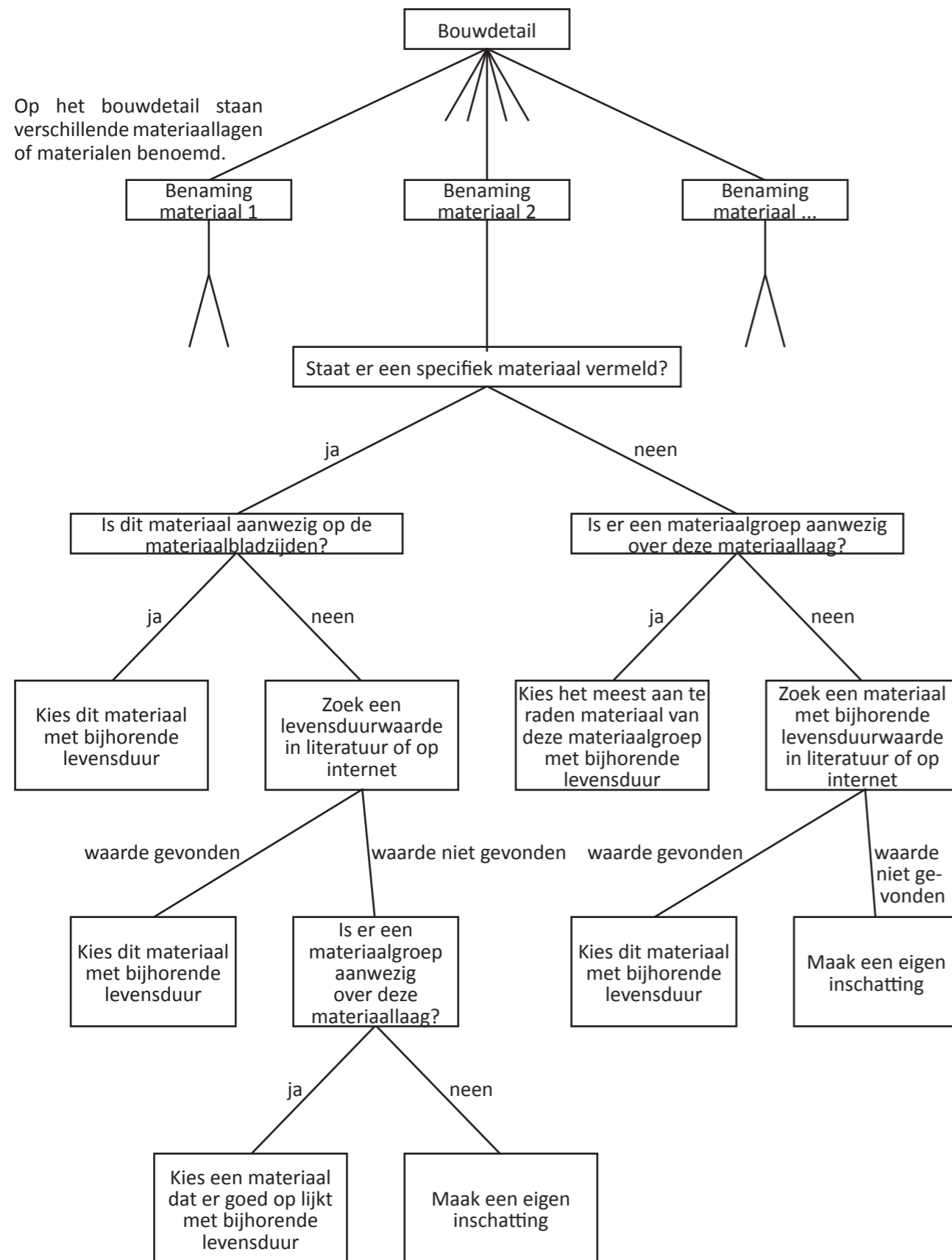
Bij de materiaalbladzijden wordt bewust uitgegaan van materialen waarover al wat informatie gekend is. Nieuwe bouwmaterialen staan mooi op papier maar er zijn nog niet veel zekerheden in verband met hun werkelijke milieu-impact of levensduur.

Nieuwe bouwmethododes brengen vaak een mogelijke oplossing voor het levensduurprobleem in een bouwdetail, bijvoorbeeld 'Afbeelding 20: ClickBrick' op bladzijde 188, maar ook hier zijn er weinig referenties. Bovendien is een innovatieve herwerking vaak te precies, waardoor het bouwdetail geen referentiedetail meer is. Daardoor heeft de gebruiker weinig aanpassingsmogelijkheden.

19.3. Besluit innovatieve bouwdetails

Er wordt slechts één herwerking gemaakt met een innovatieve bouwmethode, zie '20.5. Warm plat dak' op bladzijde 218. Dezelfde of een gelijkaardige innovatieve bouwmethode kan ook op de andere bouwdetails toegepast worden.

20. Passiefbouwdetails voor woningen



Afbeelding 21: Methode voor het inkleuren van de bouwdetails
Bron: eigen schema

Algemeen

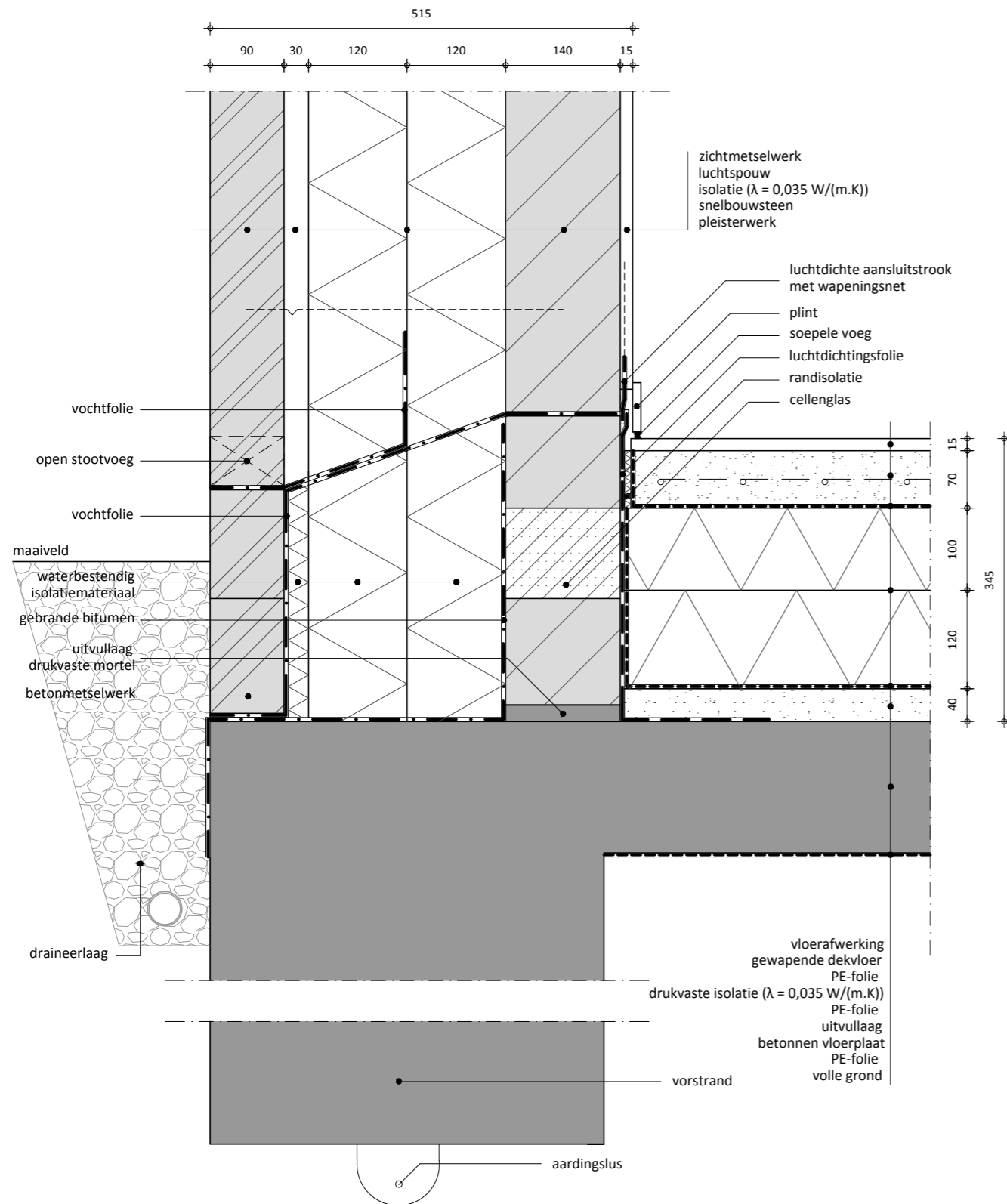
Alle vermelde afmetingen op de bouwdetails staan in millimeter. De schaal 1/7 is zo gekozen dat ze past op een blad in A4-formaat. Op schaal 1/5 zijn de meeste details veel groter dan een A4, op schaal 1/10 is een bouwdetail niet goed leesbaar. Een bouwdetail van een raamaansluiting past wel op een A4 op schaal 1/5. Voor de continuïteit is echter gekozen om ook deze op schaal 1/7 weer te geven.

Hoe worden de bouwdetails ingekleurd?

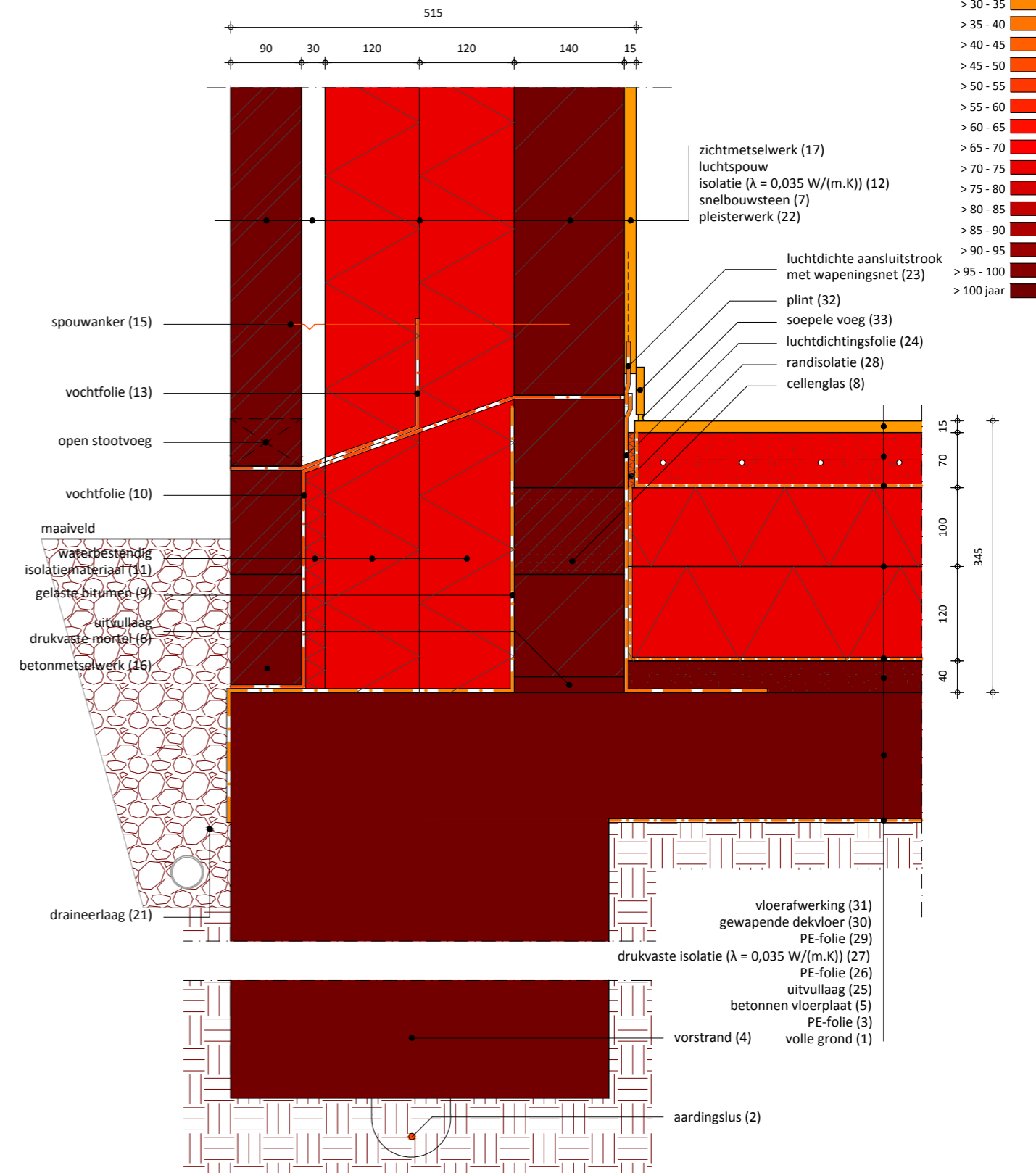
'Afbeelding 21: Methode voor het inkleuren van de bouwdetails' op bladzijde 190 geeft visueel de gebruikte werkwijze aan. De bouwdetails worden als volgt ingekleurd:

- Staat er een specifiek materiaal vermeld (bijvoorbeeld cellenbeton of PE-folie), dan wordt een levensduur voor dat materiaal gezocht, eerst op de materiaalbladzijden, bij afwezigheid vervolgens in literatuur of op internet. Is er nergens een (betrouwbare) levensduurwaarde te vinden? Dan wordt een materiaal gezocht dat er best op past of wordt er een inschatting gemaakt.
- Staat er geen specifiek materiaal vermeld (bijvoorbeeld zichtmetselwerk of vloerisolatie), dan wordt via de materiaalbladzijden gekozen voor het meest aan te raden materiaal. Als er geen materiaalbladzijde over deze materiaalgroep aanwezig is, dan moet een levensduurwaarde gezocht worden in andere bronnen, of moet een eigen inschatting gemaakt worden.

Funderingsaansluiting vloer op volle grond
 Passiefwoning
 Origineel detail
 Schaal 1:7
 Afmetingen in millimeter



Funderingsaansluiting vloer op volle grond
 Passiefwoning
 Ingekleurd detail op basis van de levensduur van de bouwmaterialen
 Schaal 1:7
 Afmetingen in millimeter



20.1. Funderingsaansluiting vloer op volle grond

Materiaalkeuze op basis van rangschikking

materiaal	NIBE	bouwkost	RSL	€/jaar	bron RSL
1			120		SBR 2011
2			50		eigen inschatting
3	1a	€ 3,00	40	€ 0,08	afgeleid uit SBR 2011
4	1a	€ 99,00	120	€ 0,83	SBR 2011
5	1a	€ 50,00	120	€ 0,42	SBR 2011
6			120		SBR 2011
7	2a	€ 30,00	120	€ 0,25	SBR 2011
8			120		SBR 2011
9			36		afgeleid uit SBR 2011
10			50		afgeleid uit SBR 2011
11	2c	€ 7,00	75	€ 0,09	SBR 2011
12	1a	€ 8,00	75	€ 0,11	SBR 2011
13			50		afgeleid uit SBR 2011
14			20		eigen inschatting
15			50		veiligegevels.nl (april 2012)
16	1b	€ 67,19	120	€ 0,56	SBR 2011
17	1b	€ 67,19	120	€ 0,56	SBR 2011
18			40		eigen inschatting
19			50		afgeleid uit SBR 2011
20			25		eigen inschatting
21			120		afgeleid uit SBR 2011
22	1a	€ 19,50	30	€ 0,65	afgeleid uit SBR 2011
23			40		afgeleid uit SBR 2011
24			40		afgeleid uit SBR 2011
25			120		SBR 2011
26			40		afgeleid uit SBR 2011
27	1a	€ 11,50	75	€ 0,15	SBR 2011
28			50		eigen inschatting
29			40		afgeleid uit SBR 2011
30	4b	€ 10,00	75	€ 0,13	SBR 2011
31	1a	€ 74,93	30	€ 2,50	BCIS 2006
32	1a	€ 4,21	30	€ 0,14	afgeleid uit SBR 2011
33			18		afgeleid uit SBR 2011

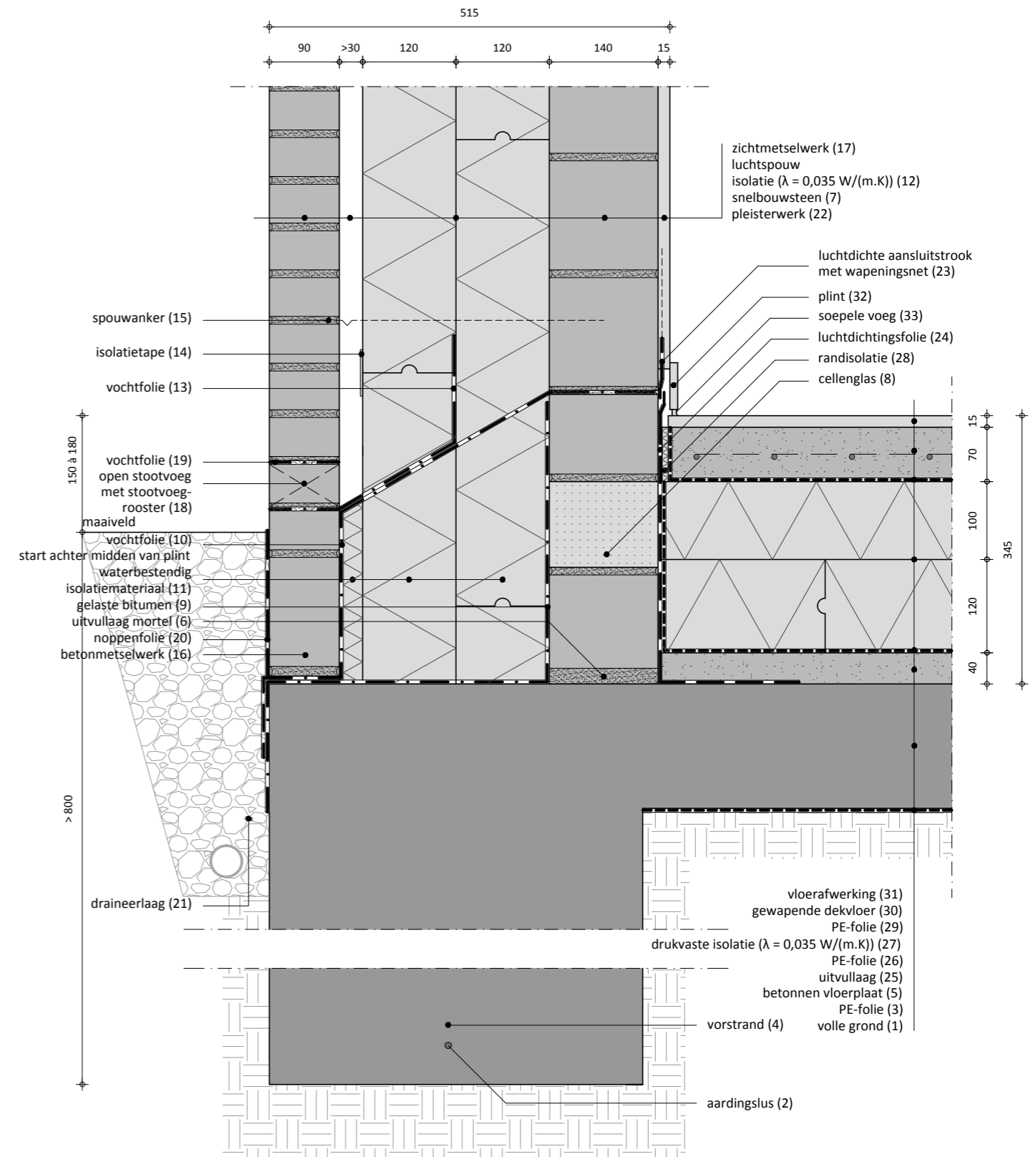
Funderingsaansluiting vloer op volle grond

Passiefwoning

Herwerkt detail

Schaal 1:7

Afmetingen in millimeter



Wijzigingen in materiaalkeuze door levensduur van bouwmaterialen

Stem de levensduur van het buitenspouwblad af op de levensduur van de spouwisolatie.

materiaal	NIBE	bouwkost	RSL	€/jaar	bron RSL
17 kalkzandsteenmetselwerk (gehydrofobeerd)	1b	€ 59,38	75	€ 0,79	SBR 2011

Kalkzandsteenmetselwerk heeft in de grafiek, zie '7.3.4. Buitenspouwblad' op bladzijde 101, een hoge bouwkost per jaar, maar als alle levensduren een bovengrens krijgen van 75 jaar, dan blijkt kalkzandsteenmetselwerk het goedkoopste buitenspouwblad te zijn.

Extra aanpassingen om de levensduur te verhogen

materiaal	NIBE	bouwkost	RSL	€/jaar	bron RSL
2 aardingslus (verlood koper)			50		eigen inschatting
13 vochtfolie (EPDM)			50		afgeleid uit SBR 2011
18 open stootvoeg met stootvoegrooster			40		eigen inschatting
19 vochtfolie (EPDM)			50		afgeleid uit SBR 2011
20 noppenfolie			25		eigen inschatting
22 pleisterwerk - cement (dikte 12 mm)	3a	€ 16,50	50	€ 0,33	afgeleid uit BCIS 2006
31 natuursteen; cement	1a	€ 97,33	75	€ 1,30	afgeleid uit SBR 2011
32 natuursteen	4b	€ 15,12	120	€ 0,13	afgeleid uit SBR 2011

De bovenste vijf materialen in de tabel zijn toegevoegd of gewijzigd op het bouwdetail. Meer uitleg over deze aanpassingen is te vinden in '21.3. Hoe kan de levensduur verlengd worden?' op bladzijde 231, om herhaling te vermijden. De onderste drie gewijzigde materialen zorgen niet voor een verandering op de detailtekening, maar door de keuze voor een ander materiaal krijgen deze materiaalagen een langere levensduur.

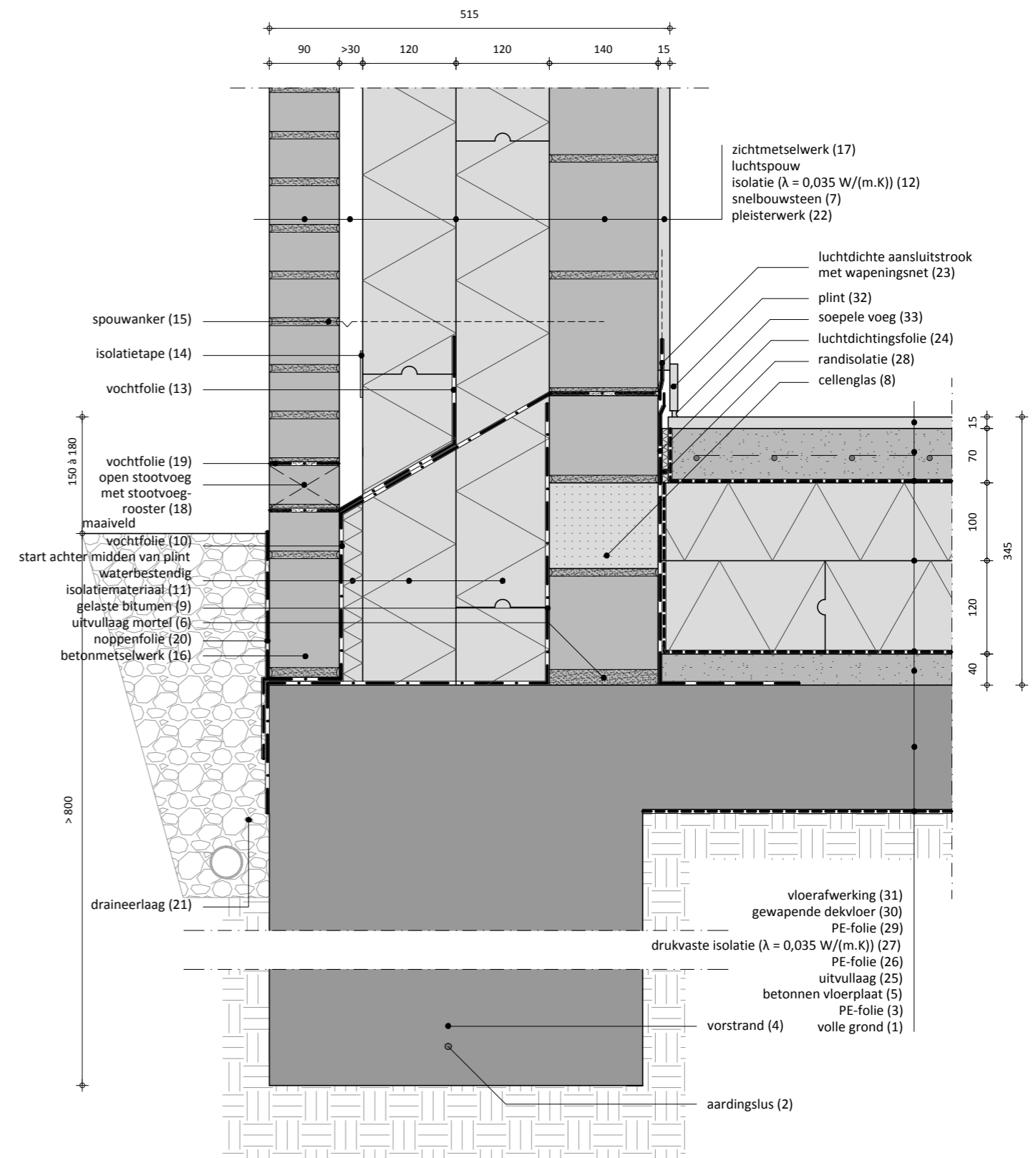
Funderingsaansluiting vloer op volle grond

Passiefwoning

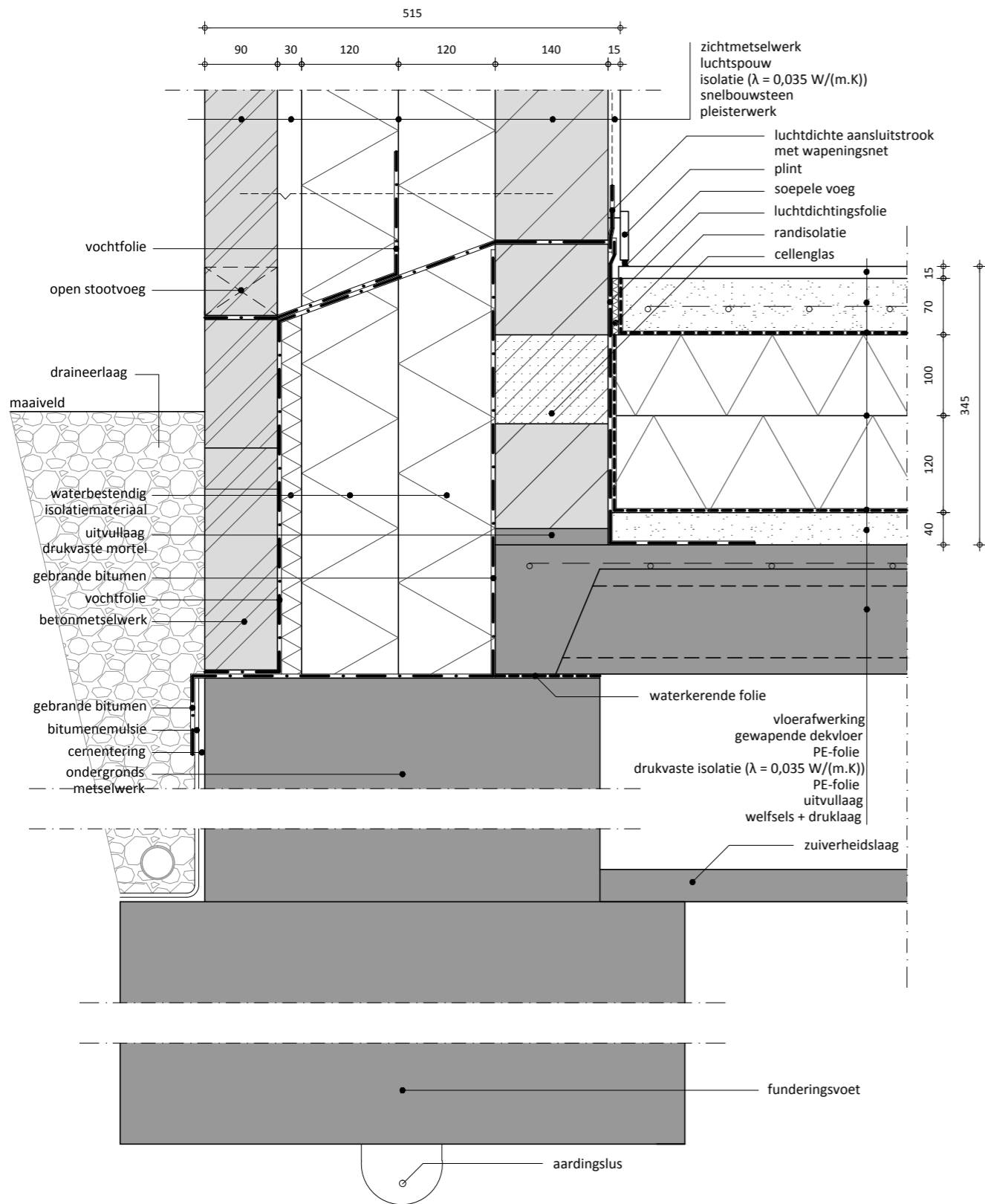
Herwerkt detail

Schaal 1:7

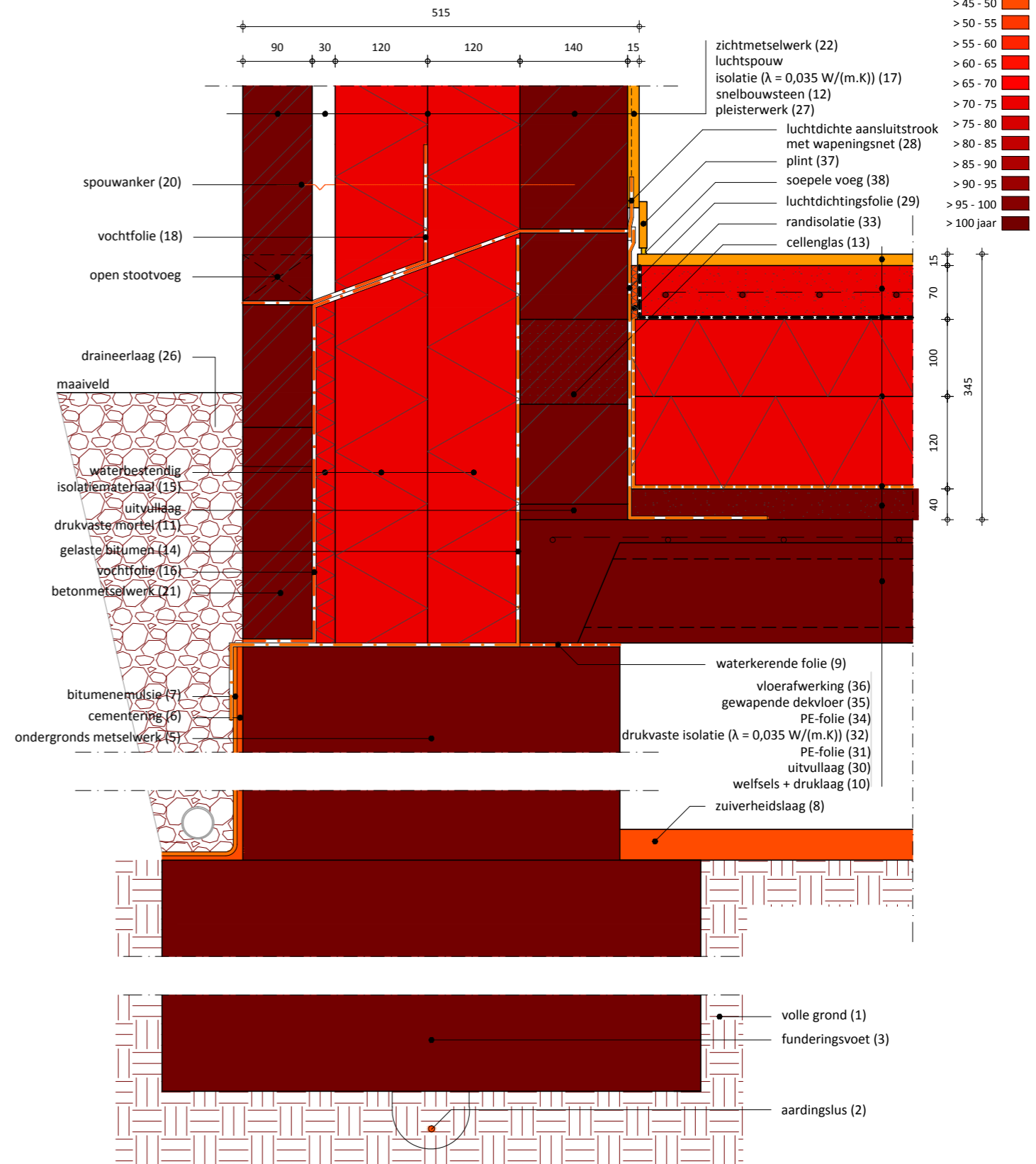
Afmetingen in millimeter



Funderingsaansluiting kruipruimte
 Passiefwoning
 Origineel detail
 Schaal 1:7
 Afmetingen in millimeter



Funderingsaansluiting kruipruimte
 Passiefwoning
 Ingekleurd detail op basis van de levensduur van de bouwmaterialen
 Schaal 1:7
 Afmetingen in millimeter



20.2. Funderingsaansluiting kruipruimte

Materiaalkeuze op basis van rangschikking

materiaal	NIBE	bouwkost	RSL	€/jaar	bron RSL
1			120		SBR 2011
2			50		eigen inschatting
3	1a	€ 99,00	120	€ 0,83	SBR 2011
4	1a	€ 99,00	120	€ 0,83	SBR 2011
5			40		afgeleid uit SBR 1995
6			50		eigen inschatting
7			40		eigen inschatting
8			50		SBR 2011
9			50		afgeleid uit SBR 2011
10	3b	€ 38,00	120	€ 0,32	SBR 2011
11			120		SBR 2011
12	2a	€ 30,00	120	€ 0,25	SBR 2011
13			120		SBR 2011
14			40		afgeleid uit SBR 2011
15			50		afgeleid uit SBR 2011
16	2c	€ 7,00	75	€ 0,09	SBR 2011
17	1a	€ 8,00	75	€ 0,11	SBR 2011
18			50		afgeleid uit SBR 2011
19			20		eigen inschatting
20			50		veiligegevels.nl (april 2012)
21	1b	€ 67,19	120	€ 0,56	SBR 2011
22	1b	€ 67,19	120	€ 0,56	SBR 2011
23			40		eigen inschatting
24			50		afgeleid uit SBR 2011
25			25		eigen inschatting
26			120		afgeleid uit SBR 2011
27	1a	€ 19,50	30	€ 0,65	afgeleid uit SBR 2011
28			40		afgeleid uit SBR 2011
29			40		afgeleid uit SBR 2011
30			120		bron RSL
31			40		afgeleid uit SBR 2011
32	1a	€ 11,50	75	€ 0,15	SBR 2011
33			50		eigen inschatting
34			40		afgeleid uit SBR 2011
35	4b	€ 10,00	75	€ 0,13	SBR 2011
36	1a	€ 74,93	30	€ 2,50	BCIS 2006
37	1a	€ 4,21	30	€ 0,14	afgeleid uit SBR 2011
38			18		afgeleid uit SBR 2011

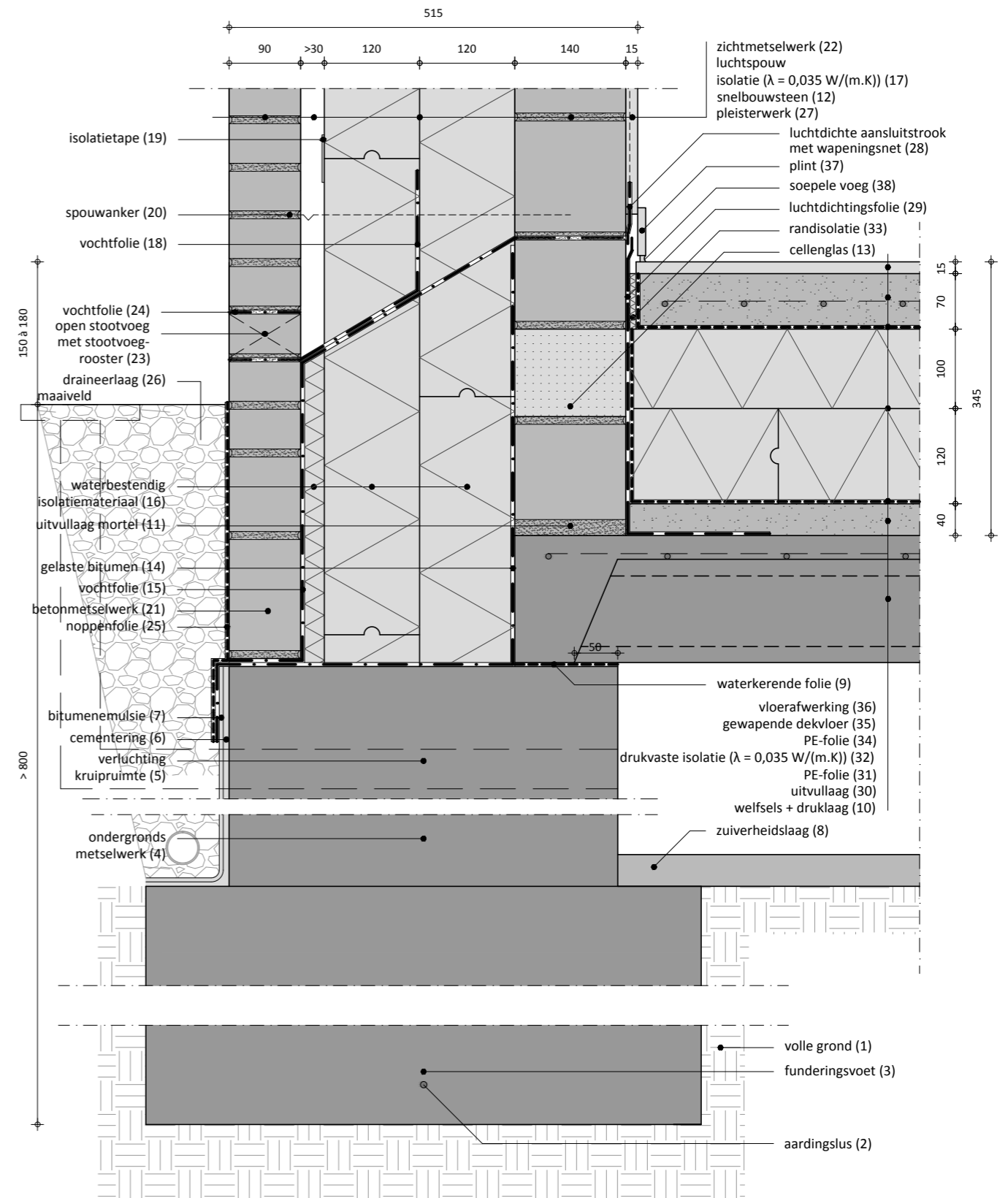
Funderingsaansluiting kruipruimte

Passiefwoning

Herwerkt detail

Schaal 1:7

Afmetingen in millimeter



Wijzigingen in materiaalkeuze door levensduur van bouwmaterialen

Stem de levensduur van het buitenspouwblad af op de levensduur van de spouwisolatie.

materiaal	NIBE	bouwkost	RSL	€/jaar	bron RSL
22 kalkzandsteenmetselwerk (gehydrofobeerd)	1b	€ 59,38	75	€ 0,79	SBR 2011

Kalkzandsteenmetselwerk heeft in de grafiek, zie '7.3.4. Buitenspouwblad' op bladzijde 101, een hoge bouwkost per jaar, maar als alle levensduren een bovengrens krijgen van 75 jaar, dan blijkt kalkzandsteenmetselwerk het goedkoopste buitenspouwblad te zijn.

Extra aanpassingen om de levensduur te verhogen

materiaal	NIBE	bouwkost	RSL	€/jaar	bron RSL
2 aardingslus (verlood koper)			50		eigen inschatting
5 verluchting kruipruimte			40		afgeleid uit SBR 1995
18 vochtfolie (EPDM)			50		afgeleid uit SBR 2011
23 open stootvoeg met stootvoegrooster			40		eigen inschatting
24 vochtfolie (EPDM)			50		afgeleid uit SBR 2011
25 noppenfolie			25		eigen inschatting
27 pleisterwerk - cement (dikte 12 mm)	3a	€ 16,50	50	€ 0,33	afgeleid uit BCIS 2006
36 natuursteen; cement	1a	€ 97,33	75	€ 1,30	afgeleid uit SBR 2011
37 natuursteen	4b	€ 15,12	120	€ 0,13	afgeleid uit SBR 2011

De bovenste zes materialen in de tabel zijn toegevoegd of gewijzigd op het bouwdetail. Meer uitleg over deze aanpassingen is te vinden in '21.3. Hoe kan de levensduur verlengd worden?' op bladzijde 231, om herhaling te vermijden. De onderste drie gewijzigde materialen zorgen niet voor een verandering op de detailtekening, maar door de keuze voor een ander materiaal krijgen deze materiaallagen een langere levensduur.

Er kan overwogen worden om de zuiverheidslaag niet uit te voeren en zo minder materiaal te gebruiken. In het bouwdetail blijft ze echter behouden, want deze dunne laag zorgt ervoor dat er geen ongedierte uit de grond komt, verhindert de groei van gras en beperkt de condensatie die anders zou plaatsvinden tegen de onderkant van de welfsels. Een goede verluchting van de kruipruimte zal de condensatie nog extra voorkomen.

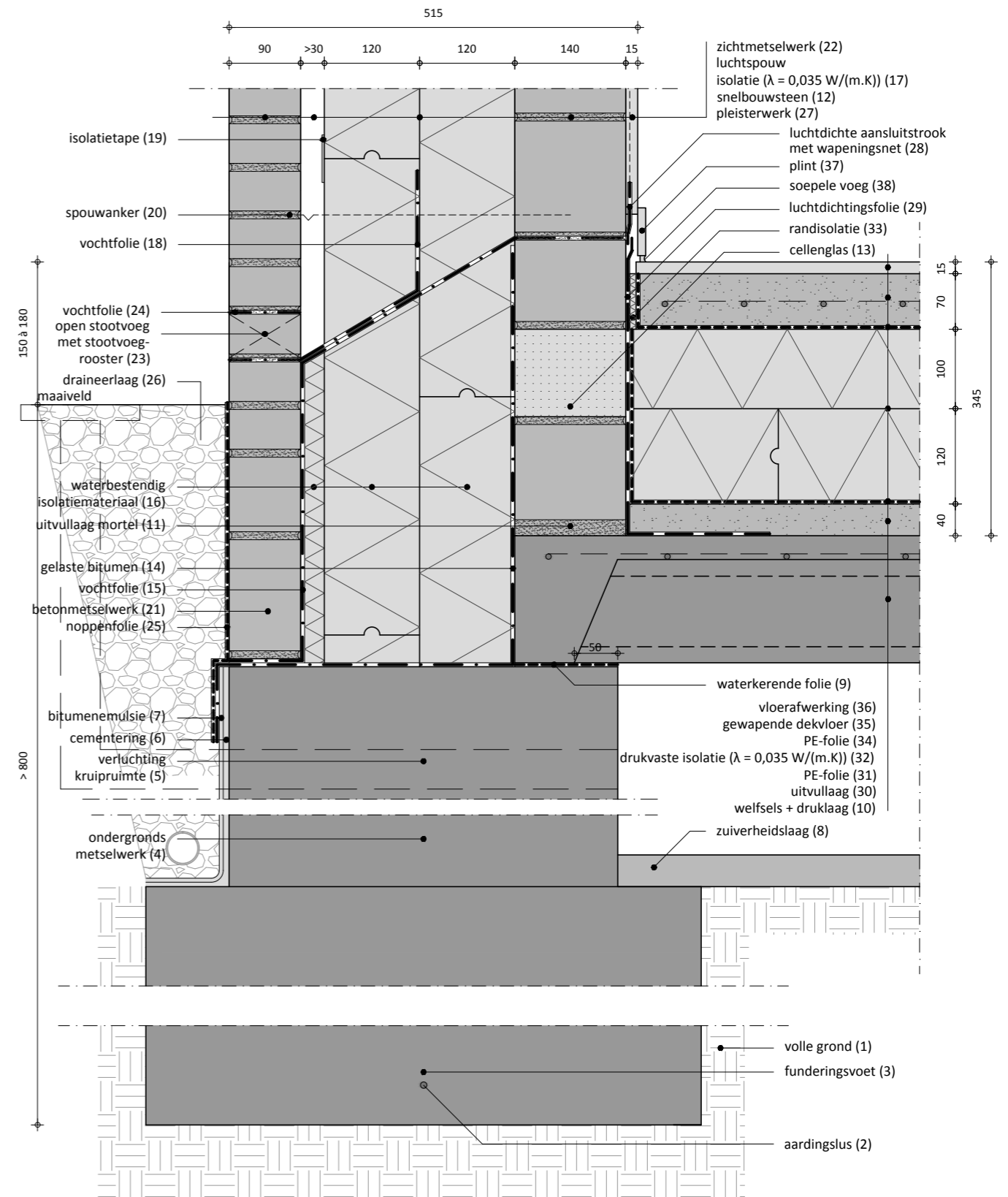
Funderingsaansluiting kruipruimte

Passiefwoning

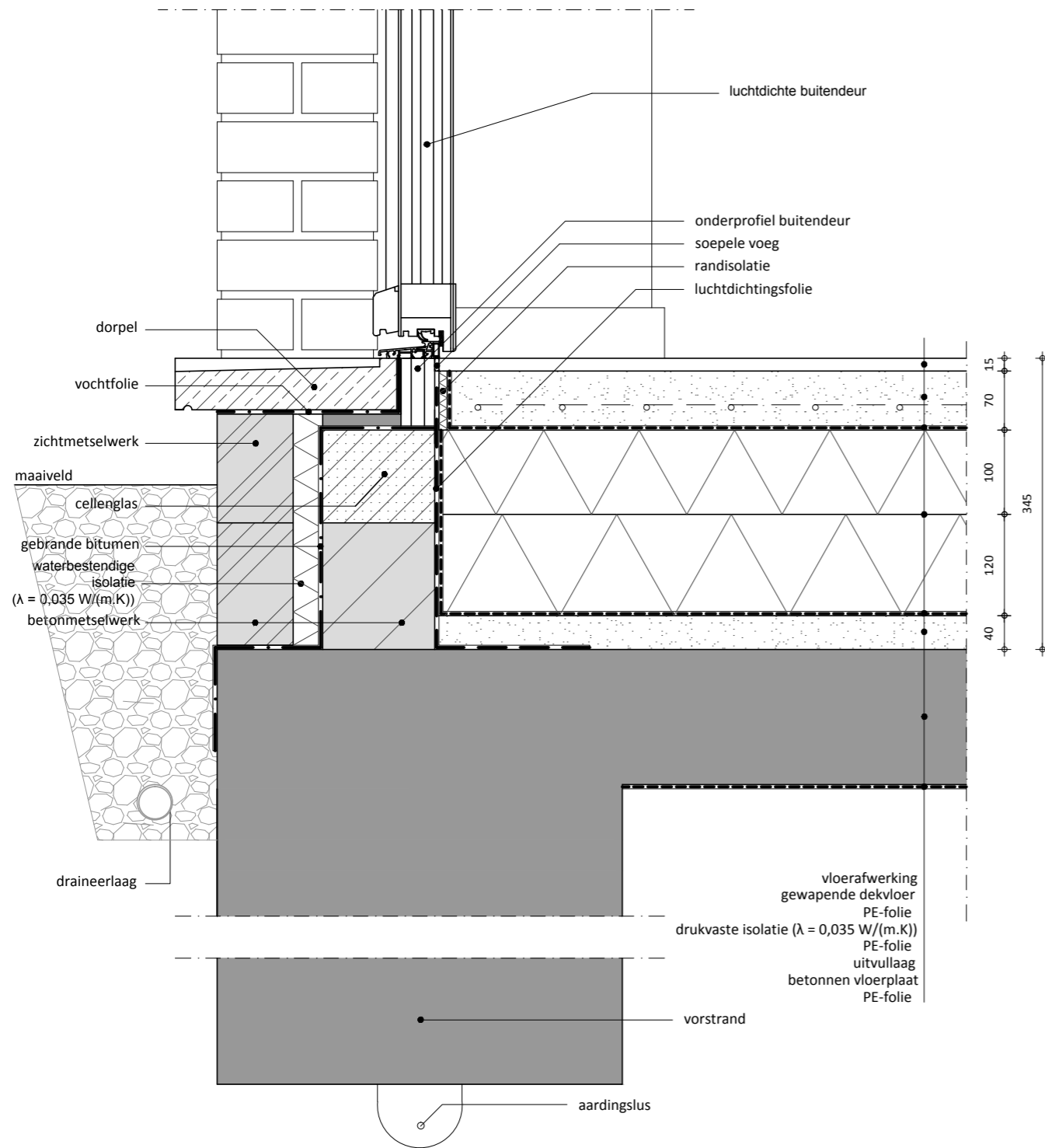
Herwerkt detail

Schaal 1:7

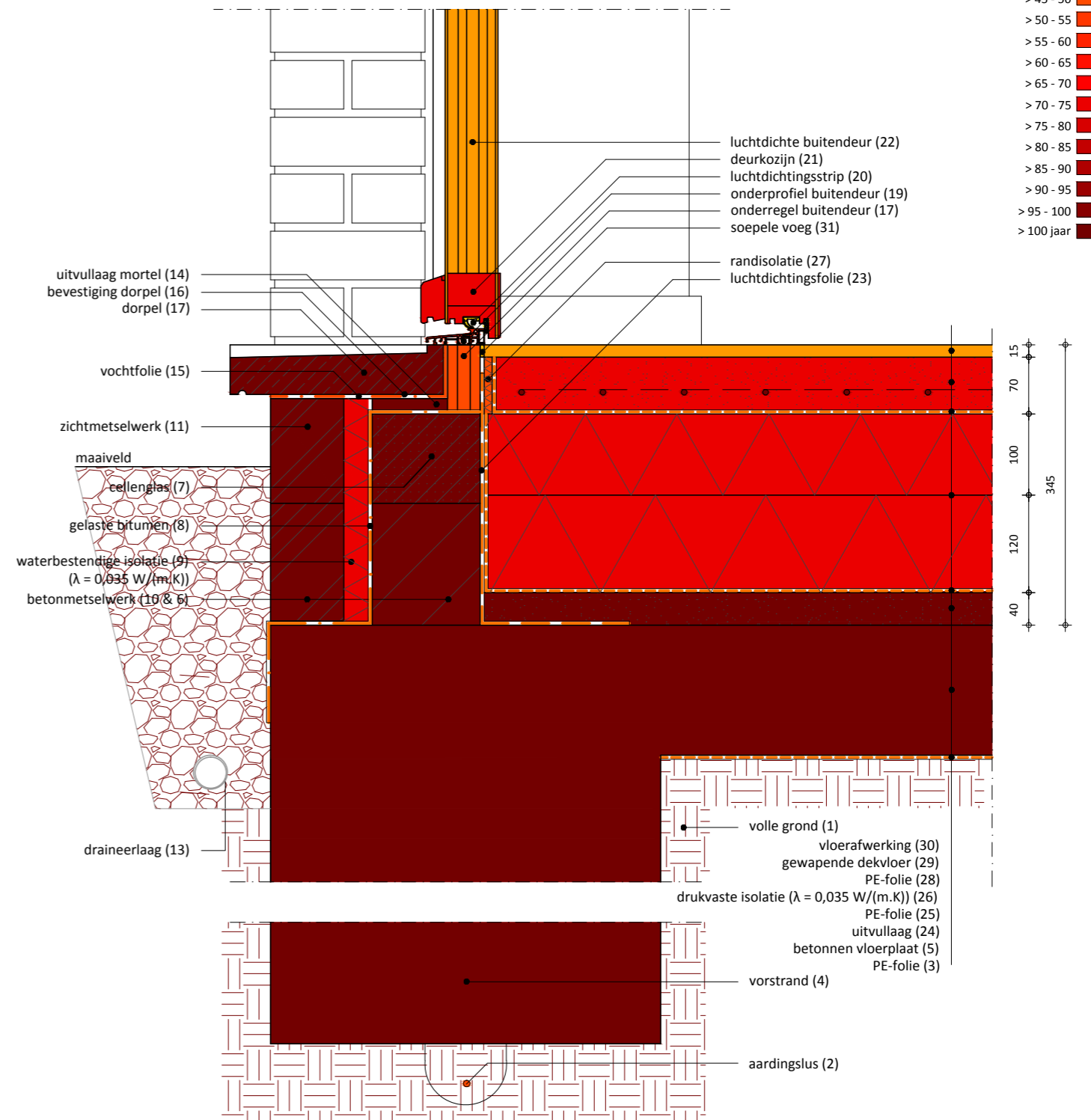
Afmetingen in millimeter



Dorpelaansluiting buitendeur
 Passiefwoning
 Origineel detail
 Schaal 1:7
 Afmetingen in millimeter



Dorpelaansluiting buitendeur
 Passiefwoning
 Ingekleurd detail op basis van de levensduur van de bouwmaterialen
 Schaal 1:7
 Afmetingen in millimeter



0 - 5	Lightest yellow
> 5 - 10	Yellow
> 10 - 15	Light orange
> 15 - 20	Orange
> 20 - 25	Dark orange
> 25 - 30	Orange-red
> 30 - 35	Red-orange
> 35 - 40	Red
> 40 - 45	Dark red
> 45 - 50	Dark red
> 50 - 55	Dark red
> 55 - 60	Dark red
> 60 - 65	Dark red
> 65 - 70	Dark red
> 70 - 75	Dark red
> 75 - 80	Dark red
> 80 - 85	Dark red
> 85 - 90	Dark red
> 90 - 95	Dark red
> 95 - 100	Dark red
> 100 jaar	Dark red

20.3. Dorpelaansluiting buitendeur

Materiaalkeuze op basis van rangschikking

materiaal	NIBE	bouwkost	RSL	€/jaar	bron RSL
1			120		SBR 2011
2			50		eigen inschatting
3	1a	€ 3,00	40	€ 0,08	afgeleid uit SBR 2011
4	1a	€ 99,00	120	€ 0,83	SBR 2011
5	1a	€ 50,00	120	€ 0,42	SBR 2011
6	3b	€ 53,00	120	€ 0,44	SBR 2011
7			120		SBR 2011
8			40		afgeleid uit SBR 2011
9	2c	€ 7,00	75	€ 0,09	SBR 2011
10	1b	€ 67,19	120	€ 0,56	SBR 2011
11	1b	€ 67,19	120	€ 0,56	SBR 2011
12			25		eigen inschatting
13			120		afgeleid uit SBR 2011
14			120		SBR 2011
15			50		afgeleid uit SBR 2011
16			120		afgeleid uit SBR 2011
17	1a	€ 82,37	120	€ 0,69	SBR 2011
18			50		afgeleid uit SBR 2011
19			60		afgeleid uit SBR 2011
20			15		afgeleid uit SBR 2011
21	1a	€ 151,91	50	€ 3,04	SBR 2011
22	1a	€ 378,38	30	€ 12,61	afgeleid uit SBR 2011
23			40		afgeleid uit SBR 2011
24			120		afgeleid uit SBR 2011
25			40		afgeleid uit SBR 2011
26	1a	€ 11,50	75	€ 0,15	SBR 2011
27			50		eigen inschatting
28			40		afgeleid uit SBR 2011
29	4b	€ 10,00	75	€ 0,13	SBR 2011
30	1a	€ 74,93	30	€ 2,50	BCIS 2006
31			18		afgeleid uit SBR 2011

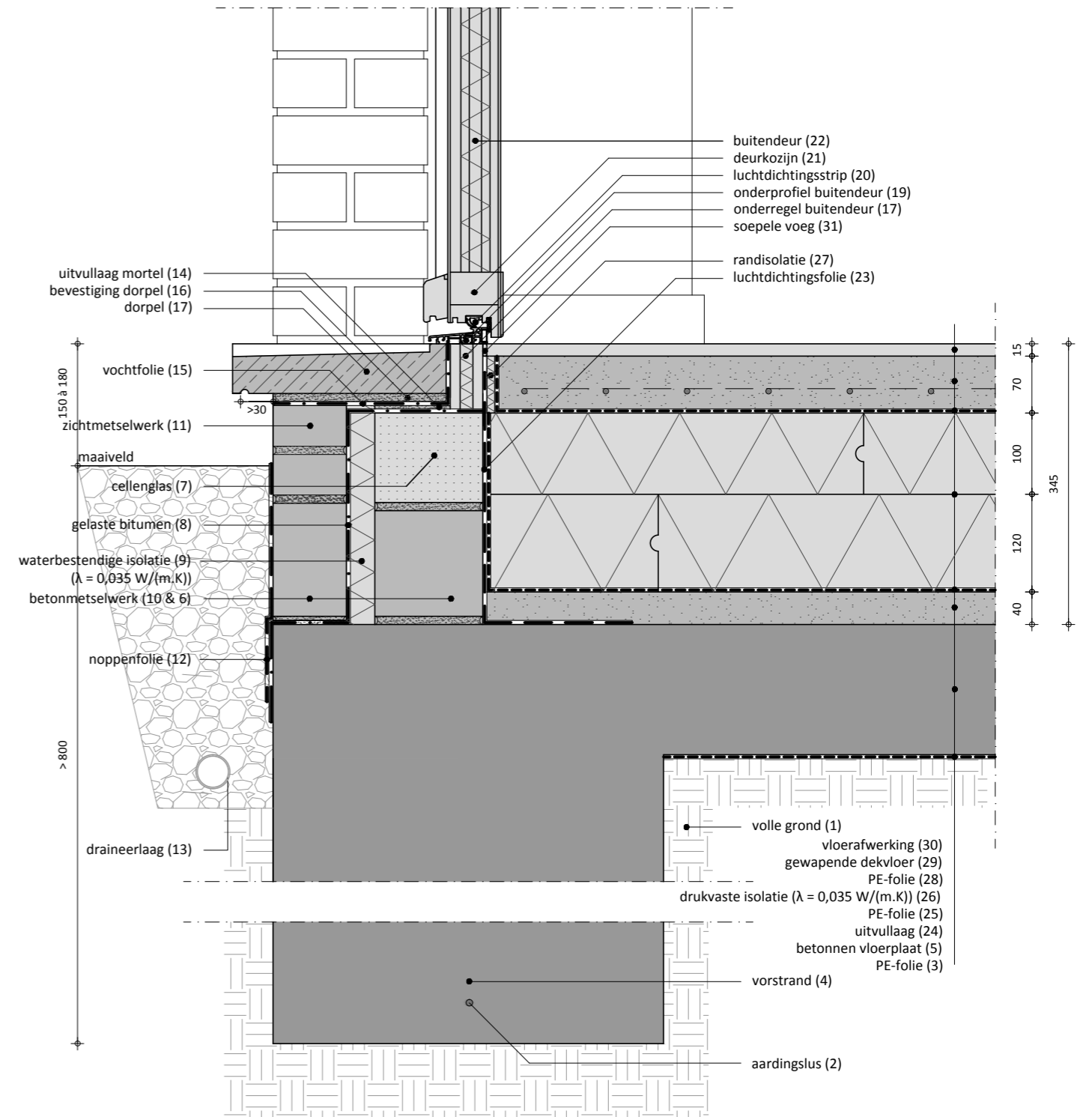
Dorpelaansluiting buitendeur

Passiefwoning

Herwerkt detail

Schaal 1:7

Afmetingen in millimeter



Wijzigingen in materiaalkeuze door levensduur van bouwmaterialen

Stem de levensduur van het buitenspouwblad af op de levensduur van de spouwisolatie.

materiaal	NIBE	bouwkost	RSL	€/jaar	bron RSL
11 kalkzandsteenmetselwerk (gehydrofobeerd)	1b	€ 59,38	75	€ 0,79	SBR 2011

Kalkzandsteenmetselwerk heeft in de grafiek, zie '7.3.4. Buitenspouwblad' op bladzijde 101, een hoge bouwkost per jaar, maar als alle levensduren een bovengrens krijgen van 75 jaar, dan blijkt kalkzandsteenmetselwerk het goedkoopste buitenspouwblad te zijn.

Extra aanpassingen om de levensduur te verhogen

materiaal	NIBE	bouwkost	RSL	€/jaar	bron RSL
2 aardingslus (verlood koper)			50		eigen inschatting
7 cellenbeton			120		SBR 2011
8 gelaste bitumen			40		afgeleid uit SBR 2011
12 noppenfolie			25		eigen inschatting
17 stalen of inox deurdorpel			60		afgeleid uit SBR 2011
22 vlak verzinkt gecoat plaatstaal (geïsoleerd)	1c	€ 567,57	50	€ 11,35	SBR 2011

Het eerste, het derde en het vierde materiaal in de tabel zijn toegevoegd of gewijzigd op het bouwdetail. Meer uitleg over deze aanpassingen is te vinden in '21.3. Hoe kan de levensduur verlengd worden?' op bladzijde 231, om herhaling te vermijden. Het tweede en het vijfde materiaal zijn suggesties voor mogelijke aanpassingen. Cellenbeton (7) maakt een bevestiging van de onderregel gemakkelijker mogelijk dan cellenglas. Door de lagere isolatiewaarde zal zowel het cellenglas als het betonmetselwerk (6) moeten veranderd worden in cellenbeton. Zo kan het bouwdetail nog altijd voldoen aan de eisen van een passiefwoning. De zesde rij in de tabel suggereert een wijziging van de buitendeur, zodat deze een langere levensduur krijgt.

Extra aanpassingen om de levensduur te verhogen

Algemeen kan een buitendeur ook beter beschermd worden tegen de buitenomgeving door de deur meer te laten inspringen in de gevel, en door de deur niet te plaatsen in een gevel met een oriëntatie die veel wind en regen ontvangt en/of veel temperatuurschommelingen ondergaat.

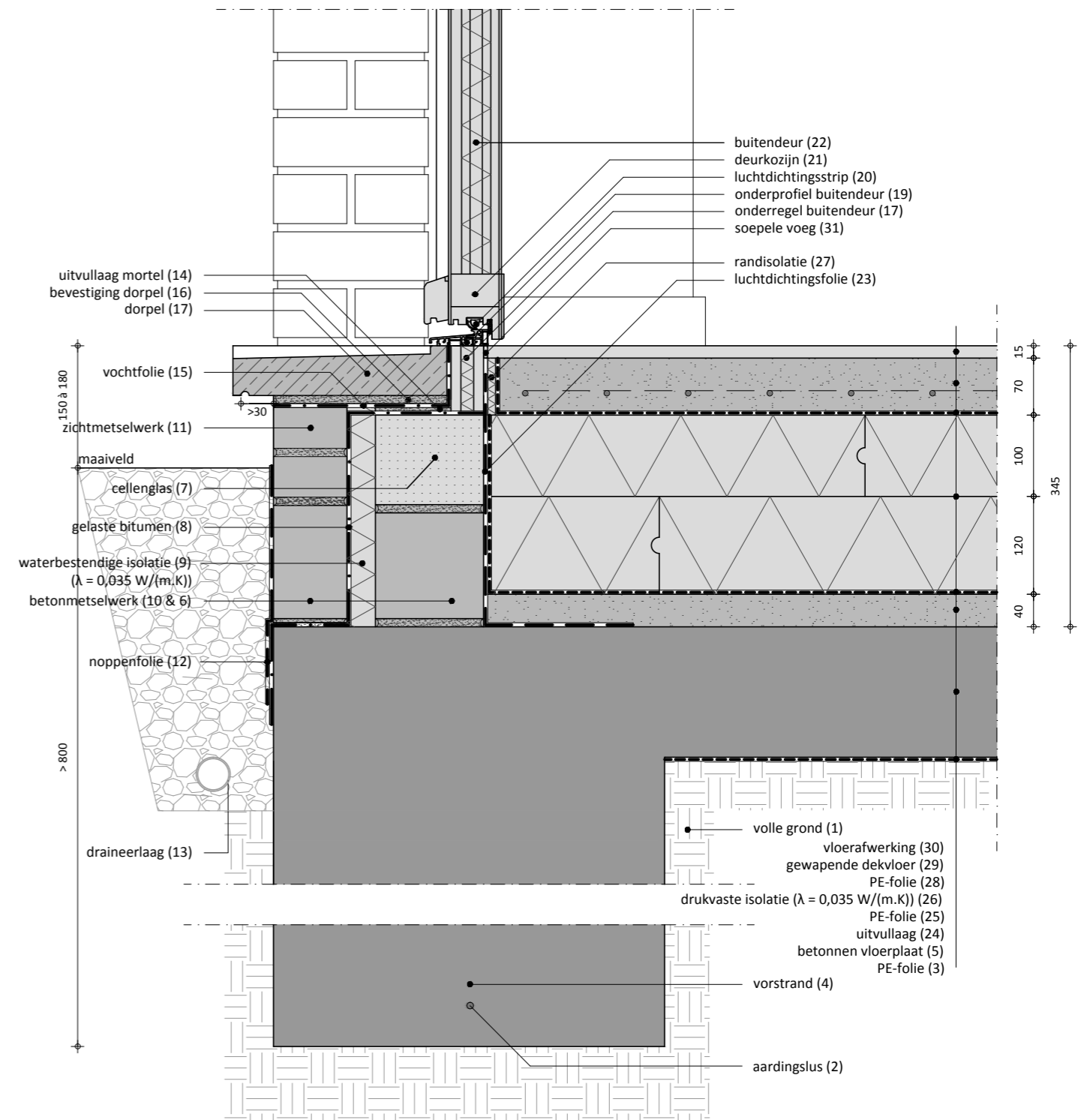
Dorpelaansluiting buitendeur

Passiefwoning

Herwerkt detail

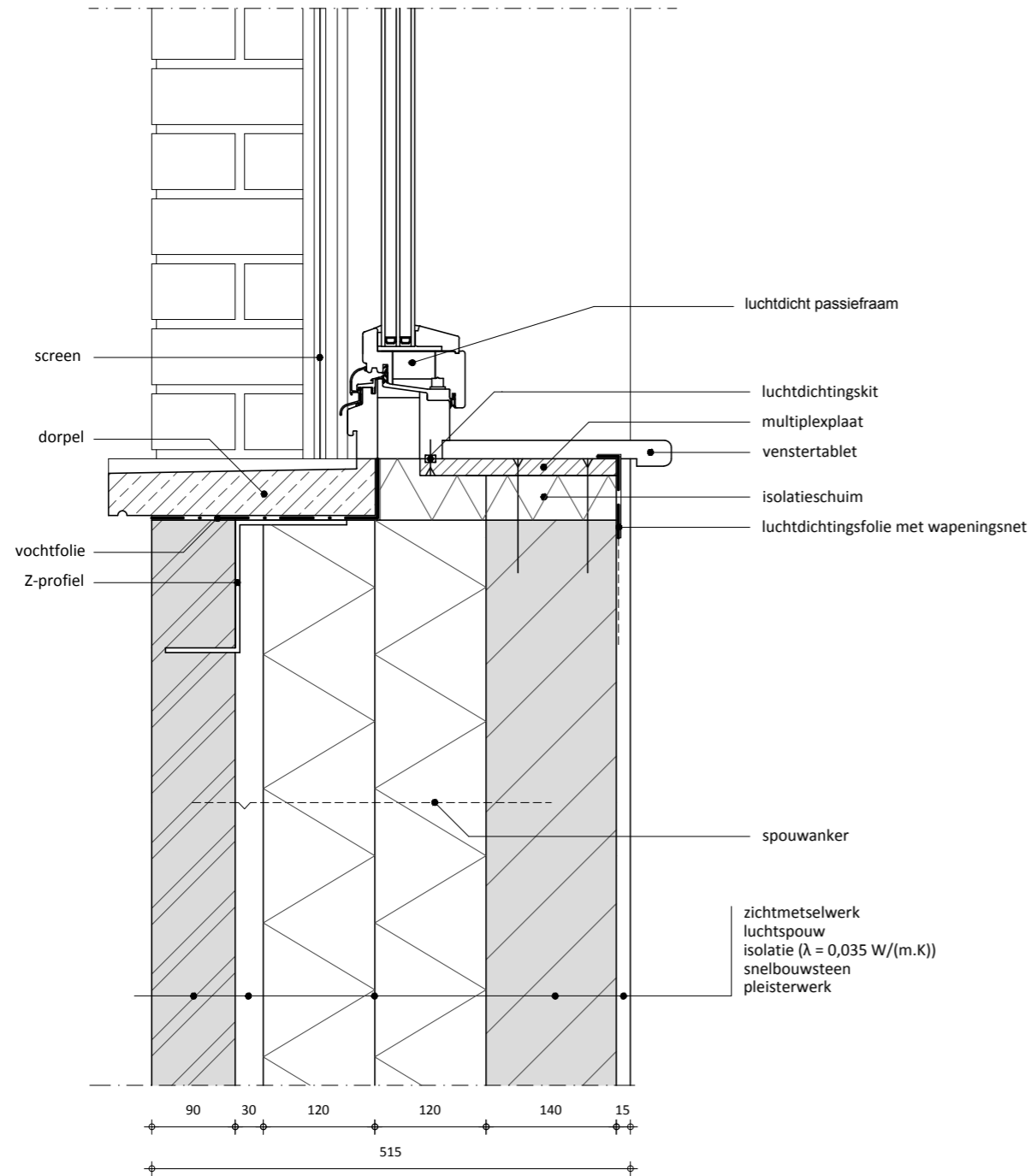
Schaal 1:7

Afmetingen in millimeter



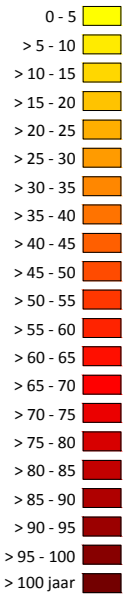
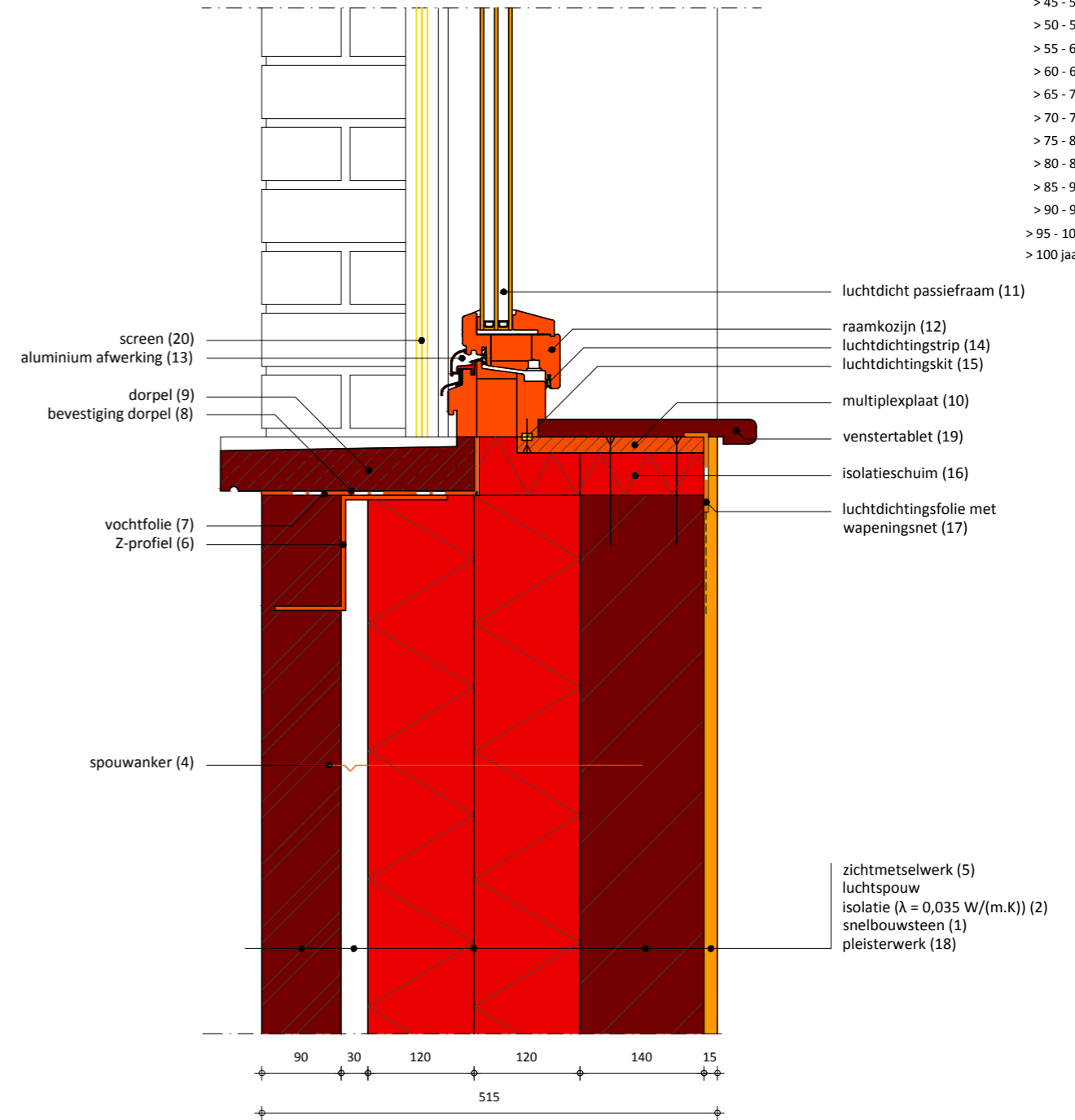
Dorpelaansluiting raam (met screen)

Passiefwoning
 Origineel detail
 Schaal 1:7
 Afmetingen in millimeter



Dorpelaansluiting raam (met screen)

Passiefwoning
 Ingekleurd detail op basis van de levensduur van de bouwmaterialen
 Schaal 1:7
 Afmetingen in millimeter



20.4. Dorpelaansluiting raam (met screen)

Materiaalkeuze op basis van rangschikking

materiaal	NIBE	bouwkost	RSL	€/jaar	bron RSL
1 kalkzandsteenelementen; incl. stucwerk laag	2a	€ 30,00	120	€ 0,25	SBR 2011
2 glaswol deken / plaat (dikte 90 mm)	1a	€ 8,00	75	€ 0,11	SBR 2011
3 isolatietape			20		eigen inschatting
4 spouwanker			50		veiligegevels.nl (april 2012)
5 betonsteenmetselwerk (gehydrofobeerd)	1b	€ 67,19	120	€ 0,56	SBR 2011
6 Z profiel			50		afgeleid uit SBR 2011
7 vochtfolie (EPDM)			50		SBR 2011
8 bevestiging dorpel (mortelbed)			120		afgeleid uit SBR 2011
9 natuursteen	1a	€ 82,37	120	€ 0,69	SBR 2011
10 multiplexplaat			50		afgeleid uit SBR 2011
11 luchtdicht passieframe			30		SBR 2011
12 Europees hardhout (gevingerlast / gelamineerd) (db)	1a	€ 699,03	50	€ 13,98	SBR 2011
13 aluminium profiel aan buitenkant raam			75		afgeleid uit SBR 2011
14 luchtdichtingsstrip tussen draaiend en vast raamkader			15		SBR 2011
15 luchtdichtingskit			15		SBR 2011
16 glaswol deken / plaat (dikte 90 mm)	1a	€ 8,00	75	€ 0,11	SBR 2011
17 luchtdichtingsfolie met wapeningsnet (HDPE)			40		afgeleid uit SBR 2011
18 pleisterwerk - leemstucwerk (dikte 12 mm)	1a	€ 19,50	30	€ 0,65	afgeleid uit SBR 2011
19 natuursteen	1a	€ 23,46	120	€ 0,20	SBR 2011
20 screen			15		eurozon.nl

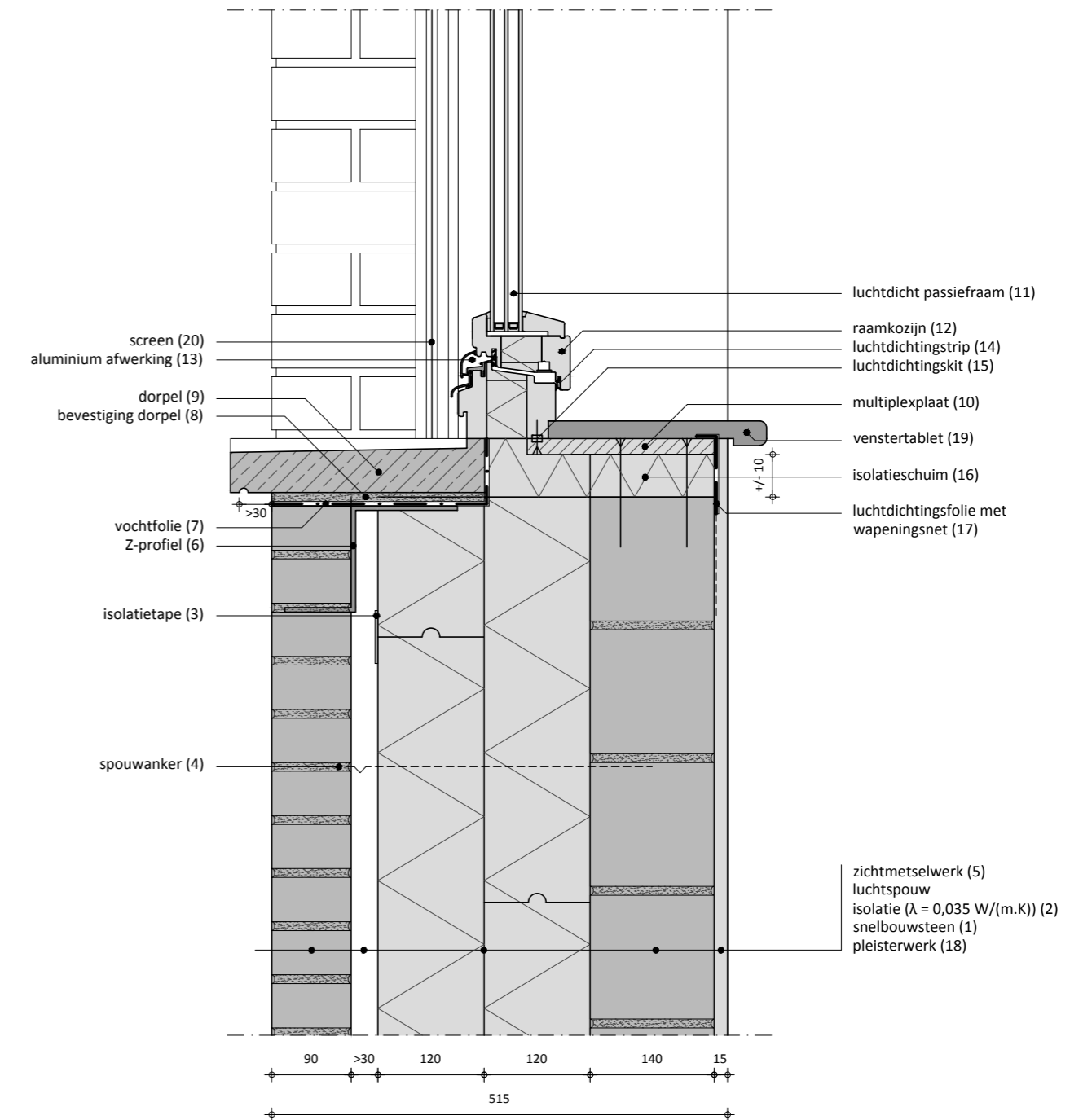
Dorpelaansluiting raam (met screen)

Passiefwoning

Herwerkt detail

Schaal 1:7

Afmetingen in millimeter



Wijzigingen in materiaalkeuze door levensduur van bouwmaterialen

Stem de levensduur van het buitenspouwblad af op de levensduur van de spouwisolatie.

materiaal	NIBE	bouwkost	RSL	€/jaar	bron RSL
5 kalkzandsteenmetselwerk (gehydrofobeerd)	1b	€ 59,38	75	€ 0,79	SBR 2011
9 stalen of inox dorpel			75		afgeleid uit SBR 2011
19 MDF			50		afgeleid uit SBR 2011

Kalkzandsteenmetselwerk heeft in de grafiek, zie '7.3.4. Buitenspouwblad' op bladzijde 101, een hoge bouwkost per jaar, maar als alle levensduren een bovengrens krijgen van 75 jaar, dan blijkt kalkzandsteenmetselwerk het goedkoopste buitenspouwblad te zijn.

De dorpel aan de buitenkant krijgt best een levensduur die gelijk is aan die van het buitenspouwblad of de spouwisolatie. Als de dorpel zijn levensduur van 120 jaar behoudt, moet geprobeerd worden om deze bij vervroegde renovatiewerken proper te verwijderen, om hem dan terug op dezelfde positie te plaatsen. In het beste geval lukt dit ook met de vensterbank binnen, wat de keuze voor een lange levensduur fundeert. Anders wordt binnen beter gekozen voor een vensterbank met een levensduur van 50 jaar. Aangezien er in de materialenlijst enkel keuze is tussen 120 jaar of kleiner dan 25 jaar, wordt gekozen voor het goedkoopste materiaal van 120 jaar. Zelfs als dit maar 50 jaar op zijn plaats blijft, dan nog is de bouwkost per jaar goedkoper dan voor de materialen met een levensduur van 18 of 25 jaar. Of er kan gekozen worden voor MDF. Dit heeft de gewenste levensduur, maar er zijn geen bouwkosten van gekend.

Extra aanpassingen om de levensduur te verhogen

De levensduur van het buitenspouwblad zal stijgen door ook aan de zijkanten van de vensterbank opzetranden aan te brengen. Zo kan het regenwater niet langs de zijkant afdruipe en vuile sporen achterlaten op het zichtmetselwerk.

Een buitenraam kan ook beter beschermd worden tegen de buitenomgeving door het raam meer te laten inspringen in de gevel.

Opmerking

De bouwdetails 'Bovenaansluiting raam (met screen)', 'Aansluiting zijkant raam achter slag' en 'Aansluiting zijkant raam met retour (met screen)' komen in deze masterproef niet aan bod omdat ze zo goed als dezelfde conclusies bevatten als het bouwdetail 'Dorpelaansluiting raam (met screen)'.

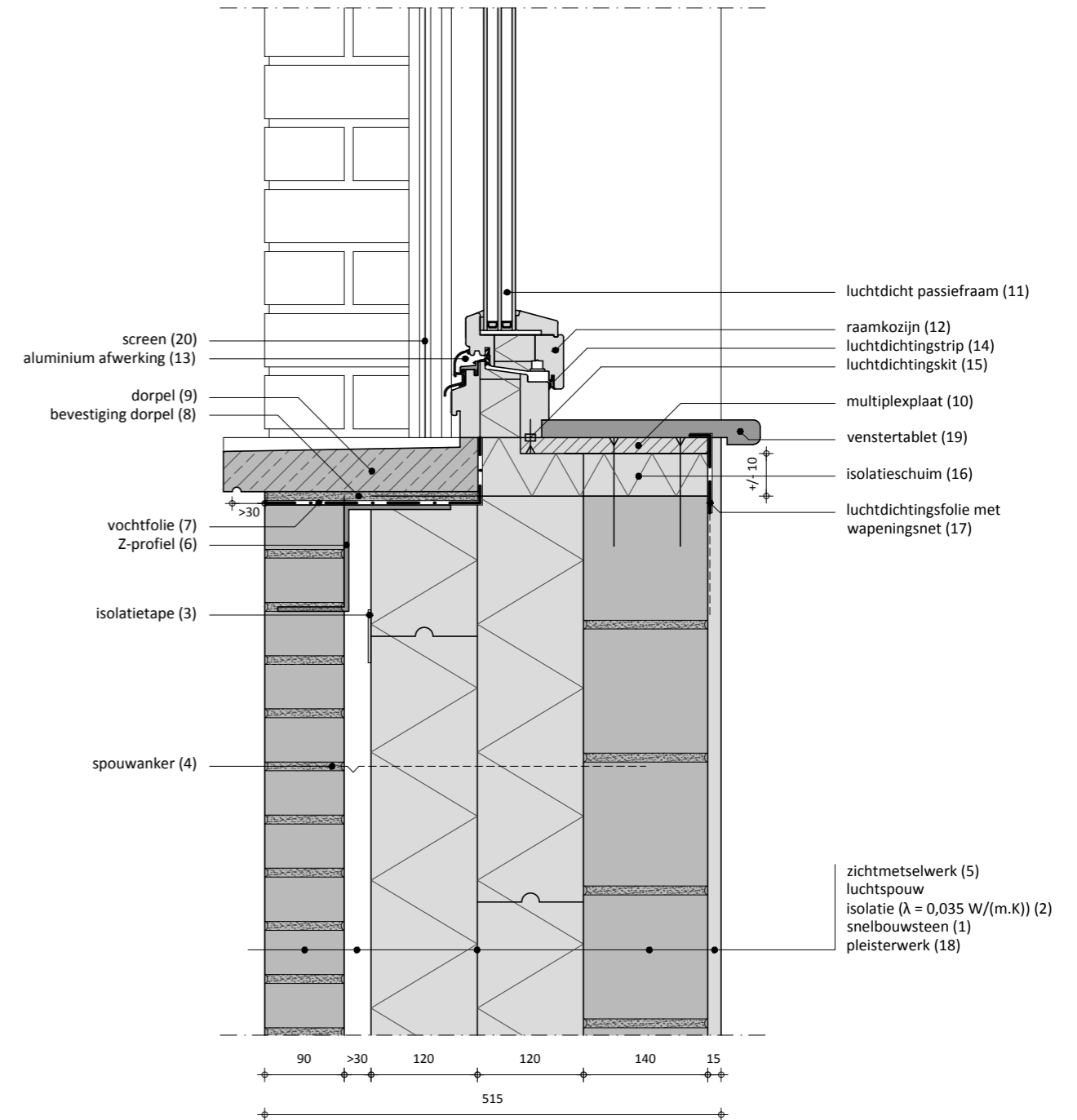
Dorpelaansluiting raam (met screen)

Passiefwoning

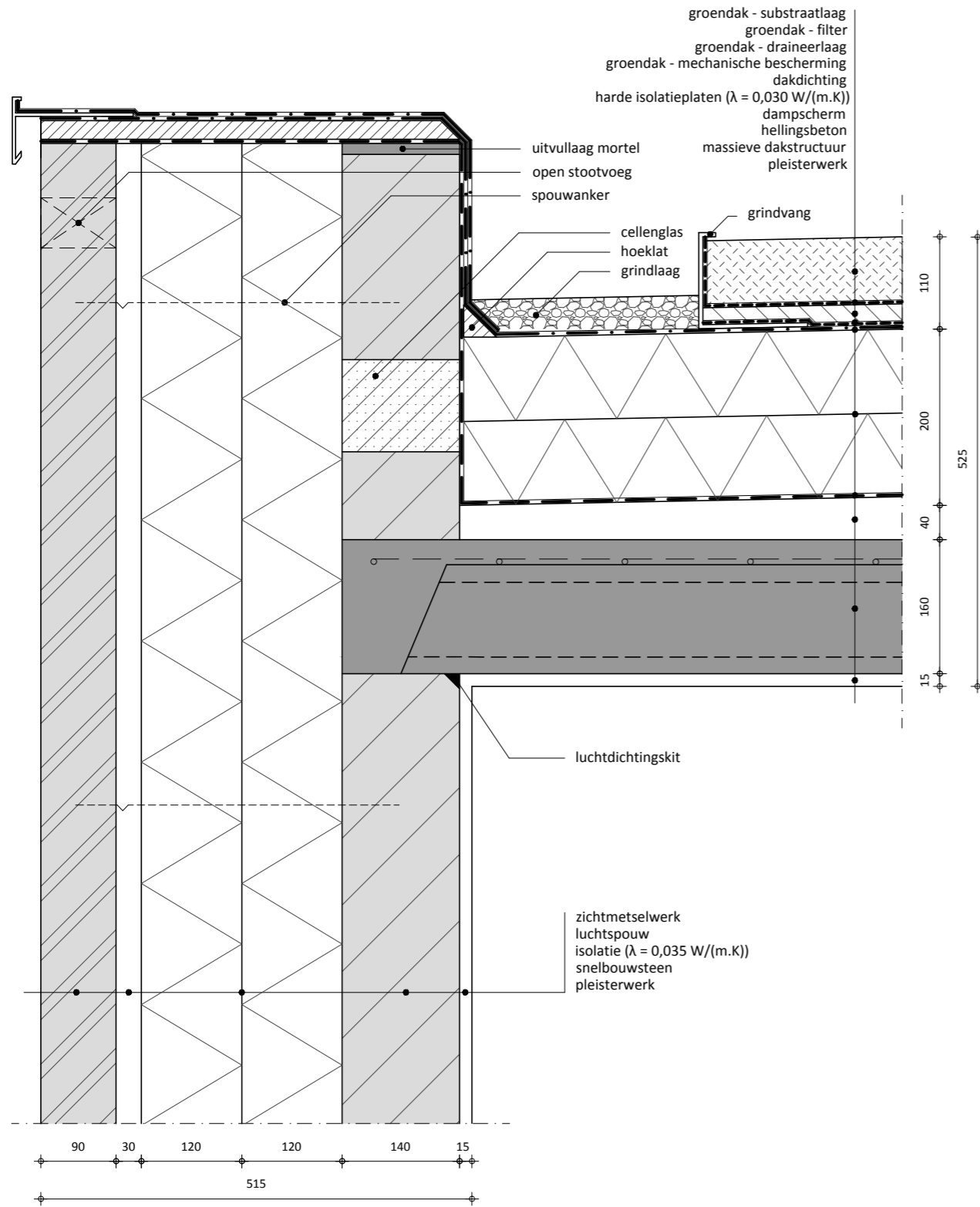
Herwerkt detail

Schaal 1:7

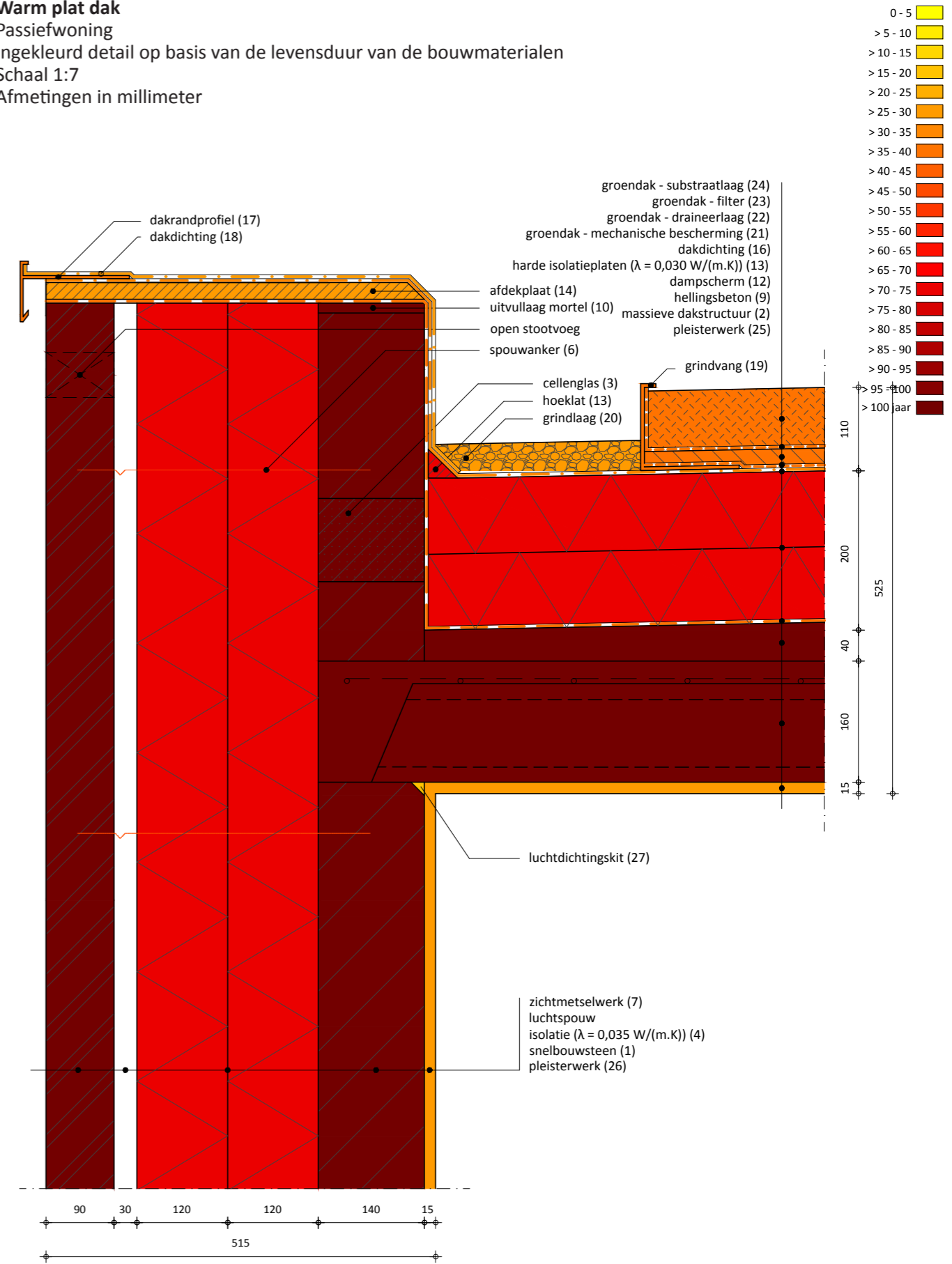
Afmetingen in millimeter



Warm plat dak
 Passiefwoning
 Origineel detail
 Schaal 1:7
 Afmetingen in millimeter



Warm plat dak
 Passiefwoning
 Ingekleurd detail op basis van de levensduur van de bouwmaterialen
 Schaal 1:7
 Afmetingen in millimeter

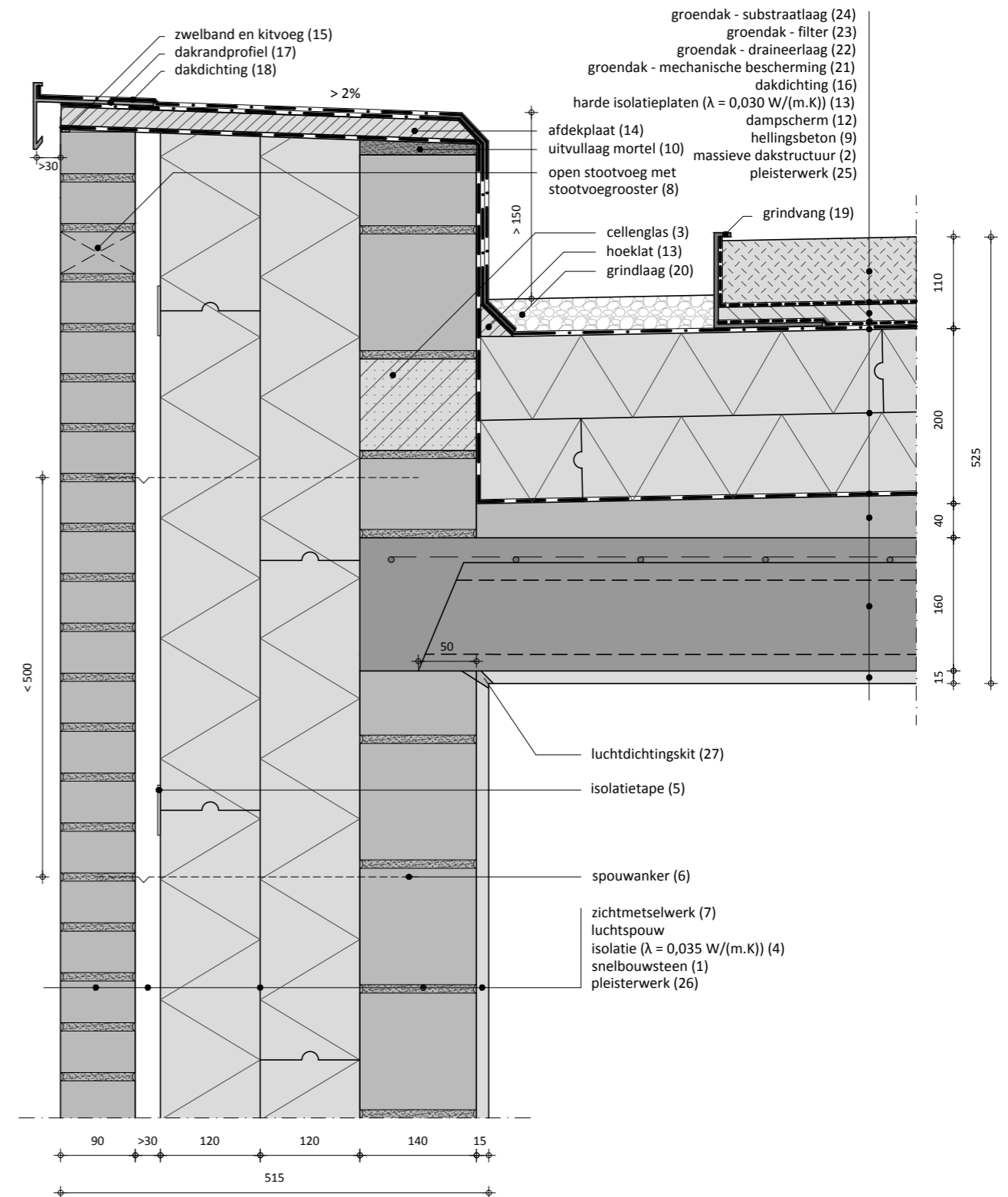


20.5. Warm plat dak

Materiaalkeuze op basis van rangschikking

materiaal	NIBE	bouwkost	RSL	€/jaar	bron RSL
1 kalkzandsteenelementen; incl. stucwerk laag	2a	€ 30,00	120	€ 0,25	SBR 2011
2 kanaalplaatvloer inclusief druklaag (dikte 200 mm)	2c	€ 38,00	120	€ 0,32	SBR 2011
3 cellenglas			120		SBR 2011
4 glaswol deken / plaat (dikte 90 mm)	1a	€ 8,00	75	€ 0,11	SBR 2011
5 isolatietape			20		eigen inschatting
6 spouwanker			50		veiligegevels.nl (april 2012)
7 betonsteenmetselwerk (gehydrofobeerd)	1b	€ 67,19	120	€ 0,56	SBR 2011
8 open stootvoeg met stootvoegrooster			40		eigen inschatting
9 hellingsbeton (schuimbeton)			120		BCIS 2006
10 uitvullaag mortel			120		SBR 2011
11 dampscherm (PE folie)			40		afgeleid uit SBR 2011
12 polyurethaan (PUR) (pentaan) (dikte 90 mm)	1b	€ 19,67	75	€ 0,26	SBR 2011
13 hoeklat (EPS?)			75		SBR 2011
14 afdekplaat (vezelplaat)			30		afgeleid uit SBR 2011
15 zwelband en kitvoeg			10		afgeleid uit SBR 2011
16 TPO - dakbanen; mechanisch bevestigd	2a	€ 21,94	36	€ 0,73	irs-europe.be (april 2012)
17 dakrandprofiel (aluminium)			40		afgeleid uit SBR 2011
18 TPO - dakbanen; mechanisch bevestigd	2a	€ 21,94	30	€ 0,73	irs-europe.be (april 2012)
19 grindvang (aluminium)			40		afgeleid uit SBR 2011
20 grindlaag			30		SBR 2011
21 groendak - mechanische bescherming (PE folie)			40		afgeleid uit SBR 2011
22 groendak - draineerlaag			40		SBR 2011
23 groendak - filter			40		SBR 2011
24 groendak - substraatlaag			40		SBR 2011
25 pleisterwerk: kalkstuc	4c	€ 16,67	50	€ 0,33	afgeleid uit BCIS 2006
26 pleisterwerk - leemstucwerk (dikte 12 mm)	1a	€ 19,50	30	€ 0,65	afgeleid uit SBR 2011
27 luchtdichtingskit			12		afgeleid uit SBR 2011

Warm plat dak
Passiefwoning
Herwerkt detail
Schaal 1:7
Afmetingen in millimeter



Wijzigingen in materiaalkeuze door levensduur van bouwmaterialen

Stem de levensduur van het buitenspouwblad af op de levensduur van de spouwisolatie.

materiaal	NIBE	bouwkost	RSL	€/jaar	bron RSL
7 kalkzandsteenmetselwerk (gehydrofobeerd)	1b	€ 59,38	75	€ 0,79	SBR 2011

Kalkzandsteenmetselwerk heeft in de grafiek, zie '7.3.4. Buitenspouwblad' op bladzijde 101, een hoge bouwkost per jaar, maar als alle levensduren een bovengrens krijgen van 75 jaar, dan blijkt kalkzandsteenmetselwerk het goedkoopste buitenspouwblad te zijn.

Extra aanpassingen om de levensduur te verhogen

materiaal	NIBE	bouwkost	RSL	€/jaar	bron RSL
8 open stootvoeg met stootvoegrooster			40		eigen inschatting
14 afdekplaat (vezelplaat)			30		afgeleid uit SBR 2011
15 zwelband en kitvoeg			10		afgeleid uit SBR 2011
27 luchtdichtingskit			12		afgeleid uit SBR 2011

Uitleg bij de eerste en de laatste aanpassing staat vermeld in '21.3. Hoe kan de levensduur verlengd worden?' op bladzijde 231, om herhaling te vermijden.

Door de afdekplaat onder lichte helling te plaatsen wordt stilstaand water vermeden. De keuze voor een vezelcementplaat met een langere levensduur dan een houten plaatmateriaal is aan te raden.

De extra strook dakdichting bovenop het dakrandprofiel loopt door tot aan het horizontaal vlak van het plat dak. Zo duwt het grind tegen het uiteinde, wat voor een extra versteviging van de bevestiging zorgt. Als de strook zou stoppen op het horizontaal vlak van de opstand, dan heeft de wind meer mogelijkheden om de bevestiging los te blazen, en kan het water gemakkelijker onder deze extra dakdichting vloeien.

Het is aan te raden om hoeken van 90 graden voor folies te vermijden, zeker als ze onderhevig zijn aan grote temperatuurschommelingen zoals op een plat dak. Door het gebruik van een hoeklat en een afgeschuinde afdekplaat wordt in dit bouwdetail de hoek van 90 graden op twee plaatsen opgesplitst in twee stompe hoeken van 135 graden.

Om indringen van vocht te voorkomen, wordt tussen het buitenspouwblad en de afdekplaat een zwelband geplaatst, afgewerkt met een kitvoeg.

Het grind en het groendak zorgen voor een bescherming van de dakbedekking, die zo minder blootgesteld is aan weer, wind en temperatuurschommelingen, wat de levensduur vergroot.

Zoals vermeld in '19. Innovatieve bouwdetails' op bladzijde 189 wordt hier bij wijze van voorbeeld een innovatief detail uitgewerkt: het traditioneel gemetst buitenspouwblad wordt veranderd in het Daas ClickBrick-systeem, zie 'Afbeelding 20: ClickBrick' op bladzijde 188.

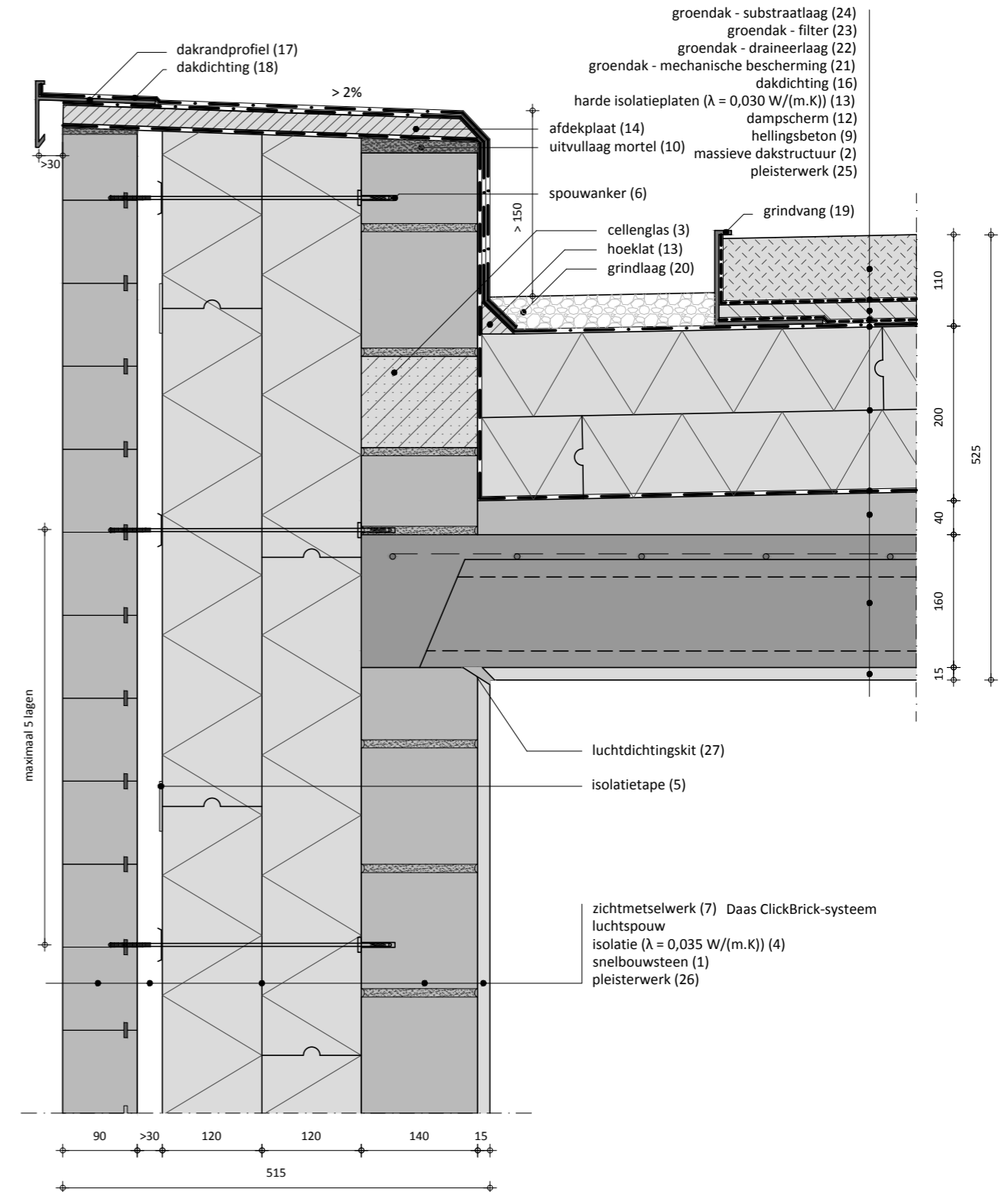
Warm plat dak

Passiefwoning

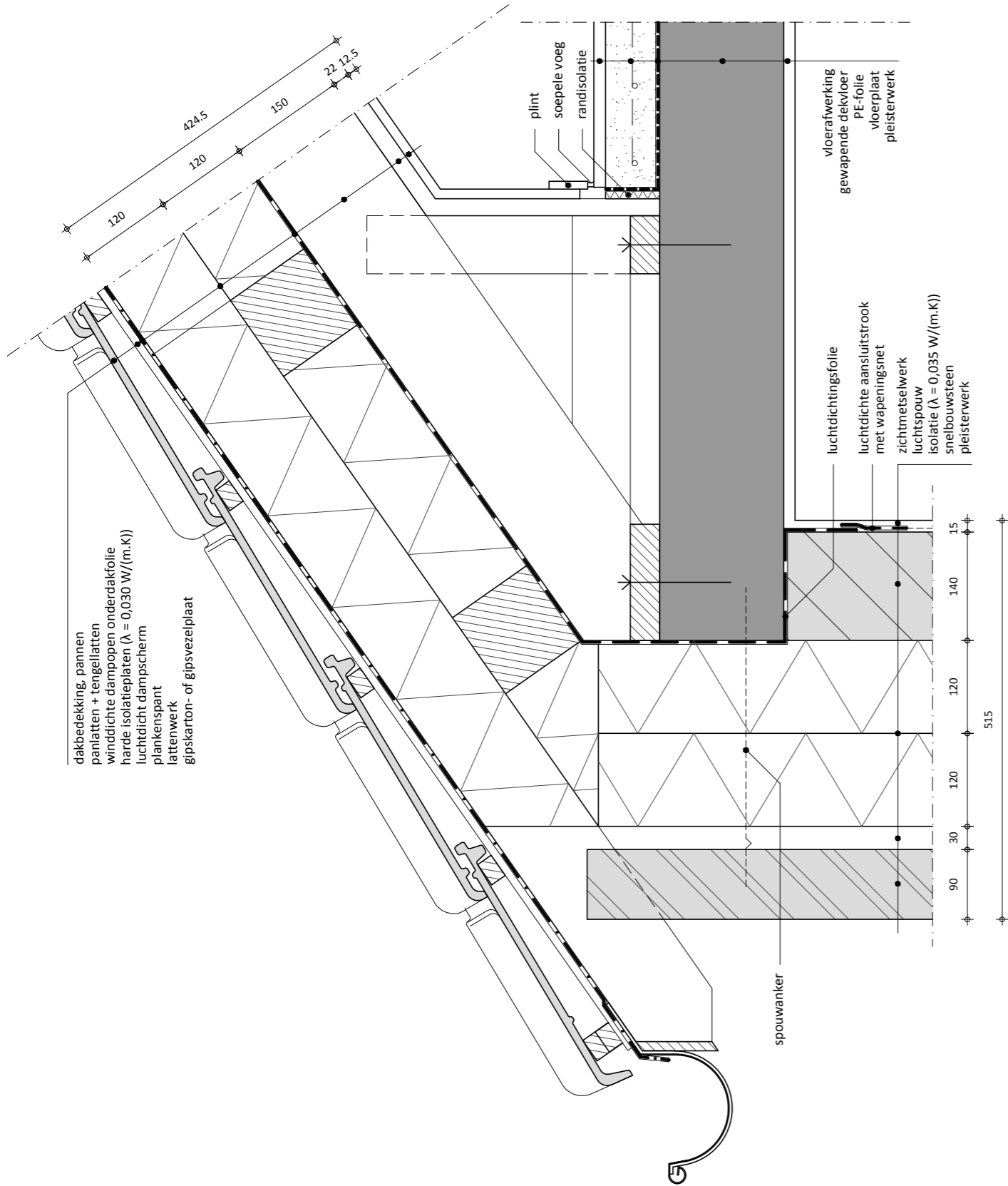
Innovatief detail

Schaal 1:7

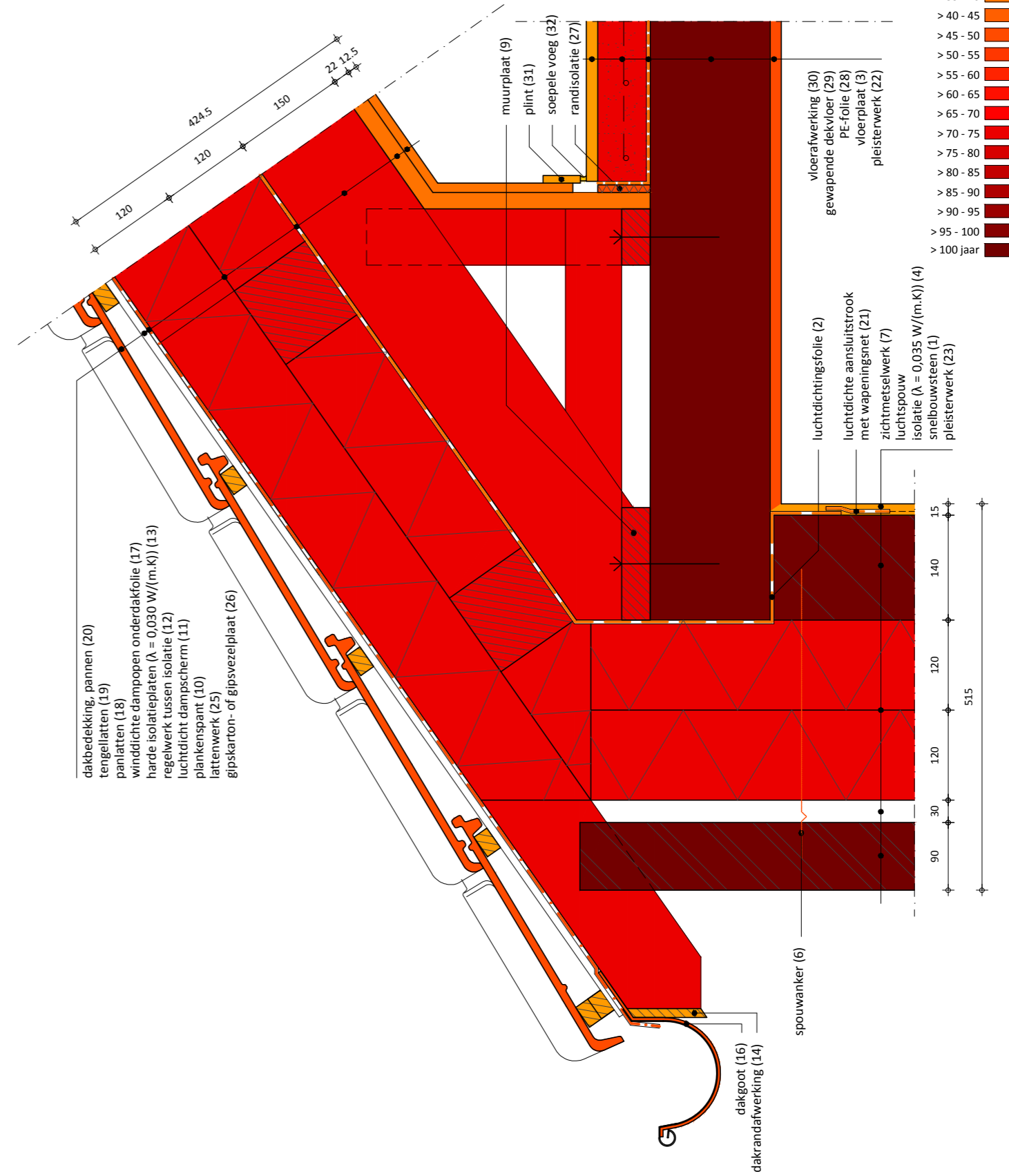
Afmetingen in millimeter



Hellend dak, sarking systeem
 Passiefwoning
 Origineel detail
 Schaal 1:7
 Afmetingen in millimeter



Hellend dak, sarking systeem
 Passiefwoning
 Ingekleurd detail op basis van de levensduur van de bouwmaterialen
 Schaal 1:7
 Afmetingen in millimeter



0 - 5	Lightest yellow
> 5 - 10	Yellow
> 10 - 15	Light orange
> 15 - 20	Orange
> 20 - 25	Dark orange
> 25 - 30	Red-orange
> 30 - 35	Red
> 35 - 40	Dark red
> 40 - 45	Very dark red
> 45 - 50	Dark red
> 50 - 55	Dark red
> 55 - 60	Dark red
> 60 - 65	Dark red
> 65 - 70	Dark red
> 70 - 75	Dark red
> 75 - 80	Dark red
> 80 - 85	Dark red
> 85 - 90	Dark red
> 90 - 95	Dark red
> 95 - 100	Dark red
> 100 jaar	Dark red

20.6. Hellend dak, sarking systeem

Materiaalkeuze op basis van rangschikking

materiaal	NIBE	bouwkost	RSL	€/jaar	bron RSL
1 kalkzandsteenelementen; incl. stucwerk laag	2a	€ 30,00	120	€ 0,25	SBR 2011
2 luchtdichtingsfolie (HDPE)			40		afgeleid uit SBR 2011
3 kanaalplaatvloer inclusief druklaag (dikte 200 mm)	2c	€ 38,00	120	€ 0,32	SBR 2011
4 glaswol deken / plaat (dikte 90 mm)	1a	€ 8,00	75	€ 0,11	SBR 2011
5 tape isolatie			20		eigen inschatting
6 spouwanker			50		veiligegevels.nl (april 2012)
7 betonsteenmetselwerk (gehydrofobeerd)	1b	€ 67,19	120	€ 0,56	SBR 2011
8 open stootvoeg met stootvoegrooster			40		eigen inschatting
9 muurplaat			75		SBR 2011
10 spanten			75		SBR 2011
11 luchtdichtingsfolie (HDPE)			40		afgeleid uit SBR 2011
12 regelwerk tussen isolatie			75		SBR 2011
13 glaswol platen (dikte 100 mm)	2a	€ 9,42	75	€ 0,13	SBR 2011
14 kroonlijst			30		afgeleid uit SBR 2011
15 zwelband en kitvoeg			10		afgeleid uit SBR 2011
16 staal; mastgoot, verzinkt en gecoat	1a	€ 43,60	50	€ 0,87	SBR 1995
17 winddichte dampopen onderdakfolie (EPDM)			50		afgeleid uit SBR 2011
18 panlatten			30		afgeleid uit SBR 2011
19 tengellatten			30		afgeleid uit SBR 2011
20 dakpan, beton; 75 mm overlap	1a	€ 23,27	50	€ 0,47	SBR 2011
21 luchtdichtingsfolie met wapeningsnet (HDPE)			40		afgeleid uit SBR 2011
22 pleisterwerk: kalkstuc	4c	€ 16,67	50	€ 0,33	afgeleid uit BCIS 2006
23 pleisterwerk - leemstucwerk (dikte 12 mm)	1a	€ 19,50	30	€ 0,65	afgeleid uit SBR 2011
24 luchtdichtingskit			12		afgeleid uit SBR 2011
25 lattenwerk electrospouw			40		afgeleid uit SBR 2011
26 gipskartonplaat (rogips)	4c	€ 37,00	37	€ 1,00	BCIS 2006
27 randisolatie			50		eigen inschatting
28 PE folie			40		afgeleid uit SBR 2011
29 RO-anhydriet	4b	€ 10,00	75	€ 0,13	SBR 2011
30 Europees zachthout; delen / parket (db)	1a	€ 74,93	30	€ 2,50	BCIS 2006
31 vuren (db)	1a	€ 4,21	30	€ 0,14	afgeleid uit SBR 2011
32 soepele voeg			18		afgeleid uit SBR 2011

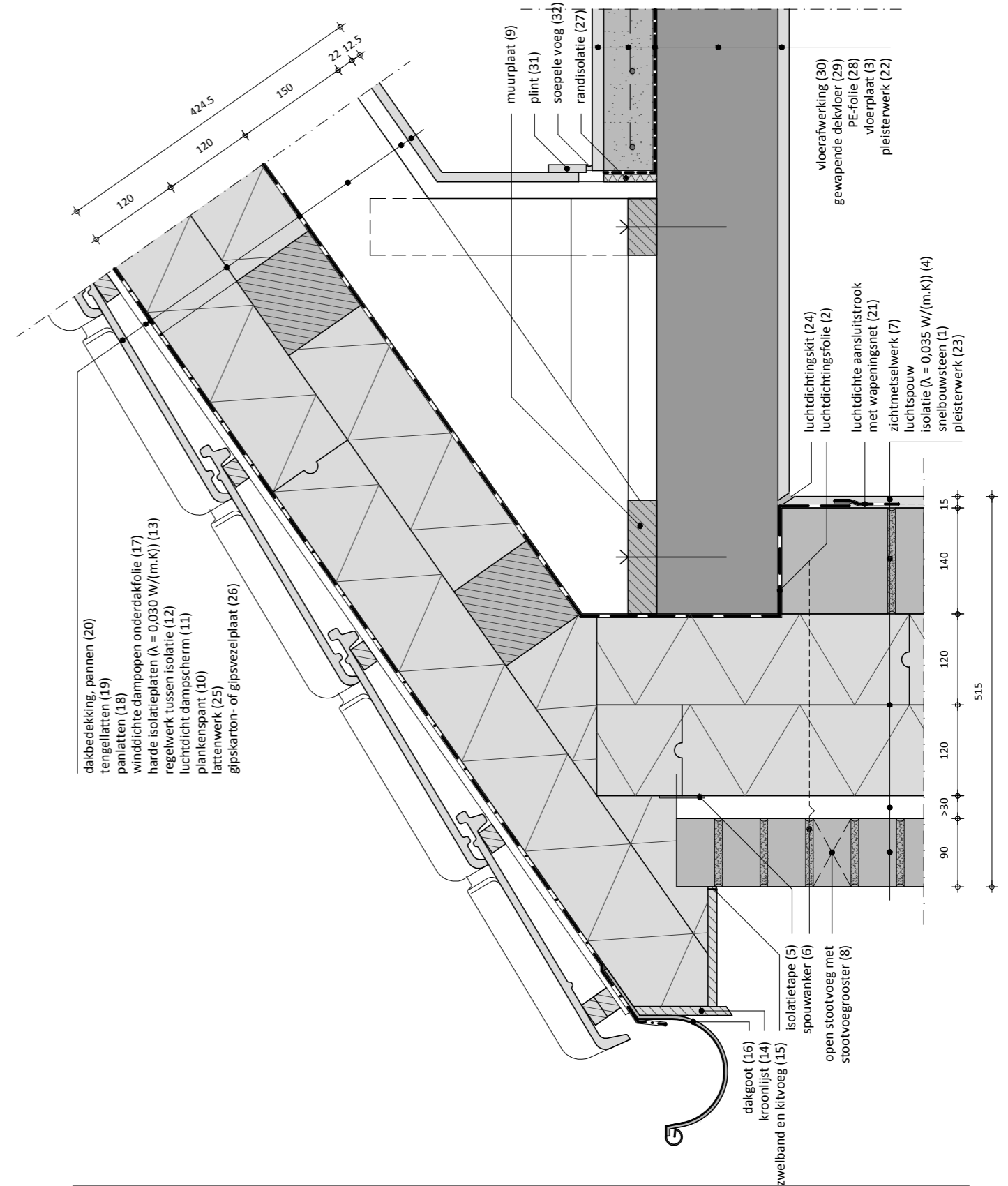
Hellend dak, sarking systeem

Passiefwoning

Herwerkt detail

Schaal 1:7

Afmetingen in millimeter



Wijzigingen in materiaalkeuze door levensduur van bouwmaterialen

Stem de levensduur van het buitenspouwblad af op de levensduur van de spouwisolatie.

materiaal	NIBE	bouwkost	RSL	€/jaar	bron RSL
7 kalkzandsteenmetselwerk (gehydrofobeerd)	1b	€ 59,38	75	€ 0,79	SBR 2011

Kalkzandsteenmetselwerk heeft in de grafiek, zie '7.3.4. Buitenspouwblad' op bladzijde 101, een hoge bouwkost per jaar, maar als alle levensduren een bovengrens krijgen van 75 jaar, dan blijkt kalkzandsteenmetselwerk het goedkoopste buitenspouwblad te zijn.

Extra aanpassingen om de levensduur te verhogen

materiaal	NIBE	bouwkost	RSL	€/jaar	bron RSL
8 open stootvoeg met stootvoegrooster			40		eigen inschatting
14 kroonlijst			30		afgeleid uit SBR 2011
15 zwelband en kitvoeg			10		afgeleid uit SBR 2011
24 luchtdichtingskit			12		afgeleid uit SBR 2011

Uitleg bij de eerste en de laatste aanpassing staat vermeld in '21.3. Hoe kan de levensduur verlengd worden?' op bladzijde 231, om herhaling te vermijden.

In het originele bouwdetail kan de lucht of de wind tussen het onderdak en de dakisolatie terecht komen, met condensatie als mogelijk gevolg. Om dit te vermijden loopt de dakisolatie verder tot aan de kroonlijst, en wordt de kroonlijst ook horizontaal afgewerkt, wat het visueel uitzicht verbetert. Het verticale gedeelte van de kroonlijst loopt iets verder door naar beneden om een druiplijst te vormen. Om indringen van vocht te voorkomen, wordt tussen de kroonlijst en het buitenspouwblad een zwelband geplaatst, afgewerkt met een kitvoeg.

Opmerking

Het bouwdetail 'Aansluiting puntgevel met hellend dak' komt in deze masterproef niet aan bod omdat het zo goed als dezelfde conclusies bevat als het bouwdetail 'hellend dak, sarking systeem'.

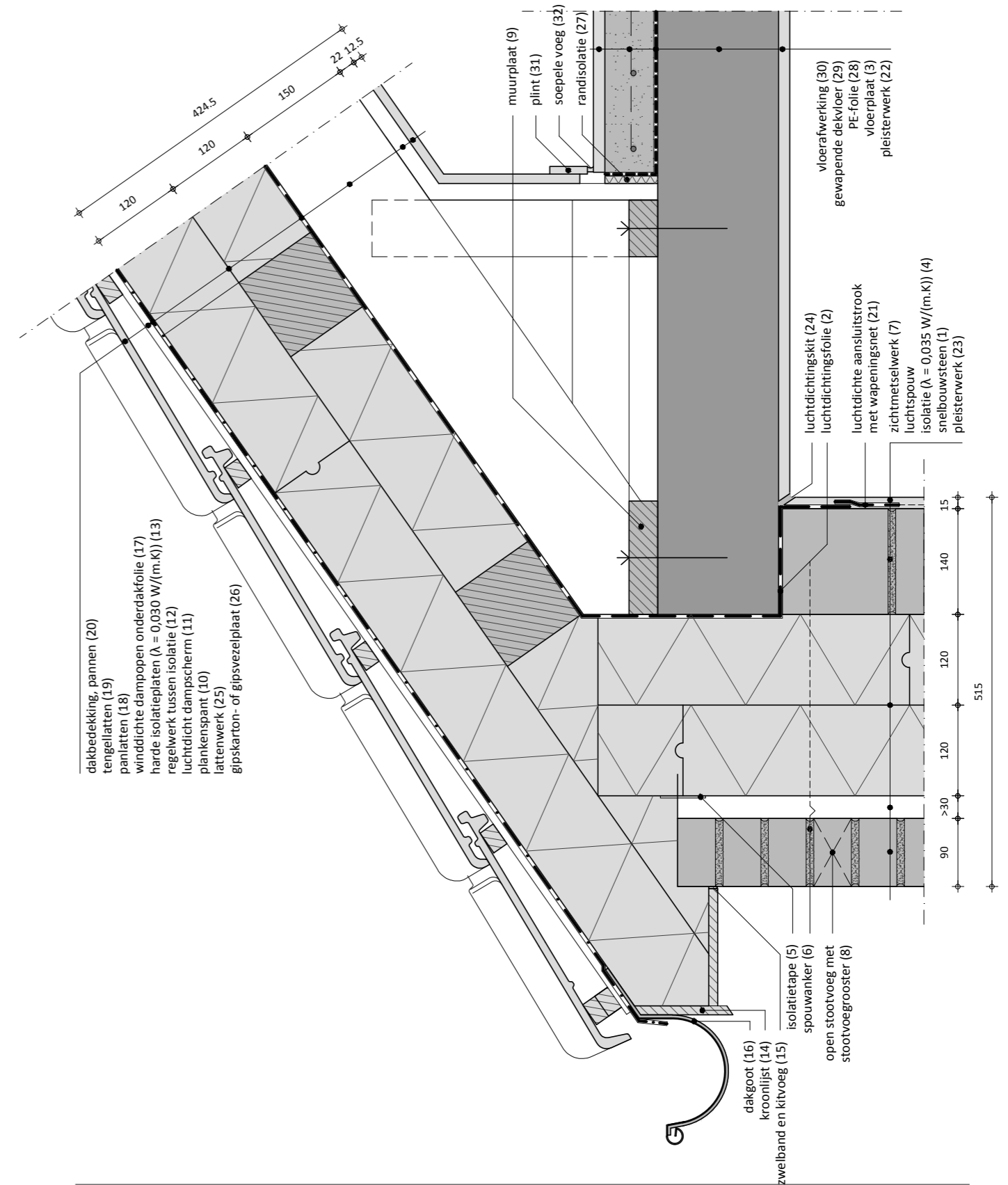
Hellend dak, sarking systeem

Passiefwoning

Herwerkt detail

Schaal 1:7

Afmetingen in millimeter



21. Bespreking van de resultaten

21.1. Langs binnen of langs buiten vervangen?

In een gebouw moet een structuur met een lange levensduur duurzaam ontworpen en onderhouden worden zodat een gebouw kans krijgt op herbestemming in dezelfde structuur. De verschillende partijen die aan de bouw meewerken zouden zich op voorhand moeten afvragen voor welke levensduur ze een gebouw realiseren en wat er in een latere fase nog met het gebouw kan gebeuren. Dit is echter een analyse op gebouwniveau die in deze masterproef niet verder aan bod komt. Met als uitgangspunt dat de structuur duurzaam ontworpen is en mogelijkheden biedt tot herbestemming, moeten structurele elementen hun lange levensduur behouden. De locatie ten opzichte van de structuur zal dus bepalen als een materiaal langs binnen of langs buiten vervangen moet worden. Dit komt (zo goed als) altijd overeen met de minst intensieve renovatiemethode omdat weinig of geen andere materiaallagen moeten verwijderd worden om de vervanging uit te voeren.

21.2. Waar zitten de fouten in de details?

21.2.1. Folies en kitten

De levensduur van folies blijft een probleem. Deze hebben bijna altijd een kortere levensduur dan de materialen eromheen. De omliggende materialen kunnen ook bijna nooit demontabel verwijderd worden om de folie te vernieuwen. Momenteel is de vakgroep Architectuur en Stedenbouw van Universiteit Gent bezig met proeven, vooral gericht op initiële prestaties en het soort degradatie die kan plaatsvinden bij folies. De vertaling van die mechanismen naar effectieve voorspellingen voor levensduur is nog niet gebeurd en zal volgens ir.-arch. Nathan Van Den Bossche ten vroegste in 2013 plaatsvinden.

Er moet ook aandacht uitgaan naar de levensduur van kitten. Deze worden best nagekeken tijdens het jaarlijks onderhoud en indien nodig vernieuwd.

21.2.2. Spouwisolatie

De spouwisolatie wordt aan de binnenkant begrensd door het binnenspouwblad en aan de buitenkant door het buitenspouwblad. Beide begrenzende materiaallagen bezitten zowel standaard als voor het meest aan te raden materiaal volgens de materiaalbladzijden een langere levensduur dan de spouwisolatie. Kiezen voor een spouwisolatie met een levensduur langer dan 75 jaar is niet mogelijk, dus het blijkt noodzakelijk één van de twee omringende materialen aan te passen.

Het binnenspouwblad maakt deel uit van de structuur van een gebouw. Uiteraard mogen de structurele elementen niet verwijderd worden om de spouwisolatie te vervangen, zie '21.1. Langs binnen of langs buiten vervangen?' op bladzijde 229. Ook worden deze structurele elementen aan de binnenkant vaak afgewerkt met bijvoorbeeld een pleisterlaag of een gipsplaat. Vervanging van de spouwisolatie langs de binnenkant betekent dat ook deze afwerking moet verdwijnen. Bovendien zou zelfs bij een skeletstructuur een vervanging van de spouwisolatie langs binnen zorgen voor veel praktische problemen: het gebouw wordt een periode onbruikbaar. Deze optie is dus uitgesloten.

Aan de buitenzijde is wel een aanpassing uitvoerbaar. Het buitenspouwblad in metselwerk heeft misschien voor bijna alle materialen een levensduur die groter is dan de spouwisolatie die ze insluit, zie '7.3.3. Spouwisolatie' op bladzijde 99 en '7.3.4. Buitenspouwblad' op bladzijde 101, toch is er bijvoorbeeld kalkzandsteenmetselwerk met een levensduur van 75 jaar, wat overeenkomt met de maximale levensduur aanwezig bij de spouwisolatiematerialen. Ofwel valt de keuze dus op een buitenspouwblad met een kortere levensduur, ofwel op een gevelbekleding. Dit laatste heeft als nadeel een hogere bouwkost per jaar, zie '7.3.8. Buitenspouwblad en gevelbekledingen samengevoegd' op bladzijde 109, maar als bijkomend voordeel dat de isolatiedikte - indien nodig - in de toekomst gemakkelijker aan te passen is. Door de stijging van de energieprijzen en de steeds strengere bouweisen valt hier zeker aandacht aan te besteden. Een gebouw heeft ongeveer om de 50 jaar een grondige renovatie nodig, maar een aanpassing van de isolatiedikte is voor een standaard woning

vaak niet zo lang uit te stellen. Dit is meestal in tegenstelling met de bereikbaarheid van de isolatie. Het is niet voor niets dat veel bouwadviseurs aanraden om eerst goed te isoleren en luchtdicht te bouwen, en dan pas over te gaan tot milieubewuste technieken, omdat de isolatie weinig mogelijkheden biedt tot aanpassing. Dit advies blijft van toepassing voor vloerisolatie, maar wie vandaag intelligent ontwerpt en detailleert, kan best zorgen dat de spouwisolatie en eventueel de dakisolatie in de toekomst op een handige manier vernieuwd of verdikt kunnen worden. Zo wordt een afbraak van het buitenspouwblad voor het einde van zijn levensduur vermeden en tevens kunnen de Belgische gebouwen sneller aan de strengere EPB-eisen voldoen.

Kalkzandsteen als fundering en/of buitenspouwblad

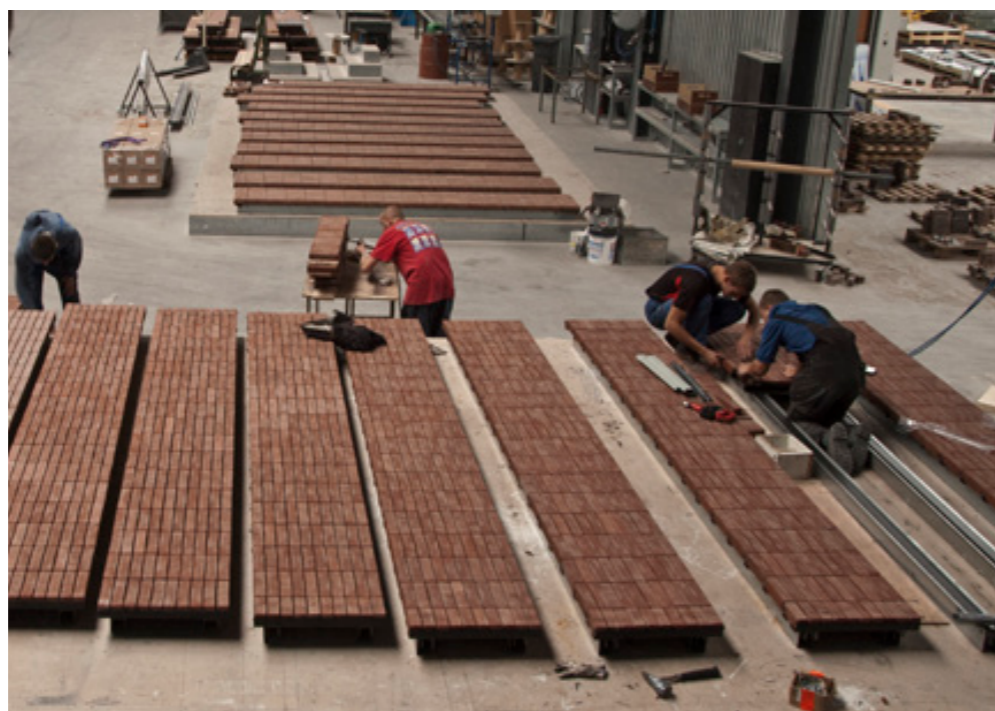
Tegenwoordig wordt kalkzandsteen vooral voor binnenmuren gebruikt, maar tijdens de eerste decennia van de 20^{ste} eeuw werden ook veel buitengevels van huizen en grotere gebouwen in kalkzandsteen opgetrokken. Verschillende internetbronnen vermelden dat het gebruik van kalkzandsteen buiten, mede door de grotere kwetsbaarheid voor omgevingsinvloeden, in onbruik is geraakt. Op de websites www.calduran.be, www.gedimatvandervelden.be, www.bouwhelp.nl, www.livios.be en www.nederlandrenoveert.nl is echter te lezen dat kalkzandsteen ook in funderingen, kelders en gevels kan toegepast worden. Voor een buitenspouwblad moeten dan wel stenen gebruikt worden van gevelkwaliteit, voor fundering is een gronddekking van meer dan 15 cm aan te raden. Als deze materialen niet toegestaan zouden zijn als fundering of buitenspouwblad zou het NIBE ze waarschijnlijk nooit in hun materialenlijsten opnemen. Om deze redenen kan kalkzandsteen als materiaal toegekend worden op de geanalyseerde bouwdetails.

ClickBrick en LeeBrick

Als de bouwheer of architect toch een uitzicht in metselwerk verkiest, zijn er alternatieve oplossingen die wel een vernieuwing of verdikking van de spouwisolatie mogelijk maken. Een eerste voorbeeld is ClickBrick, zie '19. Innovatieve bouwdetails' op bladzijde 189, 'Afbeelding 20: ClickBrick' op bladzijde 188 en een toepassing in een bouwdetail in '20.5. Warm plat dak' op bladzijde 218. Een tweede voorbeeld is LeeBrick. Dit zijn gevelpanelen met het uitzicht van metselwerk, zie 'Afbeelding 22: LeeBrick' op bladzijde 230.

21.2.3. Materiaalcombinaties

De analyse in 'Deel 2: Vergelijking van bouwmaterialen' op bladzijde 5 en volgende gebeurt op materiaal-niveau. De aan te raden materialen die hieruit volgen, zorgen niet voor combinatiefouten na de toepassing ervan in een bouwdetail. Vanzelfsprekend moet dit per bouwdetail extra gecontroleerd worden. Er zal een interactie plaatsvinden tussen materialen die elkaar raken. Dit mag niet zorgen voor een verkorting van de levensduur van het bouwdetail of het gebouw.



Afbeelding 22: LeeBrick
Bron: www.leebo.nl

21.3. Hoe kan de levensduur verlengd worden?

Hier komen antwoorden aan bod op de probleemstelling van '18.2. Wijzigingen i.v.m. levensduur' op bladzijde 187: door welke wijzigingen en toevoegingen wordt een bouwdetail bekomen met meer aandacht voor de levensduur van de bouwmaterialen.

21.3.1. Aardingslus: verlore koperen geleider

De levensduur van een aardingselektrode hangt hoofdzakelijk af van haar weerstand tegen corrosie. Een aardingslus die bestaat uit een koperen blanke geleider mag niet in contact komen met de fundering. Deze wordt iets dieper ingegraven dan de funderingssleuf en achteraf met wat grond bedekt om contact te vermijden. Een verlore koperen geleider mag wel in de fundering verwerkt worden, waardoor het metaal bij voldoende dekking minder rap onderhevig is aan corrosie.

21.3.2. Ondergronds metselwerk: noppenfolie

Om het ondergronds metselwerk extra te beschermen, wordt een noppenfolie geplaatst aan de buitenzijde. Deze moet ter hoogte van het maaiveld zorgvuldig bevestigd worden zodat het regenwater niet tussen de noppenfolie en het metselwerk terecht kan komen.

21.3.3. Ondergronds metselwerk: drainage

De noodzaak van de drainage hangt samen met de samenstelling van de grond en ook met de hoogte van de watertafel. Op de bouwdetails wordt voor de volledigheid altijd een drainage getekend.

21.3.4. Isolatie: vochtfolie

Om de levensduur van een isolatiemateriaal te vergroten moet indringen van vocht worden tegengegaan. Dit kan gebeuren door een luchtspouw, het plaatsen van een vochtfolie of een zwelband en kitvoeg.

21.3.5. Spouwisolatie: stootvoegroosters

Open stootvoegen laten niet alleen lucht, maar ook ongedierte door. De stootvoegen mogen maximaal 1 cm breed zijn om binnendringen van ratten en muizen te voorkomen. Vaak zijn de open stootvoegen die de evacuatie van het spouwvocht mogelijk maken echter nog altijd groot genoeg zodat grote insecten zoals wespen, bijen en hommels zich in de luchtspouw kunnen begeven. Een rooster biedt dan bescherming van



Afbeelding 23: Voorbeelden van stootvoegroosters
Links: T 110 spouwvoegventilatie-rooster in kunststof, een gelijkwaardig spouwvoegventilatie-rooster is verkrijgbaar in RVS.
Rechts: SpouwSafe achterafvoeg-rooster in RVS.
Bron: www.tilmar.nl

de spouw tegen alle ongedierte, zie 'Afbeelding 23: Voorbeelden van stootvoegroosters' op bladzijde 231. In een nieuw te metsen buitenspouwblad kunnen spouwvoegventilatiegroosters ingemetseld worden. Deze zijn beschikbaar in RVS en kunststof. In bestaande buitenspouwbladen kunnen achterafvoegroosters een oplossing bieden. Deze bescherming tegen insecten zal de levensduur van de spouwisolatie verlengen.

21.3.6. Buitenspouwblad: vochtfolie lager plaatsen

De vochtfolie die vertrekt tussen de twee spouwisolatielagen en uitkomt boven het maaiveld in het buitenspouwblad wordt best slechts 30 mm boven het maaiveld geplaatst. Zo kan optrekkend vocht en bijhorende vervuiling en verkleuring beperkt worden tot de onderste laag stenen van het zichtmetselwerk.

21.3.7. Buitenspouwblad: extra vochtfolie

Het vocht dat via de luchtsponw naar beneden valt wordt onderaan op een vochtfolie opgevangen en via de open stootvoegen naar buiten gebracht. Het duurt echter even tot dit vocht zijn weg naar buiten vindt. Daardoor krijgt het vocht de tijd om in de laag bakstenen te dringen die juist boven de vochtfolie ligt. Om te vermijden dat het vocht nog verder naar boven wordt opgetrokken, kan er een extra vochtfolie geplaatst worden boven die laag bakstenen. Dit is te zien in het herwerkte bouwdetail van '20.1. Funderingsaansluiting vloer op volle grond' op bladzijde 194 en '20.2. Funderingsaansluiting kruipruimte' op bladzijde 200. Deze extra vochtfolie zal de levensduur van het buitenspouwblad verlengen.

21.3.8. Buitenspouwblad: spouwankers

Gebruik corrosievaste stalen spouwankers. In het verleden zijn vaak verzinkte spouwankers gebruikt, waarvan volgens de website veiliggevels.nl de levensduur in veel gevallen minder is dan 50 jaar.

21.3.9. Ramen en deuren: dieper in gevel plaatsen

Door een raam of een deur dieper in de gevel te plaatsen, ontstaan gunstigere omstandigheden die de levensduur zullen verlengen.

21.3.10. Pleisterwerk: luchtdichtingskit

Waar bijvoorbeeld een muur en een plafond samenkomen, worden deze aan de binnenkant vaak alle twee afgewerkt met pleisterwerk. Omdat dit geen homogene bouwdelen zijn, is de kans groot dat de muur op een andere manier uitzet of krimpt dan het plafond. Daarom is het aan te raden om de hoek waar deze pleisterlagen samenkomen eerst door te snijden en vervolgens luchtdicht af te werken met een kitvulling.

21.3.11. Vloerisolatie: dikte dekvloer

Bij grote diktes van de vloerisolatie is er kans op schade door mensen die er op wandelen. Het is belangrijk dat er zorgvuldig met de isolatie wordt omgesprongen tot de dekvloer geplaatst wordt. De dikte van die dekvloer zal ook moeten aangepast worden aan de dikte van de vloerisolatie om de belasting op de isolatie nog beter te spreiden. In de bouwdetails krijgt de dekvloer een dikte van 70 mm.

22. Conclusie 'Deel 4: Toepassing van levensduurwaarden in massiefbouw'

In de toekomst zouden geen materialen met een korte levensduur mogen ingesloten worden door materialen met een lange(re) levensduur. Na een analyse van enkele referentiedetails blijkt dat de Belgische bouwmethode weinig fouten bevat op gebied van levensduur. De grootste en opvallendste fout is te vinden bij de spouwisolatie: deze wordt aan de binnenkant begrensd door het binnenspouwblad en aan de buitenkant door het buitenspouwblad. Beide begrenzende materiaallagen bezitten standaard een langere levensduur dan de spouwisolatie. Met als uitgangspunt dat de structuur, waar het binnenspouwblad bij massiefbouw deel van uitmaakt, duurzaam ontworpen is en mogelijkheden biedt tot herbestemming, moeten structurele elementen hun lange levensduur behouden. Uiteraard mogen de structurele elementen dus niet verwijderd worden om de spouwisolatie te vervangen. Aan de buitenzijde is wel een aanpassing uitvoerbaar. Ofwel valt de keuze op een buitenspouwblad met een kortere levensduur, ofwel op een gevelbekleding. Dit laatste heeft als bijkomend voordeel dat de isolatiedikte - indien nodig - gemakkelijker aan te passen is. Door de stijging van de energieprijzen en de steeds strengere bouweisen valt hier zeker aandacht aan te besteden. Wie vandaag intelligent ontwerpt en detailleert, zoekt best naar een oplossing om de spouwisolatie en eventueel de dakisolatie in de toekomst op een handige manier te kunnen vernieuwen of verdikken. Zo wordt een afbraak van het buitenspouwblad voor het einde van zijn levensduur vermeden en tevens kunnen de Belgische gebouwen sneller aan de strengere EPB-eisen voldoen.

De materiaalbladzijden uit 'Deel 2: Vergelijking van bouwmaterialen' op bladzijde 5 en volgende vormen een goede basis voor de analyse van de bouwdetails. Het feit dat deze vergelijking op materiaalniveau gebeurt, zorgt niet voor schadelijke interacties tussen materialen in het bouwdetail. Uit de tabellen blijkt wel dat nog veel materialen niet aanwezig zijn op de materiaalbladzijden. De levensduur hiervan moet opgezocht worden in andere bronnen. In de toekomst kan het aantal materiaalbladzijden misschien toenemen om dit probleem op te lossen.

Uit de analyse blijkt ook dat sommige referentiedetails nog extra of meer gedetailleerde informatie mogen bevatten, die de levensduur van het detail kan vergroten. Een nauwkeurig uitgewerkt bouwdetail is een eerste aanzet tot een zorgvuldige uitvoering, met een duurzaam gebouw tot gevolg. Door deze extra informatie zullen bouwheren meer bewust zijn van de voordelen van een goede detaillering, waardoor ze hieraan tijdens een gesprek met de architect of bij een werkbezoek meer aandacht zullen besteden.

Tenslotte toont deze masterproef aan dat materialen zo eenvoudig mogelijk moeten gebruikt worden, met weinig permanente toevoelagen of verlijmingen. Als twee materialen bijvoorbeeld aan elkaar verlijmd zijn, is de bouwheer na verloop van de kortste levensduur van de samengestelde materialen genoodzaakt om beide te vernieuwen. Een ander voorbeeld is gecoat glas. Dit bezit een kortere levensduur en is veel moeilijker te recyclen dan helder glas voorzien van een zonnewering, terwijl ze beide dezelfde functie kunnen vervullen. De aansluitingen moeten zo gedetailleerd worden dat vervanging of herstelling mogelijk is en blijft. Ook moeten materialen met een kortere levensduur en afwerkingen zoals kitvoegen en luchtdichtingsstrips bereikbaar blijven voor inspectie.

Deze masterproef over de levensduur van bouwmaterialen geeft een uitgebreider inzicht in verband met duurzaamheid en vormt een uitnodiging en uitdaging om de resultaten van de onderzoeken morgen in de bouwpraktijk toe te passen. Vandaag gaat daar helaas in de traditionele bouwmethode nog te weinig aandacht naar uit.

23. ‘Deel 4: Toepassing van levensduurwaarden in massiefbouw’ in de toekomst

23.1. Samenwerking met Stad Gent

Zie ‘11.3. Samenwerking met Stad Gent’ op bladzijde 164.

Na afloop van de masterproef is Stad Gent, meer in het bijzonder mevrouw Elisabeth Kuijken van de Milieudienst, bereid om aan tafel te zitten en de resultaten te bespreken. Afhankelijk van hun oordeel kunnen bepaalde resultaten toegevoegd worden aan de volgende herdruk van de bundels met bouwdetails.

23.2. Software

De resultaten van een onderzoek naar de levensduur van bouwmaterialen in massiefbouw kunnen terechtkomen in een softwarepakket dat een errormelding geeft wanneer materialen met niet te combineren eigenschappen toch raken aan elkaar. Dezelfde errormelding kan verschijnen als de materialen met een korte levensduur worden ingesloten door materialen met een lange levensduur. De thesis van medestudent Jan Dierckx geeft hiervoor een aanzet, zie ‘11.1.2. Masterproef van Jan Dierckx (juni 2012)’ op bladzijde 163.

23.3. Als toekomstige masterproef

Dit onderwerp zal blijven evolueren in de toekomst. Hopelijk staat er binnen twee of drie jaar een gelijkaardig masterproefonderwerp in de keuzelijst, zodat een nieuwe visie met nieuwe bronnen kan ontwikkeld worden. Deze masterproef is zo communicatief mogelijk samengesteld zodat anderen er verder kunnen op werken. Als de student in contact komt met deze masterproef mag hij/zij zeker niet aarzelen om mij te contacteren.

24. Bronnen

24.1. Primaire bronnen

24.1.1. Boeken en artikels

NIBE; HAAS, M.; ABRAHAMS, R.; DE GROOT, S., *NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies*, Bussum: NIBE Publishing bv, 2006, 352p

NIBE; HAAS, M.; ABRAHAMS, R.; DE GROOT, S., *NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 2: Gevels en daken*, Bussum: NIBE Publishing bv, 2006, 272p

NIBE; HAAS, M.; ABRAHAMS, R.; DE GROOT, S.; VERHEES, S., *NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 3: Afwerkingen*, Bussum: NIBE Publishing bv, herdruk 2008, 252p

NIBE; HAAS, M.; VAN BEIJNUM, G. J.; SCHOLTES, R.; JANSEN, K., *NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 1: Draagconstructies*, Bussum: NIBE Publishing bv, 2011, 383p

NIBE; HAAS, M.; VAN BEIJNUM, G. J.; SCHOLTES, R.; JANSEN, K., *NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten Classificatie Tabellenboek*, Bussum: NIBE Publishing bv, 2011, 169p

ASPEN ARCHITECTEN & INGENIEURS; VAN DE WOUWER, M., *Aspen Index - Gebouwen voor bewoning*, Berchem: Baeyens, 2005, 500p

STICHTING BOUWRESEARCH; HUFFMEIJER, F.; DAMEN, A., *Levensduur van bouwproducten: Praktijkwaarden*, Rotterdam: Stichting Bouwresearch, 1995, 72p

SBR; VISSERING, C., *Levensduur van bouwproducten – methode voor referentiewaarden*, Rotterdam: SBR, 2012, 32p

BCIS, *Life expectancy of building components: surveyors' experiences of buildings in use: a practical guide, second edition*, Londen: BCIS, 2006, 353p

Stad Gent, *Passiefwoningen in massiefbouw*, Gent: Milieudienst Stad Gent, 2010

VAN DEN DOBBELSTEEN, A.; DE JONG, L., 'Bouwen voor eeuwen – echte duurzaamheid vraagt om een beschouwing over lange termijn', *Gezond bouwen en wonen*, 1-2009

24.1.2. Internetdocumenten

BIM, *Infofiche– Duurzaam gebouw – De levenscyclus van gebouwen en hun componenten*, via documentatiecentrum Leefmilieu Brussel, 2010

24.1.3. Websites

www.archidat.nl

www.bouwkosten-online.nl

www.livios.be

www.milieuadvieswinkel.be

www.nibe.info

www.nibe.org

24.2. Secundaire bronnen

24.2.1. Boeken en artikels

DURMISEVIC, E., *Transformable Building Structures*, proefschrift ter verkrijging van de graad van doctor aan de Technische Universiteit Delft, 2006

GALLE, W., *Time-based design: over de aanpasbaarheid en het ontwerpen van gebouwen*, Gent: UGent, 2011

HIMPE, E.; TRAPPERS, L., *De totale energieconsumptie van een nulenergiewoning: impact van de gebouwschil en van de technische installaties*, Gent: UGent, 2011

VAN DEN DOBBELSTEEN, A.; ALBERTS, K., *Milieu-effecten van bouwmaterialen: duurzaam omgaan met grondstoffen*, T.U.Delft, Faculteit Bouwkunde, Licentiaatsverhandeling, 2001

CENTRUM DUURZAAM BOUWEN; LIVIOS, *Wat zijn duurzame materialen?*, s.d., 3p

KETTLITZ, O., *Kwaliteit detaillering bepaalt levensduur metalen gevels en daken*, s.d., p6-9

LIEBREGTS, M.; VAN NUNEN, H., *Ontwerpkeuzen afstemmen op levensduur*, 2001

LIEBREGTS, M.; VAN NUNEN, H., *Van levensduurdenken naar milieuaardenanalyse*, 2009

WIENERBERGER, *Met baksteen en harde isolatieplaten kan het ook*, s.d.

DEPLAZES, A, *Constructing architecture: materials, processes, structures: a handbook*, Basel: Birkhäuser, 2005, 507p

DE TROYER F.; KENIS R., *Technische publicatie, Industrieel Flexibel en Demontabel bouwen: Toekomstgericht ontwerpen*, Leuven: WTCB, FEBE i.s.m. IDF KU Leuven, 2007

Stad Gent, *Laag-energiewoningen in massiefbouw*, Gent: Milieudienst Stad Gent, 2010

24.2.2. Internetdocumenten

NATIONAL ASSOCIATION OF HOME BUILDERS; BANK OF AMERICA HOME EQUITY, *Study of life expectancy of home components*, geraadpleegd op 30 december 2011

THE OLD HOUSE WEB, *Life expectancy of home components*, geraadpleegd op 30 december 2011

AFFORDABLE CANADIAN HOME INSPECTIONS, *Life Expectancy of Household Components*, geraadpleegd op 30 december 2011

Infofiches van VIBE

Infofiches van Documentatiecentrum Leefmilieu Brussel

Bouwdetails van Passiefhuis-Platform

24.2.3. Syllabus

BELIS, J., *Constructieve aspecten van gebouwen*, Universiteit Gent, Faculteit Ingenieurswetenschappen en Architectuur, academiejaar 2008-2009

DE MEESTER, D., *Inleiding tot bouwtechnisch ontwerpen*, Universiteit Gent, Faculteit Ingenieurswetenschappen en Architectuur, academiejaar 2007-2008

JANSSENS, A., *Bouwfysische aspecten van gebouwen*, Universiteit Gent, Faculteit Ingenieurswetenschappen en Architectuur, academiejaar 2009-2010

MOENS, J., *Bouwtechnische aspecten van de bouw huid*, Universiteit Gent, Faculteit Ingenieurswetenschappen en Architectuur, academiejaar 2009-2010

24.2.4. Websites

www.architectura.be
 www.bestandewoningbouw.nl
 www.bouwhelp.nl
 www.bouwkosten.nl
 www.bsb-houtbouw.be
 www.calduran.be
 www.casadata.nl
 www.cederhoutenwoningen.be
 www.dgbc.nl
 www.ecobouwers.be
 www.eerlijk buitenleven.nl
 www.energiesparen.be
 www.evolias.com
 www.gedimatvandervelden.be
 www.hardenzacht hout.nl
 www.irs-europe.be
 www.joostdevree.nl

www.kingspaninsulation.nl
 www.klimaat.be
 www.kmi.be
 www.leebo.nl
 www.nederlandrenoveert.nl
 nl.wikipedia.org
 notremaisonpassive.blogspot.be
 www.omnia-bouwmarkt.nl
 www.oskam-vf.com
 www.passiefhuisplatform.be
 www.producteninformatie.be
 www.projectdeziign.com
 www.projectdeziign.com
 www.renson.be
 www.tilmar.nl
 www.veiligegevels.nl

25. Bijlagen

25.1. Bijlage: Vergelijking van de levensduurwaarden in de verschillende publicaties

Omdat hier Nederlandstalig bronnen vergeleken wordt met een Engelstalige, worden in beide talen de benamingen van de materialen overgenomen. De vermelde levensduren zijn de referentielevensduur van SBR (2011), de online vermelde levensduur van MilieuAdviesWinkel.be en de typische, minimum en maximum mediaan van de levensduur van BCIS (2006). Enkel de materialen die in twee of drie bronnen voorkomen zijn in de tabel opgenomen.

De volgorde van de materialen is overgenomen uit Levensduur van bouwproducten - methode voor referentiewaarden - SBR (2011). Waar bij SBR '100' staat, moet dit gelezen worden als '100+'.

	SBR	MAW	BCIS			
	RSL		typ	min	max	
HOOFDDRAGERS						
VLOEREN OP GRONDSLAG						
vloeren, constructief						lowest floor
beton						
kanaalplaatvloer	100	75				
bekistingsplaatvloer / breedplaatvloer	100	75				
beton, in situ gestort	100	75	60	30	90	solid ground floor: reinforced concrete slab
ribbenvloer / ribcas-settevloer (met PS isolatie)	100	75				
(PS)Combinatie (broodjes)vloer	100	75				
cellenbeton	100	75				
hout		75				MAW geeft één waarde voor alle houten vloeren
multiplex op Europees zacht hout vloerbalken	75					
Europees zacht hout vloerdelen en vloerbalken	75		55	30	80	suspended ground floor: softwood hollow with boarding, softwood plates and joists
geïsoleerde multiplex vloerplaten op Europees zacht houten vloerbalken	75					
metaal zwaluwstaartplaat met in situ gestorte betonvloer (Lewisvloer)	75					
FUNDERINGSCONSTRUCTIES						
fundatiebalken en voeten	100		100	60	120	foundations: generally
HOOFDDRAAGCONSTRUCTIES						

	SBR	MAW	BCIS			
	RSL		typ	min	max	
liggers, kolommen, consoles						columns and beams
beton						
beton, in situ gestort	100		60	47	100	reinforced insitu concrete: isolated and/or attached concrete columns and beams (25 N/mm ²)
hout						
hout, onverduurzaamd	100		60	35	95	timber frame: generally
metaal						
staal(profiel)	100		75	50	100	steel (grade 43): exposed; Ubs and RSCs primed
GEVELS						
BUITENWANDEN						
spouwwallen, binnenblad						external wall structure
beton						
beton, gewapend, in situ gestort	100	75				
steenachtig						
betonsteen, metselwerk	100	75				
betonsteen, blokken gelijmd	100	75				
cellenbeton, metselwerk	100	75				
cellenbetonblokken, gelijmd	100	75				
baksteen, metselwerk	100	75	72	50	100	dense aggregate block
baksteen, metselwerk	100	75	85	60	100	class B engineering brick
lichte baksteen, metselwerk	100		60	50	80	aerated lightweight block
holle baksteen, metselwerk	100	75				
kalkzandsteen, metselwerk	100	75				
hout						
houtskeletbouw (HSB)	75	75	50	30	60	softwood stud: one layer double sided building paper
BUITENWANDAFWERKINGEN						
spouwwallen, buitenblad						
steenachtig			50	25	75	external wall structure: rendered blockwork
betonsteen, metselwerk	100	75	55	35	75	external wall coverings: precast concrete brick clad panels: insulation; linings
betonsteen, metselwerk; gehydrofobeerd	100	75				

	SBR	MAW	BCIS			
	RSL		typ	min	max	
baksteen, metselwerk	100	75	80	50	100	external wall structure: facing brick: machine made; pointed
baksteen metselwerk; gehydrofobeerd	100	75				
kalkzandsteen, metselwerk; waterkerend gedetailleerd en bijzondere aandacht voor een trasraam	75	75				
leemsteen, metselwerk	50	75				
bekledingen						external wall coverings
beton						
betongevvelplaat	75		60	35	75	precast concrete standard panels: exposed aggregate finish; insulation; lining and fixings
steenachtig	40-75		40	25	50	tiles: hung infill panels
hout	15-60		30	15	40	timber: board infill panels
eiken delen	60	60				
houtvezelcementplaat	25	25	35	25	50	fibre cement: profiled sheet cladding; natural or coloured
multiplex	30	25				
metaal						
staal, trapezium; thermisch verzinkt en gecoat	50		40	25	50	PVF2 coated galvanised steel: profiled sheet cladding
zinkel felsgevel	25		50	30	60	zinc: flat sheeting; 12 gauge; seamed joints
afwerkingen						
pleisterwerk, geschilderd	25		37	20	50	dry lining: gyproc wallboard: insulating grade, plastic faced; taped joints; for direct decoration
cementpleister	25		50	30	62	insitu finishes: hardwall plaster: one coat thistle universal; to brickwork/blockwork base
kalkpleister	25		50	32	62	insitu finishes: lightweight plaster: two coats; to brickwork/blockwork base
isolatielagen						
vlaswol deken	40	75				vlasplaat
cellulose	30	75				
fenol- of resolschuim plaat	75	75				
EPS plaat	75	75				
glaswol deken / plaat	75	75				
steenwol deken / plaat = rotswol	75	75				
cellulair glas plaat	100	75				

	SBR	MAW	BCIS			
	RSL		typ	min	max	
PUR plaat	75	75				
kokosplaat	40	75				
VLOEREN						
VLOERCONSTRUCTIES						
vrijdragende vloeren						upper floors
beton						
kanaalplaatvloer	100	75				
bekinstingsplaatvloer / breedplaatvloer	100	75	70	40	100	precast/composite concrete decking: insitu concrete on precast/precast prestressed concrete planks
cellenbetonvloer	100	75				
staalplaatbetonvloer, in situ gestort	100	75	60	40	100	insitu concrete: reinforced slag on profiled steel decking
(PS)Combinatie (broodjes)vloer	100	75	70	40	100	precast/composite concrete decking: precast/precast prestressed beams with filler blocks
steenachtig						
keramische vloer	50	75				
ribbenvloer / ribcassetvloer	75	75				
hout						
hout	75	75	60	40	100	decking: softwood to timber joists
TRAPPEN EN HELLINGEN						
interne trappen						
beton						
beton, prefab	100		70	40	100	stairs structure: concrete
beton, in situ gestort	100		70	40	100	stairs structure: concrete
hout			50	30	60	stairs structure: softwood
hout, geschilderd	50		60	30	80	stairs structure: hardwood
metalen						
staal, gemoffeld	100		50	30	70	stairs structure: steel
centrale trappen						
beton						
beton, prefab, incl bordes	100		70	40	100	stairs structure: concrete
beton, in situ gestort, incl bordes	100		70	40	100	stairs structure: concrete
hout			50	30	60	stairs structure: softwood
hout	50		60	30	80	stairs structure: hardwood
metalen						
staal	100		50	30	70	stairs structure: steel
VLOERAFWERKINGEN						
dekvloeren						floor finishes

	SBR	MAW	BCIS			
	RSL		typ	min	max	
steenachtig						
zandcement	30		40	25	60	insitu screed: cement/sand 25 mm
isolatielagen						
EPS plaat	75	75				
fenol- of resolschuim plaat	30	75				
XPS plaat	75	75				
glaswol deken / plaat	75	75				
steenwol deken / plaat = rotswol	100	75				
PUR plaat	75	75				
cellulair glas plaat	100	75				
cellulose plaat	30	75				
vlasscheven plaat	40	75				
DAKEN						
DAKCONSTRUCTIES						
platte daken						flat roof structure
beton						
beton, prefab	100		65	40	100	reinforced concrete: slabs on permanent steel shuttering
hout						
houtskeletbouw (HSB)	75		40	30	60	laminated timber: roof beams; softwood bearers
metalen						
staal, verduurzaamd, element	100		50	40	70	steel: prefabricated lattice joists
hellende daken						pitched roof structure
hout						
houten draagconstructie vuren / grenen; gelamineerd	75		75	50	100	timber: generally
DAKAFWERKINGEN						
bekledingen, buiten						flat roof decking
hout						
zacht hout, op regelwerk	30		30	20	45	softwood: generally
multiplex, op regelwerk	20		35	22	50	WBP grade plywood boarding: generally
metalen						
stalen profielplaten; ongeïsoleerd	50		30	20	40	galvanised steel: generally
aluminium profielplaten; ongeïsoleerd	40		32	20	40	aluminium: generally
platte dakbedekkingen						flat roof coverings
bitumen						

	SBR	MAW	BCIS			
	RSL		typ	min	max	
gemodificeerd bitumen	30		20	10	25	bitumen felt: generally
kunststoffen						
PVC	30		20	15	30	PVC: generally
EPDM	30		20	15	30	synthetic rubber (EPDM): generally
hellende dakbedekkingen						pitched roof covering
steenachtig						
dakpan, keramisch	75		60	30	80	tile: generally
vezelcementplaat; geprofileerd	35		35	20	50	fibre cement: profiled sheet cladding
leien, natuursteen	75		20	15	30	slate: generally
metalen						
staal, profielplaat; thermisch verzinkt en gemoffeld	50		30	20	40	PVF2 coated galvanised steel: profiled sheet cladding
aluminium, profielplaat; gemoffeld	60		40	20	50	aluminium: sheeting generally
aluminium, profielplaat; gecoat	50		32	22	47	pre-painted aluminium: profiled sheet cladding
koperen felsdak - staande naad	100		60	30	80	copper: sheeting generally
zink, fels- en roevendak	40		40	25	50	zinc: sheeting generally
zinken felsdak - staande naad	40		40	25	50	zinc: sheeting generally
divers						
riet, schroefdak	40		70	40	100	thatch: generally
isolatielagen, plat dak						
fenol- of resolschuim plaat	20	75				
EPS plaat	75	75				
steenwol plaat = rotswol	75	75				
isolatielagen, hellend dak						
vlasseven plaat	30	75				
cellulose plaat	20	75				
fenol- of resolschuim plaat	30	75				
EPS plaat	75	75				
glaswol deken / plaat	75	75				
steenwol deken / plaat = rotswol	75	75				
cellulair glas plaat	75	75				
BUITENWANDOPENINGEN						
BUITENWANDOPENINGEN						

	SBR	MAW	BCIS			
	RSL		typ	min	max	
buitenkozijnen						external door frames and lining sets
hout						
Europees zachthout; gevingerlast/gelamineerd; geschilderd	35		27	15	40	treated softwood: standard; primed; untreated hardwood cills
Europees hardhout; gevingerlast/gelamineerd; geschilderd	50		35	20	50	hardwood: purpose made; jams and heads; 50 x 100 mm; as frames; rebated, rounded and grooved
tropisch hardhout; massief; geschilderd	50		35	20	50	hardwood: purpose made; jams and heads; 50 x 100 mm; as frames; rebated, rounded and grooved
buitenramen						windows
metalen						
staal; thermisch verzinkt en gemoffeld (zinklaagdikte > 100µm)	100		45	30	60	polyester powder coated galvanised steel: top/side hung; opening lights; weather stripping; frames bed in mastic, pointed one side
aluminium; gemoffeld	75		40	25	50	acrylic finished aluminium: vertical or horizontal sliding; plugged and screwed
aluminium; geanodiseerd	75		40	25	50	acrylic finished aluminium: vertical or horizontal sliding; plugged and screwed
hout						
Europees zachthout, gevingerlast; geschilderd	35		30	20	40	softwood casement: side hung; hardwood cills; weatherstripping; fitted with fasteners; preservative stained base coat
Europees zachthout, gevingerlast; geschilderd	35		30	20	40	treated softwood sash: single light; ventilators; weatherstripping; opening sashes and fanlights
Europees zachthout, gevingerlast; geschilderd	35		30	20	40	softwood: purpose made frames; treated; rebated and moulded
Europees hardhout, massief; geschilderd	50		40	27	55	hardwood casement: top hung; hardwood cills; weatherstripping; fitted with fasteners
tropisch hardhout, massief; geschilderd	50		40	30	60	hardwood: purpose made frames; rounded; rebated check grooved
kunststof						
PVC, stalen kokerprofielen	30		30	20	40	PVCu casement: fixed/tilt and turn light; cills and glazing; EPDM glazing gaskets and weather seals; including all ironmongery
buitendeuren						external doors
hout						

	SBR	MAW	BCIS			
	RSL		typ	min		max
zachthout, massief, gevingerlast/gelamineerd; geschilderd	25		25	19	40	softwood: matchboarded; 44 mm framed, ledged and braced doors; 19 mm tongued, grooved and v-jointed boarding; one side vertical boarding; preservative treated
zachthout, massief, gevingerlast/gelamineerd; geschilderd	25		30	20	40	softwood standard panelled: 44 mm; hardwood frames; plywood panels; painted
zachthout, massief, gevingerlast/gelamineerd; geschilderd	25		25	15	30	softwood standard flush: 40 mm; skeleton or cellular core; plywood faced both sides; preservative treated
zachthout, massief, gevingerlast/gelamineerd; geschilderd	25		25	15	35	softwood standard flush: 40 mm; skeleton or cellular core; veneered both sides; preservative treated
zachthout, massief, gevingerlast/gelamineerd; geschilderd	25		30	20	40	softwood standard flush: half hour fire check; 44mm; solid core; plywood faced both sides
zachthout, massief, gevingerlast/gelamineerd; geschilderd	25		27	20	40	softwood standard flush: one hour fire check; 54 mm (60/45); solid core; sapele faced both sides; lipped all edges
tropisch hardhout, massief; geschilderd	40		35	20	40	hardwood: purpose made panelled; 44 mm; soild, laminated or veneered; 4 plywood panels; mouldings

25.2. Bijlage: Fouten in de classificatietabellen van NIBE's Basiswerk Milieuclassificaties Bouwproducten deel 2: Gevels en Daken (2007)

materiaal	correct	fout
dakbeschot		
multiplex - vuren (sb) (dikte 18 mm)	3a	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 3b
isolatie hellend dak		
vlasplaten	1c	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 1a
kurk (geëxpandeerd)	2a	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 1c
resol-schuim	2b	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 2a
polystyreen (geëxpandeerd) (EPS)	2c	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 2b
polyurethaan (PUR)	5a	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 2d
isolatie plat dak		
resol-schuim	1b	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 1a
polystyreen (geëxpandeerd)	2b	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 1b
cellulair glas (groene stroom)	2c	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 2b
steenwol	3c	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 2c

materiaal	correct	fout
cellulair glas (grijze stroom)	4a	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 3c
polyurethaan (PUR)	4b	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 4a
buitendeuren (onverwarmde zone)		
massief tropisch hardhout (db)	2c	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 1c
deurkozijnen (buiten)		
tropisch hardhout (volhout - db)	2b	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 1a
eupees zachthout (gevingerlast - sb)	2c	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 2b
PVC op staalkern	5b	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 2c
aluminium	6b	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 5b
PVC op aluminium kern	7b	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 6b
tropisch hardhout (volhout - sb)	>7c	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 7b
raamkozijnen		
eupees zachthout (gevingerlast - sb)	2a	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 1b
PVC verdiept	3b	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 2a
aluminium verdiept	5b	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 3b
tropisch hardhout (sb)	6c	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 5b
gevelbekleding hout		
robinia delen (db)	1b	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 1a
western red cedar delen (db)	1c	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 1b
douglas delen (EU - CC - alkyd - db)	2a	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 1c
meranti delen (alkyd - db)	2b	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 2a
vuren delen (CC - db)	3a	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 2b
lariks delen (EU - db)	3b	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 3a
multiplex okoumé (sb)	6b	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 3b
meranti delen (alkyd - sb)	>7c	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 6b
gevelbekleding metaal		
staal gecoat (trapezium)	3c	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 1a
staal verzinkt en gecoat (trapezium)	4a	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 3c
aluminium geprofileerd (gecoat)	5c	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 4a
aluminium geprofileerd (ongecoat)	5c	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 5c
aluminium vlak (gecoat-sandwich PE-kern)	6a	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 5c
zink (felsgevel)	6c	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 6a
aluminium vlak (gecoat-sandwich alu-kern)	7a	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 6c
koper (felsgevel)	7b	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 7a
gevelbekleding steen en kunststof		
natuursteen leien	2c	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 1a
houtvezelcementplaat (db)	3a	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 2c
HPL-plaat (db)	3b	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 3a
HPL-plaat (sb)	3c	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 3b
natuursteen platen (graniet)	5a	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 3c
dakbedekking hellend dak		
dakpan, beton (incl. toplaag obv micro-mortel)	1b	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 1a
riet (schroefdak)	2a	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 1b

materiaal	correct	fout
dakpan, keramisch	2b	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 2a
vezelcementplaat (geprofileerd)	2c	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 2b
staal, verzinkt en gecoat (trapezium)	3b	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 2c
houten shingles-leien (Western red cedar-sb)	4b	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 3b
bitumen shingles-leien	4c	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 4b
aluminium, gecoat (geprofileerd)	5a	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 4c
zink (felsdak - staande naad)	6a	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 5a
koper (felsdak - staande naad)	6c	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 6a
dakbedekking plat dak		
TPO - dakbanen	2b	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 1a
POCB - dakbanen	3a	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 2b
sedum (groendak) (op EPDM - membraan)	3a	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 3b
SBS - dakbanen	3c	er staat in de oude inhoudstafel verkeerdelijk 3b

25.3. Bijlage: Mails in verband met website

Onderstaande mails zijn een antwoord op mijn vriendelijke vraag als het toegelaten is om levensduurwaarden en milieukosten op een website te vermelden.

Het antwoord van ir. Cindy Vissering van SBR op maandag 16 april 2012:

Beste Jona,

Een zeer goed en nobel streven om je onderzoeksresultaten voor eenieder beschikbaar te stellen. De onderzoeken waarop jij je onderzoek baseert zijn echter niet gratis ontstaan en een deel van het bestaan ervan is erop gebaseerd dat zij terugverdiend worden via de verkoop van deze data. Wat betreft de publicatie van SBR "Levensduur van Bouwproducten" nemen wij dan de volgende positie in:

Je bent vrij om de data te gebruiken voor je onderzoek en ook voor onderbouwing de getallen individueel te noemen. Wij zijn er echter op tegen wanneer je integraal de lijst van levensduur data overneemt en publiceert. Deze data is niet bedoeld om los van de onderbouwing en de uitleg van het gebruik ervan rond te zwerven.

En natuurlijk als je deze data gebruikt ter verantwoording het noemen van de herkomst van de publicatie.

Ik hoop dat je hiermee uit de voeten kunt.

Met vriendelijke groet,

Cindy Vissering
Projectmanager

Het antwoord van ir. Jörg Blass van het NIBE op maandag 16 april 2012:

Beste Jona van Steenkiste,

Ik reageer op uw onderstaande vraag die wij vorige week ontvangen hebben. Helaas moet ik u mededelen dat het niet toegestaan is om gegevens uit onze basiswerken op een website te zetten. Wij geven de basiswerken als abonnement uit en verkopen ook de losse boeken, vandaar dat niet mogelijk is om de essentiële informatie uit de boeken openbaar te maken. Op uw website kunt u wel een link naar onze site NIBE.INFO opnemen. In het openbare deel van deze site staat meer informatie over de methodiek van de milieuclassificatie, alsmede aanvullende achtergrondinformatie en voorbeelden.

Ik vraag uw begrip dat wij geen besluiten kunnen nemen waarmee wij ons eigen verdienmodel ondermijnen. Desondanks wens ik u veel succes met dit spannende en zeer actuele onderwerp van uw thesis.

Met vriendelijke groet,

ir. Jörg Blass
commercieel directeur NIBE

25.4. Bijlage: Volledige tabel als conclusie van materiaalbladzijden

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
fundering																
enige aanrader	4	0	1	0	0											
gedeelde aanrader	0	0	0	0	0											
1e rij part. rang.	5	1	3	1	0											
2e rij part. rang.	0	4	0	1	2											
	80,00%	0,00%	20,00%	0,00%	0,00%											
vloer																
enige aanrader	4	3	2	0	0											
gedeelde aanrader	1,33	1,33	0	0	0,33											
1e rij part. rang.	12	5	2	1	3				1							
2e rij part. rang.	0	6	8	2	2	1	2	1	1	2						
	44,44%	36,11%	16,67%	0,00%	2,78%											
gevel																
enige aanrader	4	3	0	0	0											
gedeelde aanrader	1,5	1	0,5	1	0											
1e rij part. rang.	11	6	3	4	1	1	2	2	1	1	1	1				
2e rij part. rang.	0	4	6	2	4	3	3	1	1	1						
	50,00%	36,36%	4,55%	9,09%	0,00%											
gevelopening																
enige aanrader	0	3	1	0	0											
gedeelde aanrader	2,5	0	1,5	0	0,5	0,5										
1e rij part. rang.	9	4	5	0	1	1	3	1	1	1	1	1				
2e rij part. rang.	0	5	2	7	0	2	3	2	2	1	2	2			1	
	27,78%	33,33%	27,78%	0,00%	5,56%	0,00%	5,56%									
dak																
enige aanrader	2	2	0	0	0											

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
gedeelde aanrader	1,33	1	1	0,33	0,33											
1e rij part. rang.	8	5	3	1	3						1	1		1		
2e rij part. rang.	0	2	3	5	1	2	1								1	1
	41,67%	37,50%	12,50%	4,17%	4,17%											
totaal	48,78%	28,66%	16,30%	2,65%	2,50%	0,00%	1,11%									
totaal	45,93%	31,85%	15,56%	2,96%	2,59%	0,00%	1,11%									

25.5. Bijlage: Berekening van 15 kWh/m²/jaar

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Année
Degrés heures extérieur	14,0	12,3	11,6	9,6	6,5	4,8	3,0	2,9	5,3	8,0	11,0	13,1	102
Degrés heures sol	7,6	7,1	7,8	7,2	6,8	5,9	5,0	4,8	5,3	5,9	6,3	7,1	77
Dépense heures extérieures	1113	982	920	768	521	381	243	231	422	634	878	1041	8133
Dépense heures sol	73	68	74	68	64	56	48	45	50	56	59	68	728
Total déperditions spécifique	6,8	6,0	5,7	4,8	3,4	2,5	1,7	1,6	2,7	4,0	5,4	6,4	50,9
Apports solaires nord	6	12	20	30	41	41	44	35	23	15	8	5	279
Apports solaires est	32	65	90	131	158	150	164	149	114	77	42	28	1199
Apports solaires sud	151	297	376	500	577	532	581	555	467	357	201	143	4737
Apports solaires ouest	13	27	45	71	98	97	102	84	55	39	16	10	657
Apports solaires horizontaux	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apports solaires opaques	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apports internes	272	246	272	263	272	263	272	272	263	272	263	272	3201
Total apports spécifiques sol	2,7	3,7	4,6	5,7	6,6	6,2	6,7	6,3	5,3	4,4	3,0	2,6	57,9
Degré d'utilisation	100%	100%	99%	83%	51%	40%	25%	25%	51%	88%	100%	100%	64%
Besoin de chauffage	7,11	404	200	13	0	0	0	0	0	22	408	650	2409
Besoin de chauff. spécifique	4,1	2,3	1,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,3	3,7	13,8

