

TWIN-Classificatierapport TONZON voorzetwand

Milieubeoordeling verschillende typen geïsoleerde voorzetwanden

Definitief, versie 1.1

project 712

TWIN-Classificatierapport TONZON voorzetwanden

Milieubeoordeling verschillende typen geïsoleerde voorzetwanden

opdrachtgever:

Tonzon bv
De heer T. Willemsen
Postbus 1375
7500 BJ Enschede
tel.: 053-4332391
fax: 053-4337405
e-mail: tonzon@tonzon.nl
website: www.tonzon.nl

opdrachtnemer:

Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie, NIBE Research bv
Postbus 229
1400 AE Bussum
tel.: 035-6948233
fax: 035-6950042
e-mail: info@nibe.org
website: www.nibe.org

document:

712.03.04.045/ra

versie:

Definitief, versie 1.1

datum:

15 juli 2003

geldig tot:

15 augustus 2005

opdrachtleider:

Ruben Abrahams, onderzoeker/adviseur duurzame bouwproducten

medeverantwoordelijk: ir. René van der Loos, divisiehoofd NIBE Research

© 2003 Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie, NIBE Research bv

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie.

Zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie is het niet toegestaan om:

- a) een door het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie uitgebracht rapport geheel of gedeeltelijk te publiceren of op andere wijze openbaar te doen maken;
- b) een door het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie uitgebracht rapport geheel of gedeeltelijk te doen gebruiken ten behoeve van het instellen van claims, voor het voeren van gerechtelijke procedures en ten behoeve van reclame of vergelijkende reclame;
- c) de naam en/of het logo van het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie, in welke verbinding dan ook, te gebruiken bij het openbaar maken van een deel of gedeelten van een door het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie uitgebracht rapport en/of voor een of meer van de sub. b. genoemde doeleinden.

Het ter inzage geven van het rapport van het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie aan direct belanghebbenden is toegestaan.

SAMENVATTING

In dit rapport worden de milieueffecten van verschillende typen voorzetwanden met verschillende isolatiematerialen beschreven. Twee alternatieven op basis van Thermosheets welke door de firma Tonzon is uitgewerkt zijn hiertoe vergeleken met de volgende alternatieven:

- Een prefab voorzetwand op basis van glaswol, een dampremmer en een gipsplaat
- Een houtskeletbouw voorzetwand geïsoleerd met vlaswolisolatie

Doel van dit onderzoek is het op milieubelasting classificeren van verschillende typen geïsoleerde voorzetwanden

Voor de beoordeling is gebruik gemaakt van de volgende functionele eenheid als vergelijkingsbasis:

Eén vierkante meter van een onafgewerkte geïsoleerde voorzetwand geplaatst tegen de warme zijde van een ongeïsoleerde spouwmuur. Het isolatiemateriaal heeft een minimale R-waarde heeft van $2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

Conclusie

Milieu

Vanuit milieuoverweging is een voorzetwand op basis van Thermosheets (zowel met als zonder koudebrugonderbreking) de beste keuze, mits gebruik wordt gemaakt van hout dat afkomstig is uit duurzaam beheerde bossen.

Uit de beoordeling, waarbij is uitgegaan van hout uit standaard beheerd bos, blijkt dat de variant met koudebrugonderbrekers en de prefab wand op basis van glaswol en gipsplaat de beste keuze zijn. Door het geringe verschil in milieubelasting vallen beide alternatieven in NIBE-milieuklasse 1a. De belangrijkste oorzaak van de lage milieubelasting is de geringe massa van de Thermosheets, waarmee toch een hoge isolatiewaarde gehaald wordt.

Gezondheid

Gezondheidstechnisch levert de toepassing van voorzetwanden geïsoleerd met Thermosheets geen enkel bezwaar. Het isoleren van binnenmuren levert in de meeste gevallen, ongeacht het materiaalgebruik, een positieve bijdrage aan het binnenmilieu.

Het verschil met alternatieve wanden is dat Thermosheets dampdicht zijn in plaats van dampopen. Transport van vocht naar buiten dient volledig via ventilatie te gebeuren. Het transport van vocht door de muur is bij dampopen constructies echter verwaarloosbaar klein. Een voordeel van het dampdichte karakter van de Thermosheets is dat de achterliggende constructie droog blijft en daardoor de kans op schimmelvorming kleiner wordt.

De gipsplaat, waarmee alle alternatieven worden afgewerkt levert door de vochtbufferende werking wel een positieve bijdrage aan het binnenmilieu. Dit effect kan nog vergroot worden door de wand te stuken bijvoorbeeld met leem.

Het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie beoordeelt met Thermosheets geïsoleerde voorzetwanden, vanuit milieu- en gezondheidsoogpunt als één van de beste dubokeuzes. Hiermee voldoet firma Tonzon bv aan de door het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie- en Ecologie gestelde eisen, voor het voeren van het DUBO-keur:



INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	7
INHOUDSOPGAVE	9
1 INLEIDING.....	11
1.1 Achtergrond	11
1.2 Functionele eenheid	11
1.2.1 Uitgangssituatie	11
1.3 Onderzoeksofzet en rapportage.....	12
2 PRODUCTBESCHRIJVING	13
2.1 Inleiding	13
2.2 Grondstoffen	13
2.3 Materialen	14
2.4 Constructie.....	14
2.4.1 Opbouw en materialisatie alternatief 1, voorzetwand o.b.v. Thermosheets	14
2.4.2 Opbouw en materialisatie alternatief 2, voorzetwand o.b.v. Thermosheets (inclusief koudebrugonderbrekers).....	16
2.4.3 Opbouw en materialisatie alternatief 3, voorzetwand o.b.v. gipsplaat op glaswol	17
2.4.4 Opbouw en materialisatie alternatief 4, voorzetwand o.b.v. houtskeletbouw met vlas	18
2.5 Gebruiks- en afvalfase.....	20
2.5.1 Levensduur	20
2.5.2 onderhoud	20
2.5.3 Afvalfase	20
3 RESULTATEN.....	21
3.1 De NIBE milieuclassificatie.....	21
3.2 Milieubelasting alternatief 1: voorzetwand o.b.v. Thermosheets	22
3.3 Milieu-effecten	24
3.4 Onderscheid herkomst hout	25
3.5 NIBE milieuklasse.....	25
3.6 Invloed massa per functionele eenheid.....	26
3.7 Bijdrage van het isolatiemateriaal	26
4 GEZONDHEIDSASPECTEN	27
4.1 Regels en stijlen van vuren	27
4.2 Gipsplaat.....	28
4.3 Thermosheets.....	29
4.4 De gebruiksfase (binnenmilieu).....	30
5 CONCLUSIE.....	31
5.1 Milieu	31
5.2 Gezondheid	32
5.3 DUBO-keur	32
6 LITERATUURLIJST.....	33
BIJLAGE I: TWIN ²⁰⁰² -model	

1 INLEIDING

1.1 Achtergrond

In de afgelopen tien jaar hebben vele, vaak kwalitatieve, keuzelijsten voor de milieubelasting van bouwmaterialen de revue gepasseerd. Inmiddels bestaan er verschillende beoordelingsmethodes, waarmee de milieubelasting van bouwmaterialen op kwantitatieve wijze berekend kan worden. Een voorbeeld hiervan is de Milieurelevante Product Informatie (MRPI®). Deze resultaten zijn echter niet voor iedereen eenvoudig te interpreteren.

Ten behoeve van duidelijke communicatie is het gewenst te komen tot een heldere visie op de milieuvriendelijkheid van bouwmaterialen. Het NIBE heeft hiertoe het TWIN²⁰⁰²-model ontwikkeld. Dit model gaat, door de milieueffecten uit te drukken in verborgen milieukosten, verder dan andere methodieken. Het uitdrukken van milieubelasting in geld heeft als voordeel dat resultaten bij elkaar opgeteld kunnen worden en zo gefundeerde milieuvergelijkingen gemaakt kunnen worden.

Het NIBE gebruikt dit model voor algemene productbeoordelingen die gepubliceerd worden in het *Basiswerk Duurzaam & Gezond Bouwen* en voor producentenspecifieke productbeoordelingen zoals beschreven in deze rapportage.

In dit rapport worden de milieueffecten van verschillende typen voorzetwanden met verschillende isolatiematerialen beschreven. Twee alternatieven op basis van Thermosheets welke door de firma Tonzon is uitgewerkt zijn hiertoe vergeleken met de volgende alternatieven:

- Een prefab voorzetwand op basis van glaswol, een dampremmer en een gipsplaat
- Een houtskeletbouw voorzetwand geïsoleerd met vlaswolisolatie

Het NIBE heeft al eerder een door firma Tonzon product beoordeeld. In de tussentijd is de beoordelingsystematiek van het NIBE sterk gewijzigd. Het bestaande TWIN-model is geüpgrade naar het TWIN²⁰⁰²-model, dat de landelijk gebruikte CML2-systematiek hanteert. Bovendien worden de criteria landgebruik en hinder door stank nu ook kwantitatief bepaald. Het TWIN²⁰⁰²-model wordt uitgebreid beschreven in bijlage I.

Doel van dit onderzoek is het op milieubelasting classificeren van verschillende typen geïsoleerde voorzetwanden en het bepalen van de gezondheidsaspecten daarvan.

1.2 Functionele eenheid

Voor de beoordeling is gebruik gemaakt van de volgende functionele eenheid als vergelijkingsbasis:

Eén vierkante meter van een onafgewerkte geïsoleerde voorzetwand geplaatst tegen de warme zijde van een ongeïsoleerde spouwmuur. Het isolatiemateriaal heeft een minimale R-waarde heeft van 2,5 m².K/W.

1.2.1 Uitgangssituatie

Als uitgangssituatie is een wand, zonder ramen of deuren, met een afmeting van breedte van 10.000 mm en een hoogte van 2.600 mm aangehouden. De hoeveelheid materiaal die voor deze wand nodig is, is vervolgens naar 1m² teruggerekend.

Uit de brede selectie voorzetwanden die voor invulling van de functionele eenheid in aanmerking komen zijn twee typen wanden gekozen:

- alternatief 3: een prefab voorzetwand vervaardigd uit glaswol een dampremmer en een gipsplaat (zie figuur 3)
- Alternatief 4: houtskeletbouw wand op basis van houten regelwerk, vlaswol isolatiemateriaal, een dampremmer en een gipsplaat (zie figuur 5).

Met name het verschil in opbouw van deze wanden maakt de vergelijking interessant. Er is voor het isolatiemateriaal in alternatief 3 gekozen voor vlaswolisolatie. Vanzelfsprekend kunnen hier ook andere isolatiematerialen voor worden toegepast.

De totale massa van de verschillende alternatieven binnen de functionele eenheid bedraagt:

Product	massa
Alternatief 1: Thermosheets, regelwerk en gipsplaat	11,74 kg/m ²
Alternatief 2: Thermosheets, regelwerk (met koudebrugonderbrekers) en gipsplaat	10,70 kg/m ²
Alternatief 3: Prefab wand op basis van glaswol, dampremmer en gipsplaat	15,47 kg/m ²
Alternatief 4: Houtskeletbouw met vlaswol	16,22 kg/m ²

In hoofdstuk 2 wordt de opbouw en materialisatie per alternatief uitgebreid beschreven.

1.3 Onderzoekopzet en rapportage

Hoofdstuk 2 geeft per alternatief een uitgebreide beschrijving van de opbouw en materialisatie binnen de gestelde functionele eenheid. In hoofdstuk 3 worden de resultaten van de milieubeoordeling weergegeven en besproken. Hoofdstuk 4 gaat in op de gezondheidsaspecten. In hoofdstuk 5 worden op basis van de resultaten uit hoofdstuk 3 en 4 conclusies getrokken. In Bijlage I wordt uitgebreid ingegaan op de NIBE-milieuclassificatie Bouw volgens het TWIN²⁰⁰²-model.



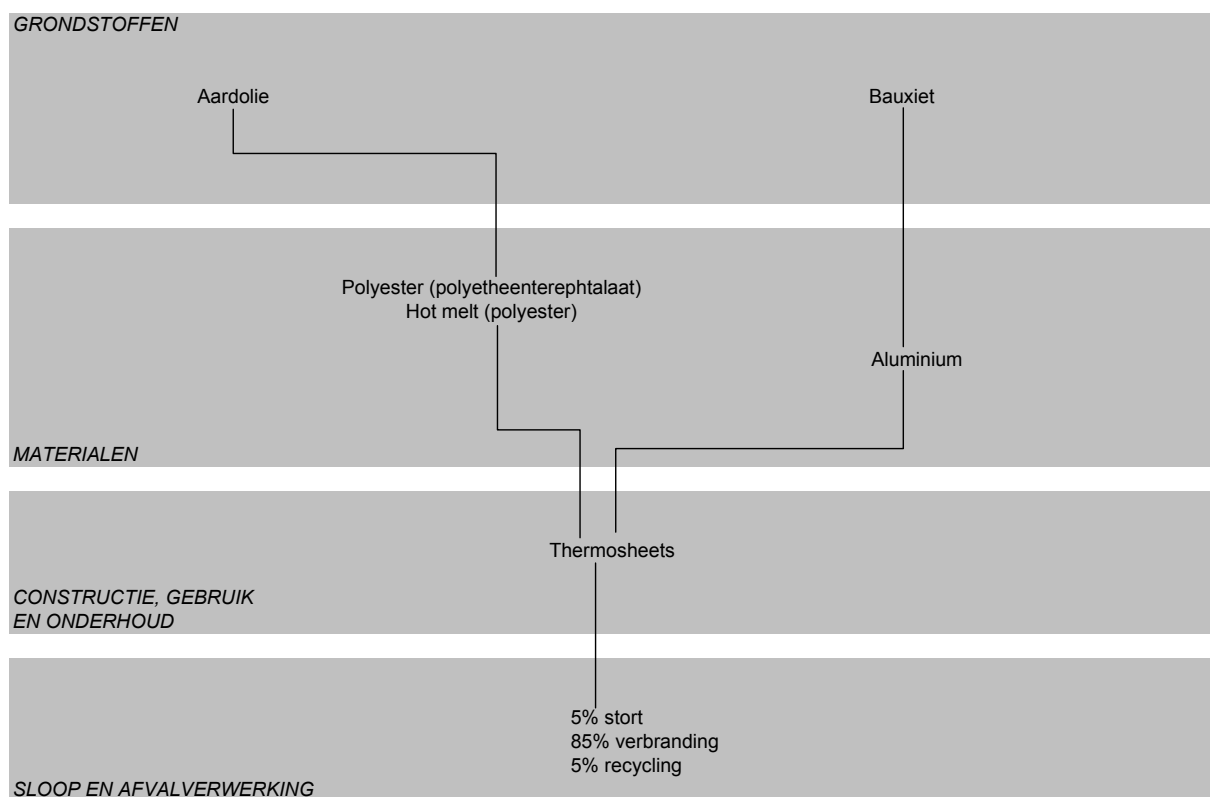
Afbeelding 1: Een met Thermosheets geïsoleerde wand gereed om afgewerkt te worden met bijvoorbeeld gipsplaten .

2 PRODUCTBESCHRIJVING

2.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft beknopt de voor de Thermosheets benodigde grondstoffen en materialen, evenals de sheets zelf. Alle overige grondstoffen en materialen die benodigd zijn voor de elementwand zijn in deze productbeschrijving buiten beschouwing gelaten.

Figuur 1 geeft een overzicht van de grondstoffen en materialen waaruit de Thermosheets zijn opgebouwd. De figuur onderscheidt daarbij vier levensfasen: grondstoffen, materialen, constructie/gebruik/onderhoud en sloop/afvalverwerking. In § 2.2 tot en met § 2.4 wordt op de verschillende levensfasen en daarbij behorende processen ingegaan.



Figuur 1: De opbouw per fase van Thermosheets.

2.2 Grondstoffen

De belangrijkste grondstof voor Thermosheets is aardolie. Aardolie kan zowel op land (met boorinstallaties) als op zee (met boorplatforms) gewonnen worden.

De tweede grondstof voor Tonzon Thermosheets is bauxiet, de grondstof voor aluminium. Bauxiet bevat circa 20% aluminium [IDE96; Aluminium I] en wordt vooral in tropische klimaten in dagbouw gewonnen met behulp van grote graafmachines (draglines, excavateurs of schoepengraafmachines) en explosieven [Fra90a; blz. 23 / Vri94; blz. 19/33]. Bauxietlagen zijn meestal 4 tot 8 meter dik en bevinden zich enkele meters onder het aardoppervlak. Met behulp van "bulk carriers" wordt het bauxiet naar aluminiumindustrieën over de gehele wereld vervoerd.

2.3 Materialen

Aardolie wordt verwerkt tot twee tussenproducten voor Tonzon Thermosheets: polyester en hotmelt (smeltlijm). In deze studie is uitgegaan van polyester en hotmelt op basis van polyetheenterephtalaat (PET). PET wordt vervaardigd met behulp van een groot aantal petrochemische processen: Ruwe aardolie wordt tijdens raffinage onder andere gescheiden in de fracties nafta, lichte en zware stookolie, benzine en LPG. Nafta wordt vervolgens “gekraakt” tot onder andere para-xyleen, dat in een oxydatiereactie wordt omgezet in dimethylterephtalaat (DMT). Met behulp van een polycondensatiereactie wordt DMT gepolymeriseerd tot PET [Bee91; Petrochemische processen].

De productie van aluminium verloopt in een aantal stappen. Ten eerste wordt aluminiumoxide bereid, meestal met het Bayer-proces. Bauxiet wordt hierbij gemalen tot een diameter van 1 mm. Vervolgens wordt een circulerende natronloogoplossing toegevoegd. Deze slurry wordt in autoclaven verwerkt onder verhoogde druk en temperatuur. Er ontstaat zo een oplossing van NaAl(OH)_4 , doordat twee mineralen oplossen: gibbsiet (=aluminiumoxide-trihydraat) en boehmiet (=aluminiumoxide-monohydraat). In de volgende stap worden de onoplosbare zouten verwijderd; deze komen vrij als “rode modder”. De zuivere NaAl(OH)_4 -oplossing wordt afgekoeld, waarbij het gibbsiet kristalliseert. Het boehmiet kristalliseert langzamer, waardoor een zuivere gibbsietneerslag ontstaat. Hierna wordt het gewassen en gecalcineerd [Wor92; Aluminium blz. 8].

In het Hall-Heroult-proces wordt het aluminiumoxide in diverse stappen verwerkt tot aluminium. Aluminium wordt daartoe opgelost in gesmolten kryoliet (Na_3AlF_6) bij een temperatuur van 950 tot 980 °C, onder toevoeging van AlF_3 en andere additieven. Met behulp van een elektrische stroom wordt het aluminium gereduceerd tot metallisch aluminium [Wor92; Aluminium blz. 10, 11].

Het belangrijkste onderdeel van Tonzon Thermosheets is een folie van polyester met een dikte van 19 μm . Deze polyesterfolie wordt gemetalliseerd met een aluminiumlaagje van 0,03 tot 0,05 μm . Hiervoor wordt onder hoog vacuüm aluminium verdampt en vervolgens op de polyesterfolie gecondenseerd.

2.4 Constructie

Gipsplaat

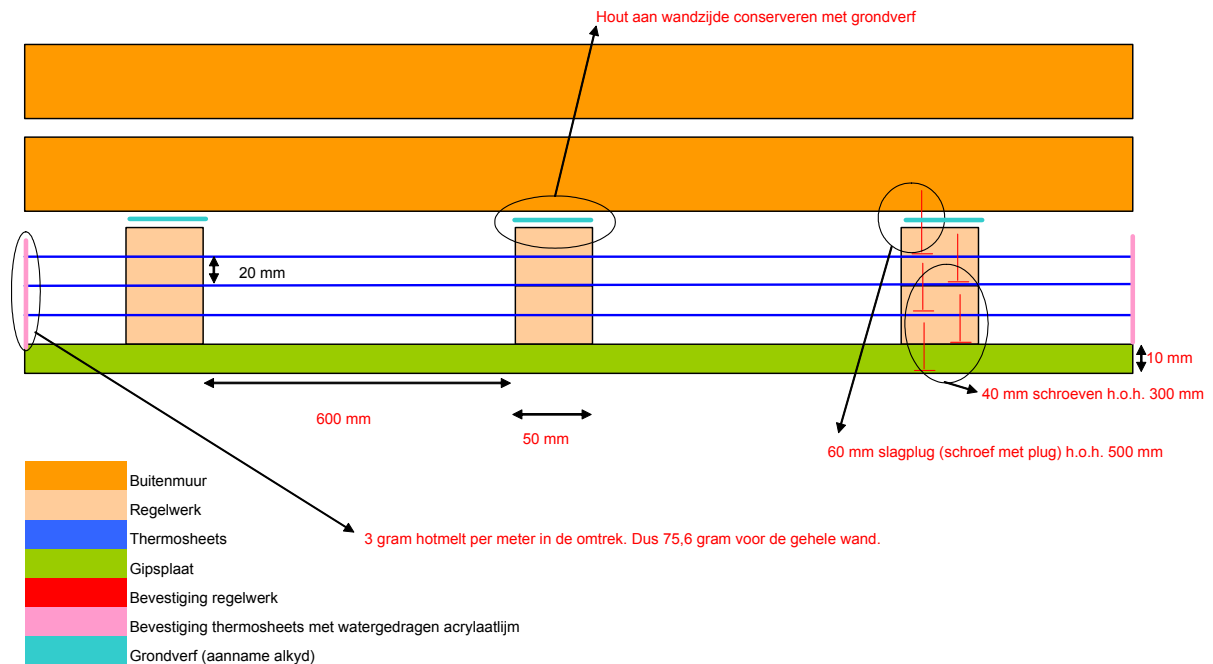
Bij de beoordeling is voor alle alternatieven uitgegaan van een gipskartonplaat vervaardigd uit natuurgips met een dikte van 10 mm. Bij een soortelijk gewicht van 850 kg/m^3 komt dit neer op een materiaal gebruik van 8,5 kg/m^2 .

2.4.1 Opbouw en materialisatie alternatief 1, voorzetwand o.b.v. Thermosheets

Opbouw

Om de, in de functionele eenheid gestelde, isolatiewaarde te behalen zijn voor het alternatief op basis van Thermosheets drie lagen Thermosheet nodig. Deze worden zodanig bevestigd dat er vier gesloten luchtlagen ontstaan. De warmteweerstand (Rd-waarde) die hiermee behaald wordt bedraagt dan 2,75 $\text{m}^2\cdot\text{K/W}$, waarmee ruimschoots aan de gestelde functionele eenheid voldaan wordt.

Voor de constructie wordt gebruik gemaakt van vuren stijlen van 50 x 20 mm. De eerste laag stijlen wordt met een hart op hart afstand (h.o.h.) van 600 mm tegen de muur bevestigd. Voor de bevestiging wordt gebruik gemaakt van slagpluggen (h.o.h. van 500 mm). De zijde van de stijlen die in contact komt met de muur dient eerst behandeld te worden met grondverf. Vervolgens wordt de eerste laag folie aangebracht en vastgezet met de volgende rij latten. Deze kunnen gemonteerd worden met schroeven (doe het zelfver) of geschoten (aannemer/klusbedrijf) bij een h.o.h. afstand van 300 mm. Voor deze beoordeling is uitgegaan van schroeven met een lengte van 40 mm. Afhankelijk van het aantal gewenste luchtlagen wordt deze stap herhaald. Na het aanbrengen van de laatste laag wordt over de gehele omtrek van de wand de folie middels hotmelt aan elkaar gelijmd zodat de luchtlagen gesloten worden. Tegen de laatste laag stijlen wordt de gipsplaat bevestigd. Zie ook figuur 2 voor het bovenaanzicht van dit bouwelement.



Figuur 2: Schematische weergave van de opbouw van alternatief 1, voorzetwand o.b.v. Thermosheets.

Materialisatie

Voor de bepaling van het materiaal voor de verschillende wanden is uit gegaan van een wand met een breedte van 10.000 mm en een hoogte 2.600 mm. Het totale oppervlak bedraagt 26 m². De hoeveelheden zijn vervolgens naar 1 m² toegerekend.

Benodigde massa per materiaal:

Materiaal	kg/m ²	Massa procent
Gipsplaat	8,5000	72,6 %
Grondverf	0,0063	0,05 %
Hotmelt	0,0029	0,02 %
Regels	3,0667	26,2 %
Schroeven	0,0820	0,5 %
Thermosheets	0,0810	0,7 %
Totaal	11,7	100 %

Tabel 1: Benodigde massa per materiaal en aandeel op totaal.

Grondverf

Voor de bepaling van de hoeveelheid benodigde grondverf is uitgegaan van de milieubeoordeling 'Verf op hout – buiten' [HDB00].

Het oppervlak van de stijlen dat de wand raakt is voor een wand van 26 m², 2,17 m². Per m² komt dit neer op 0,083 m². Uitgaande van een massa van 1,89 kg alkydverf bij een droge laagdikte van 40 µm op een oppervlak van 25 m² is derhalve 0,0063 kg verf per m² voorzetwand nodig.

Hotmelt

Er wordt circa 3 gram hotmelt per meter in de omtrek gebruikt [Ton03a] voor een wand van 10.000 x 2.600 mm komt dit neer op 75,6 gram. Per m² komt dit neer op een lijmgebruik van 0,00291 kg/m².

Houtbehoefte

Bij een h.o.h afstand van 600 mm zijn voor een wand van 26 m², 66,7 stijlen (4 lagen) nodig. De stijlen hebben een afmeting van 20 x 50 x 2.600. Het soortelijk gewicht van vuren is 460 kg/m³. Voor de totale wand is derhalve 69,73 kg vuren hout nodig. Voor 1m² komt dit neer op 3,07 kg.

Schroeven en slagpluggen

Er is sprake van drie typen bevestigingsmiddelen [Ton03b]:

1. de eerste rij stijlen tegen de wand middels 60 mm slagpluggen h.o.h. 500 mm
2. de stijlen voor bevestiging van de folie met 40 mm schroeven h.o.h. 300 mm
3. de gipsplaten tegen de stijlen middels 40 mm

	Per wand	Stuks per m ²
1. slagpluggen	87	3,35
2. schroeven t.b.v. bevestiging stijlen	434	16,7
3. schroeven t.b.v. bevestiging gipsplaten	289	11,1

Tabel 2: Theoretisch aantal slagpluggen en schroeven bij bovengenoemde criteria.

De massa van de 40 mm schroeven bepaald is bepaald door deze te wegen. Het gewicht kwam neer op 2,38 gram verzinkt staal per stuk. Aangezien er uit de bepaling van de massa per materiaal bleek dat het aandeel van de bevestigingsmiddelen in de totale milieubeoordeling zeer gering zou zijn. Is voor de massa en samenstelling van de slagpluggen uitgegaan van 2 keer de massa van de 40 mm schroef. Hiermee kwam de totale massa schroeven uit op 0,082 kg/m². Hetgeen neerkomt op 0,5 procent van de totale massa per m².

Thermosheets

De fabrikant Tonzon heeft aangegeven dat de Thermosheets een massa hebben van 27 gram/m² [Ton03a]. Dit komt neer op een totale massa van 0,081 kg/m².

2.4.2 Opbouw en materialisatie alternatief 2, voorzetwand o.b.v. Thermosheets (inclusief koudebrugonderbrekers)

Opbouw

Deze variant komt overeen met de hierboven besproken variant en wordt daarom minder uitvoerig besproken. In plaats van vier rijen regelwerk is er in deze variant gebruik gemaakt van twee rijen, waarbij tussen elke rij koudebrugonderbrekers op basis van kurk zijn geplaatst. Deze koudebrugonderbrekers hebben een afmeting van 20x60x120 mm en zijn tevens verkrijgbaar op basis van geëxpandeerd polystyreen.

Benodigde massa per materiaal:

Materiaal	kg/m ²	Massa procent
Gipsplaat	8,5000	79,9 %
Grondverf	0,0063	0,06 %
Hotmelt	0,0029	0,03 %
Regels	1,8870	17,2 %
Schroeven	0,0674	0,6 %
Kurk	0,1580	1,5 %
Thermosheets	0,0810	0,8 %
Totaal	10,7	100 %

Kurk

Op basis van kurk hebben de koudebrug onderbrekers een massa van 0,158 kg. Deze isolatiestukken zijn eveneens leverbaar op basis van geëxpandeerd polystyreen, deze hebben een massa van 0,080 kg per m² [Ton03c].

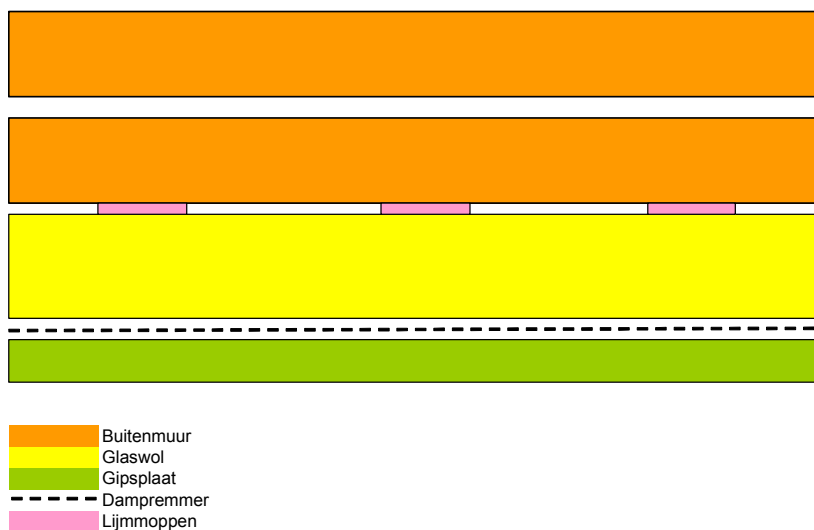
Beperking gebruik van hout en schroeven

Door het toepassen van koudebrug onderbrekers worden er minder regelwerk en schroeven gebruikt.

2.4.3 Opbouw en materialisatie alternatief 3, voorzetwand o.b.v. gipsplaat op glaswol

Opbouw

Om de, in de functionele eenheid gestelde, isolatiewaarde te behalen is voor het alternatief op basis van glaswol een isolatiedikte van 100 mm (handelsmaat) noodzakelijk. De minimale Rd-waarde van 2,5 m².K/W wordt hiermee ruimschoots gehaald. De opbouw bestaat uit een laag isolatiemateriaal, een dampremmer en een gipsplaat. Deze constructie wordt prefab geleverd. De wand wordt tegen de muur bevestigd middels een cement- of gipsgebonden lijm. Zie figuur 3.



Figuur 3: Schematische weergave van de opbouw van alternatief 2, prefab voorzetwand o.b.v. glaswol en gipsplaat.

Materialisatie

Benodigde massa per materiaal:

Materiaal	kg/m ²	Massa procent
Dampremmer	0,19	1,2
Gipsplaat	8,50	55,0
Glaswol	6,00	38,8
Lijm (cementgebonden)	0,78	5,0
Totaal	15,47	100 %

Tabel 3: Benodigde massa per materiaal en aandeel op totaal.

Dampremmer

Aangenomen is dat een dampremmer op basis van PE met een dikte van 0,2 mm is toegepast. Bij een soortelijk gewicht van 950 kg/m³ [SBR94, blz. 18] komt dit neer op 0,19 kg m².

Glaswol

Volgens [Sai03] wordt voor de prefab glaswolwand glaswol met een soortelijk gewicht van 60 kg/m³ gebruikt. Bij een dikte van 100 mm komt dit neer op een materiaalgebruik van 6 kg per m² voorzetwand.

Lijm

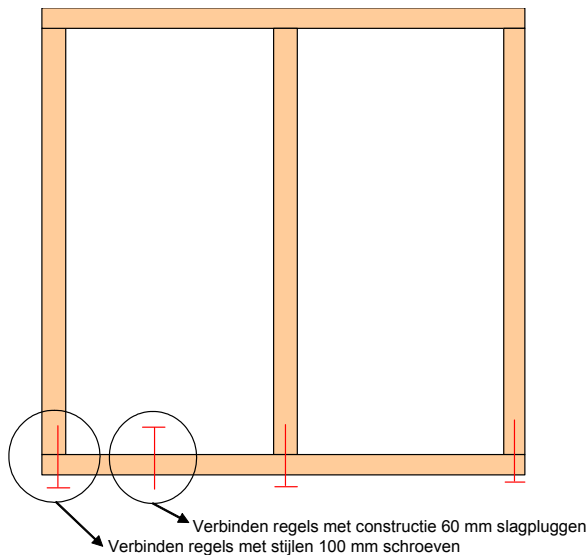
Er dienen 16 lijm moppen per m^2 te worden aangebracht. Er is aangenomen dat een lijmop $80 \times 80 \times 4$ mm groot is. Bij een soortelijk gewicht van 1900 kg/m^3 komt dit neer op materiaalbehoefte per m^2 van $0,78 \text{ kg}$ lijm mortel op cementbasis.

2.4.4 Opbouw en materialisatie alternatief 4, voorzetwand o.b.v. houtskeletbouw met vlas

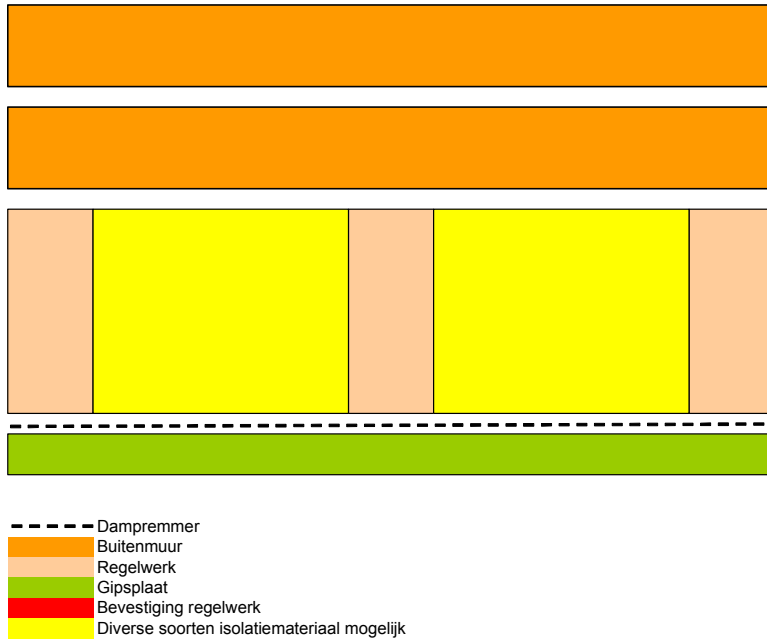
Opbouw

Voor de derde te vergelijken variant is uitgegaan van een systeem zoals gebruikt voor houtskeletbouw. Deze variant is te voorzien van vrijwel alle typen beschikbare isolatiematerialen. Voor deze vergelijkende milieubeoordeling is uitgegaan van vlaswolisolatie. Om middels vlaswol een R_d -waarde van $2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ te behalen is een isolatiedikte van 110 mm (handelsmaat) nodig. De minimale R_d -waarde van $2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ wordt dan met $2,67$ ruimschoots gehaald.

De opbouw van de wand bestaat uit horizontaal geplaatste regels (boven en onder) met daartussen stijlen (zie figuur 4). Hiertussen wordt het isolatiemateriaal aangebracht. De wand wordt achtereenvolgens afgedekt met een dampremmer en een gipsplaat, zie figuur 5.



Figuur 4: Vooraanzicht regelwerk houtskeletbouw (niet op schaal)



Figuur 5: Schematische weergave van de opbouw van alternatief 3, voorzetwand o.b.v. houtskeletbouw met vlaswol.

Materialisatie

Materiaal	kg/m ²	Massa procent
Dampremmer	0,14	0,9
Gipsplaat	8,50	52,4
Schroeven	0,06	0,4
Vlaswol	3,11	19,2
Vurenhout	4,44	27,2
Totaal	16,22	100 %

Tabel 4: Benodigde massa per materiaal en aandeel op totaal.

Dampremmer

Aangenomen is dat een dampremmer op basis van PE met een dikte van 0,2 mm is toegepast. Bij een soortelijk gewicht van 950 kg/m³ [SBR94, blz. 18] komt dit neer op 0,19 kg m².

Schroeven

Berekeningen wijzen uit dat per m² 0,06 kg verzinkt staal nodig is voor 1 m² houtskeletbouw wand. Gezien de geringe bijdrage in de totale massa is een verdere uitwerking niet in dit rapport opgenomen.

Vlaswol

Er is uitgegaan van hetzelfde type vlaswol zoals dat in de spouw wordt toegepast. Het soortelijk gewicht van dit type is 31 kg/m³ [Iso02]. Bij een dikte van 110 mm is derhalve 3,41 kg/m² nodig. Wanneer het oppervlak van de houten stijlen hierop in mindering wordt, wordt dit 3,11 kg/m².

Vurenhout

De benodigde hoeveelheid vurenhout is berekend voor een wand van 26 m². Hierin worden horizontaal 2 regels verwerkt (110 x 33) en 17 stijlen (110 x 38). Per m² komt dit neer op 4,41 kg vurenhout.

2.5 Gebruiks- en afvalfase

2.5.1 Levensduur

Voor de technische levensduur van de verschillende gebruikte materialen in de drie voorzetwanden is uitgegaan van 75 jaar.

2.5.2 onderhoud

Binnen de beoordeling is afwerking van de wand buitenbeschouwing gelaten. Er mag worden aangenomen dat de aard en mate van onderhoud voor alle alternatieven gelijk is.

2.5.3 Afvalfase

In de afvalfase worden de voorzetwand op basis van Thermosheets en houtskeletbouw gedemonteerd, waarna de materialen apart worden verwerkt. Het materiaal uit de gipsplaat wordt voor 95 procent gestort en 5 procent gerecycled. Het schone vurenhout wordt voor 5 procent gestort, 80 procent verbrand en 15 procent gerecycled. De folies (dampremmer en Thermosheets) worden voor 10 procent gestort, 85 procent verbrand en 5 procent gerecycled.

De prefab voorzetwand op basis van glaswol is een samengesteld product, dat niet of nauwelijks te scheiden is. Voor deze beoordeling is daarom van 100% stort uitgegaan.

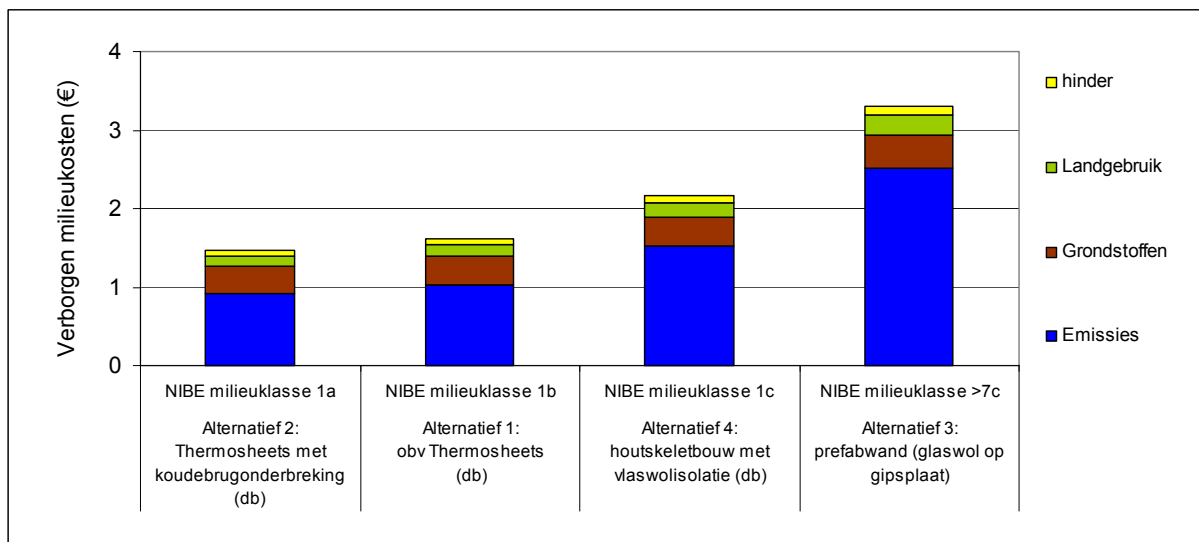
3 RESULTATEN

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de milieuvergelijking van drie typen voorzetwanden, met het TWIN²⁰⁰²-model, weergegeven.

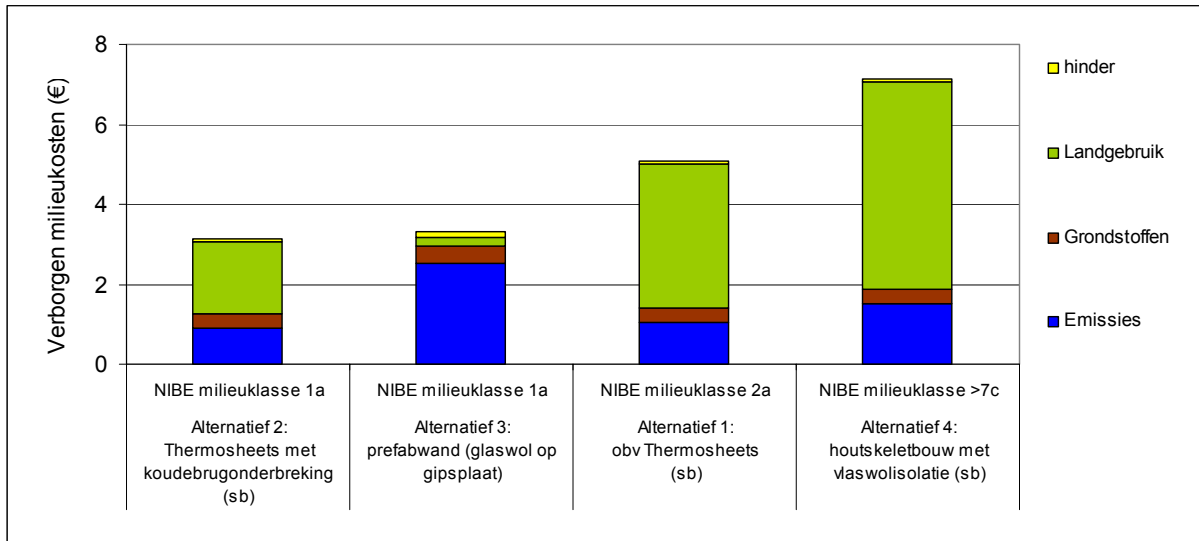
3.1 De NIBE milieuclassificatie

In figuur 6 en 7 worden de eindresultaten van de milieubeoordeling van drie typen voorzetwanden weergegeven. In figuur 6 is uitgegaan van hout dat afkomstig is uit duurzaam beheerde bossen (db) en in figuur 7 is uitgegaan van hout dat afkomstig is uit standaard beheerd bos (sb).

De milieubelasting is uitgedrukt in verborgen milieukosten. Dit zijn de kosten die gemaakt moeten worden om te voorkomen dat milieuverontreiniging optreedt. In enkele gevallen, als de preventiekosten niet beschikbaar zijn, worden de herstelkosten gerekend; feitelijk zijn de verborgen milieukosten een maat voor duurzaamheid. Meer over de milieukostenmethodiek is terug te vinden in bijlage I.



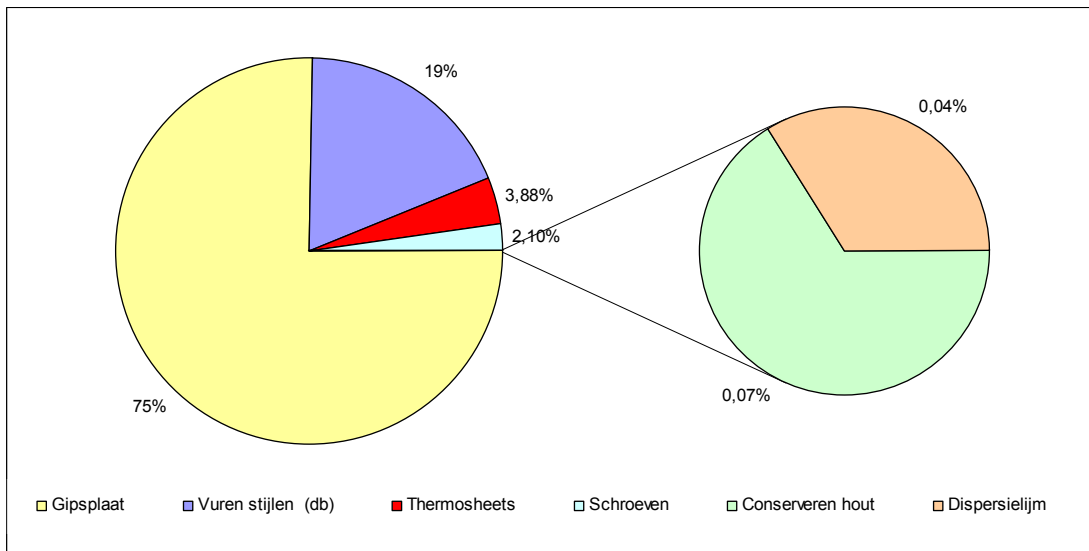
Figuur 6: De NIBE milieuclassificatie volgens het TWIN²⁰⁰²-model, waarbij is uitgegaan van vurenhout dat afkomstig is uit duurzaam beheerd bos (db).



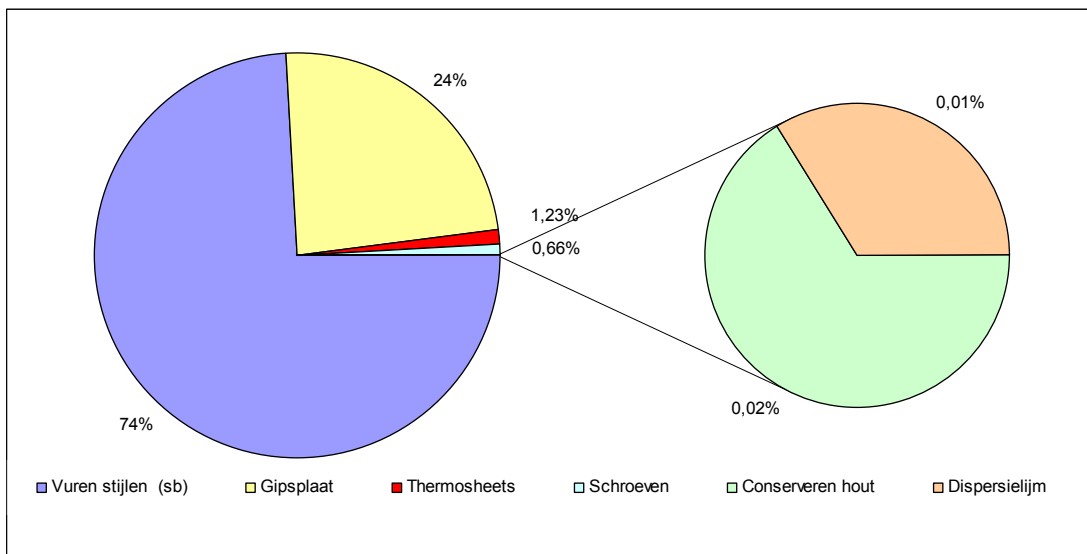
Figuur 7: De NIBE milieuclassificatie volgens het TWIN²⁰⁰²-model, waarbij is uitgegaan van vurenhout dat afkomstig is uit duurzaam beheerd bos (sb).

3.2 Milieubelasting alternatief 1: voorzetwand o.b.v. Thermosheets

In figuren 8 en 9 wordt de verdeling van de verborgen milieukosten over de verschillende materialen weergegeven, waarbij in de figuren onderscheid gemaakt wordt tussen hout dat afkomstig is uit duurzaam en standaard beheerde bossen.



Figuur 8: Verdeling van de milieubelasting over de verschillende materialen van de voorzetwand o.b.v. Thermosheets, uitgaande van hout dat afkomstig is uit duurzaam beheerd bos.



Figuur 9: Verdeling van de milieubelasting over de verschillende materialen van de voorzetwand o.b.v. Thermosheets, uitgaande van hout dat afkomstig is uit standaard beheerd bos.

3.3 Milieu-effecten

Zoals blijkt uit figuur 6 weegt het criterium verontreiniging het zwaarst door in de milieubalans. In tabel 5 is voor alternatief 1 een uitwerking gegeven van de verschillende milieueffecten die zijn meegenomen voor verontreiniging. In de tabel zijn tevens per effect de verborgen milieukosten en de relatieve bijdrage daarvan op de totale hoeveelheid verontreiniging weergegeven.

Milieu-effect	Hoeveelheid	Eenheid	Verborgene milieukosten (€)	Relatieve aandeel (%)
Emissies				
- broeikaseffect	6,54E+00	kg CO2 eq./FE	5,9E-01	36,88
- ozonlaagaantasting	8,01E-07	kg CFC-11 eq/FE	4,6E-03	0,28
- humane toxiciteit	9,61E-01	kg 1,4-DB eq/FE	4,6E-02	2,89
- aquatische toxiciteit (zoet water)	7,09E-02	kg 1,4-DB eq/FE	3,4E-03	0,21
- terrestrische toxiciteit	1,18E-02	kg 1,4-DB eq/FE	5,7E-04	0,04
- fotochemische oxidantvorming	-3,42E-05	kg C2H4/FE	-1,5E-04	-0,01
- verzuring	3,53E-02	kg SO2 eq./FE	9,6E-02	5,97
- eutrofiëring	5,35E-03	kg PO4 ⁻⁻⁻ eq/FE	2,9E-01	18,13
Uitputting:				
- biotische grondstoffen	3,63E-04	mbp/FE	0,0E+00	0,00
- abiotische grondstoffen	7,86E+00	mbp/FE	3,3E-01	20,62
- energiedragers	5,62E-01	mbp/FE	2,4E-02	1,47
Landgebruik				
	7,18E-01	PDF*m2yr/FE	1,4E-01	8,97
Hinder ten gevolge van:				
- stank	6,25E+04	OTV m3/FE	1,5E-02	0,90
- geluid door wegtransport	8,15E-05	DALY/FE	2,6E-02	1,63
- geluid door productieprocessen	2,41E+01	mbp/FE	3,6E-05	0,00
- licht	5,32E-01	mbp/FE	1,3E-02	0,79
- kans op calamiteiten	8,15E-01	mbp/FE	2,0E-02	1,22

Tabel 5 :overzicht van de hoeveelheid milieu-effect, verborgen milieukosten per milieu-effect en het relatieve aandeel van het milieu-effect in het totaal aan verontreiniging voor de voorzetwand o.b.v. Thermosheets (alternatief 1)

3.4 Onderscheid herkomst hout

In hoofdstuk 3 wordt telkens onderscheid gemaakt in resultaten gebaseerd op hout dat afkomstig is uit duurzaam beheerd bos en hout dat afkomstig is uit standaard beheerd bos. Door de grote invloed van dit verschil op de totale milieubeoordeling is dit noodzakelijk.

De grote impact van hout uit standaard beheerd bos ontstaat door een tweetal criteria die voor de beoordeling van landgebruik worden toegepast. Dit zijn: opbrengst in kg/m² en soortenafname. Uit onderzoek blijkt dat houtwinning per kg, ten opzichte van bijvoorbeeld steenachtige grondstoffen, zeer veel landoppervlak vergt. Van schadelijk landgebruik is echter pas sprake wanneer er door deze winning soorten verloren gaan. In het geval van standaard bosbouw, waarbij de houtplantage een soort monocultuur is, is dit wel geval. Door het NIBE wordt ervan uitgegaan dat er bij winning van hout uit duurzaam beheerd bos geen sprake is van verlies van soorten. Daardoor is er, ongeacht de grootte van de winning, van aantasting geen sprake is.

3.5 NIBE milieuklasse

Het TWIN-rekenmodel onderscheidt zeven milieuklassen. Binnen elke klasse wordt onderscheid gemaakt tussen een eerste voorkeur (a), tweede voorkeur (b) en derde voorkeur (c). De klassenindeling is met behulp van experimenteel onderzoek vastgesteld. Het beste product binnen een productgroep komt per definitie in klasse 1a (de milieureferentie). De overige producten worden ten opzichte van het beste alternatief geïnclassificeerd (zie tabel 6).

De NIBE milieuklasse is een relatieve beoordeling. Gemeentes, provincies en rijksoverheden, maar ook architecten en andere bouwers kunnen op basis van deze klasse-indeling ambities vastleggen.

Klasse	Subklasse	Omschrijving	Milieubelastingsfactor
1	a	Beste keuze	1 - 1,1
	b		> 1,1 - 1,32
	c		> 1,32 - 1,9
2	a	Goede keuze	> 1,9 - 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
5	a	Af te raden keuze	> 9,81 - 11,77
	b		> 11,77 - 14,12
	c		> 14,12 - 16,95
	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		> 35,14 - 42,17
	c		> 42,17 - 50,61
>7c			> 50,61

Tabel 6: NIBE milieuklasse-indeling

Bij de berekening van de milieubelasting met behulp van het TWIN-model wordt een onnauwkeurigheidsmarge van ± 5% aangehouden. Twee producten kunnen alleen in twee verschillende klassen komen, als de verschillen in milieubelasting tussen die producten significant zijn. Deze regel geldt onafhankelijk van bovenstaande klassengrenzen.

De voorzetwand op basis van Thermosheets scoort, indien er wordt uitgegaan van hout afkomstig uit duurzaam beheerde bossen, NIBE milieuklasse 1a, wat staat voor beste keus. Indien er van wordt uitgegaan dat zowel alternatief 1 als alternatief 3 (houtskeletbouw) opgebouwd zijn met hout dat afkomstig is uit standaard beheerde bos, dan scoort alternatief 2 (prefab voorzetwand o.b.v. glaswol

en gipsplaat) milieuklasse 1a. Het verschil met de voorzetwand met Thermosheets is echter dusdanig klein dat ook deze nog wel binnen klasse 1 scoort.

3.6 Invloed massa per functionele eenheid

In milieubeoordelingen speelt de massa die nodig is voor de invulling van de functionele eenheid geen onbelangrijke rol. Uit deze milieuvergelijking blijkt dat het meest milieuvriendelijke alternatief ook de lichtste is. Dit komt voornamelijk door het karakter van de Thermosheets, waarmee met een zeer geringe massa een hoge isolatiewaarde haalbaar is.

Product	massa
Alternatief 1: Thermosheets, regelwerk en gipsplaat	11,74 kg/m ²
Alternatief 2: Thermosheets, regelwerk (met koudebrugonderbrekers) en gipsplaat	10,70 kg/m ²
Alternatief 3: Prefab wand op basis van glaswol, dampremmer en gipsplaat	15,47 kg/m ²
Alternatief 4: Houtskeletbouw met vlaswol	16,22 kg/m ²

3.7 Bijdrage van het isolatiemateriaal

Zoals blijkt uit figuur 8 is de bijdrage van de Thermosheet op de totale milieubelasting van de wand met 3,9% minimaal. Dit is dan ook de belangrijkste verklaring voor het verschil in milieubelasting ten opzicht van de alternatieve voorzetwanden. In alternatief 2 is de bijdrage van het isolatiemateriaal op de totale milieubelasting circa 56% en in alternatief 3,38%.

4 GEZONDHEIDSASPECTEN

In dit hoofdstuk worden de gezondheidsaspecten van de verschillende materialen toegepast in de voorzetwand op basis van Thermosheets behandeld. Materialen met een massa percentage van minder dan 1 procent, behalve de Thermosheets, zijn buiten beschouwing gelaten. Veel informatie is afkomstig uit het *Basiswerk Duurzaam & Gezond Bouwen* [Haa03]. Tot slot wordt een korte beschrijving gegeven van gezondheidsaspecten van de voorzetwand in de gebruiksfase.

In de tabellen staat per fase en criterium een + of één of meer – tekens. Deze hebben de volgende betekenis:

- + een positieve bijdrage aan gezondheid of welzijn
- o geen kans op negatieve effecten
- kans op voor de gezondheid negatieve effecten
- veel kans op voor de gezondheid negatieve effecten

4.1 Regels en stijlen van vuren

	Fysische agentia	Chemische agentia	Biologische agentia	Ergonomie	Veiligheid	Per fase
Grondstoffase	o	-/o	nvt	o	-	-
Productiefase	o	-	nvt	o	-	-
Constructiefase	o	-	o	-/o	o	-
Gebruiksfase	o	+/o	o	nvt	nvt	o
Sloop/afvalfase	o	o	nvt	o	o	o
Per criterium	o	--	o	o	-	

Grondstoffase

Chemische agentia

In mindere mate gelden hier de opmerkingen zoals die gelden voor de productiefase.

Veiligheid

Door de inzet van groot materieel tijdens oogsten en zagen is de kans op ongelukken aanwezig. Vergeleken met andere branches kent de bosbouw een hoog ongevalrisico.

Productiefase

Chemische agentia

Bij het boren, zagen, frezen, schaven en schuren van hout kan stofhinder voorkomen. Houtstof kan irritatie van huid en slijmvliezen veroorzaken zoals eczeem, (contact)dermatitis (chronische) neusslijmvlies- en oogbindvliesontsteking. Daarnaast kan houtstof leiden tot allergische reacties, astma en neuskanker. Langdurige blootstelling aan houtstof kan huidontsteking (dermatitis), oogbindvliesontsteking (conjunctivitis), neusverkoudheidsverschijnselen (rhinitis) en kortademigheid (astma) veroorzaken.

Veiligheid

Voor de verwerking van hout tot houtproducten bestaat een scala aan voorschriften voor af- en bescherming en veiligheid. Deze zijn gericht op opslag, transport, afzuiging en ventilatie, verfmiddelen, calamiteiten, brand, EHBO en arbeidsomstandigheden.

Constructiefase

Fysische agentia

Zie productiefase.

Ergonomie

De monteur-afbouw verricht lichamelijk zwaar inspannend werk en ondervindt daarbij veel hinder van lawaai, trillingen en stof. Vooral lage rug-, nek- en schouderklachten komen in dit beroep meer voor dan in de overige CAO-beroepen.

Gebruiksfase

Chemische agentia

Hout is niet statisch op te laden en veroorzaakt geen statische magneetvelden. Hout kan een licht neutraliserende werking hebben op elektromagnetische velden.

Sloop/afvalfase

Geen invloeden bekend en/of verwacht.

4.2 Gipsplaat

	Fysische agentia	Chemische agentia	Biologische agentia	Ergonomie	Veiligheid	Per fase
Grondstoffase	o	o	nvt	o	-/o	o
Productiefase	o	-/o	nvt	o	o	o
Constructiefase	o	-/o	o	-	-/o	-
Gebruiksfase	+	o	-/o	nvt	nvt	+
Sloop/afvalfase	o	o	nvt	-/o	o	o
Per criterium	+	o	o	-	o	

Grondstoffase

Veiligheid

Gehoorscherming en maatregelen tegen vrijkomend stof zijn noodzakelijk. Om het vrijkomen van stof bij langdurige droogte te beperken, dient te worden gespreid met water.

Productiefase

Chemische agentia

Hoewel gips niet schadelijk is kan er tijdens het zagen van de gipskartonplaten veel stof vrijkomen dat hinderlijk kan zijn. Het zaagstof dient afgezogen te worden met behulp van een goede afzuiginstallatie.

Tijdens de productie kan overmatige geluidshinder voor werknemers ontstaan.

Constructiefase

Chemische agentia

Hoewel gips niet schadelijk is, kan er tijdens het zagen van de gipskartonplaten veel stof vrijkomen dat hinderlijk kan zijn. Het zaagstof dient afgezogen te worden met behulp van een goede afzuiginstallatie.

Ergonomie

De monteur-afbouw verricht lichamelijk zwaar inspannend werk en ondervindt daarbij veel hinder van lawaai, trillingen en stof. Vooral lage rug-, nek- en schouderklachten komen in dit beroep meer voor dan in de overige CAO-beroepen.

Veiligheid

Bescherming tegen stof is in sommige gevallen (bijvoorbeeld zaagwerkzaamheden) aan te bevelen.

Gebruiksfase

Fysische agentia

Gips beïnvloedt elektromagnetische en magnetische velden nauwelijks. De radonemissie van natuur- en natuurgips is verwaarloosbaar. Het hoge aantal poriën in gipskartonplaten maakt een snelle opname en afgifte van water mogelijk, zowel in vloeibare vorm als in de vorm van damp. Deze poreusheid is verantwoordelijk voor de gunstige vochtregulerende eigenschappen van gipskartonplaten. Bij hoge luchtvochtigheid neemt gips vocht op, bij droge lucht wordt dit weer afgegeven. Een thermische behaaglijkheid wordt bereikt doordat gipskartonplaten weinig warmte onttrekken aan een lichaam (de soortelijke warmte is laag). Ondanks de gelijke oppervlaktetemperatuur voelt een met gipskartonplaten beklede wand warmer aan dan bijvoorbeeld een met keramische tegels bekleed wandoppervlak.

Biologische agentia

Om aantasting door schimmels te voorkomen dient men gipskartonplaten niet in permanent vochtige ruimtes toe te passen.

Sloop/afvalfase

Ergonomie

Er kan sprake zijn van fysieke belasting door tillen.

4.3 Thermosheets

	Fysische agentia	Chemische agentia	Biologische agentia	Ergonomie	Veiligheid	Per fase
Grondstoffase	-	-	nvt	o	o	--
Productiefase	o	-	nvt	o	-	--
Constructiefase	o	o	nvt	-	o	--
Gebruiksfase	o	o	+	nvt	nvt	+
Sloop/afvalfase	o	o	nvt	o	o	o
Per criterium	-	--	+	-	-	

Grondstoffase

Fysische agentia

Bij de productie van aluminium wordt tijdens de aluminium-elektrolyse gewerkt met zeer grote stroomsterkten, die sterke magneetvelden opwekken in de omgeving van werknemers.

Chemische agentia

Bij de productie van aluminium kunnen werknemers via rookgassen, stof en drinkwater langdurig blootstaan aan hoge concentraties aluminiumionen en fluoriden.

Productiefase

Chemische agentia

De basis voor Polyester-aluminiumsheets is aluminium en aardolie. Enkele gezondheidsaspecten die kunnen optreden bij onzorgvuldigheid tijdens de productie zijn: - Werknemers kunnen in contact komen met ten dele giftige en/of kankerverwekkende stoffen, zoals diverse aardoliebestanddelen, ftaalzure esters, styreen en paraxyleen. - Werknemers kunnen ook langdurig in contact komen met aluminium hetgeen kan leiden tot aandoeningen aan het centrale zenuwstelsel, waaronder diverse vormen van dementie, geheugenverlies, lusteloosheid en trillerigheid. - Werknemers en bewoners uit de omgeving kunnen in contact komen met verhoogde concentraties van fluoride-emissies. Dit kan aantasting van het tandglazuur (bij kinderen) en osteoporose, verbrossing van de botten (bij volwassenen) tot gevolg hebben. - Bewoners uit de omgeving kunnen in contact komen met aluminiumionen, omdat het oppervlaktewater door de zogenaamde 'red mud' verontreinigd is.

Veiligheid

Tijdens de productie van polyester en aluminium zijn strenge veiligheidsmaatregelen vereist: gehoorbescherming, niet eten en drinken tijdens het werk, geen open vuur en vonken, niet roken, goede ventilatie, explosieveilige apparatuur en verlichting, adembescherming, enz.

Constructiefase

Ergonomie

De isoleerder heeft aanmerkelijk meer klachten over lichamelijke belasting en over hinder van blootstelling aan toxische stoffen en stof dan het overig CAO-personeel.

Gebruiksfase

Fysische agentia

Aluminium is een paramagnetische stof, die in beperkte mate elektromagnetische velden (kunstmatige of natuurlijke) kan opnemen, versterken, transporteren en weer uitzenden. Aluminium kan ook elektrische stromen en elektrische en magnetische velden geleiden.

In hoeverre bovenstaande eigenschappen van polyester en aluminium terug komen in polyester-aluminiumsheet is niet bekend. In hoeverre effecten op de gezondheid zijn te verwachten is evenmin bekend. Aarden van de sheets aan leidingen zou problemen kunnen voorkomen. Voorwaarde is dat metalen leidingen worden toegepast.

Biologische agentia

Geen invloeden bekend en/of verwacht.

Sloop/afvalfase

Geen invloeden bekend en/of verwacht.

4.4 De gebruiksfase (binnenmilieu)

Het plaatsen van een geïsoleerde voorzetwand verhoogt de oppervlaktetemperatuur van de binnenmuur aanzienlijk waardoor schimmelvorming op het muuroppervlak wordt voorkomen. Dit betekent een vermindering van de allergene belasting van het binnenmilieu.

Door het toepassen van een vocht- en dampdichte folie in een voorzetwand is er nagenoeg geen vochttransport meer van binnen naar buiten. Hierdoor blijft de achterliggende constructie droog waardoor schimmelvorming geen kans krijgt. Het binnenmilieu blijft gevrijwaard van schimmelsporen die bij sommige mensen allergische reacties teweeg kunnen brengen.

Van een negatief effect op de vochthuishouding in de woning door toepassing van de sterk dampremmende Thermosheets is geen sprake. Via de muren wordt (voor en na isolatie) zo weinig vocht afgevoerd dat deze geen serieuze bijdrage leveren aan de vochthuishouding in huis. [Lin9: blz 38]. Overtollig vocht in de woning moet en kan alleen door ventilatie met buitenlucht worden afgevoerd.

De gipsplaat, waarmee de wanden worden afgewerkt, kan wel tijdelijk vocht bufferen hetgeen een positieve bijdrage levert aan de regulering van de vochthuishouding. Dit effect kan nog vergroot worden door de wand te stuken bijvoorbeeld met leem.

5 CONCLUSIE

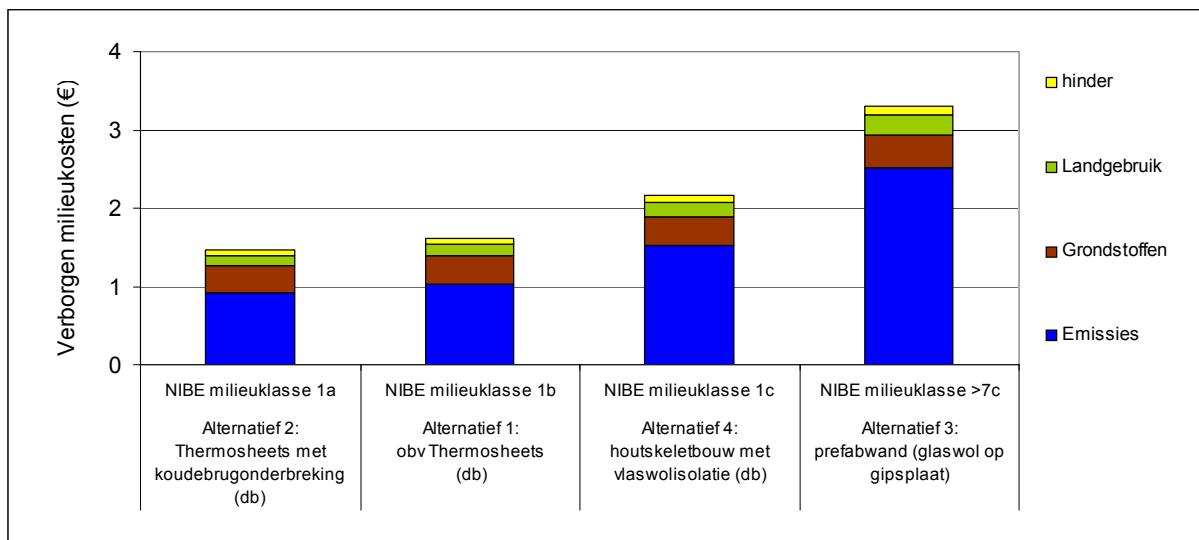
5.1 Milieu

Vanuit milieuoverweging is een voorzetwand op basis van Thermosheets (zowel met als zonder koudebrugonderbreking) de beste keuze, mits gebruik wordt gemaakt van hout dat afkomstig is uit duurzaam beheerde bossen (zie figuur 10).

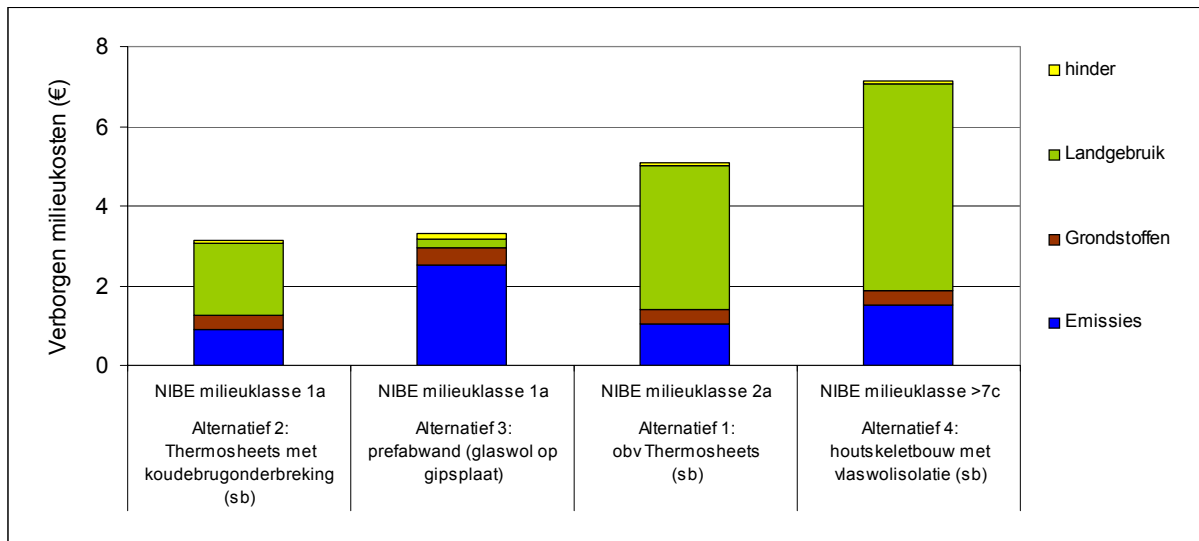
Uit de beoordeling, waarbij is uitgegaan van hout uit standaard beheerd bos, blijkt dat de variant met koudebrugonderbrekers en de prefab wand op basis van glaswol en gipsplaat de beste keuze zijn. Door het geringe verschil in milieubelasting vallen beide alternatieven in NIBE-milieuklasse 1a (zie figuur 11).

Doordat in alternatief 2 een belangrijk deel van het houtgebruik vervangen is door koudebrugonderbrekers (op basis van kurk), valt deze variant, ook bij houtgebruik uit standaard bosbouw in NIBE-milieuklasse 1a.

De belangrijkste oorzaak van de lage milieubelasting van de alternatieven op basis van Thermosheets is de geringe massa van de sheets, waarmee een hoge isolatiewaarde gehaald wordt.



Figuur 10: De NIBE milieuclassificatie volgens het TWIN²⁰⁰²-model, waarbij is uitgegaan van vurenhout dat afkomstig is uit duurzaam beheerd bos (db).



Figuur 11: De NIBE milieuclassificatie volgens het TWIN²⁰⁰²-model, waarbij is uitgegaan van vurenhout dat afkomstig is uit standaard beheerd bos (sb).

5.2 Gezondheid

Gezondheidstechnisch levert de toepassing van voorzetwanden geïsoleerd met Thermosheets geen enkel bezwaar. Het isoleren van binnenmuren levert in de meeste gevallen, ongeacht het materiaalgebruik, een positieve bijdrage aan het binnenmilieu. Het plaatsen van een geïsoleerde voorzetwand verhoogt de oppervlaktetemperatuur van de binnenmuur, waardoor schimmelvorming op het muuroppervlak wordt voorkomen. Dit betekent een vermindering van de allergenenbelasting van het binnenmilieu.

Het verschil met alternatieve wanden is dat Thermosheets dampdicht zijn in plaats van dampopen. Transport van vocht naar buiten dient volledig via ventilatie te gebeuren. Het transport van vocht door de muur is bij dampopen constructies echter verwaarloosbaar klein. Een voordeel van het dampdichte karakter van de Thermosheets is dat de achterliggende constructie droog blijft en daardoor de kans op schimmelvorming kleiner wordt.

De gipsplaat, waarmee alle alternatieven worden afgewerkt levert door de vochtbufferende werking wel een positieve bijdrage aan het binnenmilieu. Dit effect kan nog vergroot worden door de wand te stuken bijvoorbeeld met leem.

5.3 DUBO-keur

Het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie beoordeelt met Thermosheets geïsoleerde voorzetwanden, vanuit milieu- en gezondheidsoogpunt als één van de beste dubokeuzes. Hiermee voldoet firma Tonzon bv aan de door het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie- en Ecologie gestelde eisen, voor het voeren van het DUBO-keur:



6 LITERATUURLIJST

- [Bee91] Beer J de, Worrel E, Energiekentallen in relatie tot preventie en hergebruik van afvalstoffen, Deelrapport Petrochemische processen, Utrecht, Rijksuniversiteit, Vakgroep Natuurwetenschap & Samenleving, 1991.
- [Fra90a] Fraanje P, Jannink H, Kramer J, Lange V, de, Minimalisering van de milieubelasting in de woningbouw, Amsterdam/Eindhoven, Universiteit van Amsterdam, Technische Universiteit Eindhoven, 1990.
- [Haa03] Haas E.M., e.a.; het *Basiswerk Duurzaam & Gezond Bouwen*; NIBE publishing, Naarden, 2003.
- [IDE96] IDEMAT LCA-data, Delft Technische Universiteit, 1996.
- [Iso00] Isovlas Oisterwijk b.v., productfolder: als de natuur de architect was; 2000.
- [Sai03] J.E.M. Verbrugge; e-mail, NIBE ref.: 712.03.04.046i - Invulling massa Calibel voorzetwand, Saint Gobain, 2003.
- [Ton03a] T. Willemsen; Schrijven Tonzon, NIBE ref.: 1904.03.03.092i; opdrachtbevestiging + beschrijving lijmbehoefte, Tonzon, Enschede, 2003.
- [Ton03b] T. Willemsen; e-mail Tonzon, NIBE ref.: 712.03.04.035i; info inzake bevestiging, conserveren hout en bijlage met aangevuld bovenaanzicht, Tonzon, Enschede, 2003.
- [Ton03c] T. Willemsen; e-mail Tonzon, NIBE ref.: 712.03.06.073i; info over varianten voorzien van koudebrug onderbreking, Tonzon, Enschede, 2003.
- [Vri94] Vries S, Mijnbouw en duurzaamheid, Aluminium- en koperwinning versus natuurbehoud, Groningen, Rijksuniversiteit, 1994.
- [Wor92] Worrell E, Beer J de, Energiekentallen in relatie tot preventie en hergebruik van afvalstoffen, Deelrapport Aluminium, Utrecht, Rijksuniversiteit, Vakgroep Natuurwetenschap & Samenleving, 1991.

Bestandsnaam: 712.03.04.045 - Rapport class tonz voorzetwand dv 1.1
Map: N:\712 Tonzon - clas. voorzetwand\Rapportage
Sjabloon: C:\Documents and Settings\Ruben\Application
Data\Microsoft\Sjablonen\Normal.dot
Titel: TWIN-Classificatierapport TONZON voorzetwanden
Onderwerp:
Auteur: Ruben Abrahams (adviseur/onderzoeker duurzame bouwproducten)
Trefwoorden: TWIN-Classificatierapport TONZON voorzetwanden duurzaam bouwen
Opmerkingen:
Aanmaakdatum: 16-7-2003 10:00
Wijzigingsnummer: 11
Laatst opgeslagen op: 17-7-2003 3:36
Laatst opgeslagen door: Ruben Abrahams
Totale bewerkingstijd: 139 minuten
Laatst afgedrukt op: 17-7-2003 4:18
Vanaf laatste volledige afdruk
Aantal pagina's: 33
Aantal woorden: 7.423 (ong.)
Aantal tekens: 40.827 (ong.)