

# LAGE ENERGIEBEHOEFTE BEGINT REEDS IN DE BOUWFASE, NIET IN DE WOONFASE

## KIEZEN VOOR MATERIALEN MET MINIMALE MILIEU-IMPACT

Iedereen heeft de mond vol van lage-energie- en passiefhuizen. Helaas denkt men daarbij enkel aan de gebruiksfase. De materialen, gebruikt in de bouwfase, kunnen tot een vijfde uitmaken van de totale milieu-impact van een gebouw. De juiste materiaalkeuze kan dus een aanzienlijke verkleining betekenen van de ecologische voetafdruk. Als geen ander materiaal kan leem in plastische toestand gemodelleerd worden en bezit het belangrijke mechanische eigenschappen in vaste toestand. Er is geen energetische input vereist zoals bij het bakproces van bakstenen.

Ir. arch. Alexis Versele (KaHo St.-Lieven)

### DUURZAAM MATERIAALGEBRUIK

Het is tijd om ons te beraden over hoe we in Vlaanderen in de toekomst willen bouwen en hoe we moeten omgaan met de steeds schaarser wordende grondstoffen. Over de volledige levenscyclus bekeken, is de woon- en bouwsector in Europa verantwoordelijk voor ongeveer 30% van de totale ecologische voetafdruk. Bouwmaterialen zijn verantwoordelijk voor zo'n 15 tot 18% van de totale milieu-impact van een gebouw.

De laatste jaren werden er heel wat inspanningen geleverd om de energieprestatie van gebouwen te verbeteren. Al te vaak wordt er vergeten om stil te staan bij de energie-inhoud van materialen. Toch dringt een verantwoorde keuze voor duurzame bouwmaterialen zich op. Om keuzes te maken, bestaan er verschillende mogelijkheden: enerzijds zijn er wettelijke verplichtingen vastgelegd in de bouwproductenrichtlijn. Producten die de CE-markering dragen, beantwoorden aan eisen in verband met mechanische weerstand en stabiliteit, brandveiligheid, hygiëne en gezondheid, milieu, veiligheid in gebruik, geluidsisolatie, energiezuinigheid en thermische isolatie. Anderzijds zijn er vrijwillige initiatieven, zoals milieucertificeringen en milieulabels.

De milieuverklaringen van type I (volgens de norm ISO 14020) steunen op duidelijke criteria die rekening houden met de volledige levenscyclus van het product en maken het voorwerp uit van een onafhankelijke controle. Het

Natureplus label is daar een bekend voorbeeld van (<http://www.natureplus.org/>). Een aantal leemproducten, waaronder leempleisters, die in Duitsland gecommercialiseerd worden, beschikken over het Natureplus certificaat.

De milieuverklaringen van type III (bv. de Environmental Product Declarations of EPD) zijn informatiefiches waarin de producent of de verdeler kwantitatieve gegevens verschaft over de milieu-impact van zijn producten gedurende hun volledige levenscyclus.

Deze informatie wordt geverifieerd door een onafhankelijke derde partij. Voor Belgische bedrijven die leembouwproducten op de markt brengen, zijn dergelijke LCA's te duur, waardoor de investeringen voor een EPD te zwaar doorwegen. Volgens de milieubeoordelingen van Nibe (Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie) die gebaseerd zijn op levenscyclusanalyses, behoort leem tot de eerste van alle alternatieven door de zeer lage energie-inhoud van het product. De resultaten van de LCA's werden gepubliceerd in het handboek Duurzame Bouwproducten. Het gebruik van leem als bouw materiaal wordt nog te weinig naar waarde geschat. In de omvattende visioefening met als titel 'Vlaanderen in de steigers, Visie op duurzaam wonen en bouwen in 2030 en actie voor nu', gemaakt door de Vlaamse transitiearena voor Duurzaam Wonen en Bouwen, wordt het gebruik van een duurzaam mate-



Leemblokken kunnen vanuit de diverse aggregatietoestanden gefabriceerd worden. Niet-plastisch leem wordt in blokken geperst en vloeibaar leem kan gebruikt worden om vermengd te worden met plantaardige vezels (zoals hennep - inzet)

riaal in heel duidelijke bewoordingen als volgt omschreven: "Opdat toekomstige generaties nog zouden kunnen beschikken over voldoende grondstoffen, wordt er bij voorkeur gebruik gemaakt van materialen in een gesloten kringloop of die gemaakt worden van quasi onuitputtelijke grond- en hulpstoffen (hernieuwbare materialen of minerale oppervlakedelfstoffen).

### HET GEBRUIK VAN LEEM ALS BOUWMATERIAAL WORDT NOG TE WEINIG NAAR WAARDE GESCHAT

Stofkringlopen worden zo kort (in afstand) mogelijk gehouden. De ontginning, het eventuele transport van de grondstoffen voor productie en het gebruik van de materialen en de verwerking van herbruikbare/recycleerbare materialen gebeuren onder sociaal correcte omstandigheden met een minimale milieu-impact." Zijn er materialen die als bouw materiaal beter aan deze visie beantwoorden dan leem? Het materiaal beschikt over eigenschappen die van een onschatbare waarde zijn voor mens en milieu, ook bouwtechnisch. Daardoor kan een passiefhuis dat met standaardmaterialen gebouwd wordt, qua nettoprijs (bouw- en gebruiksfase) niet zo goed scoren als een lage-energie-woning, opgetrokken met leem en andere bio-ecologische materialen. Dit type van lemen lage-energie-woningen heeft immers een substantieel lagere energiebehoefte tijdens de bouw- en gebruiksfase in vergelijking met een 'standaard-passiefwoning' die gebruikmaakt van energie-intensieve bouwmaterialen zoals baksteen, cement- en betonproducten.

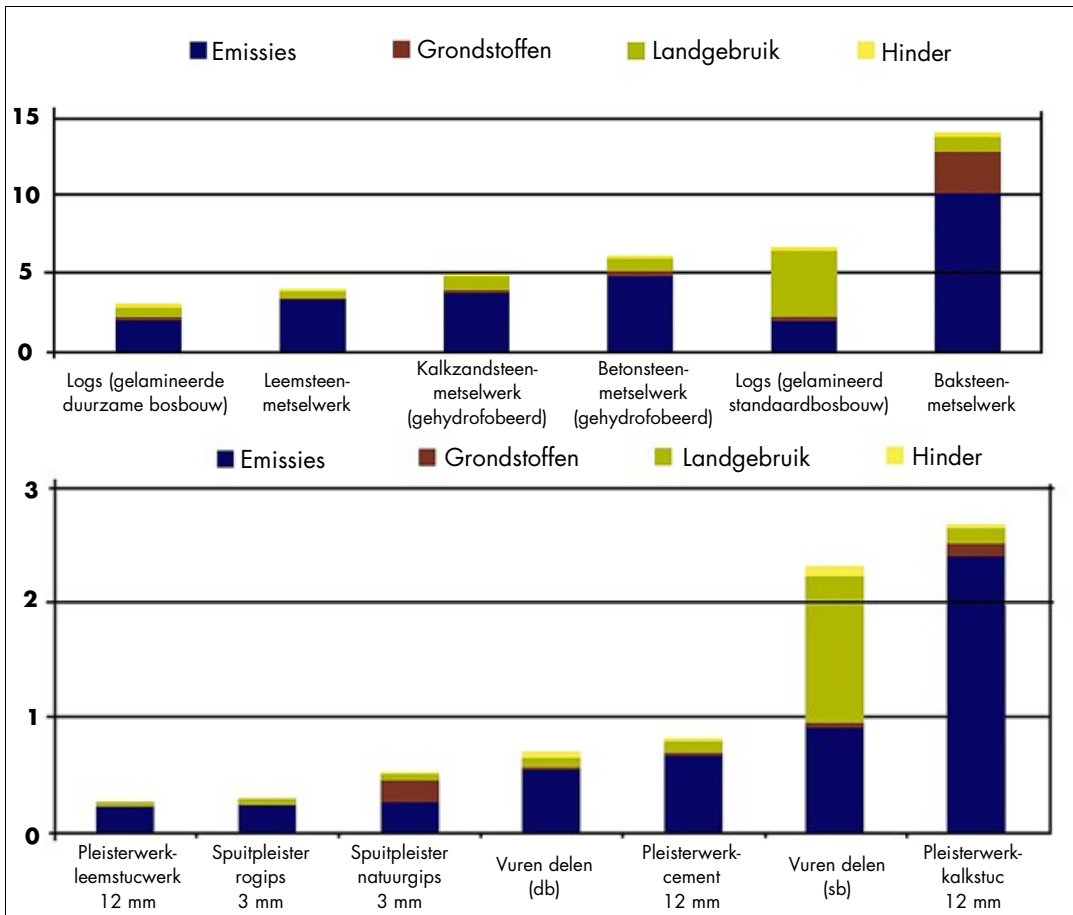
### AARDE ALS ECOLOGISCH ALTERNATIEF

Ongebakken aarde als grondstof voor de bouw kan in haar natuurlijke vorm, zonder enige toevoeging van chemische of milieu-onvriendelijke producten, toegepast worden. Dat wil zeggen dat het materiaal zijn oorspronkelijke natuurlijke eigenschappen behoudt: bij leembouw is een milieubelasting niet aan de orde:

- de winning kan gecontroleerd gebeuren, vaak bevindt de grondstof zich in de nabijheid van de bouwplaats.
- doordat de overgang van plastisch (nat) naar hard (droog) omkeerbaar is, kan de grondstof tot in het oneindige hergebruikt worden.
- wordt de grondstof bv. na een sloop gedumpt, dan vormt dit geen belasting voor het milieu, aangezien een in het gebruik natuurlijk gebleven materiaal weer naar zijn oorsprong terugkeert.

### EIGENSCHAPPEN VAN LEEM ALS BOUWMATERIAAL

Het materiaal leem bezit een aantal belangrijke kwaliteiten die bij geen enkel ander materiaal in die veelzijdigheid terug te vinden zijn. Leem kan in verschillende aggregatietoestanden bestaan. Van vast, (zowel hard als plastisch of kneedbaar) tot vloeibaar. Leem kan overgaan van een vaste naar een vloeibare toestand en omgekeerd zonder chemische wijzigingen te ondergaan. De grenzen tussen vloeibaar en plastisch en tussen plastisch en vast zijn 'Atterbergse grenzen' (vloeib-



Op beide grafieken ziet u de verborgen milieukosten (€/FE) van binnenwanden en pleister technieken

grens, uitrolgrens, krimpgrens en absorptiegrens). Ze kunnen gemeten worden met eenvoudige veldtesten en indien die niet volstaan, met laboproeven. Hoe verder die grenzen uit elkaar liggen, hoe plastischer de grond is. De plasticiteit van het leem is een belangrijke indicator voor de techniek die toegepast wordt.

**Plastisch leem**

Een plastische leemsoort is eerder geschikt voor het vormen van 'adobes', stenen die met een plas-

tisch mengsel gevormd worden met mallen, met een geringe druk of met het strengpersprocedé.

**Niet-plastisch leem**

Een niet-plastische leemsoort zal meer geschikt zijn om gebruikt te worden voor de droogpersmethode. Met deze techniek worden er geperste leemstenen gemaakt of worden er ook stamplen muren gemaakt.

**Vloeibaar leem**

Vloeibaar leem kan gebruikt

worden om vermengd te worden met plantaardige vezels, houtvezels of andere vezels. Op die manier kunnen er lichte opvullingen van wanden, vloeren of daken uitgevoerd worden.

**SAMENSTELLING**

Leem komt voor in de vorm van een mengsel van klei, silt en zand, iedere keer in andere verhoudingen en dus met andere eigenschappen (zie korrelverdelingsdiagram).

Het zand dat als skelet het inerte materiaal vormt, is vermengd met klei. De klei bezit een heel belangrijke kleeftkracht die niet te onderschatten is. In sommige omstandigheden moet die niet onderdoen voor de kleeftkracht van cement of kalk.

**Aardvochtige toestand**

Leem is in aardvochtige toestand (dus niet in plastische toestand) samendrukbaar. Na de samendrukking keert leem niet terug naar zijn oorspronkelijke vorm. De samendrukbaarheid heeft tot gevolg dat de kleideeltjes met het weinige water dat ze hebben, hun werk kunnen doen als binder van de andere deeltjes, zand en silt. Het beperkte aantal kleideeltjes wordt bij het persen gecompenseerd door de enorme druk die op het leem uitgeoefend wordt. Die eigenschap wordt optimaal benut bij een aantal droogperstechnieken: de stamp-leemtechniek (ook pisé genaamd) en de techniek van de geperste blokken. Bij deze technieken worden er monoliete gehelen gevormd met belangrijke mechanische eigenschappen.

**Leem en vocht**

Leem staat bekend om zijn vocht-regulerende eigenschappen. Zo kan het vochtgehalte binnen de woning vrij constant gehouden worden, ook in ruimtes waar de vochtproductie groot is, zoals badkamers, keukens of slaapkamers. De lemen muur neemt gemakkelijk het teveel aan vocht op en geeft dit vocht bij droogte snel weer af.

**LEEMBOUWTECHNIKEN**

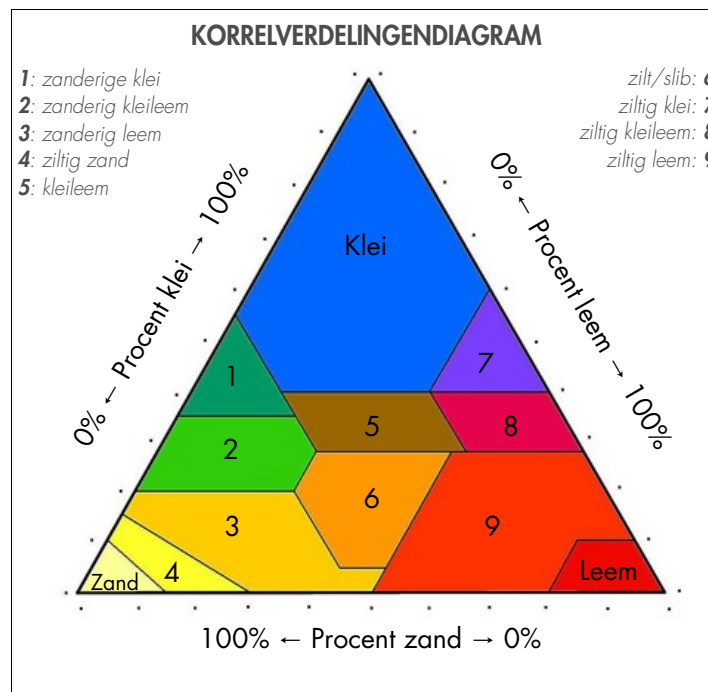
We treffen in de leembouw een groot aantal technieken aan die courant toegepast worden. Je kunt die technieken in drie grote groepen onderscheiden.

- Bij een eerste groep wordt er met een draagsysteem gewerkt, bijvoorbeeld een houtskelet. Het houtskelet wordt ingevuld met een mengsel van plantaardige vezels, houtvezels of andere vezels met leem. Een vaak gebruikte techniek is de stro-leemtechniek.
- Bij een tweede groep worden monoliete lemen wanden opgetrokken door een bekisting waarin een leemmengsel aangestamp wordt, liefst mechanisch. Die lemen wanden kunnen een dragende functie vervullen, tot zelfs zes bouwlagen hoog.
- Bij een derde groep worden er lemen blokken gestapeld of gemetseld. Die kunnen dragend zijn. Zo niet, dan worden ze in een houtskelet ingewerkt.

**EARTHSHIP**

Een Earthship is een duurzaam en ecologisch verantwoord huis dat geheel onafhankelijk in alle behoeften van zijn bewoners kan voorzien. Earthships worden meestal opgetrokken uit gerecycleerde materialen. Vaak worden er ook leemstenen of adobe verwerkt en worden wanden dik gepleisterd met leem.

Het bekendste aardehuis is dat van de Amerikaan Michael Reynolds



## STROLEEM



De stroleemtechniek is een hedendaagse variant van de veeleer archaische 'Bokrijktechnieken'. Met een bepleisterde strolemen wand met een dikte van 30 cm en een soortelijk gewicht van  $600 \text{ kg/m}^3$  kan er een U-waarde van  $1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$  gehaald worden. Dat is te weinig als men wil voldoen aan de huidige normen voor het globale isolatieniveau voor gebouwen. Wil men dit niveau toch halen, dan is men verplicht om de strolemen wand 50 cm dik te maken of om een extra thermische isolatie aan te brengen. Strolemen wanden van meer dan 40 cm leveren echter problemen op in de droging. Daardoor wordt er meestal overgeschakeld op het toepassen van de drogere technieken. De gemetselde constructie geniet daarbij de voorkeur en in het bijzonder het gebruik van leemstenen. Die constructies worden dan gecombineerd met een isolatiemateriaal dat naar wens gekozen kan worden. Ook de dikte kan variëren naargelang van de vereiste isolatiedikte.

## STAMPLEEM



Monoliete stamplemen wanden worden geplaatst zonder een bijkomende draagstructuur. Vaak worden die als dragende muren gebruikt en gecombineerd met sterk beglaasde oppervlakten om dienst te doen als Trombewanden. De thermische traagheid van het leem vindt daarbij een goeie toepassing.

## INDUSTRIELE LEEMSTENEN

Hier wordt er een onderscheid gemaakt: in een mal gestampte of gestrengperste stenen van plastisch leem (adobe) en machinaal onder druk geperste stenen met aardvochtig leem.

Specialisten op dit domein zijn het erover eens dat de toekomst eerder weggelegd is voor

'adobes' dan voor onder druk geperste leemstenen; adobes zijn op langere termijn beter bestand tegen externe invloeden.

Voor de vervaardiging van adobeblokken wordt er gebruik gemaakt van het plastische procedé, d.w.z. dat er een plastische klei in een vormbak gestopt wordt en zo tot een blok gevormd wordt. Tegenover het plastische procedé staat het droogpersprocedé waarbij er een mechanische pers gebruikt wordt. In een adobeblok is er een grotere hoeveelheid klei in het grondmengsel aanwezig, waardoor de granulometrie van een grond voor adobes zal verschillen van die voor een geperste blok. Die grotere hoeveelheid klei zorgt dan ook voor de nodige cohesie en druksterkte, in tegenstelling met de verdichting bij een geperste blok. De ideale samenstelling voor een niet-gestabiliseerde adobe bestaat uit 55% tot 75% zand, 10% tot 28% leem en 15% tot 18% klei. Om de mechanische eigenschappen van de adobes nog te verbeteren, wordt er dikwijls gebruikgemaakt van stabilisatoren. Wanneer de adobes uit hun vorm gehaald worden, kunnen die ofwel natuurlijk, ofwel in droogkamers gedroogd worden.

Zowat overal in Europa zijn er adobes op de markt te vinden. Ook in België zijn er projecten uitgevoerd met adobes van Vlaamse bodem. De voornaamste criteria die gehanteerd worden, zijn de drukvastheid, de weerstand tegen bevochtiging en de isolatiewaarde. Bij het construeren van een wand kunnen er leemstenen verwerkt worden met een leemmortel of een traskalkmortel. Ze kunnen ook op elkaar geplakt worden als ze vochtig gemaakt worden.

Het Nederlandse bedrijf OSKAM V/F ontwikkelt al bijna twintig jaar machines voor de verwerking van leem tot leemstenen. Daaruit zijn er verschillende soorten mengmachines, maalmachines en machines om leemstenen en adobes te produceren, voortgekomen. De meeste machines kunnen gehuurd worden door aannemers of zelfbouwers.

## TOEPASSINGEN

## Buitenmuren

De muren kunnen al dan niet dragend zijn. Indien ze niet dragend zijn, worden ze gecombineerd met een houtskelet. Tussen de balkjes met een hart-op-hartafstand van 40 cm wordt er een isolatie aangebracht. De leemstenen worden doorlopend aan de binnenzijde van het skelet geplaatst. Ze blijven dus aan de

binnenzijde zichtbaar of ze kunnen ook bepleisterd worden. De afwerking aan de buitenzijde van het houtskelet kan op verschillende manieren gebeuren, bijvoorbeeld met een houten beplanking.

## Binnenmuren

Ook hier kunnen de muren al dan niet dragend zijn. Indien ze niet dragend zijn, worden ze ook gecombineerd met een houtskelet. Tussen de balkjes worden er leemstenen ingewerkt. De leemstenen blijven aan één zijde zichtbaar en worden gelijkgezet met het houtskelet dat aan deze zijde zichtbaar blijft. De andere zijde van de wand wordt bepleisterd. De balkjes van het houtskelet worden in dit geval mee ingepleisterd. Aan deze zijde worden er eventuele elektrische leidingen en andere technische voorzieningen ingewerkt, indien ze niet elders gelegd kunnen worden. Als bepleistering wordt er hier gewerkt met een van de leempleisters naar keuze. De leempleisters kunnen in de massa gekleurd zijn, zodat een overschildering nadien overbodig is.

## Vloeren

Er werd een leemsteen ontwikkeld met een specifieke conische vorm. De stenen worden gebruikt om in een roostering geplaatst te worden.

Ze kunnen droog of in de mortel geplaatst worden in de dikte van de roostering en ze kunnen verder onafgewerkt blijven of ook bepleisterd worden. De ruimte tussen de leemstenen en de plankenvloer wordt opgevuld met een materiaal naar keuze. Voor stamplemen vloeren wordt er gewerkt met een droog mengsel van leem met eventueel lijnolie.

## Leemputz

Een leemputz vervult verschillende functies. Hij dient als bescherming van de lemen wand tegen erosie: leem is niet erosiebestendig en dient daarom afgeschermd te worden van eroderende invloeden.

Dit geldt vooral voor stroleem, houthakselleem, pisémuren en ongestabiliseerde leemstenen. Gestabiliseerde leemstenen zijn vrij erosiebestendig en kunnen aan de buitenzijde toegepast worden.

Daarnaast dient hij als raaplaag voor eventuele afwerkingslagen: de meeste afwerkingspleisters moeten op een raaplaag gezet worden.

Ten derde heeft hij ook een bufferende functie om spanningen door temperatuurverschillen op te vangen. Vooral aan de buitenzijde kunnen deze oppervlakte-

## LEMEN KOEPEL

Met de bouw van een koepel wilde Domus Mundi vzw (vroeger Ecoleem-Ecoterre vzw) bewijzen dat leem als bouwmaterial niet hoeft onder te doen voor baksteen of beton. De koepel is de vorm bij uitstek die alle wetten van de zwaartekracht weet te tarten.



De uitdaging was des te groter toen we wilden bewijzen dat hij door een groep internationale vrijwilligers zonder bouwopleiding gebouwd kon worden. We wilden er een sociale en educatieve dimensie aan koppelen. 'Via vzw' (intercultureel uitwisselingswerk via vrijwilligers) werd ingeschakeld voor de rekrutering van de vrijwilligers. De koepel werd opgebouwd vanaf vier stenen sokkelmassieven waarop er vier rondbogen gemetseld werden. Zonder een bekisting te gebruiken, werd de koepelvormige overwelling met een zelfgemaakte passer gerealiseerd.

Onder de deskundige technische begeleiding werd de klus in veertien dagen geklaard.

temperaturen sterk schommelen. Als er geen of een onvoldoende bufferende overgangslaag voorzien werd, kan dit scheuren in het afwerkingspleister tot gevolg hebben.

## Leempleisters

Leempleisters kunnen zowel binnen als buiten op iedere ondergrond geplaatst worden: op houthakselleem en stroleem, op leemstenen, op houtskeletwanden, op holle baksteen of snelbouwstenen en op silicaatsteen en op beton.

Het leem wordt bovendien aangebracht op plaatsen waar er zich vroeger een rookkanaal bevond, zonder dat er zich later sporen van roetvorming door de bepleistering affekenen. Daardoor is het materiaal bijzonder geschikt om als binnenbepleistering gebruikt te worden.

Een verdere afwerking is in veel gevallen niet noodzakelijk en is dus kostenbesparend. Het leem kan gespoten of manueel opgezet worden.

Door de lange droogtijd blijft de verwerkbaarheid ervan voor de aannemer zeer goed. □