

Duurzaamheid en circulariteit van de baksteengevel.



MADE Kennissessie
27 juni 2023

Harrie Vekemans
Metselwerk Adviesbureau Vekemans

MADECENTER

metselwerk kenniscentrum



DUURZAAM







NIEUWE MONUMENTALE GEVELS



Arch. Baumschlager Eberle – Office building Lustenau (A)

BENG

**MET ZELFDRAGENDE
BUITENSPOUWBLADEN
IN STEENSMETSELWERK**



KNB
Koninklijke Nederlandse
Bouwkeramiek

KNB
Koninklijke
Nederlandse
Bouwkeramiek

NIEUWE MONUMENTALE GEVELS

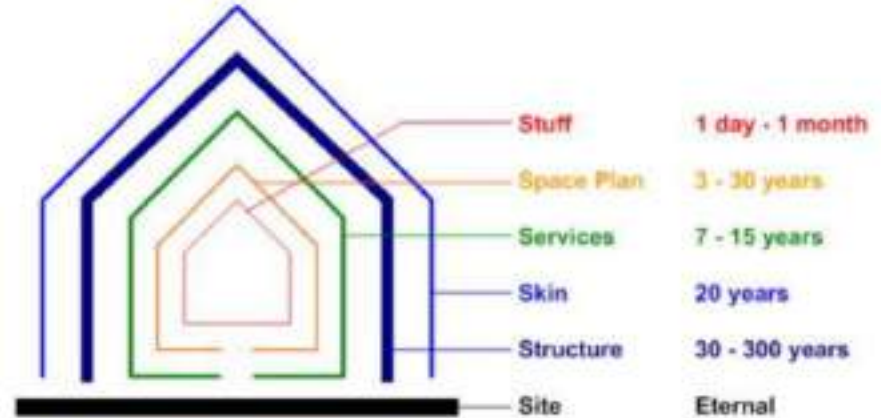
BENG
MET ZELFDRAGENDE
BUITENSPOUWBLADEN
IN STEENMETSELWERK



Dilatatieplan bij het Referentie



Geen horizontale en veel minder verticale dilatatievoegen in de Brick-BENG



Figuur 8 - De verschillende lagen van een gebouw, met ieder hun eigen levensduur, zoals geïdentificeerd door Steward Brand (1994)

Kalkmortels



Oude Haven – Zierikzee (15^e eeuw)



Muur van Altena – Vlissingen (16^e eeuw)

Kalkmortels

info restauratie en beheer
rapportage voor de Monumentenzorg

37

Het gebruik van kalkmortel

In de huidige bouwpraktijk is het gebruik van cement de standaard. Dit is een gevolg van de voorkeur voor kalk, het standaard bindmiddel was. De afgevoerde afvalstoffen zijn nu te vinden in de bodem van de kalk opvoedplaatsen. Het is daarom gebruikelijk om kalk op te ruimen en te gebruiken voor andere doeleinden. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren. Het is daarom belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.



De afvoer van kalk opvoeding kan worden gedaan door de afvoer van kalk opvoeding. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.

PROBLEEM
Het bindmiddel kalk staat de laatste jaren weer in de belangstelling. De opbouw van het gebruik heeft voort uit de goede eigenschappen van kalk. In het algemeen wordt het gebruik van kalk opvoeding door maaierijen te gebruiken om de kwaliteit van de kalk opvoeding te verbeteren. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.



De afvoer van kalk opvoeding kan worden gedaan door de afvoer van kalk opvoeding. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.



De afvoer van kalk opvoeding kan worden gedaan door de afvoer van kalk opvoeding. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.

De afvoer van kalk opvoeding kan worden gedaan door de afvoer van kalk opvoeding. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.

De afvoer van kalk opvoeding kan worden gedaan door de afvoer van kalk opvoeding. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.

De afvoer van kalk opvoeding kan worden gedaan door de afvoer van kalk opvoeding. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.

HISTORIESE ONTWIKKELING VAN HET GEBRUIK VAN KALK

In de oudheid was kalk al bekend als bindmiddel voor muren en vloeren. Het gebruik van kalk opvoeding was al bekend in de oudheid. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.

In de Middeleeuwen werden er geen speciale maatregelen genomen om de kwaliteit van het gebruik van kalk opvoeding te verbeteren. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.

In de 18de eeuw werden er maatregelen genomen om de kwaliteit van het gebruik van kalk opvoeding te verbeteren. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.



LIJST VAN

Dijk, K., van, Dierckx, A.J., van, Hooft, R.P.J., van et al., *Handboek voor de Monumentenzorg*, 2003, 2003

De afvoer van kalk opvoeding kan worden gedaan door de afvoer van kalk opvoeding. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.



De afvoer van kalk opvoeding kan worden gedaan door de afvoer van kalk opvoeding. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.

De afvoer van kalk opvoeding kan worden gedaan door de afvoer van kalk opvoeding. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.

De afvoer van kalk opvoeding kan worden gedaan door de afvoer van kalk opvoeding. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.

De afvoer van kalk opvoeding kan worden gedaan door de afvoer van kalk opvoeding. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.

De afvoer van kalk opvoeding kan worden gedaan door de afvoer van kalk opvoeding. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.

De afvoer van kalk opvoeding kan worden gedaan door de afvoer van kalk opvoeding. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.

De afvoer van kalk opvoeding kan worden gedaan door de afvoer van kalk opvoeding. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.

De afvoer van kalk opvoeding kan worden gedaan door de afvoer van kalk opvoeding. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.

De afvoer van kalk opvoeding kan worden gedaan door de afvoer van kalk opvoeding. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.

De afvoer van kalk opvoeding kan worden gedaan door de afvoer van kalk opvoeding. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.

De afvoer van kalk opvoeding kan worden gedaan door de afvoer van kalk opvoeding. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.

De afvoer van kalk opvoeding kan worden gedaan door de afvoer van kalk opvoeding. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.

De afvoer van kalk opvoeding kan worden gedaan door de afvoer van kalk opvoeding. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.

De afvoer van kalk opvoeding kan worden gedaan door de afvoer van kalk opvoeding. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.

De afvoer van kalk opvoeding kan worden gedaan door de afvoer van kalk opvoeding. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.

De afvoer van kalk opvoeding kan worden gedaan door de afvoer van kalk opvoeding. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.

De afvoer van kalk opvoeding kan worden gedaan door de afvoer van kalk opvoeding. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.

De afvoer van kalk opvoeding kan worden gedaan door de afvoer van kalk opvoeding. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.

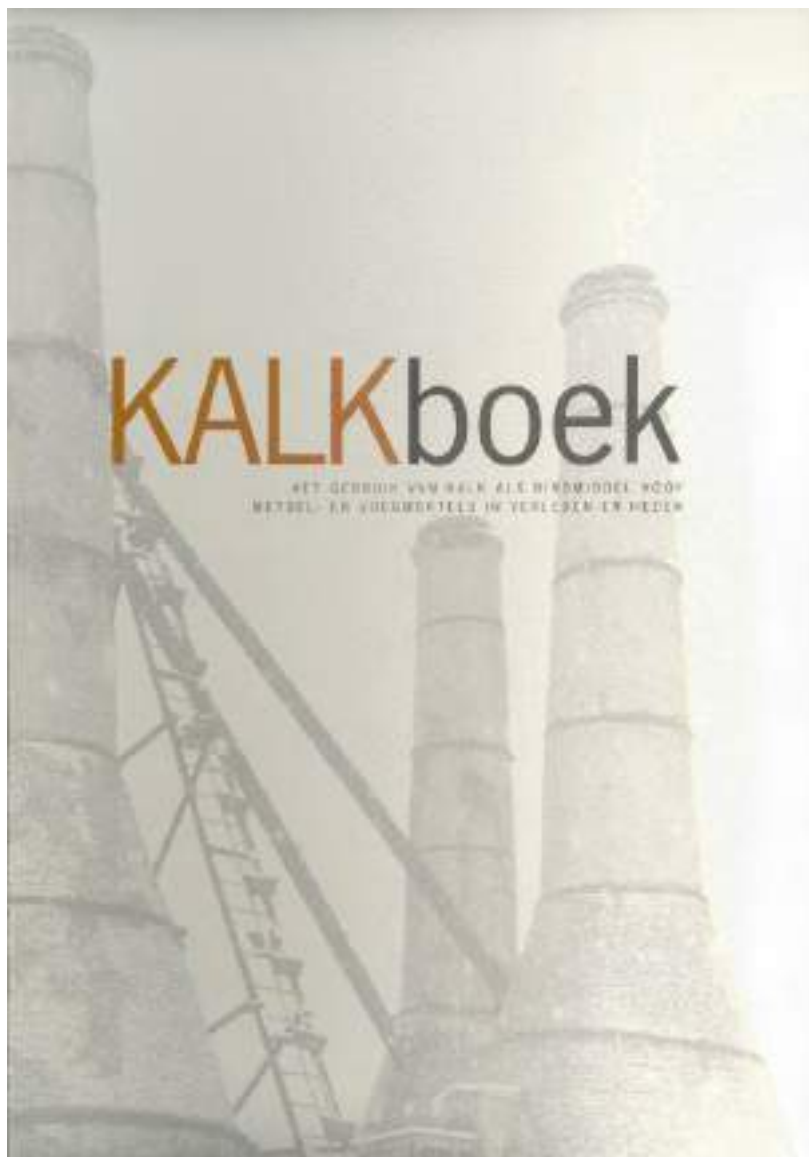
De afvoer van kalk opvoeding kan worden gedaan door de afvoer van kalk opvoeding. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.

De afvoer van kalk opvoeding kan worden gedaan door de afvoer van kalk opvoeding. Het is belangrijk om te weten dat kalk opvoeding een proces is dat kan duren van enkele maanden tot jaren.



BUREAU VOOR DE MONUMENTENZORG

Kalkmortels



kalkboek

het gebruik van kalk als bindmiddel voor
metsel- en voegmortels
in verleden en heden

Koen van Balen
Bert van Bommel
Rob van Hees
Michiel van Huijen
Jeroen van Rhijn
Matth van Rooden

met medewerking van
Kristof Callebaut
René van der Loos
Loek van der Klugt

in opdracht van de Rijkdienst voor de Monumentenzorg

2003

8 Auteurs en andere betrokkenen

Auteurs en redactie

Koen van Balen is als hoofddocent verbonden aan de Katholieke Universiteit Leuven, heeft een internationale onderzoekservaring in de technische aspecten van de conservering van het gebouwde erfgoed en is lid van verschillende stroomconservatieorganisaties. Hij promoveerde in 1991 op een onderzoek naar de carbonatisatie van kalkmortel en haar invloed op historische structuren. Hij fungeerde als voorzitter van de redactie van het voorgaande boek.

Bert van Bommel is senior beleidsmedewerker monumentenzorg bij de Rijksdienst voor de Monumentenzorg. Hij publiceerde onder andere in het Restauratievademecum en het Praktijkboek Instandhouding Monumenten over verschillende onderwerpen op het gebied van instandhoudingstechnologie en de strijk van de aansluiting. Hij fungeerde als secretaris van de Werkgroep Kalk en van de redactie van dit boek en is verantwoordelijk voor de bronsafdruct en vormgeving van deze uitgave.

Rob van Hees is werkzaam bij TNO Bouw als senior wetenschappelijk medewerker en coördinator van de productgroep *Gefoel en Instabiliteit*. Zijn belangrijkste aandachtgebieden zijn duurzaamheid van materialen, conserveringstechnieken en compatibiliteit van nieuwe en oude materialen. Hij is actief in veel Europese onderzoekprojecten en internationale onderzoekscollaboraties op gebieden als metselwerk, mortel, vochtproblemen en conserveringstechnieken.

Jeroen van Rhijn is geoloog en directeur van Rockview: Geotermie-expertisecentrum te Amsterdam. Een groot deel van zijn activiteiten betreffen toegepaste geologische en petrografische onderzoeken en behoeven van restauratie. Naast de kennis van daken en andere constructies omtrent dit vooral het onderzoek naar de eigenschappen van toegepaste baksteen, cementen en mortel, naar aantastingprocessen in gemetselde constructies, de sloop te maken van nieuw toe te passen materialen en de kennis daarvan.

De redactie van dit boek was in handen van Koen van Balen, Bert van Bommel, Rob van Hees, Frans van der Helm (coördinator onderzoek en publicatiebeleid bij de Rijksdienst voor de Monumentenzorg), Michiel van Huijen (coördinator instandhoudingstechnologie bij de Rijksdienst voor de Monumentenzorg), Jeroen van Rhijn en Matth van Rooden (oud medewerker (coördinator instandhoudingstechnologie) van de Rijksdienst voor de Monumentenzorg).

De auteurs hebben bij de samenstelling van de tekst gebruik gemaakt van suggesties, commentaren en informatie, aangeboden door Kristof Callebaut (geoloog, voorheen verbonden aan de Katholieke Universiteit Leuven), René van der Loos (directievoorzitter Renssch bij het Nederlands Instituut voor Bioarcheologie en Ecologie (NIBE) te Bussum) en Loek van der Klugt (voorheen verbonden aan TNO Bouw te Delft).

De werkgroep kalk

De grondslag voor het voorgaande boek wordt gevormd door de overleving van de vergaderingen van een basis werkgroep van deskundigen, die op uitnodiging van de Rijksdienst voor de Monumentenzorg meerdere malen bijeen is gekomen. Deze werkgroep dankt aan een initiatief van Matth van Rooden, die zich als coördinator instandhoudingstechnologie geconfronteerd zag met vele vragen over de toepassing van kalk in metsel- en voegmortels voor de restauratie.

Eind 1998 schreef deze werkgroep haar vergaderingen op, waarbij uit haar midden bevestigde redactie werd gevormd. Deze redactie kreeg tot taak om voordragende publicatie samen te stellen.

Na de afronding van het typescript is de werkgroep uitgebreid met editie leden. Het typescript is aan deze uitgebreide werkgroep voorgelegd en het voorgaande commentaar is in de uiteindelijke, voorgaande tekst verwerkt.

Kalkmortels

Infoblad 51

KNB

Infoblad 51

KNB

Infoblad 51

KNB

Kalkmortel en baksteenmetselwerk

Inleiding

Eeuwenlang was kalk het standaard bindmiddel in metsel- en voegmortel voor realisatie van massieve baksteenmuuren. Tegenwoordig wordt het voornamelijk gebruikt voor restauratiewerk. De te respecteren verhardingstijden lijken te lang voor de huidige manier van bouwen. Bovendien is door weerscondities een groot gedeelte van het jaar metselen met kalkmortel niet mogelijk. In een enkel geval is kalkmortel toegepast bij een nieuwe grondgebonden woning om de herbruikbaarheid van de baksteen en zodoende de circulariteit van het werk te bevorderen. Kalkmortel is namelijk verwijderbaar van de baksteen. Voor realisatie van hoogwaardig metselwerk met kalkmortel is een zeer goede voorbereiding en bescherming van het verse metselwerk van essentieel belang.

1. Kalk versus Cement

Vanaf begin twintigste eeuw heeft cementmortel langzaam de kalkmortel verdrongen. Belangrijkste reden daarvoor was dat met cement een stuk sneller kan worden gebouwd. Cementmortel heeft een hogere opvangsterkte (hecht- en druksterkte), waardoor per dag een muur hoger kan worden opgetrokken.

Eigenschappen

Verschillende mengverhoudingen en de keuze van het soort bindmiddel (hydraulische of niet-hydraulische kalk, of dat niet in combinatie met cement) bepalen de uiteindelijke eigenschappen van een mortel. In 1 tabel staan de veelgenoemde voor- en nadelen van kalkmortel ten opzichte van cementmortel.

2. KALKMORTEL

Een kalkmortel is een mengsel van het bindmiddel kalk en een toelagmateriaal. Gebruikelijk bestaat het grootste deel van de mortel uit toelagmateriaal; bij een metsel- en voegmortel is dat meestal zand. Het bindmiddel kalk wordt gemaakt van kalksteen of van schelpen. Beiden bestaan chemisch gezien uit

Tabel 1 – Veelgenoemde voor en nadelen van kalkmortel

Voordelen	Nadelen
<ul style="list-style-type: none">• Goede verwerkbaarheid van de mortel, zonder toevoeging van (veel) additieven zoals luchtbelvormers• Minder kans op het uitbloeien van zouten• Hogere vervormbaarheid / flexibiliteit waardoor minder kans op scheurvorming en mogelijkheid tot grotere dilatatieafstanden• Zelfherstellend vermogen; dichting van haarscheuren via carbonatatie• Mortel is verwijderbaar van de baksteen na einde van de gebouwlevensduur	<ul style="list-style-type: none">• Langzamere verharding, waardoor een beperktere stapelhoogte per dag• Minder hoge hecht- en druksterktes• Langer gevoelig voor omgevingscondities tijdens en na de realisatie. Daardoor langer beschermende maatregelen nodig om vorstschade, verbranden van de mortel en uitspoeling van inhoudsstoffen te voorkomen• Geringere hechtsterkte• Hogere kostprijs

portlandcement : 1 deel luchtkalk : 6 delen zand.

Mortelkeuze

Bij het toepassen van kalkmortel gaat het om de keuze van een passende mortelsamenstelling en om de juiste verwerking. De keuze voor een lucht-, of waterbindende kalk wordt bepaald aan de hand van de gewenste bouwfysische en mechanische eigenschappen van de mortel. In een vochtig klimaat presteren hydraulische kalkmortels over het algemeen beter dan ...

gemaakt van kant-en-klaar voorgemengde mortels die zowel bindmiddel als toelagstof bevatten. Een groot voordeel daarvan is een constante kwaliteit. Kalkmortels zijn in het algemeen goed verwerkbaar. Toch moeten sommige metselaars wennen aan de verwerking doordat bepaalde kalkmortels vol of plakkerig aanvoelen.

3. DE VERWERKING

De verwerkingswijze is afhankelijk van de eigenschappen van de mortel, van de

essentieel belang. De mortel moet tijdens en na de verwerking goed worden beschermd tot de mortel voldoende is uitgehard. Onvoldoende droging kan worden veroorzaakt door overmatige regenval, lage temperaturen en vochtige / dampenstandigheden. Bescherm het metselwerk van begin af aan, tegen regenwater of andere mogelijkheden van vochtbelasting, zoals bijvoorbeeld insluiting in de spouw. Sneg hersehwaterafvoeren vroegtijdig aan en gebruik afdekprofielen of andere afdekmaterialen. Het vochtgehalte van de

met zwaar drooggen van het werk kan voorkomen dat mortel verbrandt door wind of zon of juist dat kalk uitspoelt door regen.

Voorkom bevrozing

lig niet volledig uitgeharde kalkmortels zijn zwak en daardoor gevoelig voor vorstschade. Hoe meer luchtbindende

kalk een mortel bevat des te gevoeliger de mortel is voor vorstschade. Vorstschade wordt vermeden door niet in periodes te werken waarin vorst kan optreden. Voor luchtbindende mortel geldt dat deze enige maanden voor de mogelijke vorstperiode niet meer verwerkt moet worden, tenzij zeer goed beschermd tegen water en, zolang de mortel niet droog is, tegen bevrozen. Een hydraulische kalkmortel verhardt sneller en is daardoor minder gevoelig, maar toch moet ook deze de eerste weken vorstvrij blijven. Mortels die gebaseerd zijn op zeer fijn zand, zijn gevoeliger voor vorstschade dan mortels op basis van grof zand.

Meer informatie

[KNB Infoblad 55](#) - Uitvoeringsrichtlijn baksteenmetselwerk

[Het gebruik van kalkmortel](#) - Rijksoverheid voor het Cultureel Erfgoed

[Het kalkboek](#) - Het gebruik van kalk als bindmiddel voor metsel- en voegmortels in verleden en heden

Veip, mei 2018

Kalkmortels



It's All About
the Life Cycle

'Life Cycle Thinking' has become a central pillar in environmental policies and sustainable business decision-making.

Today, the impact of products and services on the environment has become a key element of decision-making processes. Instead of considering only fragments of environmental impacts such as those resulting from production, use or disposal, societies of the future will have to consider a product's life cycle as a whole. Against this background, 'Life Cycle Thinking' has become a central pillar in environmental policy and sustainable business decision-making.

Life Cycle Assessment (LCA) is a tool to review the environmental impact of products throughout their entire life cycle – from cradle to grave – from raw material extraction through transport, manufacturing and use all the way to their end of life. In order for the analysis to be meaningful, it is essential to use consistent and reliable data. Therefore, a crucial first step in the LCA process is the production of a Life Cycle Inventory (LCI). The LCI is an extensive set of data on the relevant energy and material inputs and environmental outputs.

It is within this context that the European Lime Association (EuLA) has developed a 'cradle-to-grave' LCI for quicklime and hydrated lime. The EuLA LCI study is the first representative study covering the European lime production, based on an extensive data collection and processing exercise.

The summary report and more details can be found at www.eu-lime.eu/lca-report

The Life Cycle Inventory (LCI) commissioned by EuLA provides valuable and reliable data to downstream users who intend to carry out LCAs for their products. EuLA is committed to a better understanding of the life cycle of lime products.

The Life Cycle Inventory (LCI) commissioned by EuLA provides valuable and reliable data to downstream users.

The Steps
of an LCA



Life Cycle Assessment (LCA) is a tool to review the environmental impact of products throughout their entire life cycle (from cradle to grave) – from raw material extraction through transport, manufacturing and use all the way to their end of life.

Kalkmortels

LCI Methodology and the Lime Production Process

The aim of the EuLA LCI was to quantify the environmental impacts that occur during the manufacturing of quicklime and hydrated lime produced in Europe.

The European Lime Association (EuLA) ensured reliable and consistent data for its LCI on the production of lime.

• **Methodology:** The report and the inventories have been developed according to ISO 14040 and ISO 14044-compliant methodologies.

• **Independence:** EuLA commissioned the conduct of the LCI study to an independent third party. Plants located in Europe provided data related to their material inputs and environmental outputs, including the use of natural resources, the consumption of water and energy as well as the emissions. These data were used to calculate European averages.

• **System boundaries:** The study covered the production of quicklime and hydrated lime "from cradle to gate", i.e. beginning with the extraction of raw materials from the ground (the "cradle"), to the finished products, ready for shipping at the gate of the production plant. The data were collected for the three main process steps, consisting of mining, calcination and hydration (see graphic below).

• **Reference time:** Use of lime and one tonne of hydrated lime have been used as reference units to which all derived figures were compared. The data is representative of the production conditions prevailing in the EU27.

• **Data:** The data were rigorously cross-checked for accuracy and consistency.

• **Cut-off criteria:** The results of the LCI covered 80% of all environmental impacts of the lime production process.

• **Representativeness:** The EuLA LCI study is based on data covering more than 70% of all lime production in Europe. It is the most representative LCI available on lime.

• **Critical review:** The study has been done to meet the requirements of an independent external review.

The EuLA LCI study is the most representative study available on lime production in Europe.

LIME – AN ESSENTIAL RAW MATERIAL

Lime is a product derived from limestone in an industrial process. Naturally occurring limestone, which is composed almost exclusively of calcium carbonate (CaCO_3), transforms into **quicklime** (calcium oxide CaO) by applying heat.

When mixed with water, quicklime transforms into **hydrated lime**, which is a dry powder composed of calcium hydroxide (Ca(OH)_2).

Hydrated lime can be used in a suspension called **milk of lime**.

Due to its particular chemical characteristics, lime is extensively used in several industries and is therefore important to many aspects of people's every-day lives.

- Lime is widely used in environmental protection (purification of water, waste-water treatment, flue gas cleaning, regeneration).
- Lime is extensively used in the iron and steel industry and in numerous other downstream manufacturing industries (chemical, glass, paper, plastics, paints, cosmetics, rubber and many other applications).
- Lime is an important element in construction materials and is civil engineering (soils, concrete, road, asphalt, railways).
- Lime finds applications in farming, agriculture and forestry (fertilizing, hygienization, neutralization).



Kalkmortels

Lime



Liming is done in both batch and continuous systems. The limemilk of lime is used to describe a fluid suspension of slaked lime in water. It may contain up to 40% by weight of solids. Milk of lime with a high solids content is sometimes called lime slurry. Lime putty is a thick dispersion of 50% to 75% by mass of slaked lime in water. Lime putty is sometimes used to describe a semi fluid putty.

Multiple properties – many uses

Lime can be used for a wide range of purposes because of its different characteristics:

- alkaline reaction of lime with water (neutralization, coagulation, flocculation)
- leaching of water insoluble calcium salts (precipitation of heavy metals and substrates)
- N-carbonation reaction with CO₂, thickening of plaster, increase of soil capacity
- pozzolanic reaction with silicates (forming of calcium silicates)
- heat generation by contact of quicklime with water (hydraulic, putty-making, disinfection)

White lime is one of the so-called industrial commodities known to man. Its production and uses have grown with the times, and it continues to be one of the essential building blocks of modern industry.

- **Iron and steel:** Quicklime is used to form slag with the acidic impurities of ores and other raw materials. It purifies iron in the blast furnace and steel in the converter. Dolomite additives in slag extracts the life of (refractory) refractory linings in converters, protecting them from the aggressive effect of certain impurities present in the hot metal. Lime is used as well for hot metal desulfurization and is also essential in producing metals other than steel, such as copper, aluminum and magnesium.

What is Lime?

Lime is a general term, but by strict definition it only embraces manufactured forms of lime – oxidized (CaO) and hydrated lime (Ca(OH)₂). It is, however, sometimes used to describe limestone products, which can be confusing.

The raw material for all lime-based products is a natural stone: limestone, which is composed almost exclusively of calcium carbonate (CaCO₃). When limestone contains a certain proportion of magnesium, it is called dolomite, or dolomitic limestone (CaMg(CO₃)₂). It is widely geographically available all over the world, the latter's crust contains more than 4% calcium carbonate, and it is used for many different purposes.

In the lime or dolomite production process the blocks of limestone or dolomite from the quarry are blasted, crushed and sorted by size in screening plants. At this stage part is used directly as aggregate for road construction, for concrete or other applications. Part is ground to fine limeston or pulverised into limestone powder, used in applications such as cleaning flue gases, for animal feed or for filters in many products (concrete, asphalt, paper, building etc.).

The rest of the high quality limestone, with a defined particle size, is calcined in a lime burning plant at a temperature of 900-1000°C, at which temperature it is decomposed in either vertical shaft or horizontal rotary kilns fired by gas, oil, coal, coke or other fuels. During that process, carbonate is converted into oxide (CaO or CaMgO) and CO₂ is released. The carbon dioxide is essential for obtaining a quality of lime that satisfies the required characteristics. It is important to adjust the reactivity, because the various applications require reaction times (reaction of oxide with water) that vary from a few seconds to more than thirty minutes. The products must possess precise physical and chemical characteristics for the different standards required for certain applications. The quicklime obtained can be used as such, or can be crushed, finely ground (used to reduce size), depending on its intended use.

Quicklime can be hydrated, i.e. combined with water, at a hydrating plant. The quantity of water added is more than the amount required for the hydration reaction. The excess water is added to moderate the temperature generated by the heat of reaction by conversion to steam. The end product is hydrated lime or slaked lime (Ca(OH)₂) in the form of a very fine powder, suitable for a variety of applications.

Milk of lime and lime putty are produced by slaking of quicklime with excess water.

Industrial minerals

Your world is made of them



visit us on www.ima-europe.eu

- **Flue gas treatment:** In power stations and industries, most sulphur dioxide (SO₂) emissions come from the combustion of fossil fuels (coal, lignite and petroleum products). Other processes, such as the incineration of household or industrial waste, generate SO₂ and other acid gases (NO, HF) which, if they are not captured, contribute to an increase of acidity in the atmosphere and the formation of acid rain. Lime is used to capture SO₂ and other acid gas out of the flue gas.

- **Water treatment:** The use of lime for industrial waste water to adjust pH levels can precipitate most heavy metals in the form of hydroxides, sulphates and phosphates as insoluble salts. For municipal waste water, lime increases the acid capacity, avoids the acidification of the biological process and stabilises the biosolids. In drinking water and process water treatment lime stabilises undesirable organic matter and metallic trace elements. Lime is used for softening or re-mineralising drinking water.

- **Sludge treatment:** Lime is widely used to coagulate and to stabilise industrial treated sludge or dredging sludge and for treating urban bio-sludge before agricultural re-use or incineration. Lime is also used for stabilising sludge.

- **Civil engineering:** The addition of lime to clay containing soil improves soil properties (i.e. better desiccation, its reaction with water enables it to dry out damp soils). Lime is increasingly used to recycle discarded material from sites in urban areas. Hydrated lime improves the performance of asphalt mixes used for road surfacing. It increases their resistance against slipping, and also against rutting and age-hardening. In tunnel construction, hydrated lime is used to improve the quality of mortars. Quicklime allows for the steel from the deoxidation and therefore improves its handling. It is also used in the deep soil stabilisation process (lime treated columns) to improve soft soils, reduce settlements and increase stability. Hydrated lime is one of the components used to produce injection binders.

- **Construction materials:** Builders have made use of the binding properties of lime. For example, lime-based mortars are often used in masonry and in plaster mixes for building facades. In addition, lime is being used increasingly in modern building materials, such as for aerated concrete blocks, for terrazzo blocks and for acid-lime bricks. These materials are highly valued because they have excellent thermal and acoustic insulating properties and they are easy to use.



- **Agriculture:** Various mixtures of lime, limestone and dolomite are used in agriculture and forestry, both for correcting acidity in the soil and for adding nutrients which contain magnesium and calcium. These nutrients are essential for healthy plant growth and for increasing crop yield. In forestry, dolomite-based products stimulate photosynthesis and, by lowering the degree of acidity in the soil, ensure a better assimilation of nutrients, resulting in a significant increase in forest productivity.

- **Contaminant and soil protection:** Lime is used to combat acidification and control pH of soil, ground and surface waters. It is used for soil remediation (e.g. treatment of soils polluted with hydrocarbons and heavy metals). Systematic liming of rivers and lakes (usually in Scandinavia) has been carried out for more than 20 years to maintain their rich ecological system.

- **Food and feed additives, pharmaceuticals:** The human food, animal feed and pharmaceutical industries use lime as a neutralising agent, in alcohol-ester reactions and carbon dioxide, as a preserving agent, as a filler, as an acidity regulator and as a source of calcium.

- **Others:** Lime is known as the most economical and most widely used alkaline reagent in the chemical industry. It is also used for the glass, leather, paper and sugar industries.

Lime is the only material that can perform so many functions. In most cases lime does not disappear. If it is, by expensive synthetic materials, there is lime production in almost all EU countries which means that most users can find a nearby source, keeping transportation costs and carbon dioxide emissions for transport to a minimum.

Lime Standards

European standards exist for a number of lime products:

- EN 439, Parts 1, 2, 3 for building lime
- EN 12017 for soft-burnt dolomite
- EN 12465 for test methods
- EN 12518 for calcium lime products used in drinking water treatment

For more information, please contact:

EMA - European Lime Association
(Member of BBA-Europe)

Van der Deck Elgines 35, box 2 - B-1000 Brussels
Tel: +32 (0)2 210 44 30 - Fax: +32 (0)2 210 44 29
E-mail: secretaria@ema-europe.eu
Web site: www.ema.be



Kalkmortels

Brick and Block Masonry – Trends, Innovations and Challenges – Modena, de Porto & Valuzzi (Eds)
© 2016 Taylor & Francis Group, London, ISBN 978-1-138-02899-6

Lime carbonation, environmental footprint of seven mortars placed on the European market

T. Schlegel

EESAC, 230 Impasse de Forgy, Dabry, France

A. Shira

Sustainability and Innovation in Industrial Minerals Association, Brussels, Belgium

ABSTRACT: The article presents the evaluation of the environmental footprint of seven mortar formulations, representative of traditional and modern admixtures used in mortar recipes. The kinetics of hardening of air lime containing mortars, known as carbonation, is based on the uptake of carbon dioxide from the ambient air. The presence of water vapour is required in order to enable the reaction between the CO_2 and the lime (calcium hydroxide). The results of the extensive literature study made on the fundamentals of the carbonation indicate that carbonation process ranges from 80% up to 90% of lime content when this is part of the formulation. A comparative assessment of the environmental footprint of seven typical mortar formulations has confirmed that: A mortar based solely on air lime has: 1. the lowest carbon footprint due especially to the high amount of CO_2 that is sequestered over a life span of 100 years, 2. the lowest acidification potential, and 3. the lowest eutrophication potential. A mortar including a relatively low amount of cement of type CEM II has: 1. the lowest primary energy consumption; 2. the lowest abiotic depletion potential; 3. the lowest photochemical ozone creation potential and 4. the lowest ozone depletion potential. The five additional mortar formulations have almost similar impacts for the primary energy consumption, the global warming potential, the abiotic depletion potential, the acidification potential, the photochemical ozone creation potential and the eutrophication potential.

1 INTRODUCTION

1.1 Life Cycle Assessment

The use of Life Cycle Assessment (LCA) tool to study construction materials and their use in buildings has increased over the last years to support architects in the selection of the most suitable material for performance and esthetics. Conducting LCA studies is a tedious task, since the availability of data and their overall quality (average data, country specific data, site specific data) hampers the overall quality of the studies therefore simplistic approaches might be necessary in order to perform an LCA for building materials allowing an overall LCA assessment. The LCA studies evaluate the impacts when selecting products for their overall performance (Schlegel & Shira, 2015).

This paper presents the results of a comparative environmental footprint study (EESAC, 2015) comparing typical mortars placed on the EU market with different mechanical performances. The formulas chosen are based on volumetric ratios of cement, hydrated lime, sand and additives using the environmental impact methodology defined within

the LCA standard series 14040-14044 (2006a, 2006b). The aim is to acquire knowledge on the environmental footprint of these building materials for the life stages of manufacturing and carbonation for formulations generally used in Europe.

2 METHODOLOGY

2.1 Scope of the Study

According to the LCA standard series 14040-14044 a LCA study shall enable quantifying the different environmental impacts along the whole life cycle of a product. During the study some of the key information needed for developing the LCA model for the following stages packaging, transportation to the end user, use phase (excluding carbonation) and end of life were considered not to be discriminative between the different recipes. Therefore, the objective of the study was redefined as follows:

1. comparative assessment enabling to highlight the differences in the environmental impacts between various types of mortars

ABSTRACT: The article presents the evaluation of the environmental footprint of seven mortar formulations, representative of traditional and modern admixtures used in mortar recipes. The kinetics of hardening of air lime containing mortars, known as carbonation, is based on the uptake of carbon dioxide from the ambient air. The presence of water vapour is required in order to enable the reaction between the CO_2 and the lime (calcium hydroxide). The results of the extensive literature study made on the fundamentals of the carbonation indicate that carbonation process ranges from 80% up to 90% of lime content when this is part of the formulation. A comparative assessment of the environmental footprint of seven typical mortar formulations has confirmed that: A mortar based solely on air lime has: 1. the lowest carbon footprint due especially to the high amount of CO_2 that is sequestered over a life span of 100 years, 2. the lowest acidification potential, and 3. the lowest eutrophication potential. A mortar including a relatively low amount of cement of type CEM II has: 1. the lowest primary energy consumption; 2. the lowest abiotic depletion potential; 3. the lowest photochemical ozone creation potential and 4. the lowest ozone depletion potential. The five additional mortar formulations have almost similar impacts for the primary energy consumption, the global warming potential, the abiotic depletion potential, the acidification potential, the photochemical ozone creation potential and the eutrophication potential.

Kalkmortels

Hydrated Lime Life-Cycle Assessment: Current and future scenarios in four EU countries

Agustin Laveglia^{a,b,*}, Luciano Sambataro^a, Neven Ukrainczyk^a, Nele De Belie^b, Eddie Koenders^a

^a *Institute of Construction and Building Materials, Faculty of Civil and Environmental Engineering, TU Darmstadt, Franziska-Braun-Straße 3, 64287, Darmstadt, Germany*

^b *Magnel-Vandepitte Laboratory for Structural Engineering and Building Materials, Ghent University, Technologiepark Zwijnaarde 60, B-9052 Ghent, Belgium*

* Co-responding author: laveglia@wib.tu-darmstadt.de

Abstract

The environmental load associated to Hydrated Lime (HL) products is attributed to the limestone decomposition and the industrial production (combustion in the kiln, the electricity, the transports, etc.). Although the fuel and electricity mix used in the factory can be critical, no records of Life Cycle Assessment (LCA) have been found addressing this for HL. Considering the current environmental crisis, a shift to more sustainable sources of energy is expected. This paper studies, within the SUBLime EU network, the effect of the current fuel and electricity mix used in a HL plant, for Germany, Belgium, Portugal and Spain, as well as future scenarios. A theoretical Cradle-to-Gate Life Cycle Inventory for HL production was developed and used for scenario analysis, namely decarbonisation of the electricity matrix and replacement of hard coal by natural gas (NG) and biomass (B) in the fuel mix. The LCA for 2020 shows that, in 9 out of 15 indicators, the electricity consumption is significant. In terms of Global Warming Potential (GWP), 0.94 kg CO_{2 eq}/kg HL are produced. Spain and Belgium have shown a better performance followed by Portugal and Germany. The results of future scenarios show that the shift to almost 100% renewable energies for electricity production reduce their sharing in almost all the indicators. As NG and B increase their proportion in the fuel mix, 9, 18 and 22% reductions in GWP in comparison to 2020 are achieved. However, 4 out of 15 indicators are higher than the reference due to the fuel mix.

Kalkmortels en hergebruik bakstenen



Hergebruik bakstenen



Hergebruik bakstenen

Herwonnen gevelstenen Rebrick leveren 95 procent CO₂-reductie op

De Floris Groep uit Wormerveer en Klinker Historika lanceerden samen een nieuw initiatief Rebrick. Idee achter dit concept is op grote schaal herwonnen gevelstenen aanbieden voor toepassing in nieuwe bouwprojecten. Het doel is de Nederlandse bouw helpen verder te verduurzamen. Hergebruik van gevelstenen kan namelijk leiden tot 95 procent CO₂-reductie in het gebouwd deel buitenmuur in vergelijking met traditionele bouwmethoden.

Sfoto: Peter de Winter Floris Rebrick

Frank Floris is verkoper binnendienst stenen en pannen bij Bouwcenter Floris, onderdeel van de Floris Groep. Hij is, samen met zijn neef Bob Floris, initiatiefnemer van Rebrick. Het idee

omstond in april 2021. Steenleverancier Klinker Historika zocht naar een partner in Nederland die actief metselstenen uit sloooprojecten wilde gaan verkopen om in nieuwbouw- en renovatieprojecten



De slopers slopen het gebouw volgens de werkinstructies van de steenleverancier.

'Ons doel voor 2024 is een miljoen geogoste stenen in de markt zetten'

ten te verwijderen. Floris: "In eerste instantie zijn we er niet heel serieus op ingegaan, maar hoe meer we hierover nadenken, hoe meer mogelijkheden we zagen. Dit soort initiatieven zijn in onze branche nodig om de doelen van het Klimaatakkoord van Parijs te behalen. Rond de bouwvak hebben we het idee verder opgetuigd en afgelopen januari was de lancering van Rebrick."

MORTELKwaliteit

Floris legt uit dat de metselstenen die Rebrick in de markt wil gaan zetten, afkomstig zijn uit gebouwen van voor 1980. "Reden hiervoor is dat de mortelkwaliteit van na die tijd zodanig merk is dat stenen niet tot nauwelijks meer los te maken zijn. In dit verband werk ik aan een idee om terug te gaan naar de mortelkwaliteit van voor de jaren tachtig. Dat zou hergebruik van metselstenen een stuk eenvoudiger maken. Ik ben al in gesprek met verschillende leveranciers om de mogelijkheden op dat vlak te onderzoeken."

Hoeveel werk gaat sterven in het oogden van gefabrikte stenen kan Floris niet precies aangeven. "De slopers kunnen Klinker Historika dienen-werk, slopen het gebouw volgens de werkinstructies van de steenleverancier. Daarbij wordt onder meer gekeken naar de hoeveelheid stenen in de buitenwiel; de binnenschil blijft in eerste instantie staan. De binnenschil wordt voorzichtig met een kraan afgevoerd. Het vrijgekomen metselwerk wordt met een sintergrinder of puznik uitgeveerd, waardoor een groot deel van de metselstenen vrijkomt van het cement." De hoeveelheid te oog-



De geogoste stenen worden geortend en waar nodig schoongemaakt. Sporen van de tijd zoals graffiti, pluggen, verfsporen of andere beschadigingen blijven zitten.

sten stenen van een buitenmuur ligt volgens Floris tussen de 40 en 70 procent.

SPoren van de tijd

De geogoste stenen worden gesorteerd, waar nodig achrongeblikt en op pallets geplaatst. Sporen van de tijd zoals graffiti, pluggen, verfsporen

of andere beschadigingen blijven zitten. "Dat is juist de charme van het materiaal", meent Floris. "Het patina van de tijd laten we bewust zitten. Als het te erg is, kun je een steen altijd nog een halve slag draaien." Met name van de geogoste stenen worden in Duitsland door het Instituut für Ziegelbeschichtung Essen op kwaliteit getoet. Dit keurmerk is gelijkwaardig aan de Nederlandse CE-certificering. Afnemers van Rebrick hoefden zich om de kwaliteit dus niet druk te maken.

BEWERKELIJK PROCES

De prijs per strekkende meter Rebricks ligt hoger dan die van een strekkende muur opgetrokken uit nieuwe stenen. "Dat kan niet anders omdat stenen oogsten een bewerkelijk proces is. Maar wij hebben het niet over grijsen. Als het je alleen daaraan gaat, moet je het product niet toepassen. Waar het ons van meet af aan om te doen was, is een gecertificeerde CO₂-reductie realiseren in de bouwsector. Die kan met toepassing van Rebrick aanzienlijk omhoog."

Floris stelt dat als je een buitenmuur opneemt met geogoste stenen, je op dat specifieke ge-

bouwdel een CO₂-reductie realiseren van 95 procent in vergelijking met metselwerk dat volgens de traditionele bouwmethoden wordt opgetrokken. "Ons doel voor 2024 is een miljoen geogoste stenen in de markt zetten. Als dat lukt, hebben we een aanzienlijke reductie te pakken. En linksom of rechtsom, de bouwsector zal nog flinke stappen moeten zetten om tot een circulaire bouwconomie te komen. Dit initiatief is in elk geval een stap in de goede richting."

CONCRETE PROJECTEN

De markt reageert naar zeggen van Floris enthousiast op Rebrick. De eerste concrete projecten zitten inmiddels in de krimp. Als voorbeeld noemt hij een zorginstelling in Heiloo, waaruit 50.000 herbruikbare stenen geogost zijn. Ook wordt een flatgebouw in Bergen op Zoom geïsoleerd. Hieruit komen circa 20.000 rode vambakstenen vrij. Uit een sporthal in Alkmaar worden binnenkort 1,2 miljoen stenen geogost. Deze steensoort heeft een oud uiterlijk en is dusdanig hard, dat het materiaal geschikt is voor bijvoorbeeld Amsterdamse kademuur.



De stenen worden op pallets geplaatst.

Droogstapelen - ClickBrick

- Bakstenen
- Clips
- Spouwankers
- Lijm / Klem



Droogstapelen - ClickBrick



Droogstapelen - ClickBrick



Droogstapelen - ClickBrick



Droogstapelen - LockBlock



Droogstapelen - LockBlock



Foto 10: muurtje "Klik - 2" voor de drukproef

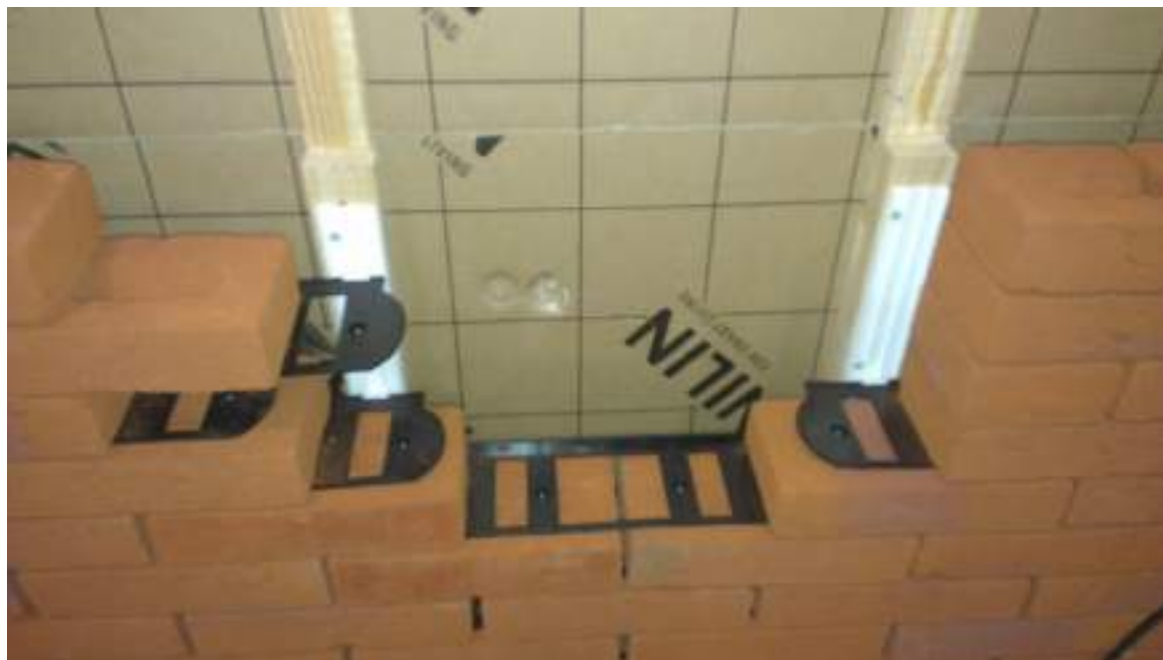


Foto 11: muurtje "Klik - 2" na de drukproef



Foto 13: muurtje "Klik - 3" na de drukproef

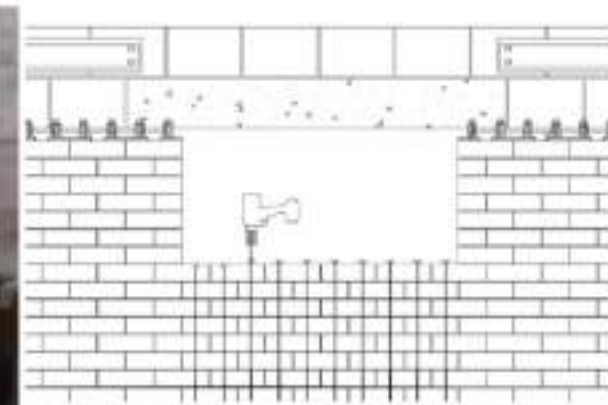
Droogstapelen - FixBrick



Droogstapelen - Drystack | FacadeClick



FacadeClick helpt de bouwsector
overgaan naar circulaire sector



WasteBasedBricks®

De WasteBasedBrick® is ons bewijs dat het mogelijk is om hoogwaardige, esthetische constructies te bouwen uit afval.

How it's made



Ontkankt van minimum 80% afval



0,9 kg afval per m² opgevoerd



CO₂ georeguleerde productie



Waarvel aan de inbouwtoestand



Gevoelbaar voor de hand en de voet



Werkrijke in oorspronkelijke vorm en maten

Filters



WasteBasedBricks®
Reddish / Punched



WasteBasedBricks®
2Good2Waste / Handmade



WasteBasedBricks®
Mushroom / Punched



WasteBasedBricks®
Almond / Punched

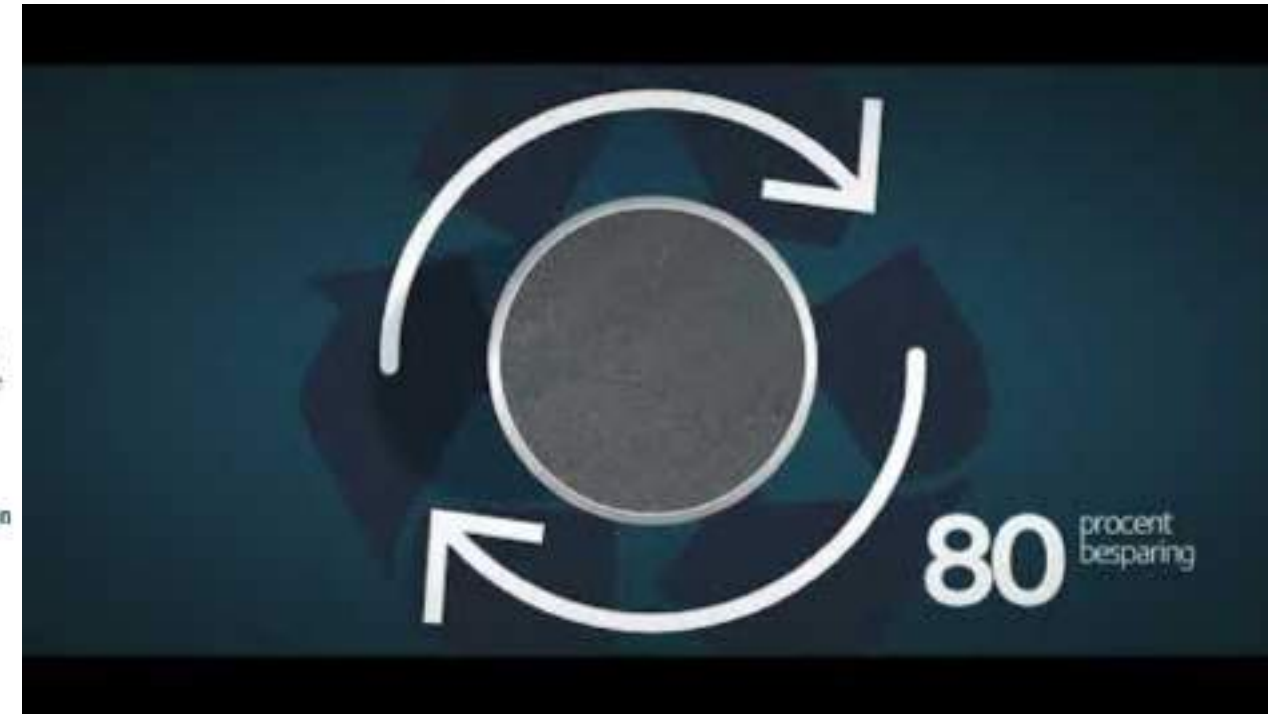
Pirrouet®: CO2-negatieve gevelstenen

Vragen over Pirrouet®? Neem contact op



Wat zijn de voordelen van Pirrouet®?

- **CO2-negatief product:** tijdens het productieproces wordt per ton Pirrouet® gevelstenen maar liefst 60 kg CO2 opgenomen, die zich tijdens de uitharding van de stenen permanent verbindt met de aanwezige Calcium-houdende materialen.
- **CO2-neutrale productie:** om het duurzaam proces rond te maken wekken we grotendeels zelf groene elektriciteit op via eigen zonnepanelen en een eigen windmolen.
- **Minder gebruik van primaire grondstoffen:** tot 80% van de grondstoffen is afkomstig van reststromen van de staalindustrie.
- **Verkleinen afvalberg:** door restproducten te hergebruiken, verkleinen we de afvalberg.
- **Hoge maatvastheid:** Pirrouet® gevelstenen zijn uiterst maatvast.
- **Zeer hoge kwaliteitseisen:** deze duurzame gevelstenen voldoen aan de strenge Europese keramische normering.
- Beschikbaar in een **gamma van 11 verschillende kleuren** met een unieke esthetische uitstraling.



Benut waar mogelijk bestaande gebouwen



Beelen.nl
the waste innovators

MADECENTER

metselwerk kenniscentrum



Metselwerk Adviesbureau Vekemans Harrie Vekemans

Charles Stulemeijerweg 12
5026 RT Tilburg

tel. +31 (0)13 4687000
e-mail: info@vekemans.nl
<http://www.vekemans.nl>