

# Duurzaamheid en circulariteit van de gemetselde gevel.



**MADE Inloopochtend  
12 mei 2023**

Harrie Vekemans / Marcel Ruben  
*Metselwerk Adviesbureau Vekemans / MADE Center*

# MADECENTER

metselwerk kenniscentrum

adviesbureau vekemans  
metselwerk specialisten

Lid van  
Vvconstrucdeurs



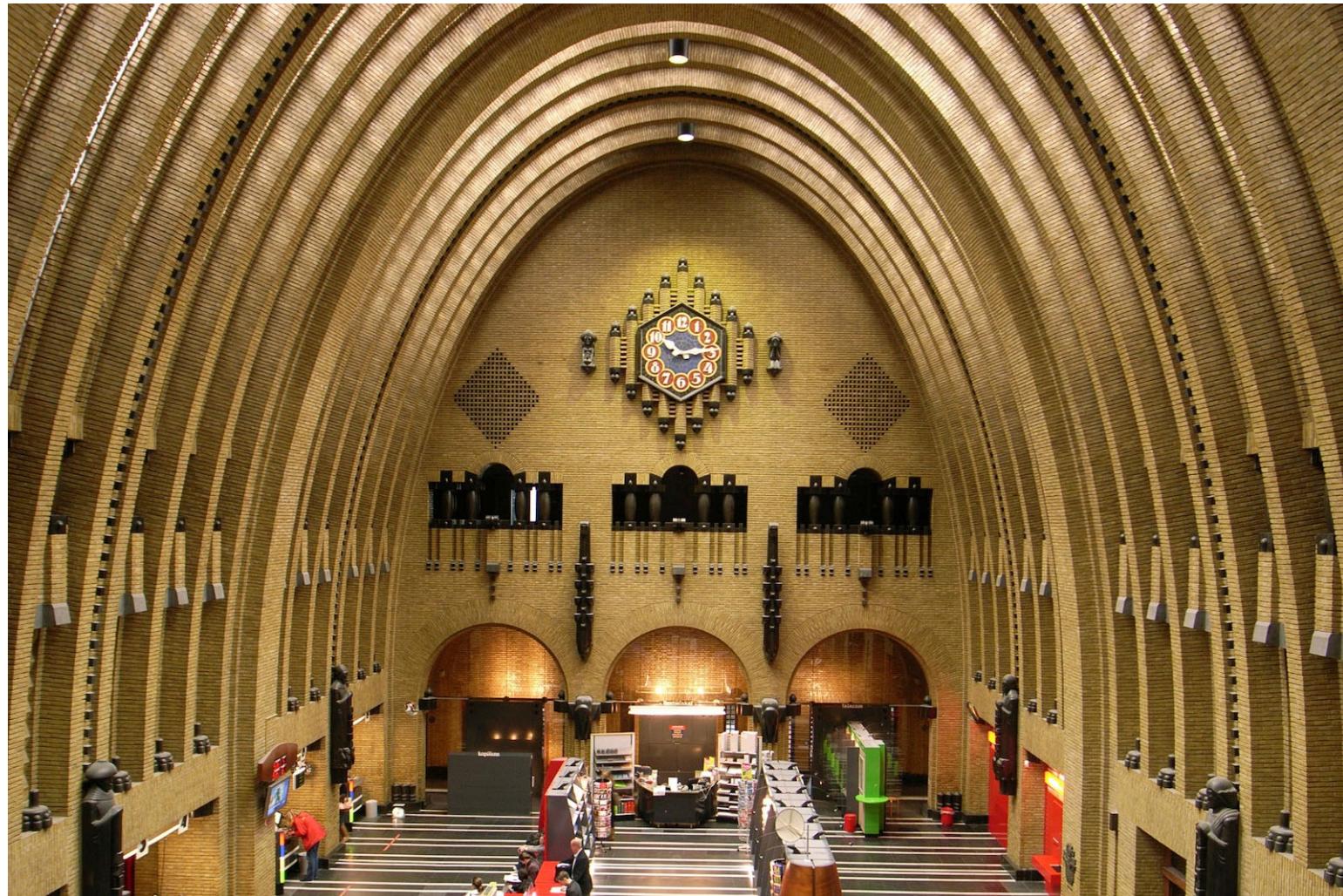
adviesbureau  
vekemans  
metselwerk specialisten



# DUURZAAM









Arch. Baumschlager Eberle – Office building Lustenau (A)

## BENG MET ZELFDRAGENDE BUITENPOUWBLADEN IN STEENSMETSELWERK



**KNB**  
Vereniging Koninklijke  
Nederlandse Bouwkeramiek

**KNB**  
Vereniging Koninklijke  
Nederlandse Bouwkeramiek

# Kalkmortels

## Infoblad 51



### Kalkmortel en baksteenmetselwerk

#### Inleiding

Eeuwenlang was kalk het standaard bindmiddel in metsel- en voegmortel voor realisatie van massive baksteenmuren. Tegenwoordig wordt het voornamelijk gebruikt voor restauratiewerk. De te respecteren verhardingstijden blijken te lang voor de huidige manier van bouwen. Bovendien is door weersomstandigheden een groot deel van het jaar metselen met kalkmortel niet mogelijk. In een enkel geval is kalkmortel toegepast bij een nieuwe grondgebonden woning om de herlaagbaarheid 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 verdronken. Belangrijkste reden daarvoor was dat met cement een stuk sneller kan worden gebouwd.

Cementmortel heeft een hogere aanvanksterkte (hecht- en druksterke), waardoor per dag een muur hoger kan worden opgetrokken.

#### Eigenschappen

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

#### 2. KALKMORTEL

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

calciumcarbonaat. Schelpen waren eeuwenlang in Nederland het meest gebruikte uitgangsmateriaal om kalk te produceren en deze kalk vond voornamelijk toepassing in pleister- en metselmortels.

#### Hydraulische en luchthardende kalkmortel

Kalk is onder te verdelen naar de wijze van uitharding: luchthardend of waterhardend. Laatstgenoemde heeft een hydraulische kalkmortel en heeft doorgaans een grotere mechanische sterke en een grotere hechting dan een niet-hydraulische mortel.

#### Luchthardend

Luchthardende kalk(mortel) verhardt door de reactie van het bindmiddel met kooldioxide ( $\text{CO}_2$ ) uit de lucht. Bij deze reactie is ook water nodig. De verharding kan alleen plaatsvinden wanneer in de poriën van de mortel (specie) zowel water als lucht aanwezig is. Wanneer onvoldoende kooldioxide uit de lucht kan binnendringen, stop de reactie totdat de mortel weer voldoende droog is.

#### Waterhardend

Als bindmiddel voor een hydraulische mortel kan dienen:

- hydraulische steenkalk;
- een luchthardende steen- of schelpkalk met toevoeging van trass (een vulkanisch gesteente);
- een combinatie van (lucht)kalk en cement. Dit heet een bastardaarmortel. Een standaard (volume)verhouding bij bastardaarmortel is 1 deel 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 waterhardende 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 ...

## Infoblad 51



Tabel 1 – Veelgenoemde voor- en nadelen van kalkmortel

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

#### - vervolg Mortelkeuze

zuiver luchthardende mortels. Vocht belast metselwerk zoals een trasraam, funderingen of kademuren, vereist een (sterk) hydraulische mortel. Voor werk dat afwisselend droog en vochtig is, mechanisch is belast en/of een sterke regenbelasting kent, zoals veel buitengevels, kleist men vaak voor een (licht) hydraulische mortel of een luchtkalkmortel met een toevoeging van trass. Voor opgaand metselwerk dat meestal droog is, zoals binnenmuurwerk en gewelven, is een luchthardende kalkmortel geschikt.

Mortels die voor het herstel van metselwerk worden gebruikt moeten wat sterke en hardheid betreft zoveel mogelijk aansluiten bij de reeds aanwezige materialen.

#### Kant-en-klare kalkmortels

Tegenwoordig wordt veel gebruikgemaakt van kant-en-klare voorgemengde mortels die zowel bindmiddel als toeslagstof 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 vet of plakkering aanvoelen.

#### 3. DE VERWERKING

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

baksteen en de omgevingscondities. De blootstelling van het te maken metselwerk aan ongunstige weersomstandigheden is een belangrijke overweging bij het ontwerp, de specificatie, de planning en de uitvoering van het werk. Ondanks dat de verwerking van kalkmortels, en zeker die van hydraulische mortels, deels hetzelfde is als van cementmortels, zijn er een aantal wezenlijke verschillen. Het belangrijkste verschil is dat kalkmortels aanzienlijk meer tijd nodig hebben om sterke te ontwikkelen. De verwerking is daardoor kritischer.

#### Goede bescherming

De trager verharding leidt ertoe dat omgevingsfactoren zoals temperatuur, wind, regen en zon een grotere rol spelen. Om problemen zoals verbranden, bevriezen en uitspoelen te voorkomen, is een goede voor- en nazorg van essentiële 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 / dampomstandigheden.

Bescherm het metselwerk van begin af aan, tegen regenwater of andere mogelijkheden van vochtbelasting, zoals bijvoorbeeld inwatering in de spouw. Breng hemelwaterafvoeren vroegtijdig aan en gebruik afdekprofilen of andere afdekmiddelen. Het vochtgehalte van de

## Infoblad 51



### adviesbureau vekemans

metselwerk specialisten



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 luchthardende mortel geldt dat deze enige maanden voor de mogelijke vorstperiode niet meer verwerkt moet worden, tenzij zeer goed beschermt tegen water en, zolang de mortel niet droog is, tegen bevriezen.

Een hydraulische kalkmortel verhardt sneller en 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 45 – Uitvoeringsrichtlijn baksteenmetselwerk](#)

**Het gebruik van kalkmortel.** Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed

**Het kalkboek.** Het gebruik van kalk als bindmiddel voor metsel- en voegmortels in verleden en heden

Velp, mei 2018



# Kalkmortels

## info · restauratie en beheer

Rijksdienst voor de Monumentenzorg

### Het gebruik van kalkmortels

In de huidige bouwpraktijk is het gebruik van cement de standaard. Dit is tegenstelling tot vroeger, toen kalk het standaard bindmiddel was. De afgelopen decennia is gebleken dat voor het herstel van kalk opgerukte mortel kunnen worden gebruikt. Het toepassen van kalkgebonden mortels vraagt echter om specifieke kennis en ervaring die niet altijd in volvende mate aanwezig is. Deze brochure geeft beknopte informatie over kalkmortels en het gebruik daarvan.

#### INLEIDING

Het bindmiddel kalk staat de laatste jaren weer in de belangstelling. De opleving van het gebruik komt voort uit de goede eigenschappen van kalk en uit het groeiend besef dat schade kan worden voorkomen door materialen te gebruiken die naadloos aansluiten bij hun omgeving. Materialen die voor herstel of conservering worden toegevoegd moeten compatibel zijn, dat wil zeggen verenigbaar met reeds aanwezige materialen en omstandigheden.

De meeste monumenten zijn opgemetseld met kalkgebonden mortels.

Om die reden dient bij herstelwerkzaamheden het gebruik van kalk het uitgangspunt te zijn en moet worden gezocht naar een mortelsamenstelling die bij de situatie past. Er kunnen evenwel bijzondere situaties zijn waarin voor een ander bindmiddel, zoals cement, moet worden gekozen.

Een kalkmortel kan worden gebruikt om te metselen, te voegen en voor het beplisteren van gevels, voor het exterieur en voor het interieur, voor zowel bouwdelen onder water als in de lucht. Echter, elke toepassing vraagt om een eigen kalkmortel met specifieke eigenschappen.

Een kalkmortel is een mengsel van bindmiddel (kalk) en toeslagmateriaal.

In de meeste gevallen bestaat het grootste deel van de mortel uit toeslagmateriaal; bij een metel- en voegmortel is dat meestal zand. Ook kan toeslagmateriaal worden gebruikt dat niet kalk reageert en zo een bijdrage levert aan de sterkte: zogenoemd puzzolaan, waarvan tras het bekendste voorbeeld is.



RIJKSDIENST VOOR DE MONUMENTENZORG

MADECENTER  
metselwerk kenniscentrum



Detail van een illustratie uit de roman 'Graat de Roussillon' van Jean Wauquelin, 1447. De man op de voorgrond is bezig met een kalkhuis kalk om te zetten (foto Bildarchiv d. ÖNB, Wien).



Kalkmortel is bij de eigenschappen goed overeenkomstig. De handhouder draagt tegenwoordig een gummihandschoen. Kalkmortel is zwaar, dekkend, donker en niet waterdicht. Kalkmortel heeft een hoge graad van hydroseis. Kalkmortel heeft dus een relatief grote plasticiteit. Je hoeft de mortel niet de blote hand hiernaar, een groot voordeel in praktische opzicht van kalkgebonden mortels.

De eigenschappen van de mortel worden bepaald door de samenstelling: het type kalk, de soort toeslagmateriaal en de onderlinge verhouding en korrelfijnheid van de componenten. Maar ook door de eigenschappen van de steen waar de mortel aan moet hechten en de zoreveuldheid waarmee de mortel is bereid en verwerkt. Vaak wordt tusschen de omverhaalde als de verharde bestand aangespoeld met mortel. Om beide toestanden te onderscheiden wordt de plastiche, onverharde hoechtheid vaak specie genoemd.

De eigenschappen van de mortel waarvan het werk wordt ontsierfeld, moeten goed aansluiten bij de eigenschappen van de roggemeel en mortel. Dat vereist kennis van zowel moderne als historische morteltechnologie. Informatie over mortelcomponenten die in het verleden zijn gebruikt en over historische benamingen en codes in oude besteklijsten te komen, is belangrijk. Een directe vertaling van een oud mortelrecept naar een nieuw recept is in de praktijk lastig. Door gewijzigde productie technieken – optimalisatie van branden en blussen van de kalk, minder verontreinigingen en fijne malen – gedragen moderne producten, zoals steenkalk of trass, zich anders dan vroegere producten.

Aleens wanneer een metselaar, voeger of slukadoor over voldoende kennis beschikt van het verwerken van kalkmortels, zal een beweeglijk en resultatief werkend bericht. Sommige metselaars hebben bewezen tegen het toepassen van kalkmortels, hoewel deze zeker zo goed verwerkbaar zijn als cementmortels. Dat kan komen doordat bepaalde kalkmortels niet voldoende plasticiteit hebben. Het gebruik van kalk vraagt soms om gewenning.

#### HISTORISCHE ONTWIKKELING VAN HET GEbruIK VAN KALK

In Europa werd kalk als bindmiddel voor mortels waarschijnlijk voor het eerst gebruikt in Griekenland. Daar werd het rond 600 v.Chr. voor gebruik voor het afdichten van klei of leem opgetrokken metselwerk. Pas later, in de periode 200-100 v.Chr. werd het ook gebruikt als metselmortel. De mortel had soms hydraulische eigenschappen en door datzand van vulkanische oorsprong of gemanen datumscherpen werden gebruikt. De Grieken en later ook de Romeinen soethen ook soethen dat kalk werd gebruikt als grondstof voor kalk. De Romeinen hebben het gebruik van kalk enorm ontwikkeld. Zo maakten zij met kalk een soort beton waarmee ze koepels en bogen bouwden.

Tijdens de Middeleeuwen vonden er een wezenlijke verandering en plaats in de ontwikkeling en het gebruik van kalk. Producten werden bepaald door de plaats van herkomst, de plek waar het product werd vermaakt of gekuurd en verhandeld. Dordrecht was een belangrijk handelscentrum voor kalk en trass. Lichte kalk werd beschouwd als een van de belangrijkste soorten steenbak in Nederland en bleek geschikt voor alle soort werk. Het werd vaak ongekuurd, als kalkula, verhandeld en verspreid. Mortels met Dordtse trass en kalk worden ook wel 'Dordtse cement' genoemd.

Vanaf de 18de eeuw vindt er een omstreden plek. Men gaat bewust, deels omdat men minder afhankelijk wil zijn van de steeds duurdere wordende trass, op zoek naar hydraulische componenten om waterdichte mortels te maken. Zo laat in 1783 Adriaan de Brooy het zogenoemde 'Amsterdams of Cadius cement' patenten en dit gebeurt ook in 1796 met het 'Parkers of Roman cement' uit Engeland. De term cement wordt in die tijd gebruikt voor hydraulische kalkmortels en voor puzzolanaen. Roman cement werd verweerd door kalksteen met een



#### LITERATUR

Balen, K. van, Bommel, A.J. van, Hees, R.P.J. van et al, *Kalkmortel, het gebruik van kalk als bindmiddel voor mortel en metselwerk en de invloed van huishouding, Rijksdienst voor de Monumentenzorg, Zeist 2003*

en in een extreem geval uit los zand lijkt te bestaan. Een kalk aan water in de specie ontsnapt door dat te veel water aan de specie wordt ontfangen door de (bak)steen of doordat het mortelwater aan het oppervlak verdampft.

Een hydraulische kalkmortel is voorzien voor verbranden en een luchthardende kalk, waarbij een hydraulische kalkmortel het meest gewoel is. Met name bij voorwerp komt schade door verbanden regelmatig voor.

*Bewerken:* Warmer water in de poriën van de mortel berijst en uitharden hoge invloede drukspanningen ontstaan. Als de mortel nog niet sterk genoeg is om deze spanningen op te nemen, zal de samenhang verloren gaan.

Nog niet volledig uitgedane mortels zijn zwak en daarop erg vatbaar voor vortschade. Hoe luchthardende kalk een mortel berijst de verharding wordt bepaald door carborante, desal niet volledig uitgedane mortels zijn zwak en daarop erg vatbaar voor vortschade. Hoe luchthardende kalk een mortel voor voorstade. Enigszins omdat carborante een traag proces is en de mortel die relatief lange tijd moet verbranden kan opnemen en aandrijven omdat het waterhoudbaar vermoeden groter is dan van andere mortels.

*Verzadigen van bindmiddel:* Warmer speelt, waar luchthardende kalk na het aantrekken wordt blootgesteld aan een grote hoechtheid water, kan het bindmiddel dat nog niet gescarboneerd uitspoelen.

#### Voorbereiding, planning en nazorg

Door een goede voorbereiding en plannen kunnen boven genoemde problemen worden voorkomen.

De gevel of de te verwerken stenen moeten goed voorzien zijn zodat niet te veel water uit de specie wordt opgespoeld. Bij aanvang van het werk moeten de stenen en/of de gevel worden bewerkt door deze de dag of daags voor te besproeien met water. De steen mag niet te droog zijn maar ook niet nat: er mag geen water film op de steen aanwezig zijn. Vortschade kan worden vermeden door niet te lang te werken. Voor luchthardende mortel geldt dat deze enkele maanden voor de mogelijke vortsperiode niet meer verweft moet worden, tenzij zeer goed beschermd liggen laten, zolang de mortel dus droog is, leggen berijst. Enigszins omdat hydraulische kalkmortel verhard sneller en daar door iets minder gewoel is, maar toch moet ook deze de eerste weken voorzichtig blijven. Mortels die getekeerd zijn op zeer fijn zand zijn gevuld voor vortschade en mortels op basis van grof zand.

Ook na het werk kan het nodig zijn de mortel voorzichtig te houden door met water te reinigen. Let op: te veel water kan er leiden dat kalk uitspoelt. Een aanvullende maatregel om te voorkomen dat mortel verbrandt door wind of zon of juist door regenopspuit, is hetmet zalen afdelen van het werk.

#### Redendagen, bo uw prachtij

In de praktijk wordt de latste jaren veel gebruikgemaakt van kantenklare voorbereide mortels die zowel bindmiddel als bestofje bevatten. Een groot voordeel van dergelijke mortels is dat ze een constante kwaliteit hebben en eenzelfde hoechtheid. De verharding is snel.

Soms bevatten ze ook stoffen, zoals luchtkalimers, die de verwerkbaarheid bevorderen. Nadelen zijn dat soms te snel naar de gelijke standaardproducten wordt gegeven waardoor de samenstelling niet optimaal aansluit bij de omstandigheden, en de hogere aanschafprijs.

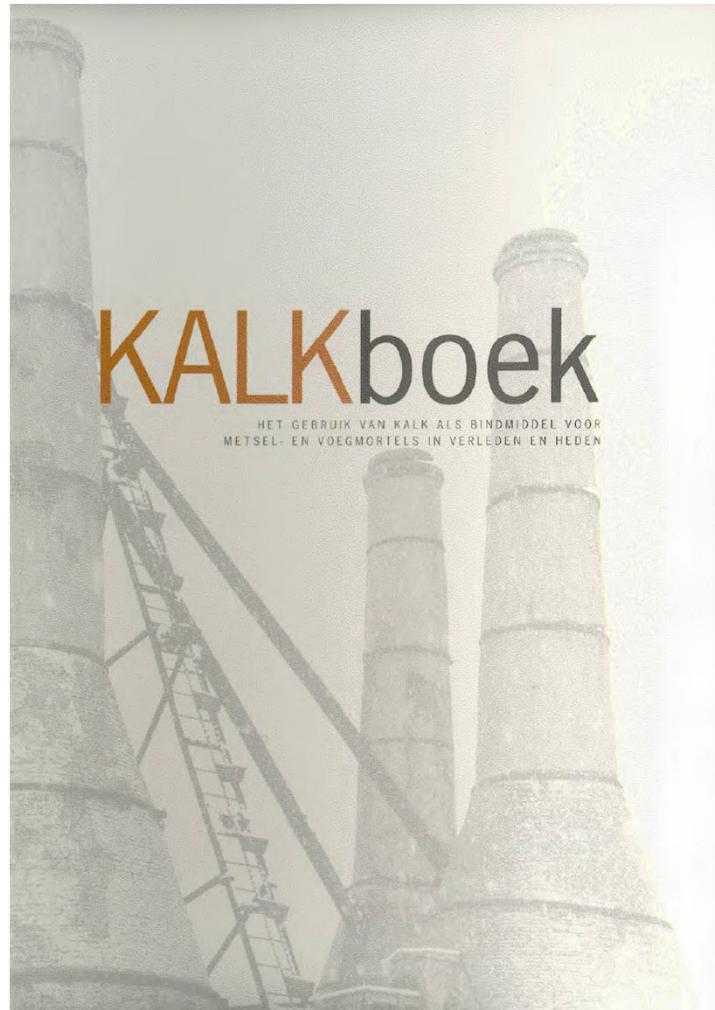
RDMZ info restauratie en beheer nr. 37, september 2003, meegedownload en niet gedownload, pagina 100, 3700 BX, Zeist  
Rijksoverheid, ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, Taal en Cultuur, Natuur en Milieu, Rijksoverheid, Rijksdienst voor de Monumentenzorg, Dordrecht, Nederland  
Merkel van Hoven Bouwgroep B.V. en De Vries-Dordt-Verschoor, Amsterdam  
Voor gedownload en niet gedownload pagina's, zie de voorbladjes. ISBN 90-63456767  
Aan de afdelingen kunnen geen rechten worden verleend. ISSN 1384-7067

#### RIJKSDIENST VOOR DE MONUMENTENZORG

Bredaplein 41-3703 CD Zeist  
Postbus 1001-3700 BX Zeist  
030-49 83 211  
030-49 83 454 Info@RDMZ.nl  
030-49 14 189  
www.monumentenzorg.nl  
www.monumenten.nl  
info@monumentenzorg.nl



# 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 Hunen  
Jeroen van Rhijn  
Matth van Rooden

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

in opdracht van de Rijksdienst 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 monumentenzorgorganisaties. Hij promoveerde in 1991 op een onderzoek naar de carbonatatie van kalkmortel en haar invloed op historische structuren. Hij fungerde als voorzitter van de redactie van het voorgaande boek.

Bert van Bommel is senior beleidsmedewerker monumentenzorg bij de Rijksgebouwendienst. Hij publiceerde onder andere in het Restauratieademecum en het Praktijkboek Instandhouding Monumenten over verschillende onderwerpen op het gebied van instandhoudingstechnologie en de ethiek van de instandhouding. Hij fungeerde als secretaris van de Werkgroep Kalk en van de redactie van dit boek en is verantwoordelijk voor de bureauredactie en vormgeving van deze uitgave.

Rob van Hees is werkzaam bij TNO Bouw als senior wetenschappelijk medewerker en coördinator van de productgroep *Gebruik en Instandhouding*. Zijn belangrijkste aandachtsgebieden zijn duurzaamheid van materialen, conserveringstechnieken en compatibiliteit van nieuwe en oude materialen. Hij is actief in veel Europese researchprojecten en (inter)nationale onderzoekscommissies op gebieden als metselwerk, mortels, vochtproblemen en conserveringstechnieken.

Jeroen van Rhijn is geoloog en directeur van Rockview Gesteente-expertisebureau te Amsterdam. Een groot deel van zijn activiteiten betreffen toegepaste geologische en petrografische onderzoeken ten behoeve van restauraties. Naast de keuring van dakleien en andere natuursteen omvat dit vooral het onderzoek naar de eigenschappen van toegepaste baksteen, natuursteen en mortel, naar aantastingsprocessen in gemetselde constructies, de eisen te stellen aan nieuw toe te passen materialen en de keuring 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 Hunen (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, aangeleverd door Kristof Callebaut (geoloog, voorheen verbonden aan de Katholieke Universiteit Leuven), René van der Loos (divisiehoofd Research bij het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie 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 resultaten van de vergaderingen van een brede werkgroep van deskundigen, die op uitnodiging van de Rijksdienst voor de Monumentenzorg meerdere malen bijeen is gekomen. Deze *werkgroep kalk* was 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 schortte deze werkgroep haar vergaderingen op, waarbij uit haar midden bovengenoemde redactie werd gevormd. Deze redactie kreeg tot taak om voorgaande publicatie samen te stellen.

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



# 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 policies 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 gate' 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.eula.eu/our-topics/lca](http://www.eula.eu/our-topics/lca)

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



# 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 flow:** One tonne 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 EU(27).
- **Data:** The data were rigorously cross-checked for accuracy and consistency.
- **Cut-off criteria:** The results of the LCI covered 99% 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 shown to meet the requirements of an independent external review.

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



# Kalkmortels

## What is Lime?

Lime is a generic term, but by strict definition it only embraces manufactured forms of lime – quicklime ( $\text{CaO}$ ) and hydrated lime ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ). 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 ( $\text{CaCO}_3$ ). When limestone contains a certain proportion of magnesium, it is called dolomite, or dolomitic limestone ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ). It is widely geographically available all over the world, (the Earth's crust contains more than 4% calcium carbonate,) and it is used for many different purposes.

In the lime or dolime 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 aggregates for road construction, for concrete or other applications. Part is ground to lime fertiliser or pulverised into limestone powder, used in applications such as for cleaning flue gases, for animal feed or for filters in many products (concrete, asphalt, carpet-backing etc.).

The rest of the high quality limestone, with a defined particle size, is calcined in a lime burning plant at a temperature of 900-1200°C, at which temperature it is decarbonated 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 ( $\text{CaO}$  or  $\text{CaMgO}_2$ ) and  $\text{CO}_2$  is released. The combustion phase 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 can 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 (even to micron size), depending on its intended use.

Quicklime can be hydrated, i.e. combined with water, in 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 ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) 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



## Lime

Slaking is done in both batch and continuous slakers. The term milk 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 55% to 70% by mass of slaked lime in water. Lime paste 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)
- forming of water insoluble calcium salts (precipitation of heavy metals and sulphates)
- re-carbonation reaction with  $\text{CO}_2$  (hardening of plaster, increase of acid capacity)
- pozzolanic reaction with silicates (forming of calcium silicates)
- heat generation by contact of quicklime with water (drying, pasteurisation, disinfection)

While lime is one of the earliest 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. Dolime addition to slag extends the life of (dolomitic) 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 desulphurisation and is also essential to producing metals other than steel, such as copper, aluminium and magnesium.



visit us on [www.ima-europe.eu](http://www.ima-europe.eu)

**Flue gas treatment:** In power stations and industries, most sulphur dioxide ( $\text{SO}_2$ ) 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  $\text{SO}_2$  and other acid gases ( $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$  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  $\text{SO}_2$  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 biocenosis. In *drinking water* and *process water* treatment lime eliminates undesirable organic matter and metallic trace elements. Lime is used for softening or re-mineralising drinking waters.

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

**Civil engineering:** The addition of lime to clay containing soil improves soil properties (i.e. better densification). Its reaction with water enables it to dry out damp soils. Lime is increasingly used to recycle excavated material from sites in urban areas. Hydrated lime improves the performance of asphalt mixes used for road surfacing. It increases their resistance against stripping, and also against rutting and ageing (hardening). In tunnel construction, hydrated lime is used to improve the quality of mortars. Quicklime dries out the mud from the excavation 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 hemp-lime blocks and for sand-lime bricks. These materials are highly valued because they have excellent thermal and acoustic insulating properties and they are easy to use.

Lime is the only material that can perform so many functions. In most cases lime could only be replaced, if at all, 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 also, therefore  $\text{CO}_2$  emissions for transport, to a minimum.

### Lime Standards

European standards exist for a number of lime products:

- EN 459, Parts 1, 2, 3 for building lime
- EN 1017 for half-burnt dolomite
- EN 12485 for test methods
- EN 12518 for calcium lime products used in drinking water treatment

For more information, please contact:

**EuLA** – European Lime Association  
(Member of IMA-Europe)

Rue des Deux Eglises 26, box 2 - B-1000 Brussels  
Tel: +32 (0)2 210 44 10 - Fax: +32 (0)2 210 44 29  
E-Mail: [secretariat@ima-europe.eu](mailto:secretariat@ima-europe.eu)  
Web site: [www.euла.be](http://www.euла.be)



# Kalkmortels

*Brick and Block Masonry – Trends, Innovations and Challenges – Modena, da Porto & Valluzzi (Eds)*  
© 2016 Taylor & Francis Group, London, ISBN 978-1-138-02999-6

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

T. Schlegel  
EESAC, 230 Impasse de Fergy, Duingt, France

A. Shtiza  
Sustainability and Innovation at 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<sub>2</sub> 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<sub>2</sub>, 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 & Shtiza, 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 users, 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<sub>2</sub> 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<sub>2</sub>, 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<sup>a,b\*</sup>, Luciano Sambataro<sup>a</sup>, Neven Ukrainczyk<sup>a</sup>, Nele De Belie<sup>b</sup>, Eddie Koenders<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Institute of Construction and Building Materials, Faculty of Civil and Environmental Engineering,  
TU Darmstadt, Franziska-Braun-Straße 3, 64287, Darmstadt, Germany

<sup>b</sup> Magneil-Vandepitte Laboratory for Structural Engineering and Building Materials, Ghent University, Technologiepark  
Zwijnaarde 60, B-9052 Ghent, Belgium

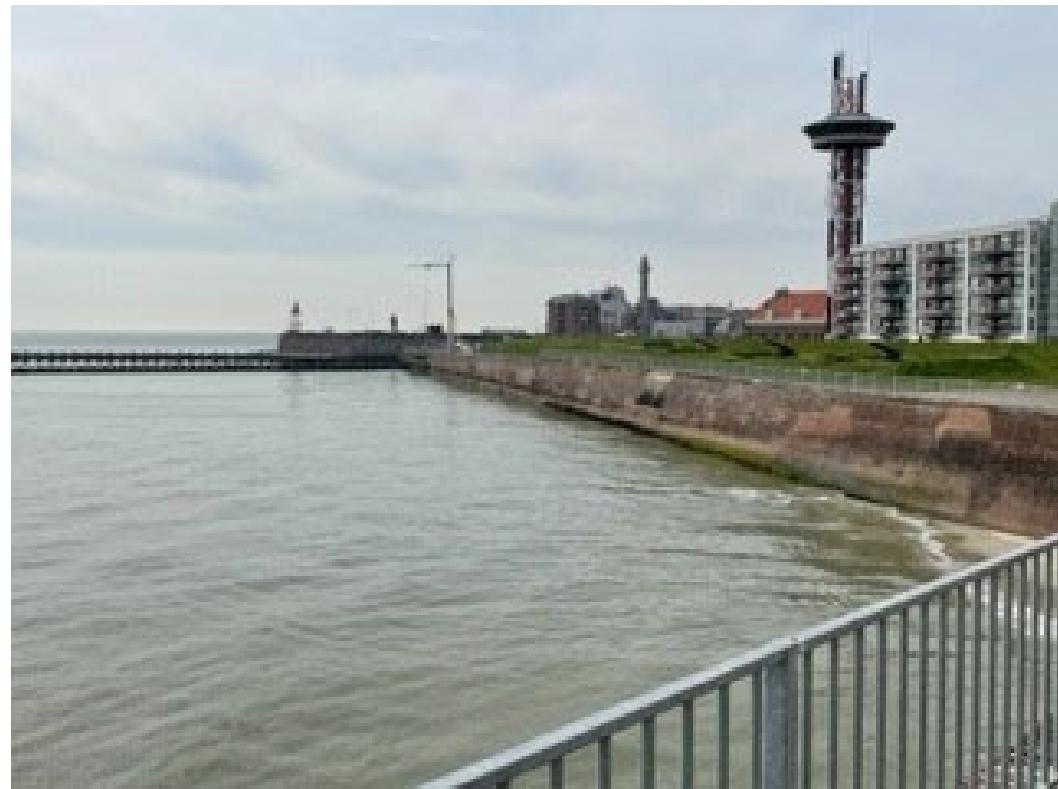
\* Co-responding author: [laveglia@wib.tu-darmstadt.de](mailto:laveglia@wib.tu-darmstadt.de)

---

### 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<sub>2</sub> 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



# MADECENTER

metselwerk kenniscentrum

adviesbureau vekemans  
metselwerk specialisten

Lid van  
Vvconstrucdeurs



adviesbureau  
vekemans  
metselwerk specialisten



## Metselwerk Adviesbureau Vekemans Harrie Vekemans

Charles Stulemeijerweg 12  
5026 RT Tilburg

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