

Analyse van het hergebruikpotentieel van leemstenen

Goossens Lucas

Muzyka Stephano

master IW Bouwkunde

master IW Bouwkunde

Introductie

In een wereld waarin streven naar een volledig **CO₂-neutrale samenleving** een noodzaak is, komt de bouwsector als een belangrijk aandachtspunt naar voren. In 2019 was deze sector zelfs verantwoordelijk voor 40% van de totale uitstoot van broeikasgassen [1]. Het is essentieel om de ecologische crisis aan te pakken door over te stappen naar **circulaire bouwmaterialen en -technieken**.

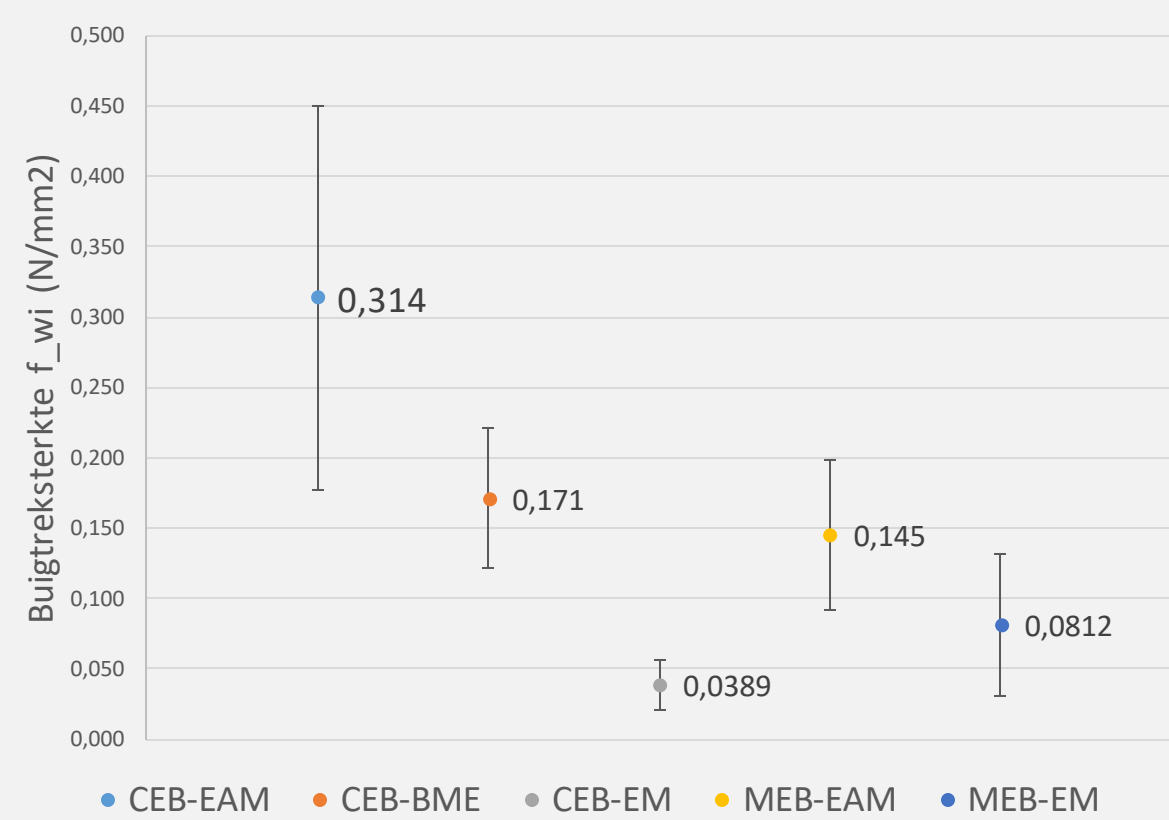
Deze masterthesis onderzoekt het **hergebruik potentieel van leemstenen**, met als doel bij te dragen aan duurzamere bouwpraktijken en het verminderen van materiaalstromen. Dit resulteert in een verminderde afvalproductie en grondstoffenwinning.

Buigtreksterkte

De **buigtreksterkte** wordt bepaald met behulp van de **bond-wrench test**, conform EN 1052-5 [3]. De ontwikkelde opstelling is te zien in Figuur 5, waarbij gebruik wordt gemaakt van een drukbank die nauwkeurig drukt met een constante verplaatsing totdat er breuk optreedt. Met de maximaal opgetreden kracht kan vervolgens de buigtreksterkte bepaald worden. De resultaten van de bond wrench-testen zijn te vinden in Figuur 6, waarbij de buigtreksterkte is weergegeven voor elke steen-mortelcombinatie. Er is te zien dat de persteen met lijmortel over de hoogste buigtreksterkte beschikt.



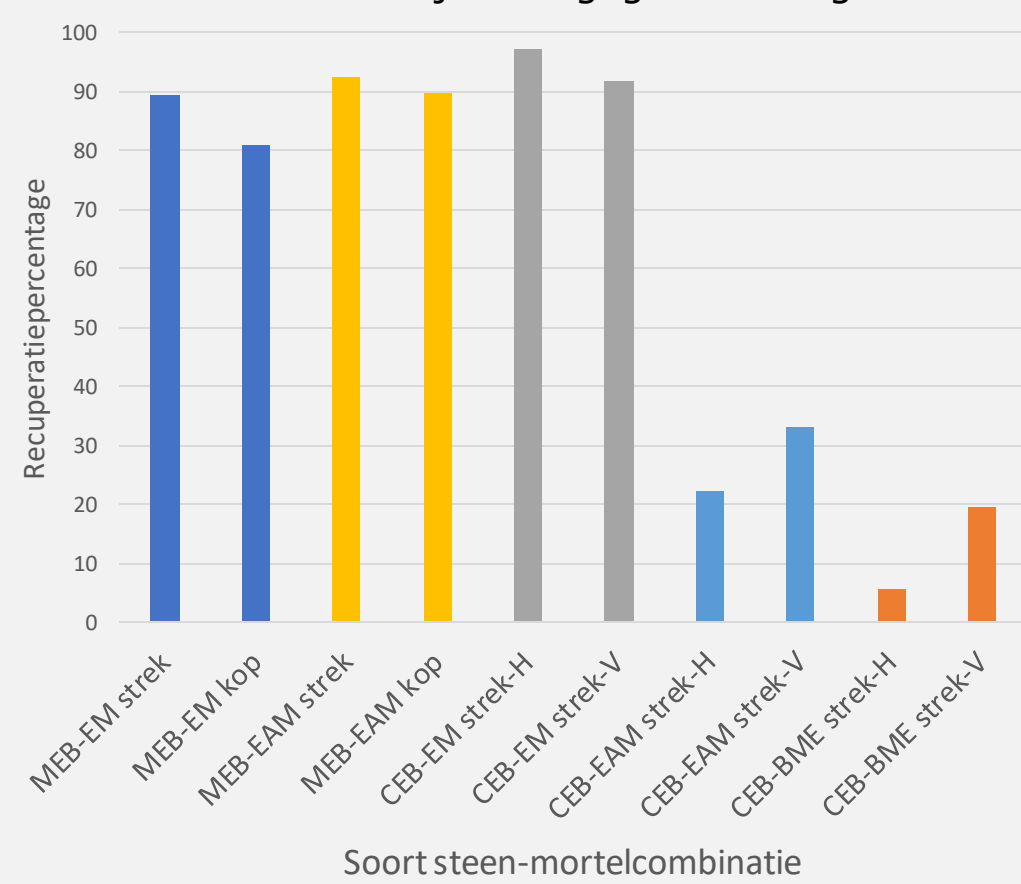
Figuur 5: Bond wrench-test



Figuur 6: Resultaten bond wrench-test

Recuperatiepercentage

Om het recuperatiepercentage te bepalen is er gebruik gemaakt van een **niet gestandaardiseerde methode**. Er zijn muurtjes gemetseld in verschillende verbanden met verschillende steen-mortelcombinaties om deze naderhand te kunnen demonteren met een klopperhamer en vervolgens te zuiveren. De resultaten zijn weergegeven in Figuur 9.



Figuur 9: Resultaten handmatige demontage

Uit de resultaten blijkt dat de combinatie **CEB-EM** in horizontaal strekverband het **hoogste recuperatiepercentage** heeft. Over het algemeen zijn de resultaten van de verschillende metselwerkverbanden binnen de combinaties consistent. Alleen de combinaties CEB-EAM en CEB-BME vertonen een verschil van meer dan 10% tussen de verbanden.

Conclusie

Deze studie onderzocht het herbruikpotentieel van leemstenen in de bouwsector om de milieu-impact te verminderen. De bevindingen tonen aan dat **persstenen gecombineerd met leemmortel** het hoogste recuperatiepotentieel hebben, met gunstige faalmodi en een minimale verandering van de buigtreksterkte na langdurige belasting. Echter, de druksterkte van deze combinatie vertoont een degradatie, wat verder onderzoek vereist. **Persstenen met leemlijmmortel en bastaardmortel** bleken minder geschikt door een laag recuperatiepercentage. **Vormstenen met leemmortel en leemlijmmortel** toonden eveneens hoog recuperatiepotentieel, maar verder onderzoek na langdurige belasting is nodig.

Materialen en methode

In deze thesis worden verschillende steen-mortelcombinaties gebruikt tijdens de uitgevoerde testen. In totaal zijn er twee soorten stenen en drie soorten mortels van BC Materials gebruikt. De gebruikte stenen zijn persstenen (**CEB**) (Figuur 1) en vormstenen (**MEB**) (Figuur 2). Als eerste wordt gebruik gemaakt van **leemmortel (EM)** (Figuur 3), verder leemlijmmortel (**EAM**) en een bastaardmortel met een leemadditief (**BME**).



Figuur 1: CEB [2]

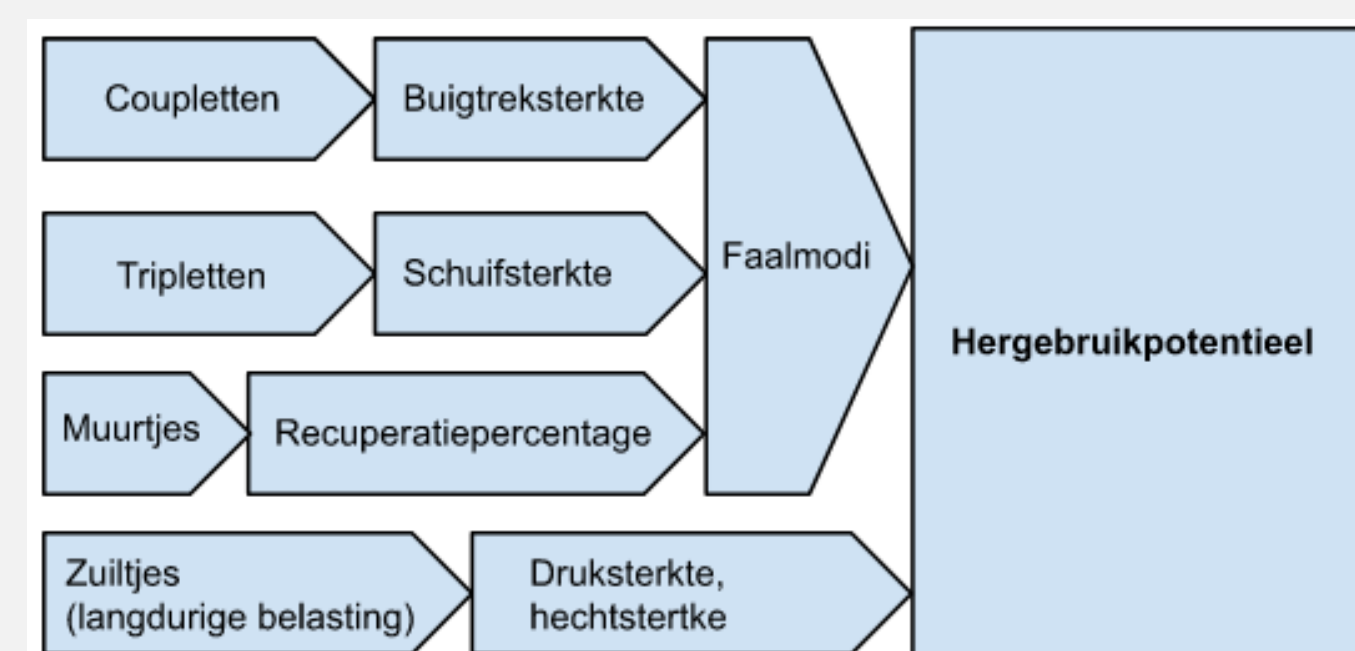


Figuur 2: MEB [2]



Figuur 3: EM [2]

Met deze materialen worden coupletten, tripletten en zuiltjes gemetseld om het hergebruikpotentieel kwantitatief te kunnen beoordelen. Figuur 4 toont de methodologische aanpak van dit onderzoek.



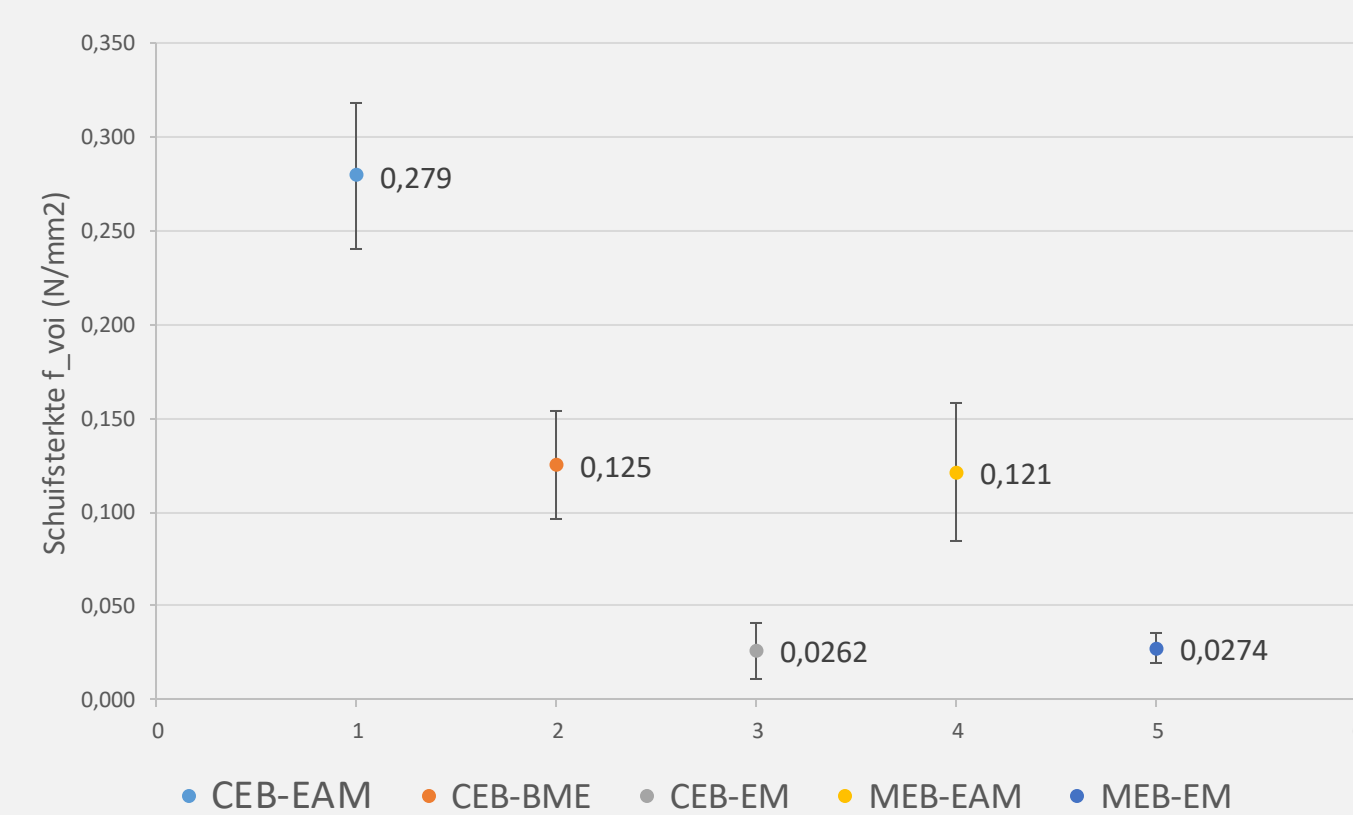
Figuur 4: Grafische weergave methodologie

Schuifsterkte

De **schuifsterkte** is bepaald volgens EN 1052-3 [4]. Hiervoor wordt de proefopstelling gebruikt die te zien is in Figuur 7. Ook deze proefopstelling vertrouwt op de drukbank die met een constante verplaatsing zal bewegen om uiteindelijk de maximale kracht te bepalen. Deze maximale kracht wordt dan vervolgens weer gebruikt om de initiële schuifsterkte te bepalen. De resultaten van deze schuifproef zijn weergegeven in Figuur 8. Er is te zien dat de perssteen met **lijmmortel** over de hoogste schuifsterkte beschikt.



Figuur 7: Schuifsterkte-test



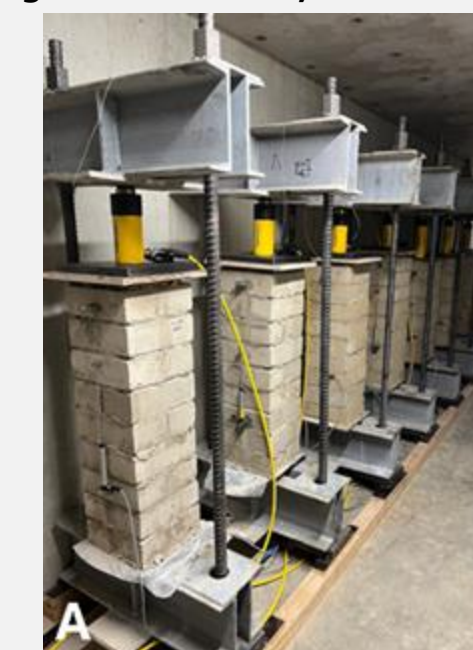
Figuur 8: Resultaten schuifsterktest

Langdurige belasting

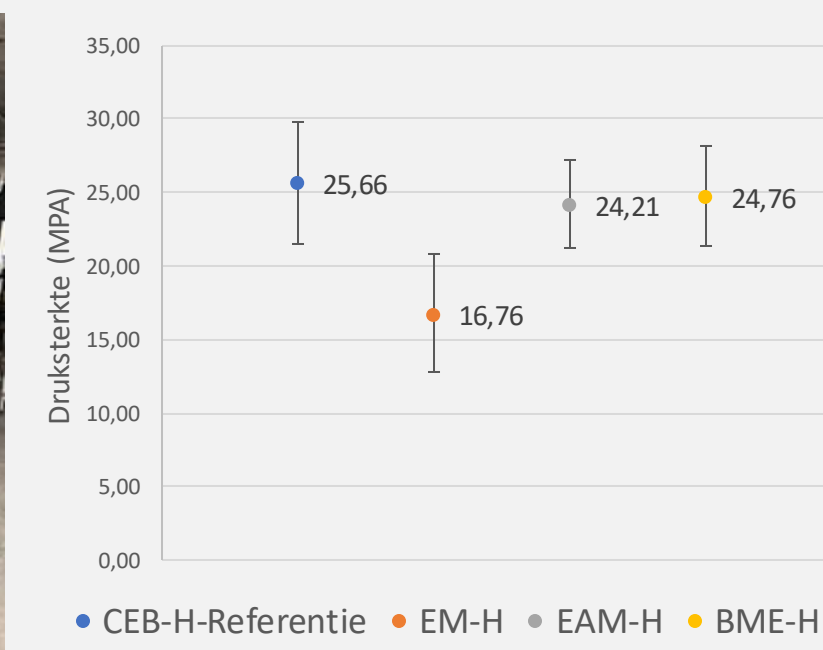
Om te bepalen of leemstenen na een periode van langdurige belasting hun **mechanische eigenschappen behouden**. Voor verschillende steen-mortelcombinaties zijn er zuiltjes en coupletten gemetseld en onder belasting geplaatst, zoals te zien in Figuur 10. Na de belastingperiode zijn deze handmatig gedemonteerd. Vervolgens zijn er drukproeven en buigtrekproeven uitgevoerd op de gerecupereerde leemstenen.

Uit de resultaten van de drukproeven blijkt dat er een **degradatie van 35%** is voor de stenen gemetseld met **leemmortel**. De steen-mortelcombinatie met lijmortel onderging een degradatie van **5,6%**, terwijl de combinatie met bastaardmortel een degradatie van **3,5%** vertoonde.

Uit de resultaten van de buigtreksterkte na langdurige belasting blijkt dat de buigtreksterkte van de combinatie CEB-EM voor en na langdurige belasting weinig verandert. Daarentegen vertoont de combinatie CEB-BME na langdurige belasting een significante stijging in buigtreksterkte, wat gepaard gaat met ongunstigere deconstructie en zuivering. Deze proeven zijn enkel op persstenen uitgevoerd.



Figuur 12: Proefopstelling langdurige belasting



Figuur 13: Resultaten druksterkte

Promotoren / Copromotoren / Begeleiders

Prof. dr. ing. Bram Vandoren
Ir. Erik Pelicaen

[1] „Wat is circulair bouwen?“ [Online]. Available: <https://bouwen.vlaanderen-circulair.be/nl/wat-is-het>. [Geopend 06 mei 2024].
 [2] BC Materials, [Online]. Available: <https://bcmaterials.org/products/earth-block-masonry>. [Geopend 06 mei 2024].
 [3] „NBN EN 1015-3: Methods of test for mortar for masonry - Part 3: Determination of,“ [Online]. Available: <https://edu.mynbn.be/pdf/Meta/RO/165395?l=E>. [Geopend 06 mei 2024].
 [4] „NBN EN 1052-3: Methods of test for masonry - Part 3: Determination of initial shear strength,“ [Online]. Available: <https://edu.mynbn.be/pdf/Meta/117388>. [Geopend 06 mei 2024].