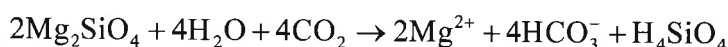


A Management Uittreksel

Titel : Laboratoriumonderzoek naar de mate van CO₂ vastlegging door olivijn op platte daken
Auteur(s) : H. Veld & M. Verheul
Datum : 5 mei 2011
Opdrachtnr.: Consolidated Nederland B.V. en BERA B.V.
Rapportnr. : TNO-060-UT-2011-01168 Onderdeel van TNO rapport TNO-060-UT-2011-01168

(Het volledige rapport is beschikbaar bij Consolidated Nederland B.V., Gorinchem. Een kopie hiervan kan worden opgevraagd)

Op verzoek van Consolidated Nederland B.V. is een laboratoriumonderzoek uitgevoerd naar de vastlegging van CO₂ door olivijn op platte daken. Er bestaan diverse mogelijkheden om het CO₂-gehalte en -uitstoot te reduceren, zoals het toepassen van brandstofbesparende technieken, hergebruik van CO₂ en methodes om CO₂ op te slaan in de ondergrond of in vaste stoffen. Een andere mogelijkheid om CO₂ reductie te bewerkstelligen is via de chemische reactie met olivijn. Olivijn is een nesosilicaat met als chemische formule (Mg, Fe)₂SiO₄, waarbij de eindleden tussen magnesium en ijzer worden gevormd door de mineralenreeks forsteriet (rijk aan Mg) en fayaliet (rijk aan Fe). In het geval van forsteriet kan de verweringsreactie geschreven worden als [1]:



Deze reactie beschrijft een tussenstap in het verweringsproces. De bicarbonaat oplossing zal uiteindelijk in de zee precipiteren als carbonaat sediment (kalk en dolomiet). Deze carbonaat sedimenten vormen de uiteindelijke sink voor het CO₂. De vorming van carbonaten kan alleen plaatsvinden als het olivijn in oplossing gaat.

Consolidated Nederland ziet de mogelijkheid om olivijn met een korrelgrootte van 90 – 180 µm op platte daken toe te passen als geballast systeem. Op basis van destijds bekende informatie heeft Consolidated enkele theoretische waarden berekend. Consolidated Nederland en BERA B.V. hebben TNO opdracht gegeven om een laboratoriumonderzoek uit te voeren om deze waarden te verifiëren.

In een kolom met een doorsnede van 4,7 cm (zie foto) is een laag van 1,5 cm fijnkorrelig olivijn afgedekt met een laag grofkorrelig olivijn van 2,5 cm. Deze dimensies vertegenwoordigen ongeveer 1 cel van een geballast daksysteem. Gedurende 3 weken is een hoeveelheid regenwater door deze kolom geleid. Op het water dat door deze kolom is gestroomd zijn de volgende metingen verricht:

1. pH (zuurgraad)
2. Ec (geleidbaarheid)
3. ICP-OES (bepaling van de hoofdelementen tot een concentratie van ongeveer 10 ppb.
4. Bicarbonaat (HCO₃⁻) gehalte



De reactievergelijking voor de verwerking van olivijn geeft aan dat de productie van bicarbonaat (HCO_3^-) direct correleert met de afvang van CO_2 bij verwerking van olivijn. Dit wordt bevestigd door de testresultaten.

De cumulatieve hoeveelheid geproduceerd bicarbonaat geeft dus aan hoeveel CO_2 er is afgevangen.

Het gehele kolomexperiment heeft in totaal 3 weken (21 dagen) geduurd. In deze 21 dagen is er 11949 milliliter water door de kolom gestroomd en er is daarbij 692 milligram bicarbonaat gevormd, wat overeenkomt met 499 milligram afgevangen CO_2 .

Conclusie is dat de kolom 8,3 gram CO_2 per kilogram olivijn heeft afgevangen gedurende de looptijd van het experiment.

De relatief hogere reactiviteit van de kolommen in de eerste zeven dagen is mogelijk gerelateerd aan de aanwezigheid van een zeer fijnkorrelige olivijnfractie ($<1 \mu\text{m}$) die niet gemeten is met de gebruikte techniek voor de bepaling van de korrelgrootte verdeling.

Extrapolatie van de kolom gegevens naar de levensduur van een plat dak (30 jaar) van 1000m^2 kan alleen gedaan worden onder de aanname dat de condities waaronder het experiment is uitgevoerd identiek zijn bij een dergelijk dak. Tevens moet worden aangenomen dat de reactie tussen het olivijn en het CO_2 constant blijft.

Er zijn 2 scenario's van verschillende gemiddelde hoeveelheden regenval doorgerekend waarbij de trend van de olivijnkolom is doorberekend tot 30 jaar. De hoeveelheid water die in 3 weken door de kolom is gelopen is representatief voor 10,0 of 7,7 jaar regenval bij een scenario van 690 en 900 mm regenval per jaar, respectievelijk.

Op basis van de huidige testresultaten, berekeningen en aannames zijn de onderstaande conclusies getrokken:

- Het is aangetoond dat olivijn CO_2 opneemt en permanent uit de atmosfeer verwijderd.
- Op basis van de meetresultaten van het kolomexperiment is berekend dat 1 kilogram olivijn in 21 dagen tijd 8,3 gram CO_2 afvangt.
- Indien de resultaten van het kolomexperiment geëxtrapoléerd worden naar een olivijndak (onder een aantal randvoorwaarden), zou een dergelijk dak 656 tot 754 kilogram CO_2 afvangen per 1000m^2 gedurende de levensduur van 30 jaar.
- De relatief hogere reactiviteit van de kolommen in de eerste zeven dagen is mogelijk gerelateerd aan de aanwezigheid van een zeer fijnkorrelige olivijn fractie ($<1 \mu\text{m}$) die niet gemeten is met de gebruikte techniek voor de bepaling van de korrelgrootte verdeling.
- De uitgevoerde schudproeven, waarin is gezocht naar mogelijke factoren die het proces zouden kunnen beïnvloeden, geven wat dat betreft slechts een eerste indicatie. Periodieke droogval, zoals in een natuurlijke situatie zal voorkomen, heeft mogelijk een positief effect op de CO_2 afvang van een olivijndak.
- Een ander positief effect zou verkregen kunnen worden door het olivijn in contact te brengen met organische elementen (bijvoorbeeld mengen met grond of toepassen in combinatie met sedum). Dit is echter niet getest.

- Naar aanleiding van bovenstaande resultaten kan naar alle waarschijnlijkheid geconcludeerd worden dat de grovere olivijn korrels langzamer reageren dan het olivijn met de fijnere korrelgrootte.
- Opgemerkt dient te worden dat het opschalen van de huidige meetresultaten naar een daadwerkelijk olivijndak slechts in beperkte mate mogelijk is. Het is voornog onbekend in hoeverre sterk veranderende meteorologische omstandigheden invloed hebben op de reactiviteit van het olivijn op een plat dak.
- Een logisch vervolg op de huidige laboratoriumtesten is het monitoren van de prestaties van een daadwerkelijk olivijndak met gelijke opbouw.