

Methodedocument voor vaststelling van emissiereductie en/of vastlegging van CO₂-eq.

Type project:

CO₂-vastlegging door gebruik van Olivijn in bouwstoffen

Datum: 7 juni 2024

Kenmerk: SNK-Olivijn-001

Status: vastgesteld

Inhoud

| | |
|---|----|
| Versiebeheer..... | 3 |
| 1. Definities | 4 |
| 2. Inleiding..... | 5 |
| 3. Beschrijving projecttype | 6 |
| 4. Bepaling van additionaliteit van de emissiereductie | 7 |
| 5. Bepaling projectgrens | 7 |
| 6. Vaststelling van baseline..... | 9 |
| 7. Bepaling projectemissies | 9 |
| 8. Bepaling emissiereductie | 10 |
| 9. Plan voor monitoring van projectvoortgang | 11 |
| 10. Verstrekking van certificaten | 11 |
| 11. Risico's | 12 |
| 12. Publicaties | 13 |
| Bijlage 1: Voorwaarden voor de eigen betrekking van ketenemissies | 14 |

Versiebeheer

| Versie | Aanleiding | Datum |
|---------------|--------------------------|--------------|
| 001 | Vastgesteld door bestuur | 7 juni 2024 |
| | | |
| | | |

1. Definities

Additionaliteit: Additionaliteit houdt in dat een activiteit zonder de verhandelbare certificaten er niet zou zijn geweest. De SNK hanteert hierbij twee criteria. De voorgestelde activiteit (hier: langdurige koolstofvastlegging via toepassing van olivijn) moet verder gaan dan (1) voldoen aan het vigerend nationale en EU-beleid en (2) wat in de sector of een bepaald marktsegment al gangbaar is. De SNK hanteert bij het tweede criterium een marktaandeel van de betreffende activiteit van maximaal twintig procent als grens. Zie ook de SNK-website bij regels en methoden.

Broeikasgassen: de belangrijkste broeikasgassen zijn: (1) koolstofdioxiden (CO₂) met als grootste bronnen fossiele brandstoffen en verandering van landgebruik; (2) methaan (CH₄) komt vooral vrij bij de veeteelt, de verbouw van rijst en afvalstortplaatsen; 1 kilo methaan heeft hetzelfde effect als 28 kilo CO₂; (3) lachgas (N₂O) komt vooral vrij uit grond die bemest is met kunstmest of dierlijke mest; 1 kilo lachgas heeft hetzelfde effect als 265 kilo CO₂. Van alle broeikasgassen die de mens uitstoot, is CO₂ het belangrijkste. Ruim de helft van het versterkte broeikaseffect wordt veroorzaakt door CO₂. Methaan staat met 16 procent op de tweede plaats.

Koolstofcertificaten: in dit SNK-document staat een koolstofcertificaat voor 1 ton CO₂-equivalent vastgelegd door de verwerking van olivijn.

Koolstofvastlegging (of koolstofopslag): planten (en bomen) onttrekken CO₂ uit de lucht en slaan dit op in de vorm van koolstof waarbij zuurstof vrijkomt. Bij verwerking van olivijn wordt ook CO₂ uit de atmosfeer onttrokken en chemisch gebonden, dit is een onomkeerbaar proces. Bij onttrekking van CO₂ uit de atmosfeer en vastlegging ervan wordt ook wel gesproken over negatieve emissies (als tegenstelling van de gebruikelijke emissies van CO₂).

Kg CO₂-eq: de eenheid waarin klimaatimpact van alle broeikasgassen wordt uitgedrukt: 1 kilogram CO₂-equivalenten.

LCA (Levenscyclusanalyse): in een LCA worden de milieueffecten van alle processen en grondstoffen die nodig zijn om een product toe te passen uitgerekend, gedurende de levenscyclus van een product, inclusief de sloop- en afvalfase en terugwinfase.

Olivijn: olivijn is een natuurlijk gesteente dat na winning in gemalen vorm en bij blootstelling aan lucht en water reageert met atmosferische CO₂ en deze definitief bindt.

Project: dit is de aanpak om de toepassing van Olivijn te realiseren, gericht op een aanvraag van koolstofcertificaten bij SNK. Een project kan meerdere activiteiten (ook wel maatregelen of interventies genoemd) bevatten.

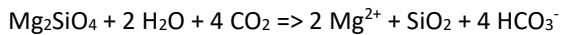
Projectlocatie: de plek waar het olivijn direct of verwerkt in een product wordt toegepast en langdurig blijft liggen.

SNK-certificaten: de Stichting Nationale Koolstofmarkt (SNK) geeft koolstofcertificaten uit op basis van behaalde emissiereducties en koolstofvastlegging door projecten. Voor het berekenen van de emissiereducties/koolstofvastlegging stellen projectpartijen volgens de SNK-methodiek een projectplan op met daarin een schatting van de te behalen emissiereductie en/of koolstofvastlegging. Na validatie door een onafhankelijk deskundige gaat het project van start en wordt de voortgang ervan gemonitord. Op basis van een onafhankelijk verificatierapport geeft de SNK koolstofcertificaten uit die door de projecteigenaar kunnen worden verkocht.

2. Inleiding

Olivijn is een natuurlijk gesteente dat na winning in gemalen vorm en bij blootstelling aan lucht en water reageert met atmosferische CO₂ en deze definitief bindt. Het levert daarmee een bijdrage aan het terugbrengen van de atmosferische CO₂ concentraties (negatieve emissie) en daarmee aan het beperken van klimaatverandering.

De chemische formule is:



Olivijn is ruim aanwezig op alle continenten (alleen al Oman heeft genoeg van dit gesteente om wereldwijd gedurende honderden jaren alle toekomstige uitstoot van CO₂ te kunnen binden). Olivijn wordt in Europa commercieel gewonnen voor toepassingen in de staalindustrie (en in mindere mate als straalmiddel, bijvoorbeeld voor gevelreiniging). De mijnen zijn gelegen in Noorwegen, Spanje, Italië, Turkije en Griekenland. Op dit moment is de hoeveelheid olivijn die mondiaal wordt gewonnen beperkt. Qua omvang zou dit voldoende zijn om de CO₂ te kunnen binden die jaarlijks vrijkomt bij één kolencentrale. De toepassing om atmosferische CO₂ te binden is relatief nieuw. Hierover zijn diverse wetenschappelijke publicaties verschenen (zie paragraaf 11).

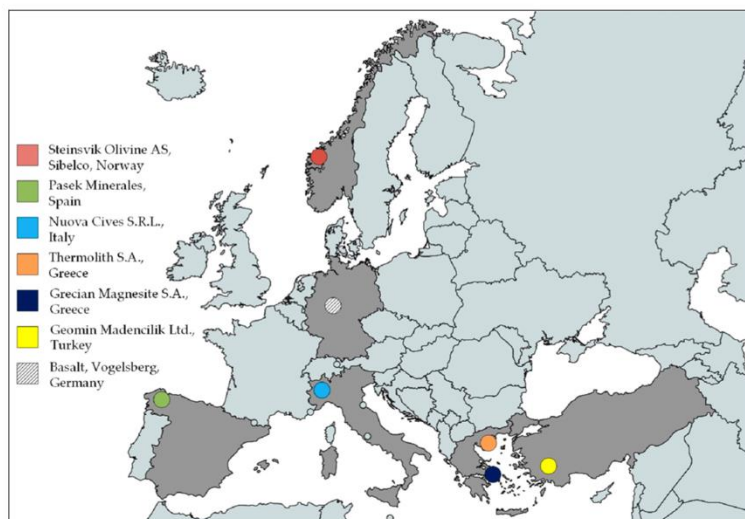


Figure 1. Origin of samples tested for the use in the carbonation process [8].

Relevant is dat nagenoeg alle klimaatberekeningen het belang onderkennen van negatieve CO₂-emissies (in aanvulling op vergaande emissiereducties) voor het realiseren van de mondiale klimaatdoelen, zoals opgenomen in het Parijs Akkoord (zie PBL-publicatie, paragraaf 11, nr. 9). Recentelijk is er daarom ook meer aandacht voor olivijn, net als voor vastlegging in de bodem en duurzaam bosbeheer. Verschillen zijn dat bomen CO₂ tijdelijk omzetten in koolstof en CCS de CO₂ intact laat en voor lange tijd opslaat, terwijl olivijn onomkeerbaar reageert met CO₂.

Inmiddels is olivijn in Nederland op kleine schaal beschikbaar voor verkoop als bindmiddel voor CO₂ en neemt de belangstelling toe. Er is een veel groter potentieel mits de betekenis voor het klimaat meer aandacht krijgt en duidelijkheid ontstaat over de klimaatvoetafdruk van de gehele keten en de opschaalbaarheid van de toepassing van olivijn. Belangrijk daarbij is dat de snelheid van verwerking van olivijn, en dus de reactie met CO₂, wordt bepaald door de mate van vermaling van olivijn. De beschikbaarheid van olivijn is niet het probleem, maar wel een gebrek aan winning en bewerking, waar ook CO₂-uitstoot mee gepaard gaat (in de volgende paragrafen wordt uitgewerkt hoe hiermee rekening moet/kan worden gehouden). Het gaat daarnaast om het vinden van

zinnige toepassingen die commercieel interessant zijn. De mogelijkheid om voor deze toepassingen verkoopbare koolstofcertificaten te ontvangen van de Stichting Nationale Koolstofmarkt kan hierbij helpen.

De CO₂-binding door olivijn is al lang bekend, maar de mate waarin en de snelheid waarmee dat gebeurt is afhankelijk van welke toepassing wordt gekozen. Dit methodedocument geeft een raamwerk om voor een bepaalde toepassing van olivijn, namelijk in gemalen vorm, de CO₂-vastlegging te kwantificeren.

3. Beschrijving projecttype

Van alle bestaande en mogelijke toepassingen van olivijn zijn in dit verband (d.w.z. voor het verkrijgen van certificaten voor koolstofvastlegging) alleen die toepassingen relevant waarbij het olivijn in gemalen vorm onder blootstelling aan lucht en water goed kan verwerken. In dit document gaat het uitsluitend om productvervanging, bijvoorbeeld waar olivijn conventioneel zand/grind of kalk vervangt. Bij dit soort toepassingen is de CO₂-binding van olivijn een bijkomend voordeel naast de primaire functie van de toepassing. Wanneer hiervoor certificaten worden verstrekt, is er sprake van verwaarding van dat voordeel.

Olivijn mag op dit moment (2024) alleen gebruikt worden als het is verwerkt in bouwstoffen. Bijvoorbeeld op wandel- en fietspaden, bij wegen of spoorlijnen of als toevoeging aan het substraat voor groene daken. Olivijn zou ook als meststof kunnen worden gebruikt. Hoewel het niet voldoet aan de samenstellingseisen van meststoffen kan het, via een zgn. tweedelijsbeoordeling, wel worden toegelaten. Deze beoordeling is afhankelijk van de fijnheid van het olivijn, de bodem en het type plant. Bij vervanging van kalk (wat in de IPCC-methodiek als een CO₂-bron wordt aangemerkt) zou het een interessant CO₂-voordeel opleveren. Onderzoek naar deze optie loopt nog, waardoor het vooralsnog in dit methodedocument niet wordt meegenomen. Certificaten worden door de Stichting Nationale Koolstofmarkt (SNK) uitsluitend verstrekt aan projecten waarbij olivijn wordt ingezet als bouwstof in de vorm van een vervangingsproduct. Olivijn is op dit moment voor deze toepassingen nog duurder dan de conventionele grondstoffen en de inkomsten uit koolstofcertificaten zijn bij grote projecten daarom een welkome steun in de rug.

Het verweringsproces van olivijn is langdurig, verloopt over vele decennia en de snelheid is daarbij sterk afhankelijk van de volgende omstandigheden:

- De deeltjesgrootte van het olivijn: fijn materiaal (<1 mm) reageert aanzienlijk sneller dan wat grover materiaal. Bij een deeltjesgrootte van >5 mm gaat de binding van CO₂ zo langzaam dat de relevantie voor het tegengaan van klimaatverandering, gerekend over de eerste 50 jaar, beperkt is. Reden is dat het reactieoppervlak bij fijner materiaal groter is.
- De reactiesnelheid is ook afhankelijk van de buitentemperatuur en de zuurgraad (pH) van het aanwezige water.
- Daarnaast is de samenstelling van het olivijn per mijn verschillend (het aandeel MgO varieert) wat de potentiële bindingscapaciteit van het olivijn beïnvloedt.

Tot slot moet ook rekening worden gehouden met de CO₂-uitstoot die samenhangt met de winning van het olivijn, het bewerken ervan (vergruizen en vernalen) om het op specificatie te brengen (gevraagde korrelgrootte), het transport vanaf de mijn naar de projectlocatie en het toepassen van het olivijn op die locatie. In de meeste gevallen zal de klimaatvoetafdruk van de gehele olivijnketen 10-20% bedragen van de CO₂ die onder de projectomstandigheden na 30-50 jaar is gebonden (zie ook paragraaf 4, en publicaties 6 en 10 in paragraaf 11). Omdat een andere grondstof wordt vervangen, waarvan de keten ook een CO₂-impact heeft, zal daarmee een vergelijking moeten worden gemaakt.

Geconcludeerd kan worden (zie ook de lijst met geraadpleegde bronnen in dit document) dat voldoende is aangetoond dat olivijn CO₂ definitief bindt en daarmee koolstof vastlegt, ook na aftrek van de CO₂-uitstoot van

de keten van winning tot toepassing. Verder is het mogelijk om met behulp van een model deze koolstofvastlegging te kwantificeren. In de paragrafen 4 en 6 wordt dit verder uitgewerkt.

4. Bepaling van additionaliteit van de emissiereductie

Olivijn is op dit moment (2024) geen onderdeel van het vigerende klimaatbeleid in Nederland. Toepassing ervan is niet verplicht op basis van regelgeving, het vormt geen onderdeel van tussen de overheid en maatschappelijke groeperingen gemaakte afspraken binnen het Klimaatakkoord, noch wordt het gebruik ervan gestimuleerd met subsidies. De klimaateffecten van olivijn in projecttoepassingen mogen dan ook als additioneel worden aangemerkt, zolang toepassing van olivijn, al dan niet verwerkt in een bepaald product, nog geen gangbare praktijk is (toepassing in minder dan 20% van relevante situaties in Nederland; zie Regel **Additionaliteit van emissiereducties**).

5. Bepaling projectgrens

Zoals uitgelegd in paragraaf 2 is het mogelijk de binding van CO₂ met olivijn per project modelmatig te berekenen. Verder moet er een relevant inzicht in de keteneffecten bestaan v.w.b. CO₂-uitstoot, en is monitoring van uitvoering van het project en de effecten ervan noodzakelijk. Aangezien kleinschalig particulier gebruik van olivijn zich niet goed leent voor monitoring en onderzoek naar keteneffecten (te omslachtig en te duur) zal uitgifte van certificaten door SNK daarom gericht zijn op projecten met een dusdanige schaalgrootte dat project- en ketenonderzoek haalbaar is. Monitoring betreft een periodieke controle of het aangebrachte olivijn nog aanwezig is (zie voor details hierover de paragrafen 8 en 9). Vanwege de hieraan verbonden kosten is er, in het kader van dit methodedocument, voor gekozen dat certificaten alleen worden verstrekt voor projecten waarvoor is berekend dat de hoeveelheid vastgelegde CO₂ tenminste 1 kton bedraagt gedurende de eerste 30 jaar van het project.

Verkoop van olivijn aan kleinere (particuliere) projecten mag best gepropageerd worden met de boodschap dat olivijn (bij gebruik onder bepaalde omstandigheden) klimaatverandering tegengaat, maar daarvoor kunnen om bovengenoemde redenen geen certificaten bij de SNK worden verkregen. De SNK kan deze klimaateffecten onvoldoende borgen.

Ook de looptijd van een project is relevant voor het verstrekken van certificaten en moet in overleg met de projecteigenaar (die een aanvraag voor verkrijging van certificaten heeft ingediend) worden bepaald. Dit hangt samen met de primaire functie van het product waarin olivijn is verwerkt en met de verwerkingssnelheid van het olivijn. Een looptijd van 25-30 jaar ligt voor de hand, maar om praktische redenen kan worden gekozen voor een kortere periode, al zal het aantal verstrekte certificaten daarop worden aangepast en dus minder zijn. Bij verwijdering van het olivijn of van het product waarin dat is verwerkt, worden vanaf dat moment geen certificaten meer verstrekt.

Per productspecificatie (fijn materiaal, grof materiaal, etc.) moet de CO₂-vastlegging (als functie van de tijd) worden berekend. In de berekening van het CO₂-effect van het olivijnproject gaat het om de volgende onderdelen:

- A. Het hoofdeffect, namelijk de binding van atmosferische CO₂, over de looptijd van het project. Het hoofdeffect kan worden afgeleid van een modelmatige berekening van het verloop van de verwerking, waarbij de CO₂-binding is uitgezet tegen de looptijd.
- B. De CO₂-uitstoot die vrijkomt bij de winning van de olivijn, voornamelijk samenhangend met het energiegebruik van de mijnbouwapparatuur.

- C. De CO₂-uitstoot die vrijkomt bij de het proces (vergruizen en malen) om de verschillende productspecificaties van olivijn (korrelgrootte) te maken.
- D. De CO₂-uitstoot die vrijkomt bij de het transport van het olivijn naar de distributie/verkooplocatie in Nederland en vervolgens naar de plek waar het olivijn (product) wordt gebruikt.
- E. Om een vergelijking met het referentieproduct te kunnen maken, moeten de onderdelen B t/m D ook voor die referentie (conventionele bouwstoffen) worden bepaald.

De klimaatvoetafdruk (onderdelen B t/m D) van olivijn is onderwerp geweest van een aantal Life-cycle analysis (LCA) studies en publicaties (zie lijst van publicaties in paragraaf 11), die tot onderstaande conclusies leiden en laten zien dat er op een aantal punten een behoorlijke variatie in de onderzoeksuitkomsten zit:

- Het maalproces om heel fijne fracties te krijgen (<0,1 mm) is zeer energie-intensief.
- De CO₂-uitstoot van met name de gebruikte elektriciteit kan per winningslocatie sterk verschillen, afhankelijk van de ingezette energiebron (kolen, aardgas, duurzame bronnen).
- Het transport is een belangrijke factor van emissies, door de lange afstanden over zee (bij grote schepen minder dan bij kleine) en de ingezette brandstof.
- De uitstoot bij de winning zelf en bij de toepassing op locatie (dus bij het begin en het eind van de keten) blijken minder belangrijk.
- In de meeste gevallen zal de klimaatvoetafdruk van de gehele olivijnketen 10-20% bedragen van de CO₂ die onder de projectomstandigheden na 30-50 jaar is gebonden.
- Wanneer olivijn wordt ingezet als vervanging van een ander product, moet ook worden gekeken naar de klimaatafdruk van dat product. Uiteindelijk gaat het om het verschil in klimaatvoetafdruk (deze bevinding komt overeen met onderdeel E hierboven).

De stappen B t/m D zijn bewerkelijk, maar noodzakelijk om de totale netto-emissiereductie van een olivijntoepassing voor de volledige levenscyclus ervan te kunnen borgen via een certificaat. Dit methodedocument biedt de mogelijkheid om alleen stap A uit te voeren (het hoofdeffect), maar in dat geval zal de SNK certificaten uitkeren met een generieke korting.

Dit leidt tot de volgende procedure, waarbij de projecteigenaar uit de twee genoemde mogelijkheden zelf een keuze mag maken:

- a) De projecteigenaar kiest ervoor de klimaatvoetafdruk van de olivijnketen en van het referentieproduct niet uit te werken (dan resteert alleen de berekening van stap A) en accepteert dat er op de te verstrekken SNK-certificaten een aftrek van 15% wordt toegepast, als inschatting van de CO₂-uitstoot van de olivijnketen (gemiddelde, afgeleid uit publicaties, paragraaf 11, nr. 6 en 10). De keuze voor het gemiddelde is in dit geval een conservatieve benadering omdat de grondstof die wordt vervangen ook een klimaatvoetafdruk heeft die in deze benadering buiten beschouwing wordt gelaten. Zie ook het onderstaande voorbeeld.
Kiest een projecteigenaar voor deze optie, waarbij alleen de berekening van stap A resteert, dan moet hij bij het projectplan wel bewijsmateriaal overleggen waaruit blijkt dat bij realisatie van zijn project een andere bouwstof wordt vervangen.
- b) De projecteigenaar wil deze korting niet en moet in dat geval de klimaatvoetafdruk van zowel olivijn als van het referentieproduct zelf uitwerken. Het verschil, positief dan wel negatief, wordt dan verrekend met de te verkrijgen SNK-certificaten. Het is in de praktijk goed denkbaar dat het opgetelde effect van B t/m D positief uitvalt voor het olivijnproject.

Als voorbeeld: voor project X komt het olivijn met een schip uit Spanje en wordt het in een haven heel dicht bij het project gelost, en vervolgens per vrachtwagen vervoerd. Het referentiemateriaal is porfier uit België, dat met vrachtwagens vanuit België wordt vervoerd.

Rekenvoorbeeld: stel dat de projecteigenaar geen korting van 15% wil en de klimaatvoetafdruk zelf laat uitwerken. Ingeval het CO₂-vastleggingseffect (A) van het olivijnproject 100 bedraagt, de som van winning, proces en transport (B t/m D) bij het olivijnproject 15 is en voor de referentiesituatie 20, dan resulteert er voor het olivijnproject een voordelig saldo van 5, en wordt het aantal te verkrijgen SNK-certificaten verhoogd tot 105.

6. Vaststelling van baseline

Voor het vaststellen van de baseline moet de projecteigenaar een keuze maken tussen de in de vorige paragraaf aangegeven situatie a) geen referentie-analyse en b) wel referentie-analyse. Het gaat hierbij om dat er een vergelijking kan worden gemaakt met de situatie waarin het betreffende project in plaats van met olivijn, zou zijn gerealiseerd met conventionele grondstoffen (bijvoorbeeld met zand). Indien de projecteigenaar kiest voor optie a) dan wordt er een standaardkorting voor de klimaatvoetafdruk met 15% op de SNK-certificaten berekend. Er hoeft in dit geval geen baseline te worden vastgesteld. Voor keuze b) wordt verwezen naar bijlage 1 van dit document waarin is beschreven aan welke voorwaarden de eigen berekening moet voldoen. De eigen berekening dient te zijn opgenomen in het projectplan waarmee de aanvraag voor certificaten wordt onderbouwd. Het gaat dan om het onderdeel E (met verwijzing naar de onderdelen B t/m D).

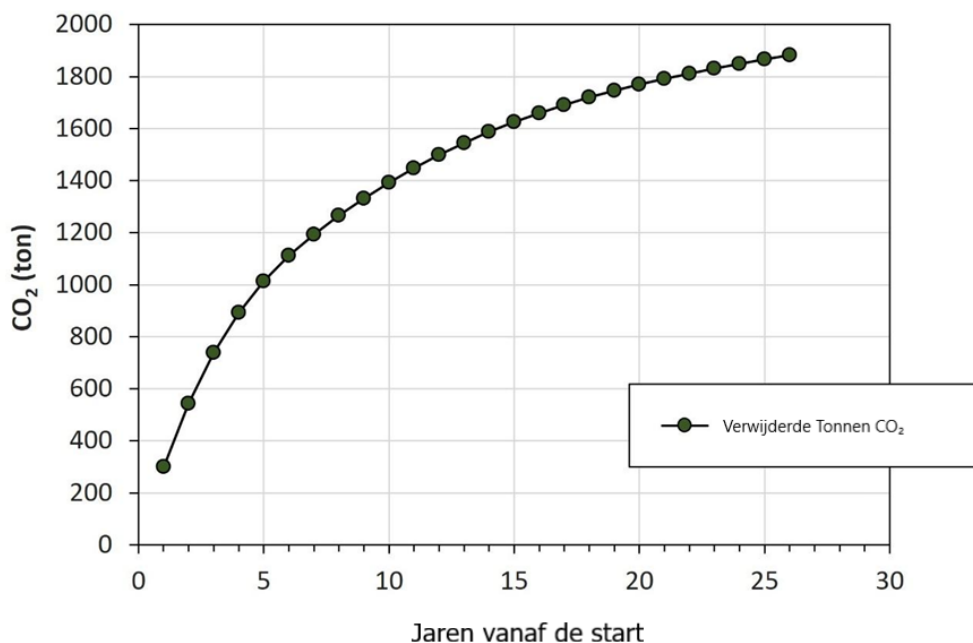
7. Bepaling projectemissies

De projectemissies van olivijn bestaan in de eerste plaats uit de negatieve emissies (onttrekking van CO₂ aan de atmosfeer) ten gevolge van de verwerking van het olivijn (hoofdeffect A). Daarnaast zijn er de emissies die samenhangen met de winning van het olivijn, de bewerking ervan en het transport naar de locatie (de eerdergenoemde onderdelen B t/m D), waarvoor de projecteigenaar de keuze uit optie a of b moet maken en dit moet vermelden in het projectplan (zie paragraaf 4).

Bij het berekenen van het hoofdeffect A (de negatieve emissies) moet rekening worden gehouden met de volgende parameters:

- De samenstelling van het gesteente dat wordt gewonnen (het magnesiumgehalte). Dit verschilt nogal per winningslocatie en de potentiële (=maximale) bindingscapaciteit is hiervan afhankelijk. De maximale bindingswaarde is 1,25 kg CO₂ per kg olivijn. Bij een simpele berekening wordt meestal uitgegaan van 1 kg CO₂-binding per kg olivijn, maar in sommige gevallen kan dat ook minder zijn. Om SNK-certificaten te verkrijgen dient deze parameter per winninglocatie te worden bepaald en te zijn opgenomen en onderbouwd in het projectplan.
- De korrelgrootte van het olivijn. Fijn gemalen olivijn kent een snellere verwerking en dus ook een snellere binding van CO₂ dan meer grof gemalen fracties. Specifieke modellen van verwerking van olivijn houden hiermee rekening en kunnen ook de bindingsnelheid bepalen van samengestelde fracties met een verschillende korrelgrootte.
- De verwachte omstandigheden op de locatie waar het olivijn zal worden gebruikt: de gemiddelde jaartemperatuur, de zuurgraad pH en vochtigheid.

Met behulp van deze parameters en een daarvoor geschikt model moet het hoofdeffect A worden berekend. Een voorbeeld van de uitkomst van zo'n modelmatige berekening wordt getoond in het onderstaande figuur.



Figuur 2. Verwachte totale CO₂-verwijdering van een olivijnproject

Meerdere modellen om vastlegging van CO₂ te berekenen zijn toegestaan in dit methodedocument. Een belangrijke voorwaarde is dat een model wetenschappelijk is getoetst, inclusief via peer review van artikelen in wetenschappelijke tijdschriften. Dit staat voor een onafhankelijke wetenschappelijke toets van de werking van het model en de verbanden die het legt tussen omstandigheden van olivijntoepassing en CO₂-binding, en stelt de validator in staat om de uitkomst van het model (de curves) te vertrouwen. In het projectplan moet worden aangegeven welk model hiervoor wordt gebruikt, inclusief een beschrijving van het model, bij voorkeur opgenomen in een bijlage bij het projectplan. Ook dient bewijsmateriaal over de wetenschappelijke toetsing te worden geleverd.

Bij de aanvraag om SNK-koolstofcertificaten te verkrijgen dient het bijbehorende projectplan dus curves (of tabellen) te bevatten voor zowel de verwerking, als voor de CO₂-binding, als functie van de tijd voor de olivijnspecificatie die de projecteigenaar wil gaan gebruiken voor het project. Bestaat een project uit meerdere deelprojecten met een verschillende olivijnspecificaties, dan dient het projectplan daarvoor verschillende curves of tabellen te bevatten. De projectpartijen dienen zelf de berekening met een geschikt model te regelen en dragen ook zelf de kosten.

8. Bepaling emissiereductie

De emissiereductie is gelijk aan de CO₂-vastlegging door het olivijn zoals berekend in paragraaf 6 minus een korting met 15% vanwege de CO₂-uitstoot in de keten (winning, processing en transport) (bij optie a), tenzij de projecteigenaar ervoor kiest de klimaatvoetafdruk van de keten zelf te gaan uitwerken en deze te vergelijken met de voetafdruk van de referentiebouwstof (optie b). Het gesaldeerde effect van de klimaatvoetafdruk van de keteneffecten van olivijn en de referentiebouwstof wordt in dat geval verdisconteerd met het hoofdeffect A (de CO₂-vastlegging door het olivijn).

9. Plan voor monitoring van projectvoortgang

In het projectplan waarmee een aanvraag voor het verkrijgen van koolstofcertificaten wordt ingediend (het gaat hier om projecten met een berekend CO₂-effect van tenminste 1 kton over de eerste 30 jaar van de looptijd van het project), moet zijn aangegeven hoe de monitoring van het project zal plaatsvinden.

Aspecten/voorwaarden die in de monitoring moeten worden meegenomen zijn:

- Is de hoeveelheid olivijn uit het projectplan ook daadwerkelijk aangekocht, inclusief de specificaties zoals korrelgrootte (facturen) en gebruikt op de manier zoals beschreven (foto's of visuele inspectie).
- Bewijsmateriaal waaruit blijkt dat de ex-ante vastgestelde klimaatvoetafdruk voor deze specifieke olivijn toepassing overeenkomt met hoe winning, proces en transport daadwerkelijk hebben plaatsgevonden (ingeval de projecteigenaar kiest voor optie b).
- Controle of de olivijn of het product waarin olivijn is verwerkt, er na x jaar nog ligt, respectievelijk in goede staat is. Deze controle dient in ieder geval eenmaal per 5 jaar plaats te vinden. Een mogelijkheid om zulke controles uit te voeren is het gebruik van satellietbeelden. Op momenten dat door de projecthouder certificaten bij SNK worden aangevraagd dienen de uitkomsten van kwaliteitscontroles (waaronder een actuele) te worden overlegd. Bij een **ex-ante verstrekking (vooraf)** van certificaten in tranches van bijvoorbeeld 10 jaar (zie paragraaf 10), gaat het dan om een periodieke controle na respectievelijk 5, 10, 15, 20, 25 en 30 jaar. Bij een kortere looptijd van een project, bijvoorbeeld 25 jaar, worden deze periodes aangepast. Zie voorbeelden in onderstaand tekstkader. Vindt **de verstrekking ex-post (achteraf)** plaats, dan mag de projecthouder zelf het moment van verificatie en verstrekking kiezen maar ook dan geldt dat er tenminste elke vijf jaar een kwaliteitscontrole heeft plaatsgevonden en ook dat er een actuele controle bij zit. De projecthouder is verantwoordelijk voor het (laten) uitvoeren van de kwaliteitscontroles en draagt deze over aan de verificatie-instelling

Voorbeeld van kwaliteitscontroles bij een project met ex-ante verstrekking van certificaten:

- looptijd project 30 jaar met om de 10 jaar een verificatiemoment.
- Bij de start: bewijs dat olivijn is gebruikt op de locaties en 1^e verstrekking van certificaten.
- Na 5 jaar: 1^e kwaliteitscontrole.
- Na 10 jaar: verificatiemoment, 2^e kwaliteitscontrole en verrekening met 2^e verstrekking van certificaten.
- Na 15 jaar: 3^e kwaliteitscontrole.
- Na 20 jaar: verificatiemoment, 4^e kwaliteitscontrole en verrekening met 3^e verstrekking van certificaten.
- Na 25 jaar: 5^e kwaliteitscontrole.
- Na 30 jaar: verificatiemoment, 6^e kwaliteitscontrole en eindafrekening van certificaten.

Is in het projectplan gekozen voor een looptijd van 25 jaar dan mag de projecthouder kiezen voor een op elkaar afgestemd schema van verificatiemomenten (in ieder geval drie) en kwaliteitscontroles (in ieder geval eenmaal per vijf jaar). Bij voorbeeld: t=5 (verificatie en controle), t=10 (controle), t=15 (verificatie en controle), t=20 (controle) en t=25 (verificatie en controle).

10. Verstrekking van certificaten

De binding van CO₂ komt op gang zo gauw olivijn in contact komt met (zuur) regenwater en is onomkeerbaar. Het verwerings- en bindingsproces blijft doorgaan mits het olivijn blijft blootgesteld aan lucht en regenwater. Het is daarmee een gestaag en zeker proces, mits juist toegepast. Het is wel een proces waarbij in de eerste

decennia het grootste effect optreedt, de totale CO₂-bindingscapaciteit zal pas op zeer lange termijn worden gerealiseerd (zie figuur 2 in paragraaf 7).

Wanneer wordt uitgegaan van een projectlooptijd van 30 jaar, kan de daarbij behorende CO₂-vastlegging voor die periode worden bepaald (volgens de paragrafen 4 t/m 7). De hieraan gekoppelde koolstofcertificaten worden dan in drie tranches van 10 jaar ex-ante aan de projecteigenaar (=de koper) van het olivijn verstrekt (bij de start en na 10 respectievelijk 20 jaar), waarbij steeds 15% van de certificaten in een buffer wordt achtergehouden voor het geval uit de verificatie mocht blijken dat de beoogde resultaten niet worden bereikt, bijvoorbeeld omdat het olivijn niet in de veronderstelde staat wordt aangetroffen. Dit is in lijn met de inhoud van de SNK-beleidsregel over ex-ante verstrekking van certificaten. Mocht aan het eind van een tranche blijken dat de buffer niet hoeft te worden aangesproken, dan worden deze certificaten alsnog uitgereikt aan de projecteigenaar. Let op: deze buffer van 15% is iets anders dan de korting van 15% die sowieso wordt doorgevoerd wanneer de projecteigenaar ervoor kiest de aparte klimaatvoetafdrukanalyse van de keten voor olivijn en het referentieproduct niet uit te werken voor het project (optie a in paragraaf 4). De verstrekking van de certificaten over drie tranches is gebaseerd op de mate van verwerking in de drie tijdvakken, die wordt afgeleid van het verloop van de betreffende modelcurves. De ex-ante verstrekking is daarmee dus niet driemaal een gelijke hoeveelheid van 33% van het totale effect over de looptijd.

Belangrijke voorwaarde voor de ex-ante verstrekking van de certificaten is verder dat de certificaten voor de 1^e tranche pas worden verstrekt, nadat de projecthouder heeft aangetoond dat hij het olivijn heeft aangekocht en mogelijk heeft verwerkt in een product en dat het olivijn/product op de locatie is gebruikt. Olivijn kan direct worden gebruikt (bijvoorbeeld in een schouwpad langs het spoor) of verwerkt in een product (een voorbeeld hiervan is de verwerking van olivijn in het substraat van groene daken). Wordt olivijn door een fabrikant verwerkt in een product, dan is het denkbaar dat de verwerking al begint nog voordat het product op de eindlocatie bij de koper/gebruiker is aangekomen.

11. Risico's

De volgende risico's kunnen worden onderkend:

- Als olivijn onder goede omstandigheden (met blootstelling aan lucht en water) wordt gebruikt, zal het jarenlang zijn werk doen, als het maar gewoon blijft liggen. Als het om wat voor reden zou worden 'opgeruimd', stopt het proces. Dit zal blijken bij de periodieke inspecties (zie paragraaf 9) of uit een melding van de projecteigenaar. Dit zal leiden tot een verrekening met de in buffer achtergehouden certificaten. Nieuwe certificaten en resterende tranches worden aan de eerste eigenaar dan niet meer uitgereikt.
- Olivijn wordt met diverse specificaties (korrelgrootte, zuiverheid, etc.) geleverd waarbij de leverancier verantwoordelijk is voor de informatie daarover (het betreft een gecertificeerd product). Per specificatie verschilt de mate en snelheid van CO₂-binding. Deze spreiding zal moeten worden afgedekt door bijbehorende simulatiecurves met het verloop van de CO₂-binding in de tijd. Per specificatie is de CO₂-binding dan gemakkelijk vast te stellen. De leverantie dient overeen te komen met wat daarover is opgenomen in het projectplan. De projecteigenaar is verantwoordelijk voor het werken met de juiste simulatiecurves, informatie hierover moet worden overlegd op de verificatiemomenten.
- Olivijn bevat Nikkel. Dit was in het verleden een behoorlijke belemmering voor de toepassing van olivijn en dus voor het behalen van CO₂-impact. Voor civiele toepassingen is het materiaal inmiddels gekeurd en voldoet het aan de wettelijke normen voor bouwstoffen. Hierdoor is er geen belemmering voor civiele toepassingen van olivijn.

12. Publicaties

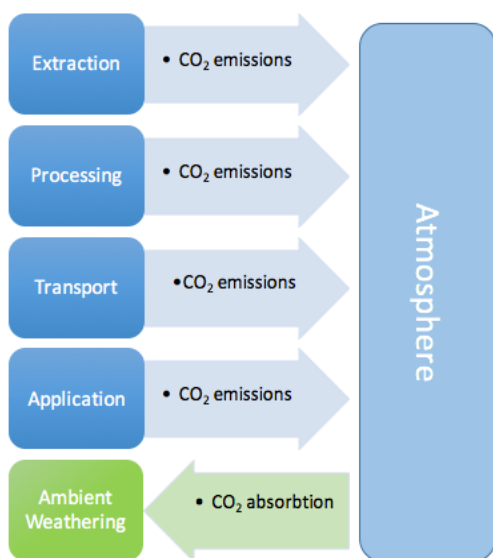
Publicaties (allemaal 'Open Access'):

1. 2007 Olsen "Forsterite Dissolution Kinetics: Applications and Implications for Chemical Weathering" <https://vtechworks.lib.vt.edu/handle/10919/28213>
2. 2008 TNO "Desk study on the feasibility of CO₂ sequestration by mineral carbonation of olivine" https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:40102549
3. 2012 Deltares "Toepassing van olivijn in RWS-werken Inventarisatie van mogelijkheden voor een pilot" http://publications.deltares.nl/1203661_000.pdf
4. 2012 Deltares "Olivijn legt CO₂ vast in de gemeente Rotterdam Mogelijkheden voor praktijktoepassingen en klimaatdoelstellingen" http://publications.deltares.nl/1206650_000.pdf
5. 2012 ten Berge "Olivine Weathering in Soil, and Its Effects on Growth and Nutrient Uptake in Ryegrass (*Lolium perenne* L.): A Pot Experiment" <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0042098>
6. 2012 Koornneef "Environmental life cycle assessment of CO₂ sequestration through enhanced weathering of olivine" Working paper.
7. 2013 Movares "Het Groene Schouwpad" <https://cdn.movares.nl/wp-content/uploads/2013/05/Groene-schouwpad-Movares-eindrapport-2013.pdf>
8. 2017 Montserrat "Olivine Dissolution in Seawater: Implications for CO₂ Sequestration through Enhanced Weathering in Coastal Environments" <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.6b05942>
9. 2018 Planbureau voor de Leefomgeving "Negatieve emissies - Technisch potentieel, realistisch potentieel en kosten voor Nederland" <https://www.pbl.nl/publicaties/negatieve-emissies-technisch-potentieel-realistisch-potentieel-en-kosten-voor-nederland>
10. 2019 Huub van Erp "Carbonfootprint of CO₂ Sequestration by Olivine" (Bachelor Thesis, Applied Earth Sciences).

Bijlage 1: Voorwaarden voor de eigen berekening van ketenemissies

SNK-format voor klimaatvoetafdruk olivijnketen (A-D in paragraaf 4)

Voordat olivijn kan worden toegepast voor onttrekking van CO₂ aan de atmosfeer, moet het eerst worden gewonnen, bewerkt en getransporteerd. Voor die keten is energie nodig waarbij vrijwel altijd CO₂-emissies vrijkomen. Voor het verkrijgen van SNK-certificaten moet worden uitgegaan van het gesaldeerde effect (zie onderstaande figuur). Voor een eerlijke vergelijking moet ook naar het product worden gekeken dat door het olivijn wordt vervangen, en naar de ketenemissies van dat product (de baseline).



Omdat er veel variaties denkbaar zijn in de ketens voor olivijn en het product dat wordt vervangen, is het niet goed mogelijk hiervoor standaardwaarden te hanteren. Tegelijkertijd zijn de berekeningen voor niet-experts bewerkelijk. Daarom is in het Methodedocument Olivijn de mogelijkheid geboden voor een forfaitaire aftrekpost van 15% (optie a). Hiermee wordt de variant afgedekt waarbij olivijn hoge ketenemissies heeft (fijne korrel en lang transport) en het product dat wordt vervangen relatief lage. Omdat zeker varianten bestaan die gunstiger scores, wordt aan de projectinitiator de mogelijkheid geboden zelf een berekening uit te voeren. Hieronder is aangegeven waar deze berekening aan moet voldoen.

Figuur 2. Opzet voor de eigen berekening van de ketenemissies (optie b uit Methodedocument, paragraaf 4)

Voor de eigen berekening gelden de volgende voorwaarden:

- De berekening moet zowel betrekking hebben op de ketenemissies van olivijn als die van het product dat anders zou zijn gebruikt (de baseline). Uiteindelijk gaat het om het saldo van de twee ketens, dat zowel positief als negatief kan zijn.
- De volgende ketenonderdelen en specificaties moeten worden beschreven en berekend (zie Figuur 2):
 - *Winning (extraction)*: land, locatie, technieken en energiegebruik;
 - *Bewerking (processing)*: processtappen (vergruizen/malen), korrelgroottes en energiegebruik;
 - *Transport*: type (weg/spoor/schip), afstanden en energiegebruik;
 - *Handelingen op locatie (application)*: vervoer, verspreiding, materieel en energiegebruik.
- Omrekening van elk energiegebruik naar een CO₂-equivalent emissie: met gebruikmaking van actuele en landen/regio-specifieke emissiefactoren (voor Nederland: www.co2emissiefactoren.nl). Indien relevant moeten in de vergelijking ook andere broeikasgassen worden betrokken.
- De berekening moet qua opzet transparant zijn, d.w.z. narekenbaar, met vermelding van openbare bronnen.
- De berekening moet onderdeel zijn van het projectplan waarmee de aanvraag voor SNK-certificaten wordt onderbouwd.