



## Onderzoek aan 'groen' beton

Spontane begroeiing van betonconstructies met algen, schimmels, mossen en korstmossen is een veel voorkomend verschijnsel. Dit wordt vaak als onwenselijk beschouwd vanuit esthetisch oogpunt, maar zeker ook als de begroeiing gepaard gaat met schade, al hoeft dit nog niet te betekenen dat de schade veroorzaakt wordt door de spontane begroeiing. Anderzijds kan spontane begroeiing ook als nuttig worden beschouwd.

Auteurs: Dr. ir. Marc Ottel  en dr. Henk Jonkers

Algen en mossen, maar voornamelijk bepaalde kleurige korstmossen kunnen het betonoppervlak verfraaien en bovendien een positieve milieubijdrage leveren door bijvoorbeeld het 'vasthouden' van regenwater, het invangen van fijnstof en stikstofoxiden en het verhogen van de biodiversiteit. In voorgaande studies zijn aanwijzingen gevonden dat algen en vooral korstmossen de oppervlaktelaag van beton kunnen verdichten, wat een gunstig effect kan hebben op de levensduur van constructies. Waarom bepaalde typen beton wel en andere niet spontaan begroeid raken, is echter nog grotendeels onduidelijk. Vele factoren en combinaties hiervan kunnen een rol spelen, zoals de samenstelling van het betonmengsel, de ouderdom en milieuomstandigheden.



*Aanpassing van de betonnen buitenhuid om begroeiing door varens, algen en bijvoorbeeld mossen mogelijk te maken. Hier is ervoor gekozen om de oppervlaktestructuur van het beton aan te passen zoals besproken in jaargang 2 nr.5, 2011. Dit artikel beschrijft een diepgaandere studie naar het materiaal beton zelf en hoe de mengsamenstelling hierin eventueel een rol speelt. Op deze wijze zou het mogelijk worden om gewone, traditionele betonnen constructies te maken met een groen uiterlijk, zoals het gemeentekantoor in Reykjavik (IJsland), en anderzijds om mos en algengroei definitief uit te sluiten. Foto H. van Bohemen.*



In vakblad Dak&Gevel Groen (jaargang 2, nr. 5 – 2011) werd de begroeide huid voor betonnen gebouwen al besproken. In dit innovatieve onderzoek, al gestart in 2008, werden, zoals in het betreffende artikel staat vermeld, verschillende betonnen poreuze proefstukken ontwikkeld in samenwerking met het Cement&BetonCentrum. De proefopzet was simpel: kunnen we erin slagen om in het 'harde' materiaal beton plantjes te laten groeien? Beton met steenachtige eigenschappen en bijbehorend uiterlijk, dat zou toch moeten lukken? Wel, zo simpel kunnen we het niet stellen. Hoewel in dit onderzoek goede resultaten zijn geboekt ten aanzien van het mogelijk maken van plantengroei op beton, gaat dit artikel verder niet in op de vraag of en hoe begroeiing de oppervlaktestructuur van het beton verandert, maar vooral niet op de relatie tussen betonmengselsamenstelling en de invloed hiervan op de begroeibaarheid van betonconstructies. Beton heeft veel weg van een steenachtig

materiaal. Toch zijn de eigenschappen niet helemaal hetzelfde als die van bijvoorbeeld rotsen, vulkanisch gesteente of metselwerk. Het gaat te ver om hier in detail betontechnologische uitdagingen te bespreken, maar een belangrijke parameter is de pH-waarde van beton. Beton is te beschrijven als een materiaal met een hoge alkaliniteit ( $\text{pH} \approx 13$ ), wat voornamelijk wordt veroorzaakt doordat cement en water verhardten tot calcium-silicaathydraat. Tijdens de chemische reactie waarbij de cementsteen ontstaat, wordt er o.a. calciumhydroxide ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) gevormd. De calciumhydroxide zorgt voor een pH-waarde van het poriewater van meer dan 12,5. Een dergelijke hoge pH-waarde wordt over het algemeen niet gewaardeerd door vegetatie, terwijl het ons als bouwers wel goed uitkomt: het zorgt er namelijk voor dat de stalen wapening in het beton niet gaat corroderen (wat uiteindelijk resulteert in schade).

De pH-waarde van beton kan oppervlakkig (denk aan millimeters tot enkele centimeters, bij ernstige aantasting en/of slechte kwaliteit beton) worden aangetast door verschillende invloeden, waardoor deze (lokaal) daalt. Door deze daling wordt het betonoppervlak opengesteld voor de vestiging van mossen, algen en korstmossen; althans, dat is wat we vermoeden en wat ook wel door enig wetenschappelijk onderzoek wordt onderbouwd. Maar hoe kan het dan dat sommige oppervlakken wel en andere niet begroeid raken? Waarom raakt het ene beton veel sneller begroeid dan het andere? Eigenlijk meer vragen dan antwoorden.

De pH, voedingsstoffen en vochthuishouding zijn essentieel voor de vestiging van planten; niet iets waar men dagelijks bij stilstaat, zou je denken, bij het maken van beton en bijbehorende constructies (tunnels, viaducten geluidschermen e.d.).

Waarom dan toch ineens deze belangstelling voor het materiaal beton en de bijbehorende planten? Wel, deze vraag is eenvoudiger te beantwoorden. Er blijken op dit moment in de praktijk betonconstructies voor te komen waarop een weelderige begroeiing plaatsvindt, vaak in combinatie met schade. Maar er zijn ook constructies met een dikke laag algen en mossen zonder schade. Frappant genoeg blijken deze constructies relatief 'jong' te zijn en niet vergelijkbaar met oudere (denk aan >30 jaar) betonconstructies.

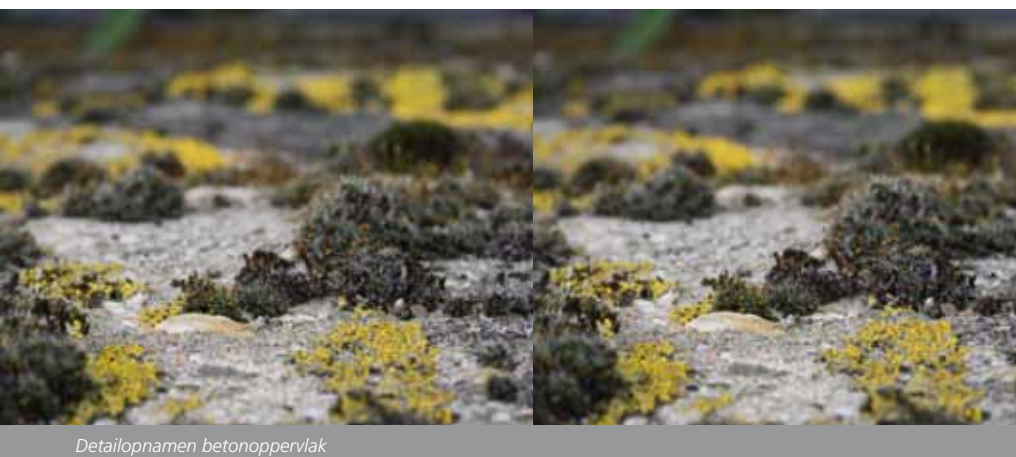
## Algen en mossen, maar voornamelijk bepaalde kleurige korstmossen kunnen het betonoppervlak verfraaien

Dit alles in beschouwing nemende lijkt het erop dat de mengselsamenstelling van het beton in de loop der jaren is veranderd. Met de mengselsamenstelling bedoelen we cementtype en fijnheid, toeslagmaterialen en hulpstoffen. Vooral de hulpstoffen zijn in de afgelopen tientallen jaren sterk ontwikkeld en op grotere schaal toegepast. Meest bekend en toegepast in de bouwwereld zijn de waterreducerende/plastificerende hulpstoffen. Daarmee kan de benodigde hoeveelheid water in beton worden verminderd, of de werkbaarheid worden verbeterd. Opnieuw rijst er een vraag: zou het aan de hulpstoffen kunnen liggen? Maar ja, waarom dan soms wel en soms niet?

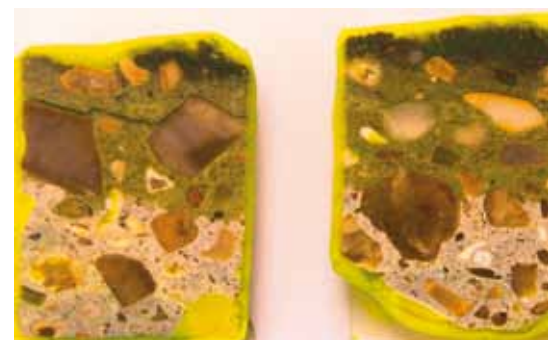
Onderzoek is hier nodig. We vermoeden eigenlijk al dat het vóórkomen van wel of geen uitbundige



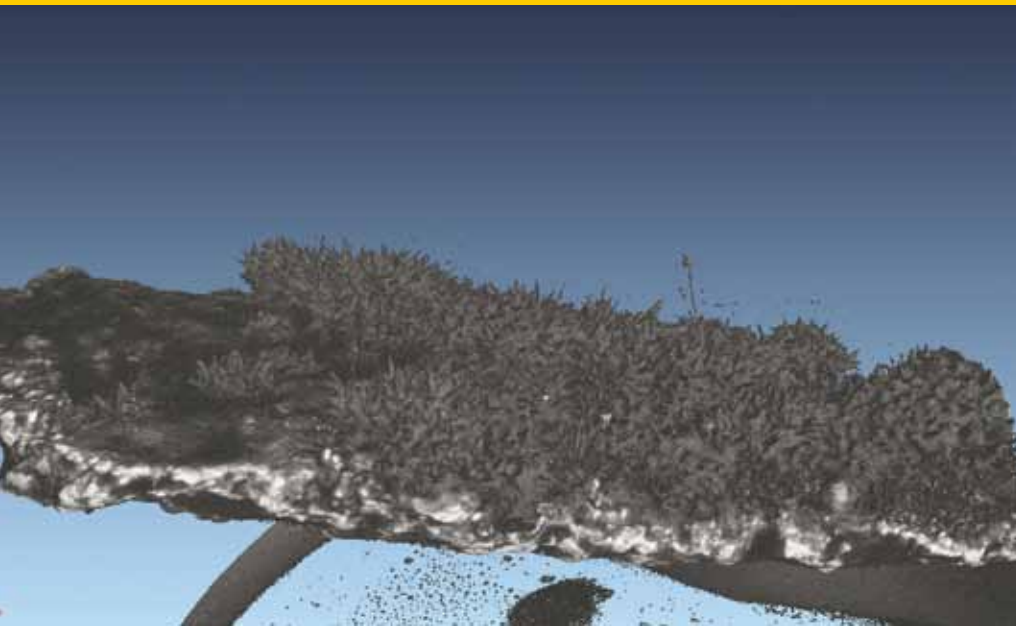
*Figuur 2a Verweerd betonoppervlak gekoloniseerd door mossen, een veel voorkomend lokaal verschijnsel op oudere betonconstructies. Door het verweerde oppervlak worden vocht en bodemstofdeeltjes langer vastgehouden door het beton, waardoor een voedingsbodem gecreëerd wordt voor vegetatie.*



*Detailopnamen betonoppervlak*



*Figuur 3 Doorsnede van het betonoppervlak, waarbij duidelijk een oppervlakkige moslaag zichtbaar is, gepaard met schadeontwikkeling (scheurvorming). Vaak wordt de vegetatie als schuldige aangewezen voor de schade. Onderzoek aan de betreffende constructie heeft uitgewezen dat de mossen niet de oorzaak zijn van de schade, maar dit probleem wel verergeren (langer vasthouden van vocht onder wintercondities).*



*Figuur 4 Detailopname gemaakt met een CT-scanner, om de aanhechting van de moslaag op het betonoppervlak beter inzichtelijk te maken. Dit om meer te weten te komen over de symbiose van (korst)mossen, algen en het materiaal beton.*

begroeiing samenhangt met een combinatie van verschillende factoren, zoals eerder uiteengezet (pH, vochthuishouding, doorontwikkelde betonsamenstelling en nabehandelen van het verse betonoppervlak). Maar zoals gesteld gaat het meer om toeval dan dat we feitelijk weten wat we doen.

De doelstelling van het onderzoek is dan ook een ontwerpgereedschap of 'ontwerpmodel' te ontwikkelen waarmee belanghebbenden (eigenaren, architecten, adviseurs, aannemers, leveranciers en wetenschappers) het type en de mate van begroeiing op betonconstructies kunnen sturen. Daarvoor dient een reeks wel en niet begroeide



*Figuur 5 Een gebouw uitgevoerd in schoonbeton. Een mooi voorbeeld van een plek waar het lokaal ontstaan van algengroei onwenselijk is, zoals is te zien op de foto. Door het beheersen van de materiaaleigenschappen zouden we dus in staat moeten zijn om dergelijke lokale vervuiling van het oppervlak uit te sluiten. Bij andere constructies zouden we dit juist kunnen stimuleren, door het oppervlak volledig te laten begroeien door bijvoorbeeld algen en mossen.*

bestaande betonconstructies van verschillende leeftijden onderzocht te worden op mate en type van voorkomende begroeiing, betonsamenstelling en omgevingsparameters. In het tweede bestand worden relaties tussen parameters en factoren uit het eerste bestand gelegd. Deze dienen als basis voor het voorspellen van de mate en het type van spontane begroeiing op nieuw te bouwen betonconstructies. Op basis van deze kennis en voorspellingen zal een reeks betonelementen gemaakt worden welke gevolgd zullen worden voor het optreden van spontane begroeiing, ter validatie van het ontwerpmodel.

## Het kunnen sturen van spontane vegetatiebegroeiing op betonconstructies is belangrijk, omdat zo veel op onderhoudskosten bespaard kan worden

Het kunnen sturen van de mate van spontane vegetatiebegroeiing op betonconstructies is belangrijk, omdat daarmee in het bijzonder op onderhoudskosten veel geld bespaard kan worden. Afhankelijk van de doelstelling en functionaliteit van een constructie kan begroeiing wel of juist niet wenselijk zijn. Zoals eerder gesteld kan vegetatiegroei bijdragen aan het verhogen van de ecologische waarde van constructies, met name door het invangen en daardoor verlagen van het fijnstof- en stikstofoxidegehalte in de lucht, de werking als waterbuffer en het verhogen van de biodiversiteit en de esthetische waarde. Wanneer de relaties tussen de bepalende factoren zoals betonmengselsamenstelling, betoneigenschappen, omgevingsfactoren en het voorkomen van spontane begroeiing opgehelderd zijn, kan dit gebruikt worden om voor nieuwe constructies het type en de mate van begroeiing te voorspellen. Het sturen van vegetatiegroei en het gebruik ervan als indicator voor de betonkwaliteit, zal belanghebbenden in staat stellen te besparen op productie, onderhoud en reparatiekosten en tegelijkertijd de esthetische en ecologische functionaliteit van betonconstructies te verhogen op een natuurlijke manier.