

## Circulair beton bij Urban Mine



Foto 1 Stubeco op bezoek bij Urban Mine

*Beton is een materiaal dat uitstekend kan worden gerecycled. In een tijd met hoge ambities op het gebied van milieu en circulariteit is dat positief nieuws. Met het hergebruik van betonpuin bespaar je niet alleen primaire grondstoffen, ook de milieulast bij de productie van nieuw beton gaat omlaag. En de toepasbaarheid van betonpuin wordt alleen maar beter. Door moderne breek- en scheidingstechnieken is de kwaliteit gerecycled beton er de laatste jaren enorm op vooruitgegaan. Zelfs de fijnste delen zijn opnieuw te gebruiken, onder meer bij de productie van nieuw cement. Urban Mine is koploper op dit gebied.*

### **Excursie Stubeco**

Stubeco bracht op 18 januari 2024 een bezoek aan Urban Mine. Dit Zaanse bedrijf, onderdeel van de Rutte Groep, maakt beton van gerecyclede materialen. Belangrijk onderdeel in het recycleproces in hun zogenoemde Smart Liberator, waarmee betonpuin kan worden verwerkt tot kwalitatief hoogwaardige grondstof voor nieuw beton.

Na een interessante lezing door [René Rutte](#), directeur van de Rutte Groep, volgde een rondleiding over het enorme terrein aan de Dirk Metselaarhaven, langs verschillende bunkers, de Smart Liberator en de productielocaties van betonmotel en prefab betonelementen.

Dit artikel is tot stand gekomen mede op basis van de informatie die René Rutte tijdens het Stubeco-bezoek heeft gedeeld.

De productie van beton gaat gepaard met veel CO<sub>2</sub>-uitstoot. Dat is met name te wijten aan de productie van cement, en dan vooral van portlandcementklinker, het belangrijkste bestanddeel. De CO<sub>2</sub>-uitstoot van klinker heeft verschillende oorzaken (fig. 2). In de eerste plaats is energie nodig voor het verwarmen van de ovens waarin de klinker wordt gemaakt. De tweede, meest belangrijke oorzaak is dat er CO<sub>2</sub> vrijkomt bij de calcinatie van kalksteen (bij de chemische reactie). Als je alle CO<sub>2</sub>-emissie optelt kom je uit op ongeveer één ton CO<sub>2</sub> per ton cement (sterk afhankelijk van type cement en productiewijze).

Cement draagt naar schatting circa 7% bij aan de mondiale CO<sub>2</sub>-uitstoot. Die grote impact is grotendeels te wijten aan de grote hoeveelheid cement die wereldwijd wordt toegepast, ook in landen als China en India. In Nederland is het beeld een stuk gunstiger: de CO<sub>2</sub>-uitstoot door cement bedraagt hier slechts 1,2%. Dat is vooral te danken aan het relatief grote aandeel hoogovencement in ons land (fig. 3). Hoogovencement bestaat voor een groot deel uit gemalen gegraneerde hoogovenslak, dat vrijkomt bij de productie van ruwijzer. Hoewel sinds kort ook een deel van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van slak moet worden toegerekend aan hoogovencement, heeft dit type een veel gunstiger milieuprofiel dan portlandcement.

### Vergroening betonsector

Toch moet ook in Nederland de CO<sub>2</sub>-uitstoot van cement en beton omlaag, om bij te dragen aan de doelstellingen van het klimaatakkoord van Parijs (opwarming van de aarde onder de 2°C). Extra uitdaging daarbij is dat het aanbod hoogovenslak sterk gaat afnemen. Vliegashoudend materiaal dat wordt toegepast bij de productie van cement, is door het sluiten van kolengestookte elektriciteitscentrales nu al nauwelijks meer beschikbaar.

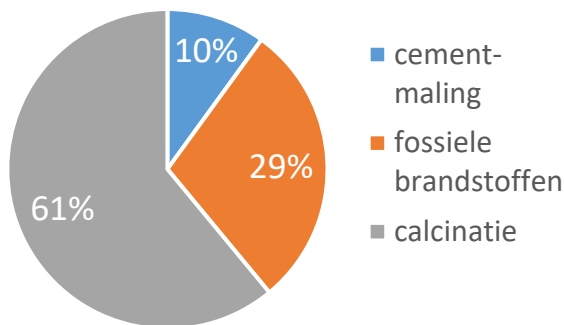
Naast de reductie van CO<sub>2</sub>-emissies zijn ook de ambities op het gebied van circulariteit groot. De nationale doelstelling is een halvering van het primaire grondstoffenverbruik in 2030 en een volledig circulaire economie in 2050.

De betonsector moet ook zijn steentje bijdragen aan een circulaire economie en minder CO<sub>2</sub>-uitstoot. In dat opzicht is het positief dat beton zo goed is te recyclen, mede dankzij de hoge kwaliteit van de ingrediënten, het zand, grind en bindmiddel.

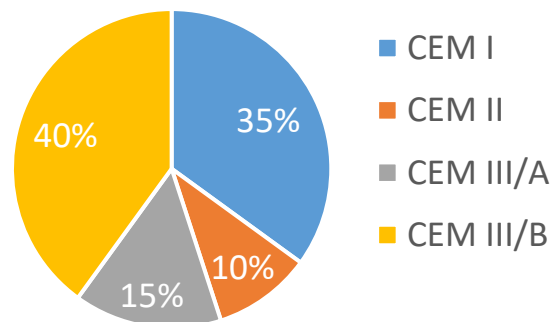
De kunst is de ingrediënten van beton in zo hoog mogelijke kwaliteit uit het betonpuin te halen en dat zo hoogwaardig mogelijk toe te passen, bij voorkeur in nieuw beton.



*We gaan naar een tijd waarin betonpuin geld waard wordt*



Figuur 2 Oorzaak CO<sub>2</sub>-emissies cement, bron: Heidelberg Materials België/Nederland



Figuur 3 Gebruik cement in Nederland

### **Smart Crusher-techniek**

De kwaliteit van gerecyclede betonpuin kan door moderne, innovatieve recyclingsmethoden sterk worden verbeterd. Er zijn meerdere voorbeelden van die nieuwe recyclingsmethoden. Bij Urban Mine wordt gebruikgemaakt van de zogenoemde *Smart Liberator* (foto 4). Onderdeel hiervan is de *Smart Crusher*-techniek, uitgevonden door Koos Schenk. Dit is een breektechniek waarbij twee kaken niet alleen horizontaal maar ook verticaal bewegen, waardoor het betonpuin onder afschuifkrachten wordt verkleind. Omdat de afschuifsterkte van beton veel lager is dan de druksterkte, vergt dit veel minder energie. Vanwege het sterkteverschil tussen de toeslagkorrels en de cementsteen, vindt er ook veel minder breuk in het toeslagmateriaal plaats. Door de poreuze grenslaag tussen toeslagmateriaal en cementsteen vindt breuk veelal in deze zone plaats. Hierdoor blijft er slechts weinig cementsteen aan het toeslagmateriaal zitten. En juist die cementsteen heeft een negatieve invloed op de kwaliteit van het granulaat.



Foto 4 *Smart Liberator*

### **In- en uitstroom**

De kwaliteit van de instroom in de *Smart Liberator* is heel bepalend voor de kwaliteit van de uitstroom. Populair gezegd: *garbage in is garbage out*. Dichtheid van het puin heel bepalend voor die kwaliteit. Een dichtheid van 2200 kg/m<sup>3</sup> is een belangrijke grens. Zit het grove toeslagmateriaal daar boven dan is het hoogwaardig en valt het volgens de norm in de hoogste categorie A1.

Urban Mine ontvangt bij voorkeur materiaal dat niet te fijn is gebroken, zodat nog niet alles kapot is geknepen en er nog niet te veel vocht en CO<sub>2</sub> is opgenomen. Het liefst hebben ze delen ter grootte van een voetbal. Dat betekent wel dat er nog de nodige vervuiling in kan zitten, zoals elektriciteitsdraad. Deze verontreinigingen zijn er in het opschoonproces goed uit te halen.

Voordat de brokken verder worden gescheiden, worden ze eerst iets kleiner gemaakt, de zogenoemde precrushing. Daarna volgt het opschoonproces, waarbij het materiaal wordt gesplitst op dichtheid. Hierbij wordt gebruikgemaakt van een radioactieve bron. Het materiaal dat zwaarder is dan 2200 kg/m<sup>3</sup> gaat vervolgens naar de *Smart Liberator*.

Via een zeefsysteem komen er verschillende stromen uit de *Smart Liberator*. In eerste instantie twee: de grove fractie en een fijne fractie 0/4 mm. Het grove materiaal kan direct worden toegepast in beton (bij Urban Mine heet het dan *freegravel*). De fijne fractie wordt in de zogenoemde *Smart Refiner* weer onderverdeeld in drie stromen. De zandfractie (*freesand*), die net als het *freegravel* direct toepasbaar is beton. De andere twee stromen zijn de zogenoemde *recycled concrete fines* (RCF, bij Urban Mine *freement* genoemd). Die zijn weer onder te verdelen in *coarse* (relatie grovere fractie) en *fine* (fijnste fractie).





Foto 5 Freegravel, freesand, freement course en freement fine

“

*Er bestaat een duidelijke relatie tussen de waterabsorptie van het toeslagmateriaal en de krimp van beton*

### Vervanging toeslagmateriaal

Hoeveel toeslagmateriaal in het beton mag worden vervangen, staat in de betonnormen, de EN 206 [1] en de NEN 8005 [2], de Nederlandse invulling van de EN 206. Het maximale vervangingspercentage van grof toeslagmateriaal door betongranulaat van type A1 was volgens NEN 8005 tot voor kort 50% (v/v) in milieuklasse X0 en 30% in de overige milieuklassen. In CUR-Aanbeveling 112 [4] zijn die grenzen iets verruimd, tot een maximale sterkteklasse (C50/60) en met correctiefactoren op de E-modulus, de krimp en de kruip van het beton. Toepassing van fijne fracties uit betongranulaat was geregeld in CUR-Aanbeveling 106 [3]: tot betonsterkteklasse C35/45 maximaal 50% bij bepaalde toepassingen.

De kwaliteit van het toeslagmateriaal is dankzij de nieuwe technologie beter dan we gewend zijn. Dat maakt hogere vervangingspercentages mogelijk. Om dit ook normtechnisch te regelen is in 2022 CROW-CUR Aanbeveling 127 [5] opgesteld.

In deze aanbeveling is de waterabsorptie van het granulaat een belangrijk criterium. Het idee hierachter is dat er een duidelijke relatie bestaat tussen de waterabsorptie van het toeslagmateriaal en de krimp van beton. Onder bepaalde voorwaarden mag het vervangingspercentage grof toeslagmateriaal tot 100% worden verhoogd, en het fijn toeslagmateriaal tot 60%. Deze percentages zijn mogelijk bij een maximale waterabsorptie van 22,5 kg/m<sup>3</sup>. Bij constructies waarbij krimp en kruip geen relevante rol spelen, ligt die grens 30,0 kg/m<sup>3</sup>.

In de nieuwste versie van de NEN 8005 is CROW-CUR Aanbeveling 127 van toepassing verklaard dus onder voorwaarden zijn deze hogere percentages nu ook wettelijk mogelijk. Overigens blijven ook CUR-Aanbeveling 112 en CUR-Aanbeveling 106 van kracht.

### **Nieuwe cementen**

Waar de secundaire grove en fijne fractie het grind en zand kunnen vervangen, zijn de eerder genoemde *recycled concrete fines (freement)* een mogelijke grondstof voor nieuw cement. Daarmee kan het klinkeraandeel in cement worden beperkt en dus het CO<sub>2</sub>-profiel worden verbeterd.

Er is sinds kort een nieuwe cementnorm uit, de EN 197-6, waarin toepassing van RCF normtechnisch is vastgelegd. In totaal zijn er zes nieuwe cementsoorten bij gekomen met een aandeel RCF oplopend tot 35%.

Urban Mine levert het grovere *freement (coarse)* momenteel aan Heidelberg Cement voor verdere verwerking in hun cementen.

*Recycled concrete fines* kunnen ook rechtstreeks in beton worden toegepast. Urban mine doet dat met het fijne *freement (fine)* bij de productie van hun eigen prefab betonelementen, zoals kademuren, betonputten en betonplaten (via dochterbedrijf *Smart Circular Products*). In het beton voor die elementen is een deel van het cement vervangen door *freement*. Voor prefab betonelementen is toepassing van en *recycled concrete fines* eenvoudiger dan in betonmortel, omdat de keuring geschiedt op basis van een gereed product.

### **Activeren cement**

*Recycled concrete fines* zijn op verschillende manieren te activeren, zodat ze bijvoorbeeld ook als bindmiddel in betonmortel kunnen worden toegepast. Sowieso bevatten de *fines* een deel ongehydrateerd cement – niet alle cement in het beton reageert immers –, dat dus ook bij hergebruik nog reactief is.

Maar ook het gehydrateerde deel kan reactief worden gemaakt. Een van de mogelijkheden daartoe is carbonatatie. RCF's kunnen namelijk reageren met CO<sub>2</sub> (carbonateren), waarmee ze worden gemineraliseerd en puzzolane eigenschappen krijgen. Het is zelfs mogelijk om bij deze carbonatatie gebruik te maken van CO<sub>2</sub> die vrijkomt bij de productie van portlandcementklinker. Hiermee snijdt het mes aan twee kanten. Een tweede mogelijkheid is het reactief maken van RCF met een warmtebehandeling.

Met beide principes wordt nu op diverse plaatsen ervaring opgedaan. Er is echter nog veel onderzoek nodig voordat dit op grote schaal toepasbaar is.

### **Kwaliteit bronmateriaal**

De kwaliteit van het betonpuin is bepalend voor de mate waarin het kan worden hergebruikt. Het is daarom van belang om bij het 'oogsten' zoveel mogelijk te weten over het bronmateriaal. Het mooiste is het als die informatie kan worden verkregen uit bestekken, tekeningen of afleverbonnen. Maar die documenten zijn lang niet altijd beschikbaar, te meer omdat het puin dat nu vrijkomt van constructies afkomstig is van 30 tot 50 jaar geleden is. In de toekomst wordt dat beter dankzij initiatieven als het materialenpaspoort en Madaster.

Om bij onvoldoende informatie toch te weten wat de kwaliteit van het puin is, kan nader onderzoek worden gedaan. Er kunnen bijvoorbeeld boorkernen worden gemaakt en eventueel slijtplaatjes, die kunnen worden onderzocht, zo nodig met behulp van een microscoop. Er wordt nu ook gewekt aan een *handheld device* waarmee je niet-destructief de kwaliteit van het beton kunt vaststellen.



*Met recycled concrete fines in cement kan het klinkeraandeel worden beperkt en dus het CO<sub>2</sub>-profiel worden verbeterd*

### Vraag en aanbod

De ontwikkelingen op het gebied van recycling en circulariteit gaan snel en de markt is volop in beweging. Momenteel moet je meestal nog betalen om je betonpuin ergens te leveren. De verwachting is dat we naar een tijd gaan waarin betonpuin geld waard wordt, zeker als het van goede kwaliteit is.

Veel is afhankelijk van de prijs van primaire grondstoffen. CO<sub>2</sub>-beprijzing via het ETS (*Emissions Trading System*) is hierbij een belangrijke factor, zeker voor cement. Op dit moment ligt de prijs volgens dat systeem rond de € 60 per ton CO<sub>2</sub> [6]. Door de afbouw van de emissierechten vanaf 2025 gaat die prijs onherroepelijk stijgen en daarmee ook de prijs voor cement. Zo wordt milieuvriendelijker cement vanzelf interessanter, bijvoorbeeld cement op basis van *Recycled concrete fines*.

Voor toeslagmateriaal speelt het aanbod een grote rol. Op dit moment wordt het meeste granulaat nog verwerkt in wegfunderingen. Maar ook dat is binnenkort verleden tijd. En dat kan ook, er zijn voldoende alternatieven. Hierdoor zal al het vrijkomende betonpuin hoogwaardig worden toegepast in nieuw beton. Niet dat daarmee volledig aan de vraag naar toeslagmateriaal kan worden voldaan. Er zal dus voorlopig primair materiaal nodig blijven.

### Tot slot

Nieuwe recyclingsmethoden als de *Smart Liberator* maken het hergebruik van betonpuin steeds interessanter. Tot de fijnste delen is het recycle materiaal hoogwaardig in te zetten, waarmee niet alleen een bijdrage wordt geleverd aan de circulaire economie maar ook het CO<sub>2</sub>-profiel van beton kan worden verbeterd. Door alle ontwikkelingen op zal de markt van grondstoffen voor beton de komende jaren flink veranderen.

### Literatuur

1. NEN-EN 206:2014+A2:2021 nl – Beton - Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit.
2. NEN 8005:2022 nl – Nederlandse invulling van NEN-EN 206: Beton - Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit.
3. [CUR-Aanbeveling 106:2014](#) – Beton met fijne fracties uit recyclinggranulaten als fijn toeslagmateriaal.
4. [CUR-Aanbeveling 112:2014](#) – Beton met betongranulaat als grof toeslagmateriaal.
5. [CROW-CUR Aanbeveling 127:2021](#) – Beton met betongranulaat als fijn en/of grof toeslagmateriaal.
6. <https://carboncredits.com/carbon-prices-today/>
7. Verbaten, M., Leest, A. van, Wegen, G. van der, Hogere percentages hergebruik dankzij innovatieve recyclingmethoden. [Cement 2022/3](#).
8. Wegen, G. van der, Een overzicht van innovatieve recyclingsmethoden. [Betonië Vakblad 2020/1](#).
9. Verweij, M., Terugwinnen van cement uit beton. [Betonië Vakblad 2020/3](#).
10. Bruin, M., Binding CO<sub>2</sub> bij hergebruik cementsteen. [Betonië Vakblad 2023/3](#).