



Ontwikkelingen, obstakels en mogelijkheden van hergebruik van beton

De betonkring- loop gesloten

De Nederlandse bouw laat nog veel mogelijkheden liggen voor het hoogwaardig recyclen van beton. De uitdaging ligt in eerste instantie niet bij de techniek, maar bij het beter ondersteunen van opdrachtgevers. In dit artikel een overzicht van ontwikkelingen, obstakels en mogelijkheden van hergebruik van beton.

Dit artikel is een bewerking van een eerder verschenen artikel in *Duurzaam Gebouwd* (mei 2015).

In 2013 verscheen een beleidsnotitie van de overheid over Groene groei. Daarin wordt gesproken van het 'slimmer, efficiënter en zorgvuldiger omgaan met grondstoffen'. Nederland gaat wereldwijd op kop op het gebied van recyclen van bouw- en sloopafval. De discussie gaat daarbij vooral over de kwaliteit en duurzaamheid van dit hergebruik. Betonpuin eindigt vooral als funderingsmateriaal onder wegen. De aandacht verschuift nu naar hoogwaardiger 'recirculeren' van dit bouw- en sloopafval in beton.

Circulair beton

Beton is wereldwijd het meest toegepaste bouwmaterial. In Nederland wordt, ondanks de economische crisis, meer dan 0,8 m³ beton per inwoner per jaar verbruikt. Betonconstructies kunnen daarmee worden gezien als lokale 'grondstoffenbanken'. Voor beton(mortel) en betonproducten liggen bij uitstek kansen voor circulair bouwen, omdat de winning van primaire grondstoffen steeds verder wordt beperkt door andere maatschappelijke keuzen. Behalve van de eigen keten, kan ook verantwoord worden gebruikgemaakt van andere ketens. Zo kunnen reststoffen uit andere productieprocessen, zoals hoogovenslak en poederkoolvliegias, een nieuwe bestemming in beton krijgen. Daarnaast kan oud beton aan het einde van de levenscyclus volledig worden gerecycled. Betonpuin uit een gesloopt bouwwerk levert na breken en sorteren de grondstof betongrandaat op, wat het grind in beton kan vervangen. De fijne recyclingfractie uit oud beton kan deels de plaats innemen van betonzand. Dit proces leent zich eenvoudig voor herhaling in elke volgende levenscyclus van beton.

Circulair bouwen in de betonketen vereist organisatie en

2



Kwaliteitsgaranties en -borging

Bouwers moeten betonconstructies zorgvuldig uitvoeren om de gevraagde lange (en onderhoudsvrije) gebruiksperiode – vaak meer dan 50 tot 100 jaar – daadwerkelijk waar te maken. Belangrijk is ook de kwaliteit van beton – beton dat na sloop en recycling als grondstof terugkomt bij de betonmortelproducent – goed te houden. Daarom worden processen en producten gecertificeerd. Dit gebeurt via beoordelingsrichtlijnen: onder andere de BRL SVMS-007 voor sloop, BRL1801 voor betonmortel en BRL2506 voor recyclinggrandaat. Het is nodig deze beoordelingsrichtlijnen nog beter af te stemmen op de vraagzijde vanuit de betonsector. CE-markering van betongrandaat is volgens NEN-EN12620 'Toeslagmateriaal voor beton' een verplichting waaraan de leveranciers moeten voldoen. Helaas beperkt de Europese Bouwproductenverordening (CPR) de mogelijkheid om private kwaliteitseisen toe te voegen. Dit alles levert een flinke uitdaging op voor de leden van BRBS Recycling en de betonproducenten (VOBN en BFBN). Zij constateren wel een stijgende vraag naar betongrandaat maar die is vaak nog te gering om grootschalig te investeren in extra opslagcapaciteit. Alle partijen in de betonsector moeten zich samen verantwoordelijk voelen voor het duurzaam sluiten van de betonketen. Dat betekent dat opdrachtgevers, adviseurs, aannemers, slopers en recyclers samen moeten garanderen dat betonpuin schoon is en betongrandaat de juiste prestaties levert. Dat impliceert dat ook de keuze van de betonsamenstelling, inclusief grondstoffen, in dienst moet staan van de circulariteit.

samenwerking. Dat begint bij het ontwerp: 'design-for-recycling'. Sommige leveranciers nemen nu al hun geleverde betonvloerplaten en betonstraatstenen na het gebruik ervan terug voor hun productie. Langzaam zijn steeds meer ketenpartners bereid circulair te denken en te handelen op basis van zo'n circulair businessconcept. Behalve op grondstofniveau (design-for-recycling) speelt hergebruik ook een rol op bouwdeelniveau (design-for-deconstruction/disassembly) en op gebouwniveau (design-for-refurbish).

Betongrandaat wordt steeds meer gebruikt in bijvoorbeeld fietspaden, rotondes, geluidswallen en betonstraatstenen, vaak al met meer dan 50% grindvervanging. Ook voor constructieve betontoepassingen in gebouwen en infrastructurele projecten is er veel mogelijk: CUR-Aanbeveling 112:2014 maakt tot 100% grindvervanging mogelijk, in lijn met NEN-EN 206, NEN 5905 en NEN 8005.

Selectieve keuze

Sloop van bouwwerken gebeurt in Nederland steeds vaker op een selectieve manier. Dat leidt tot schoner betonpuin en demontage van bouwdeelen, die geschikt zijn voor hergebruik. Slopers en recyclers herkennen steeds beter de risico's van de voor hergebruik belemmerende bestanddelen, zoals staalvezels en verontreinigingen in vul- en hulpstoffen (bijv. chloride en sulfaat). Dat gebeurt via visuele inspectie en analyse van de herkomst van het



3 Het Sint Nicolaaslyceum in Amsterdam, een voorbeeld van een project dat tot stand is gekomen met toepassing van betongranulaat
foto: Bertilia

4 Ook bij de aanleg van de kunstwerken in de A20 bij Moordrecht is betongranulaat toegepast
foto: Rijkswaterstaat / Joop van Houdt

5 Voor de bouw van het Geusseltbad in Maastricht is een betonmengsel met 100% betongranulaat gebruikt

In Nederland wordt voornamelijk grind toegepast als grof toeslagmateriaal voor beton. De enige grootschalige winning van grind in Nederland – het Grensmaasproject – eindigt uiterlijk in 2022. Van het grind dat er wordt gewonnen, vindt het overgrote deel zijn toepassing in beton. Geleidelijk zal de schaarste aan grind toenemen. Grindonttrekking uit de Noordzee of de import van gebroken natuurlijk toeslagmateriaal (bijv. porfier, basalt, kalksteen en graniet) uit België en Noorwegen zijn geen blijvend realistische alternatieven.

3

Gegeven de voorziene, groeiende vraag naar grove toeslagmaterialen voor beton – van 12 Mton per jaar in 2012 naar circa 15-20 Mton per jaar omstreeks 2020-2025 – is er veel meer betongranulaat nodig dan nu beschikbaar is.

oude beton. Dit is een positieve trend die niet mag worden tegengegaan door onnodige nieuwe drempels, bijvoorbeeld het mogelijk invoeren van een nog uitgebreidere ingangscntrole (chemisch, fysisch) bij het vervaardigen van beton. Hoewel bij de productie van beton ook kan worden gebruikgemaakt van de recycling in andere ketens, moet worden voorkomen dat de betonsector het afvalputje wordt voor afvalproblemen in andere sectoren. Uitgangspunt zou moeten zijn dat het toepassen van alternatieve grondstoffen altijd ondersteunend is aan de kwaliteit en recyclebaarheid van het beton. En er zijn meerdere secundaire grondstoffen waarbij dat speelt. Dat pleit voor een selectieve keuze uit de lijst van grove toeslagmaterialen vermeld in NEN-EN 12620: 2013. De markt wil zekerheid dat beton zijn eigenschappen behoudt.

Schaarste

Vier marktmechanismen pleiten voor de geleidelijke inzet van meer betongranulaat. Allereerst het niet meer afgeven van concessies voor grootschalige grindwinning. Ten tweede de krimpende wegenbouwmarkt, waardoor er minder vraag ontstaat naar menggranulaat als wegfunderingsmateriaal. Verder is er het geleidelijke herstel van de nieuwbouwmarkt waarbij op termijn grind niet meer voldoende beschikbaar zal zijn om aan de vraag vanuit de betonsector te voldoen. Tot slot zal de toenemende schaarste aan grind een prijsopdrijvend effect geven, waardoor de concurrentiepositie voor betongranulaat verbetert. Een slim Nederlands grondstoffenbeleid kan ondersteunend zijn voor de ambities van de circulaire economie, zonder dat daarbij veel meer kosten ontstaan voor de maatschappij. Het gebruik van betongranulaat in beton is momenteel vaak nog te weinig concurrerend met dat van primaire materialen.

Beschikbaarheid van betonpuin

De verwachting is dat er veel meer betonpuin beschikbaar komt. Het Nederlandse bouwprogramma verschuift volgens EIB geleidelijk van renovatie en herbestemming naar meer sloop en nieuwbouw. De cijfers: in de periode 2010 tot 2025 zal het jaarlijkse aanbod van steenachtig bouw- en slooafval (ofwel slooppuin) stijgen van 17 naar 30 Mton. Ongeveer de helft van het slooppuin bestaat uit betonpuin. Van een jaarlijks aanbod van 12-15 Mton betonpuin is zo'n 50% beschikbaar als grof toeslagmateriaal en 50% als fijne fractie. Daarmee is vanaf 2020-2025 gemiddeld maar liefst 30% van het grind te vervangen door betongranulaat.

Obstakels

Ondanks de mogelijkheden werd in 2014 maar 2-3% van het grind vervangen door betongranulaat. Er zijn nog enkele aspecten die aandacht behoeven.

Ontwerp en constructie

Constructeurs en ontwerpers van bouwprojecten hebben soms nog huiver bij de inzet van circulair beton. De invoerparameters voor hun constructieve berekeningen moeten bij de inzet van meer dan 50% betongranulaat worden aangepast. Verder zijn er investeerders en verzekeraars die specifieke garanties willen over bijvoorbeeld de brandveiligheid van betontoepassingen met betongranulaat. Mythevorming over betonkwaliteit, goede bewijslast of het normenkader verhinderen opschaling.

Logistiek en beschikbaarheid

Transport heeft een relatief groot effect op de duurzaamheid van bouwmaterialen. Wanneer afstanden verminderen om

Tabel 1 Grindverbruik en -aanbod in de periode 1990-2012 voor Nederland (in Mton per jaar)

	1990	2000	2005	2012
winning	9	6	4	5
invoer	14	11	16	8
verbruik NL	22	19	19	12



4

grondstoffen op hun plaats te krijgen, neemt de duurzaamheid toe. Slimme keuzen in transport, een bredere kijk op de te gebruiken grondstoffen (betongranulaat, ballastgrind, menggranulaat) en tijdige signalering van de grondstoffenbehoeften zijn nodig. Er ligt een uitdaging bij de bedrijven die depots en processen moeten inrichten en aanpassen.

LCA-beoordeling

Opmerkelijk is dat in de Nederlandse uitwerking van de LCA-methodiek op basis van EN 15804 de milieuparameter 'landgebruik' nog niet is meegenomen. De LCA-totaalscore van beton verbetert daarmee maar marginaal als betongranulaat voor meer dan 50% grindvervanging wordt ingezet. Dit komt doordat bij meer betongranulaat de waterbehoefte van beton stijgt. Tot 50% grindvervanging is dat in het algemeen 'cementneutraal'. Maar voor 100% betongranulaat is tot ongeveer 5-6% meer aanmaakwater nodig. Bij gegeven water-cementfactor betekent meer aanmaakwater dat ook meer cement moet worden toegevoegd om de vereiste milieuklasse en ontwerp levensduur van beton te garanderen. De extra cementdosering is bij $wcf = 0,50-0,55$ ongeveer 15-20 kg per m^3 . Bij gebruik van hoogovencement CEM III/B 42,5N stijgt de CO_2 -last van 1 m^3 beton dan met slechts maximaal 5 kg.

Bij toevoeging van het milieueffect 'landgebruik' zal de LCA-totaalscore naar verwachting in alle gevallen gunstiger uitpakken voor beton met betongranulaat, mits dit granulaat lokaal beschikbaar is voor bouwprojecten.

Voor de waterbehoefte is de kwaliteit van het betongranulaat overigens van groot belang, dit is ten hoogste 3-4% aan fijn materiaal ($< 0,063$ mm) conform NEN-EN 12620.

Green Deal

Een belangrijk initiatief bij het verduurzamen van de bouw is de Green Deal Verduurzaming Betonketen. Dit samenwerkingsverband streeft naar het sluiten van de betonkringloop en het verlagen van de CO_2 -uitstoot. Aan deze Green Deal nemen 35 partners uit de betonketen deel, onder andere 'koploperbedrijven', brancheorganisaties en publieke en private opdrachtgevers. Zij werken samen onder de vlag van MVO Nederland in het MVO Netwerk Beton. Hun gezamenlijke doel is een 100% duurzame betonketen in 2050.

Het MVO Netwerk Beton gaat graag met ecoverantwoordelijke

5



- 6 Het FAXX-gebouw is ontwikkeld volgens de richtlijnen van BREEAM Excellent
- 7 Prototype van de 'Smart Crusher'

Opdrachtgevers met ambitie

Komende jaren moeten opdrachtgevers voorsorteren op de veranderingen door duurzaam te slopen en door gebruik van betongranulaat voor te schrijven via duurzaam inkopen. De ambitie is gemiddeld 30% grindvervanging in 2025! De opdrachtgever (vaak is dat de architect, ontwerper of de aannemer) heeft voor de aanbesteding al een scala aan instrumenten die duurzaamheid kunnen honoreren:

- EMVI-criteria.
- LCA-methodiek, zoals deze wordt gehanteerd voor DuboCalc en in gebouwlabels als BREEAM, LEED, GPR Gebouw, GreenCalc. Alternatief: C2C-certificaten van bouw delen.
- Inmiddels heeft de Cement Sustainability Council (CSC) een internationaal groen betonlabel 'Responsible sourcing' in voorbereiding. In Nederland sluit dit label aan bij het Beton Bewust keurmerk van VOB dat betonbreedte ingang vindt.

6



Praktijkvoorbeeld: FAXX-gebouw

Midden in het Tilburgse Veemarktkwartier staat het nieuwe FAXX-gebouw met 3000 m² aan creatieve ruimten (foto 6). Het gebouw is ontwikkeld volgens de richtlijnen van BREEAM Excellent.

Er is 100% betongranulaat toegepast in de betonnen funderingsbalken en in de 60 mm betonnen druklaag van de kanaalplaatvloeren. Het gaat totaal om ruim 300 m³ betonmortel die Mebin heeft geleverd (productnaam 'Eocrete 100'). Deze betonmortel is voornamelijk geproduceerd in de sterkteklasse C28/35, milieu-klasse XC2 en consistentieklasse F4. De betonmortel voldoet aan BRL 1801 en NEN-EN 206-1. Het betongranulaat is aan Mebin geleverd door firma Baetsen, en het voldoet aan BRL2506. Omdat bewust is geleverd op mengsamenstelling heeft Mebin een schriftelijke garantie verstrekt ten aanzien van de 'eindsterkte'. In overleg met de constructeur is omwille van de duurzaamheid vermeld dat de gewenste sterkte bij 36 dagen in plaats van 28 dagen wordt bereikt. Deze aanpak is conform CUR-Aanbeveling 112 voor betonmengsels met meer dan 30% grindvervanging. Een en ander heeft de betonmortelleverancier afgestemd met de constructeur Aveco de Bondt en aannemer Van de Ven Bouw en Ontwikkeling BV. De uitvoerder van het FAXX-gebouw verklaarde tevreden te zijn over de verpompbaarheid en verdichtbaarheid van het betonmengsel.

Verder is circa 100 m³ betonmortel met 60% betongranulaat verwerkt in de ter plaatse vervaardigde funderingspalen van firma Hylkema. Deze betonmortel is geleverd door firma A. Jansen uit Tilburg. Voor het verpompen van deze betonmortel was het noodzakelijk te werken met minder hoekig betongranulaat.

In de kanaalplaatvloeren is door firma Dycore 20% betongranulaat toegepast.

Ten slotte is gemiddeld 100% betongranulaat verwerkt in diverse prefab onderdelen van de draagconstructie (kolommen, draagbalken en wanden) die zijn geleverd door firma Excon Beton Elementen BV uit Haghorst. Dit betongranulaat is betrokken uit het gebouw dat voorheen stond op het terrein van het FAXX-gebouw (foto 1).

Voor het duurzaamheidscertificaat BREEAM-NL voor het FAXX-gebouw draagt de inzet van betongranulaat – als direct gevolg van meer materiaalhergebruik – bij aan een hogere score voor de BREEAM-credits Mat 1 (Bouwmaterialen) en Mat 5 (Onderbouwde herkomst van materialen). Deze informatie is getoetst door een BREEAM-expert van DGMR.



opdrachtgevers om tafel om hen te helpen hun circulaire beton-ambities in de praktijk te brengen. Er ligt een ongekende potentie wanneer alle ketenpartners samen gaan inzetten op 'design-for-recycling'. Het gaat over het delen van kennis en ambities, en het organiseren van vraag en aanbod. Zo kan Nederland daadwerkelijk wereldwijd hét voorbeeld worden voor gebruik van circulaire beton: lokaal beschikbaar, duurzaam, betrouwbaar en betaalbaar. ☒

● REFERENTIES

- 1 #duurzaam beton - trending topics, Cement&BetonCentrum, 2014.
- 2 Weg ligt open voor duurzaam beton. *Civiele Techniek* 5/6, 2014.
- 3 CUR-Aanbeveling 112: 2014 Beton met betongranulaat als grof toeslagmateriaal, SBRCURnet, 2014.
- 4 Duurzame winning van zand en grind, Studie van Cascade, 2014.
- 5 Groene Groei, brief aan Tweede Kamer, 28 maart 2013.
- 6 Towards the circular economy, Ellen MacArthur Foundation, 2013.
- 7 Structuuronderzoek naar de handel in grind, industrie zand en aanverwante materialen in Nederland 2004-13, NVLB.
- 8 Oud beton wordt jong beton. *Betoniek Standaard* 15/19.
- 9 www.granulaatbeton.nl
- 10 www.betonketen.nl
- 11 www.cementenbeton.nl
- 12 www.mvonderland.nl/mvo-netwerk-beton

Onderzoek naar fijne betonfractie

De verwachting is dat er meer betonpuin beschikbaar komt door over te schakelen op alternatieve reststoffen voor wegfunderingen en door de ontwikkeling van geavanceerder sloop- en recyclingtechnieken om grondstoffen met nog hogere kwaliteit terug te winnen uit betonpuin. Zo is er het Nederlandse initiatief 'Slim Breken' (foto 7), en het in 2015 gestarte EU-onderzoeksprogramma 'HISER' waaraan onder andere TU Delft, Universiteit Leiden, Heidelberg-Cement Benelux, Strukton Grondstoffen en Inashco deelnemen. Hier ligt een potentie voor de cementketen om de duurzaamheid van de totale betonketen te verhogen. Onlangs onderzocht HeidelbergCement toevoeging van 20% m/m fijne fractie 0/1 uit oud beton voor productie van een bindmiddel op basis van portlandcementklinker. Indien gemalen tot het niveau van cementdeeltjes kan deze fractie in principe klinkermateriaal deels vervangen. De testresultaten zijn veelbelovend. Meer onderzoek is nodig voor betere prestaties ten aanzien van aanvangsdruksterkte en weerstand tegen chloride-indringing van het beton. Bovendien laat de cementnorm EN 197-1 nu slechts maximaal 5% fijne fractie toe. 7

