Experimenteel Beton
Casestudy Prefab Beton 2008 - Groen Beton

redactie: Siebe Bakker

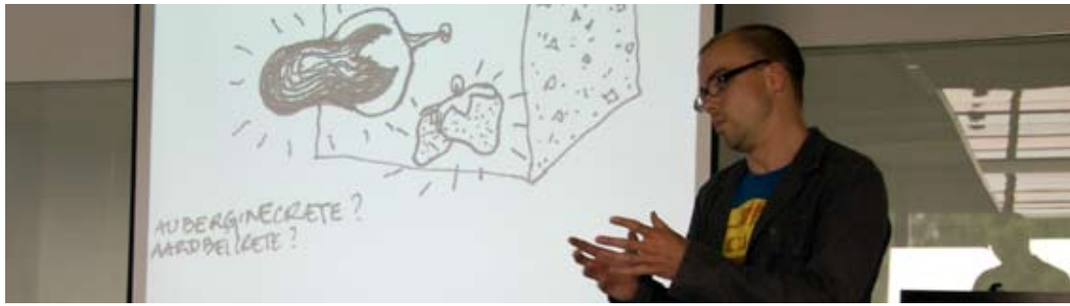
Casestudies Prefab Beton zijn broedplaatsen voor innovatie. Hier ontmoeten architecten en producenten elkaar in een informele context, voor ontwikkeling en toetsing van ideeën.

De zesde Casestudy Prefab Beton richtte zich op groen beton.

De casestudie verliep volgens ondertsaand schema:
- workshop / brainstormsessie: 29 februari 2008, EGM architecten, Dordrecht
- experimentele ontwikkeling / productie prototypen: maart - mei 2008
- presentatie en evaluatie: 4 juni 2008, EGM architecten, Dordrecht

Onbeantwoorde vragen, extreme toepassingen en schijnbaar onmogelijke ideeën vormen de basis van de casestudies. Het verkennen van de maakbaarheid van de steeds verder reikende fascinaties en ambities van ontwerpers en vormgevers is uitgangspunt van dit initiatief. De casestudies richten zich op het oppervlak en de flexibiliteit in productie en toepassing van prefab betonelementen.

Het zijn Casestudies, want de ideeën worden niet alleen op professionele wijze onder de loep genomen, maar ook daadwerkelijk uitgevoerd. Fascinaties en specifieke wensen uit de praktijk van ontwerpers bepalen de inhoud van de Casestudies. Met medewerking van specialisten uit de toeleverende industrie worden de voorstellen in geconcentreerde 1-dags brainstormsessies ontwikkeld tot werkbare beschrijvingen voor de uitvoering van prototypen. Deze worden door de industrie onder professionele omstandigheden vervaardigd en daarna onderworpen aan analyse, kritiek en verdere ontwikkeling voor lopende of komende projecten.



3 what you always wanted to do in concrete...
5 groen beton

8 cradle2cradle
10 growcrete
12 interactief
14 modulair
16 olivijn beton
18 plant-in-beton
20 thermocrete
22 thincrete
24 totaalbeton 2.0

26 colofon

Beton in de architectuur is voornamelijk bekend om enerzijds zijn constructieve eigenschappen en anderzijds om zijn soms bejubelde en vaak verguisde esthetische kwaliteiten. Op beide fronten vinden er ontwikkelingen plaats die voorlopig nog onopgemerkt blijven bij het grote publiek, maar door gedreven ontwerpers en bouwers worden opgepakt. De algemene tendens toont een verdergaande integratie van architectuur, constructie en installaties: beton als integraal en integrerend materiaal. De Casestudies Prefab Beton zijn bedoeld om recente ontwikkelingen te verkennen en nieuwe te stimuleren. In open dialoog tussen ontwerpers en producenten worden nieuwe mogelijkheden verkend en getoetst.

Voorgaande casestudies waren onder andere gericht op licht en beton, de mogelijkheden van vormvrijheid en verscheidenheid, verschillende vormen van ‘levend’ beton en de wens om het verouderingsproces van beton te controleren. Deze zesde casestudy richt zich op ‘groen beton’, een notie die onder andere de twee laatst genoemde thema’s in zich herbergt.

In een tijdsperk waarin begrippen als ‘duurzaamheid’ en ‘CO2- en klimaatneutraal’ op grote schaal naar voren worden gebracht als beslissende factoren voor onze toekomst is het destemeer zaak om genuanceerde, afgewogen en intelligente oplossingen en toepassingen te ontwikkelen.
Het ligt voor de hand om de duurzaamheid en de levensduurcyclus van beton te benadrukken en verder uit te buiten. Een betonnen skelet kan letterlijk eeuwen mee mits er voldoende flexibiliteit is ingebouwd voor uiteenlopende gebruiksprogramma’s die zelf een veel kortere levensduurcyclus blijken te hebben. Actief en passief gebruik van de thermische massa van beton zal een grote rol gaan spelen in het drastisch reduceren van energiegebruik in gebouwen. Daarnaast zijn er interessante vorderingen op het gebied van thermisch isolerend constructief beton.
Voorts blijkt er een latente vraag te bestaan bij ontwerpers en gebruikers naar een ‘echt’ groen beton: beton waarvan het levenloze karakter wordt gecombineerd met begroeiing, al dan niet

in de vorm van mossen of planten. Een zoektocht dus naar ‘levende’ gebouwen of minstens gebouwen die een zekere vorm van natuur herbergen in hun architectonische en constructieve opbouw en dan niet slechts middels atria, binnentuinen of fantastische situering. De lange levensduur van beton roept ook op tot verbetering en beheersing van veroudering en verwering. Zo wordt er gewerkt aan zelfreinigend beton, wat de ‘originele’ verschijningsvorm benadrukt, terwijl er ook aandacht nodig is voor verouderingsprocessen die wellicht meer verschijnen als een metamorfose.
Kortom, daar waar ‘groen beton’ op het eerste gezicht een eenvoudige reactie lijkt op de vraag naar eco-producten strekt deze casestudy zich verder uit naar wellicht complementaire toepassingen.
Als laatste voorbeeld van aandacht is ‘groen beton’ ook op te vatten als reactie op de zoektocht naar perfect duurzaam wit of zwart beton. Beide zijn zeker nog niet ‘opgelost’; het perfecte groen staat zeker garant voor een gelijkwaardige uitdaging.

Aan ontwerpers hiermee de vraag zich te buigen over groen en beton, over persoonlijke fascinaties en drijfveren, die niet beperkt hoeven te blijven door de bovengenoemde voorbeelden en richtingen.
In de casestudy worden gezamenlijk de grenzen opgezocht van materiaalsamenstellingen, productieprocessen, toepassingen en gebruik.

idee & ontwerp: Caspar Smeets, Simon Postmus
prototype: Geelen Beton

betongranulaat 4 - 16 mm

betongranulaat 0 - 5 mm

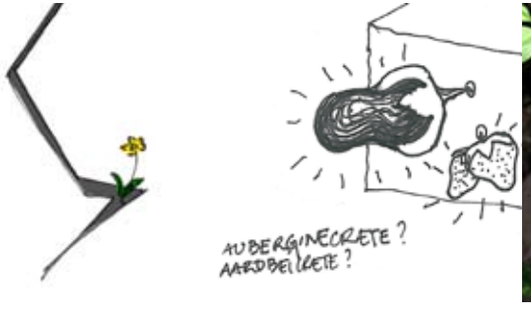
gemalen betongranulaat

‘Cradle2Cradle beton’ is een onderzoek naar de mate waarin bij de productie van beton en betonnen constructies volledig hergebruik is te bereiken. Hierbij wordt upcycling in plaats van downcycling als ultieme uitdaging gezien.

Bij Cradle to Cradle zijn er twee cycli te onderscheiden; een organische - het materiaal is composteerbaar, en een technische - het materiaal vergaat niet of nauwelijks. Deze laatste is van toepassing op beton, het materiaal kan (al dan niet na bewerking) weer worden toegepast in een nieuw eindproduct.. Er is gekeken naar drie aspecten, te weten: het retour nemen van betonelementen, het breken en malen van betonelementen, en het vervaardigen van beton met gebruik van zo min mogelijk ‘nieuwe’ toevoegingen. Het volledig ‘terugbrengen’ van beton tot haar originele bestandsdelen is onmogelijk gezien de onomkeerbaarheid van de chemische reactie tussen cement en water - de kern van beton.
Breken levert betongranulaat ter vervanging van zand en grind. Gemalen betongranulaat kan ingezet worden ter vervanging van vulstof. Er zijn drie proefstukken gemaakt: een referentiemodel van standaard ZVB met reguliere toeslagmaterialen, één met vervanging van 50% fijne toeslag en 20% grove toeslag door betongranulaat, en één waarbij tevens 100% vulstof is vervangen door gemalen betongranulaat.

Gebleken is dat deze ‘vervangingen’ prima kunnen werken. De huidige praktijk werkt met regelgeving die nog niet is toegespitst op grootschalige toepassing van deze recycling processen. De verwachting is dat de regelgeving kan worden aangescherpt na uitvoerig testen. Tevens zijn er een aantal aandachtspunten naar boven gekomen die nader onderzoek vergen; bijvoorbeeld ten aanzien van de restwaarde van ongehydrateerd cement. Een reductie van het gebruik van ‘nieuwe’ materialen van meer dan 35% is zeker realiseerbaar. Ondanks deze zeer positieve bevindingen blijft een volledig ‘Cradle to Cradle’ proces vooralsnog onhaalbaar. Het streven naar dit concept zal echter zeker leiden tot processen en toepassingen waarbij de ‘ecologische voetafdruk’ steeds verder zal afnemen.

idee & ontwerp: Mathijs Cremers, Gonçalo Moreira, Marc Ottelé, Tirza Verrips
prototype: Betonindustrie de Veluwe
extern advies: Meeuwis de Vries - hovenier / tuinarchitect



Voor growcrete is een grote serie prototypen gemaakt waarin een aantal parameters uitgebreid is getest.

Het Growcrete-mengsel heeft lavasteen als belangrijkste toeslagmateriaal. Er wordt geen zand toegepast om zo een open structuur te krijgen wat noodzakelijk is voor het gewenste vochtige klimaat. De verschillen in korrelgrootte, cementsoort en het al dan niet meestorten of achteraf aanbrengen van aarde vormen de variabelen voor de basis van het experiment. Daarnaast is geëxperimenteerd met elementen die opgebouwd zijn uit meerdere lagen van verschillende consistenties.

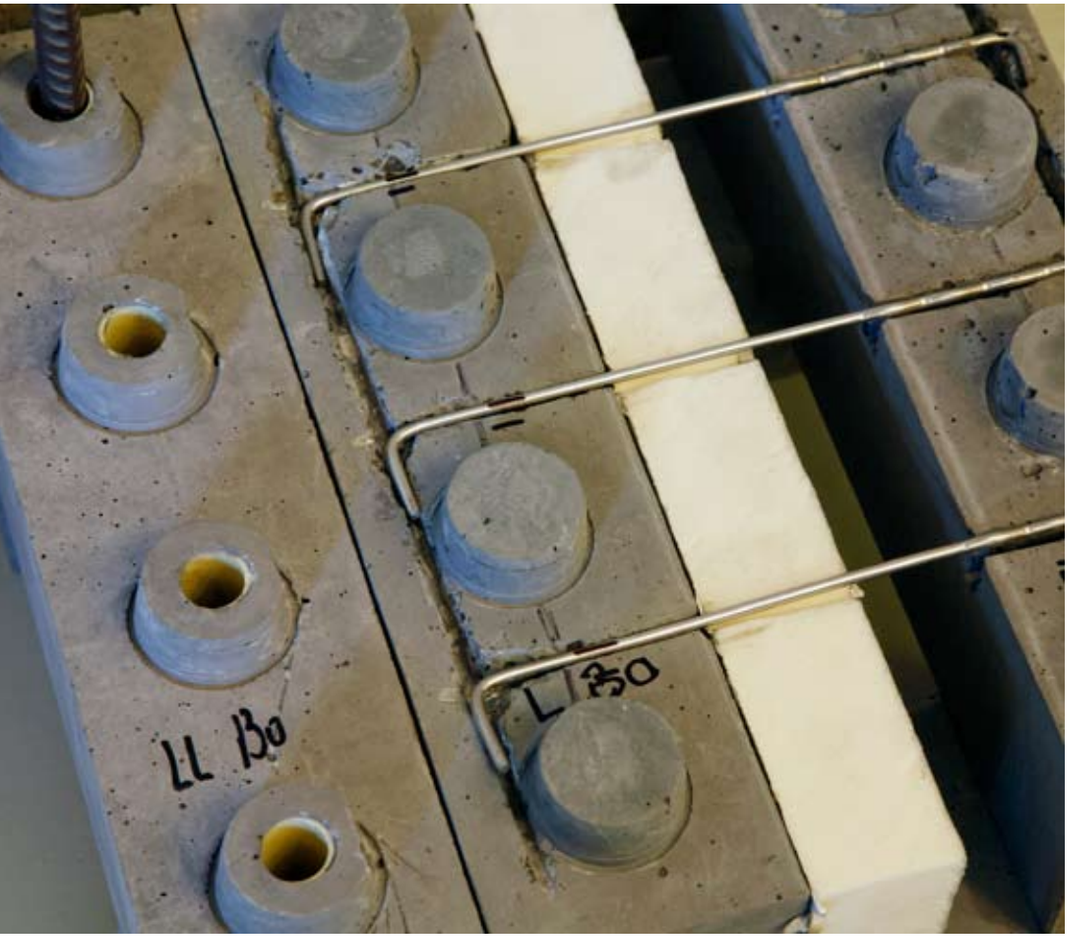
Het growcrete onderzoek heeft zich aldus gericht op het creëren van een juiste habitat voor begroeiing. Ook het type begroeiing is in een aantal variaties getest, van bloemenzaden tot Nieuw-Zeelandse spinazie en van mossen tot gras. Daarnaast is het onderzoek enerzijds gestart vanuit de idee dat de begroeiing vanuit ‘het wild’ in het beton terecht komt. Anderzijds is gekeken naar beton waarbij de zaden tijdens de productie in het element worden aangebracht. Zo zou het mogelijk moeten worden om bijvoorbeeld ‘aardbei-beton’ te bestellen.

Een vochtige, bemestbare habitat in combinatie met een betontoepassing behoeft nog verder experimenteren. Dat begroeibaar beton mogelijk is, is echter meer dan duidelijk.

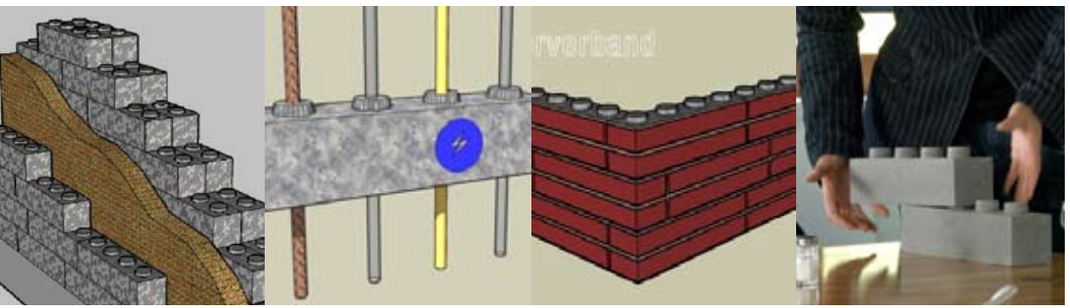
idee & ontwerp: Nadja van Houten, Armand Paardekooper Overman, Björn van Rheenen
prototype: Verheyen Beton
met medewerking van: Simon Postmus

Interactief beton heeft een oppervlak dat reageert op verschillende (klimatologische) condities. Door toepassing van kleurstoffen die onder bepaalde omstandigheden worden ‘geactiveerd’ ontstaat er een gevelbeeld dat varieert al naar gelang de weersomstandigheden. Een gebouw uitgevoerd met een dergelijke actieve gevel zal niet alleen een weerspiegeling zijn van deze omstandigheden, maar zal middels een veranderende verschijningsvorm een steeds andere visuele invloed op de omgeving uitoefenen. Positieve en negatieve waardering en interpretatie van het actuele weer kan worden ondersteund, versterkt of juist gedempt. Het gebouw acteert.

legenda foto’s (onder / van links naar rechts):
1. koud, zonnig en droog; 2. koud, bewolkt en droog; 3. warm, zonnig en droog; 4. warm, bewolkt en droog; 5. warm, bewolkt en vochtig; 6. warm, zonnig en vochtig; 7.koud, zonnig en vochtig; 8. koud, bewolkt en vochtig



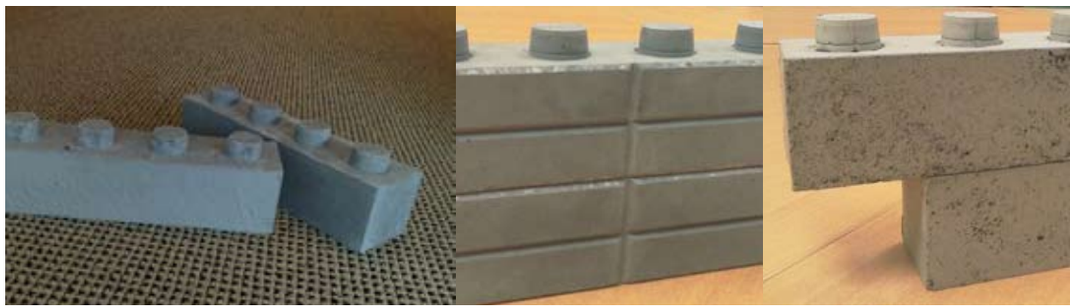
idee & ontwerp: Stan Aarts, Hans Köhne, Boudewijn De Nys
prototype: Prefadim Belgium



Parallel aan het ‘Cradle2Cradle’ onderzoek is een modulaire betonnen bouwsteen ontwikkeld die het mogelijk maakt om bouwdelen volledig en zonder veel moeite te kunnen hergebruiken. Tevens is het een ‘zichtelement’ dat geen verdere afwerking behoeft.

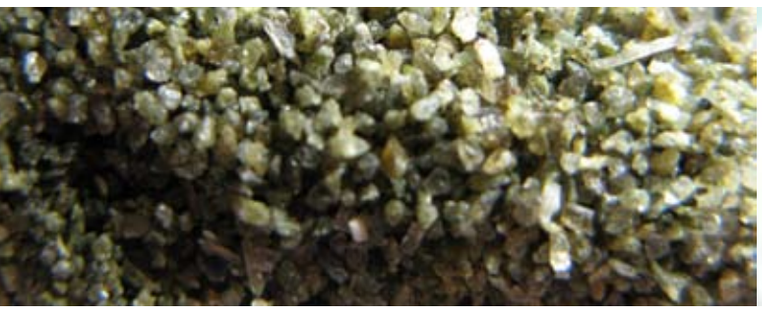
Uitgangspunten waren de mogelijkheid om sandwich constructies te maken (isolatie, luchtspouw), een droge verwerking (geen gebruik van lijm of mortel), hanteerbaarheid (gewicht - letterlijk te hanteren door 1 persoon), en het ontwikkelen van één enkel element (vorm) dat de nodige ontwerpvrijheid garandeert. Bovendien werd de eis gesteld dat het element (of combinatie van elementen) voldoende vrijheid bood voor integratie van elektra of domotica, en voldoende vrijheid in afwerking (kleur, textuur).

Dit heeft geleid tot een ogenschijnlijk simpel betonnen bouwblok, dat door de afmetingen en de vorm aan bovengenoemde eisen voldoet. Daarnaast biedt het gebruik van beton oneindig veel mogelijkheden ten aanzien van oppervlakteafwerking en vormgeving van details. Een scala van kleuren, texturen, prints en voegen is mogelijk met behoud van een relatief eenvoudig productieproces.



CS6 OLIVIJN BETON

idee & ontwerp: Mick van Essen, Thijs Pingen
prototype: Geelen Beton



Vanuit de idee dat gebouwen, bouwdelen en bouwmaterialen in steeds grotere mate bij moeten gaan dragen aan een verlaging van de totale CO_2 uitstoot is er onderzoek gedaan naar de mogelijkheden beton te ontwikkelen dat CO_2 opneemt uit de omgeving.

Er is uitgegaan van een zo hoog mogelijke CO_2 opname gedurende de levensduur van een gebouw (circa 50 jaar) gecombineerd met een visueel aantrekkelijke ‘groene’ gevel waarin het verweringsproces is te zien.

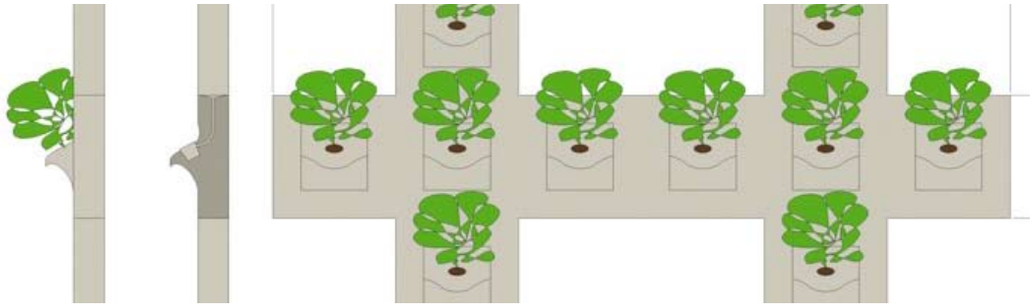
Als ‘bindmiddel’ voor CO_2 wordt Olivijn ingezet. Olivijn is een basisch gesteente (mineraal) dat relatief snel reageert met het (zure) CO_2. De reactie wordt letterlijk zichtbaar door verkleuring van het olivijn. Het mineraal is in grote hoeveelheden in de aardkorst aanwezig en laat zich goed vermalen tot verwerking in betonelementen.

De gemaakte proefstukken hebben een poreus oppervlak om contact met water (noodzakelijk voor de reactie) te optimaliseren. Hoewel er nog veel en gedetailleerd onderzoek nodig is om de precieze werking vast te kunnen stellen, laten eerste berekeningen en prognoses zien dat het mogelijk moet zijn om CO_2-neutrale betonelementen te produceren. Een eerste gebouw voorzien van betonelementen voorzien van olivijn is inmiddels in ontwikkeling.

Onderzoek naar uitbreiding van het assortiment ‘klimaatvriendelijke’ toeslagmiddelen om bijvoorbeeld ook NO_x af te breken lijkt een logisch vervolg.

CS6 PLANT-IN-BETON

idee & ontwerp: Xaveer Claerhout, Boudewijn De Nys
prototype: Prefadim Belgium



Een duidelijke variant van groen beton is de betonnen gevel waarin begroeiing is opgenomen. Daar waar bij ‘growcrete’ is onderzocht hoe begroeiing in beton kan ontkiemen en groeien, richt ‘plant-in-beton’ zich op een gevelsysteem dat meer te zien is als een habitat- en klimaatregelend bouwelement.

Er is een betonnen element ontwikkeld dat (in serie) onderdeel uit kan maken van een gevelsysteem. De ‘bakjes’ kunnen verschillende planten herbergen, afhankelijk van het gewenste gevelbeeld. Gezien de positie van de planten is met name de mogelijkheid van onderhoud aan de begroeiing van belang. De elementen zijn zo vorm gegeven dat de planten er niet uit kunnen waaien en overtollig water netjes wordt afgevoerd. Tevens kunnen de elementen worden voorzien van een bewateringssysteem.

idee: Victor de Leeuw, Caspar Smeets
prototype: Decomo
met medewerking van: Ine ter Borch, Hans Köhne

Thermocrete onderzoekt de mogelijkheden om de energetische eigenschappen van beton te verbeteren. Een drietal onderzoeksrichtingen is gevolgd.

Toepassing van het zware mineraal magnetiet als toeslagmateriaal levert een toename in volumieke massa van circa 63% ten opzichte van een ‘normaal’ beton. De toename van de soortelijke warmtecapaciteit loopt hier parallel aan.

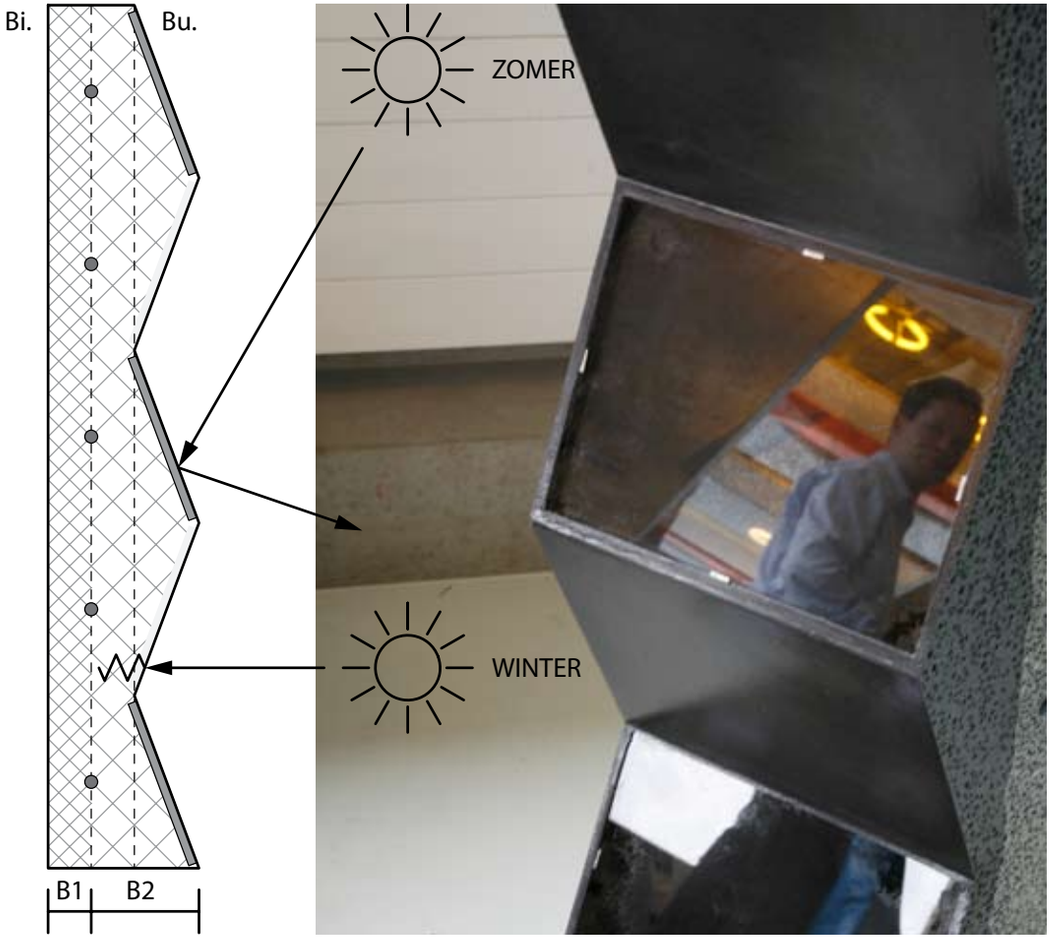
Om de thermische buffercapaciteit te vergroten bij een gelijkblijvend volume/massa van het materiaal is een Phase-Change-Matarial (PCM) toegepast. Dit zijn microcapsules die een mengsel van paraffine bevatten met een smelttemperatuur van om en nabij kamertemperatuur. Om de paraffine te laten ‘smelten’ wordt energie (warmte) opgenomen, tijdens de stolling komt deze energie weer vrij.

De vormvrijheid van bekistingsystemen (o.a. rubber matten) maakt het mogelijk om eenvoudig elementen met diep reliëf te produceren. De toename van het oppervlak bevordert de warmte-uitwisseling. Kleur en situering van de panelen beïnvloeden de warmte uitwisseling.

idee & ontwerp: Victor de Leeuw
prototype: Hurks Oosthoek Kemper

Een onderzoek naar vrije vervormbaarheid in combinatie met minimaal materiaal gebruik. Vanuit het streven naar een ‘groen beton’ komt de vraag naar minimaal materiaalgebruik naar voren. Vanzelfsprekend worden de sterkte-eisen niet verminderd. Bovendien is beton normaal gesproken niet vervormbaar na verharding.

Eén en ander heeft geleid tot een betonnen element uit hoge-sterktebeton, waarbij de wapening flexibel is. Door ‘naden’ te creëren waar zich alleen het wapeningsmateriaal bevindt ontstaat een vouwbaar element. Van wand tot kolom...



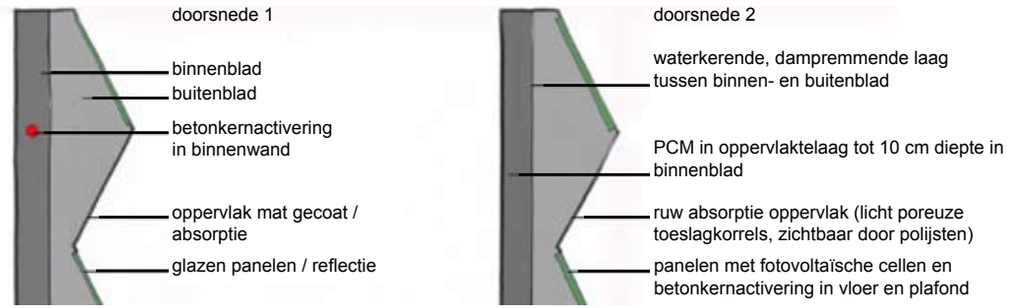
idee en ontwerp: Jochem Heijmans
prototype: Hurks Beton

Totaalbeton 2.0 staat voor de integratie van eigenschappen die noodzakelijk zijn voor de totale gebouwbeheersing, variërend van constructieve, klimatologische en duurzaamheids karakteristieken tot esthetische. De ontwikkeling van dit prototype heeft zich gericht op het verhogen van het isolerend vermogen van beton, gecombineerd met behoud van warmteaccumulerend vermogen, energiegenererend vermogen en draagvermogen. Het element is opgebouwd uit twee lagen, een binnenblad en een buitenblad waarbij de benodigde functies geïntegreerd zijn in deze lagen.

Het buitenblad herbergt de functies met betrekking tot absorptie en reflectie van zonlicht, isolatie, esthetiek en energie opwekking. Door kleur, vorm en afwisseling van spiegelende en matte delen worden de verschillen in zomer en winter gestuurd. Voor de samenstelling van deze laag is o.a. gebruik gemaakt van een ‘schuimvormer’ en zeer lichte toeslag korrels. Panelen met fotovoltaïsche cellen en vlakken met een spiegelende of absorberende functie vormen het oppervlak van het gevelpaneel.

Het binnenblad zorgt voor warmteopslag, temperatuur controle, geluidsisolatie, duurzaamheid en sterkte. Het binnenblad kan daarbij eventueel voorzien worden van een betonkernactivering. Deze toepassing kan samen met PCM’s, (Phase Change Materials) in een laag gecombineerd worden. In geveldoorsnede 2 zijn glaspanelen met fotovoltaïsche cellen in beton geïntegreerd.

Phase Changing Materials
De werking van PCM ofwel faseovergangsmateriaal in het binnenblad is in het kort als volgt: het PCM-systeem bevat een mengsel van paraffine, zout, water, glycol en alcohol en is een fijne vulstof in beton. Dit mengsel heeft een smelttemperatuur van bijvoorbeeld 22 ºC (afhankelijk van het type). Wordt het warmer dan 22 ºC, dan smelten de PCM’s en nemen warmte op waardoor de ruimte wordt gekoeld. Is het kouder dan 22 ºC stolt het en geeft de opgeslagen warmte af. Dit klimaatsysteem is energiebesparend en zorgt voor een optimaal binnenklimaat.



initiatief
Cement&BetonCentrum - ‘s-Hertogenbosch,
met medewerking van AB-FAB - Woerden en FEBELARCH - Brussel

concept & format
bureaubakker - Delft

producenten
Decomo - Moeskroen, Geelen Beton - Wanssum, Hurks Beton - Veldhoven, Hurks Oosthoek Kemper - Tilburg, Prefadim Belgium - Deerlijk, Betonindustrie de Veluwe - Staphorst / Terwolde, Verheyen Beton - Arendonk

moderators brainstorms
Jef Apers (FEBELCEM), Siebe Bakker (bureaubakker), Hans Köhne (Cement&BetonCentrum)

met dank aan
EGM architecten - Dordrecht

informatie
Siebe Bakker (bureaubakker): mail@bureaubakker.com
Hans Köhne (Cement&BetonCentrum): hanskohne@cementenbeton.nl

© 2008 bureaubakker

ontwerpers
Stan Aarts - MKA architecten - Roosendaal, Xaveer Claerhout - Architectenbureau Claerhout - Van Biervliet - Damme, Mathijs Cremers - bureau SLA - Amsterdam, Mick van Essen - bureau SLA - Amsterdam, Jochem Heijmans - Bureau Jochem Heijmans - Eindhoven, Nadja van Houten - Bureau Bouwtechniek - Antwerpen, Victor de Leeuw - EGM architecten - Dordrecht, Gonçalo Moreira - bureau SLA - Amsterdam, Armand Paardekooper Overman - OIII architecten - Amsterdam, Björn van Rheenen - SPONGE architects - Amsterdam, Edo Schrijver - Rudy Uytenhaak architecten - Amsterdam, Caspar Smeets - EGM architecten - Dordrecht, Tirza Verrips - Studio Verrips - Apeldoorn

experts beton
Gerard Brood - Hurks Oosthoek Kemper, Peter de Caluwé - Decomo, Philippe Courcelles - Decomo, Steven Gelderman - Betonindustrie de Veluwe, Kurt Bertels -
Verheyen Beton, Steffen Grünewald - Hurks Beton, Boudewijn De Nys - Prefadim Belgium, Thijs Pingen - Geelen Beton, Wim Rongen - Geelen Beton, Gert Westerink - Betonindustrie de Veluwe

experts
Ine ter Borch - de Architect, Marc Ottelé - TU Delft / CiTG, Michiel Haas - Nibe, Bert Huls - ontwerpstudio Bert Huls, Simon Postmus - Scholz Benelux

publicatie
bureaubakker

fotografie
Marcel van Kerckhoven, bureaubakker, deelnemende bedrijven en ontwerpers

productie publicatie
Cement&BetonCentrum

Cement&BetonCentrum
Sint Teunislaan 1
5231 BS ‘s-Hertogenbosch
T 073 640 12 31
E info@cementenbeton.nl

Groen beton

AB-FAB

Cement&BetonCentrum

FEBE ARCH