EXPERIMENTEEL BETON 2.0

Innovatie & Renovatie

Casestudy Prefab Beton 2013

Experimenteel Beton 2.0
Casestudy Prefab Beton 2013 Innovatie & Renovatie
redactie: Siebe Bakker - bureaubakker

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. Het komt voort uit het streven naar een meer intensieve, uitdagende en vruchtbare samenwerking tussen producenten van prefab beton en ontwerpers. De Casestudies zijn zo opgebouwd dat deze beoogde communicatie gericht is op de ontwikkeling van concepten en producten - in prefab beton. Zodoende staat een innovatieve benadering van ontwerp, toepassing en productie centraal.

Beton wordt dikwijls gezien als een economische optie, waarbij een esthetisch minder spannend uiterlijk op de koop toe wordt genomen. Ondanks het groeiend aantal zeer uitgesproken en aansprekende voorbeelden, waarin beton juist wordt ingezet voor de esthetische kwaliteiten komen de meeste ontwerpers in hun praktijk niet in aanraking met deze 'Zwitserse' en 'Japanse' kunsten. Beton blijft in de ervaring van veel ontwerpers en opdrachtgevers toch vaak grijs, saai en zwaar. En lijkt vooral beperkt in de mogelijkheden het materiaal naar de hand van de ontwerper te zetten.

De Casestudies worden ingezet om een brede groep ontwerpers, zowel van bekende bureaus met grote orderportefeuilles als van beginnende en kleine praktijken, in dialoog te brengen met de industrie. Een dialoog die niet bestaat uit louter informatie over bestaande mogelijkheden en kennismaking met de laatste toepassingen, maar één waarin aan de ontwerpers wordt gevraagd wat zij willen maken. Ongeacht de voorkennis van de ontwerpers met betrekking tot de technische mogelijkheden worden hun ambities in discussie gebracht. De industrie zelf wordt hierbij ook gevraagd om bestaande en schijnbaar impliciete beperkingen qua productie en financiën in eerste instantie buiten beschouwing te laten. Elke vraag is mogelijk binnen de Casestudies. Of het nu gaat om het reproduceren van een bestaand en exotisch voorbeeld, om een volledig nieuwe toepassing, een probleem dat in de praktijk van een ontwerper naar voren is gekomen of om een ware uitdaging aan de industrie om iets met beton te doen dat volledig lijkt in te druisen tegen de 'natuurlijke' hoedanigheid van het materiaal, elk voorstel wordt serieus en professioneel benaderd. De

ideeën worden in twee brainstorm sessies toegelicht, ontwikkeld en uiteindelijk verwerkt tot een werkomschrijving voor het produceren van een prototype.

De eerste brainstormsessie van elke Casestudy richt zich op de achtergronden van de ideeën. Eventuele bestaande voorbeelden of relevante projecten in andere materialen worden besproken om het idee aan te scherpen. Ervaringen uit het verleden van zowel ontwerpers, technici en uitvoerders worden ingezet om het idee verder te specificeren. Niet om het in te kapselen binnen al bestaande oplossingen. Wel om het te laten rijpen en om eventuele raakvlakken met andere ideeën binnen de Casestudy zo goed mogelijk in te kunnen zetten. Het uitgangspunt bij deze eerste brainstormsessie is eenduidig en absoluut; hoe zou het voorstel van de ontwerper uitgevoerd kunnen worden? Kennis en ervaring omtrent knelpunten in productie of toepassing worden positief ingezet om niet opnieuw in al bekende valkuilen te stappen, maar om efficiënt tot volledig andere oplossingen te kunnen komen.

Tijdens de tweede brainstormsessie worden de aangescherpte en gecategoriseerde voorstellen verder ontwikkeld tot werkbeschrijvingen. Mogelijke nieuwe technieken, toeslagmaterialen of combinaties met andere producten worden in kaart gebracht en ondergebracht bij producenten met de meest geëigende faciliteiten voor de specifieke prototypes. Vorm en afmetingen van het prototype en de wijze van productie worden afgestemd op de verwachtingen van het resultaat - hoe is het prototype het best te testen op de beoogde resultaten - en de capaciteiten van de producenten. Tot slot worden er teams gevormd van elk een producent en één of meerdere ontwerpers. Elk team neemt één van de uitgewerkte ideeën onder haar hoede voor verdere ontwikkeling en uitvoering.

De teams ontwikkelen elk hun eigen werkwijze. Dikwijls blijkt het stimulerend dat de architect in de fabriek komt, de sfeer proeft en de productiemogelijkheden ervaart. Het maken van een aantal eerste proefstukken brengt de discussies verder op gang. Het proces is iteratief. Eerste resultaten kunnen doen besluiten toch een heel andere weg in te slaan. Na diverse testen en ontwerpvoorstellen komt dan een eerste prototype tot stand.

Dan is het tijd voor een zogenaamde midterm review waarin de prototypen kritisch onder de loep worden genomen. Is er aan de verwachtingen voldaan? Zijn tijdens de uitvoering nieuwe ideeën naar boven gekomen en toegepast? Zijn de ontwerpers en producenten gesterkt in hun ambities? En is het eerste resultaat reden tot een vervolg van het onderzoek? De Casestudies lijken zich in eerste instantie op onderzoek naar en ontwikkeling van beton te richten. De vraagstelling aan de ontwerpers lijkt daar zeer duidelijk in. Meer nog dan louter productontwikkeling zijn de Casestudies vooral een kennismaking van verschillende culturen. Die van ontwerpers en producenten. De voorstellen zijn vaak zo extreem dat in het korte tijdsbestek van een Casestudy alleen sprake kan zijn van een eerste - zeer belangrijke - aanzet tot een serieuze productinnovatie. Veelbelovende prototypen kunnen binnen individuele afspraken verder worden onderzocht en ontwikkeld.

De kern van de Casestudies zoals ze door de initiatiefnemers worden aangeboden, is het ontdekken van elkaars fascinaties, ambities en potenties. De potenties van beton. De fascinaties voor het materiaal van zowel de ontwerpers als de industrie. En de ambities ten aanzien van esthetiek, productie en innovatie.

inhoud

3 what you always wanted to do in concrete...
8 introductie CS9 - Innovatie & Renovatie

prototypen CS9 - Innovatie & Renovatie
12 form follows energy
16 strekbeton
20 verouderen
24 adobeton
28 sprietkolom
32 levende gevel
36 pixels
40 concrete challenge desk

prototypen eerdere casestudies
46 tricolor
47 spons
48 verglaasd
49 glas oppervlak
50 kussen
51 levend
52 aging coloring
53 carved
54 perforated II
55 complex 3D
56 ge(s)laagd
57 max light
58 oplichten & nagloeien
59 growcrete
60 interactief
61 thincrete
62 totaalbeton 2.0
63 hairy-crete
64 texton
65 slim-crete / opti-slim
66 click block
67 chocolate
68 rothko
69 vormvoeg
70 waterstraalsnijden
71 compilatie

colofons
74 CS1 - CS8
82 CS9 - Innovatie & Renovatie

86 GEVEL2014

'spin-off' projecten & 'gerelateerde' thematiek

94 Radix Wageningen
96 Datacentrum Delft
98 Willow Wall Rotterdam
100 World Forum Den Haag
102 Noorderparkbad Amsterdam
104 Viaduct-randen in UHSB

109 colofon

In deze Casestudy Prefab Beton leggen we de deelnemers een dubbele uitdaging voor.

De voorgaande Casestudies nodigden uit tot exploreren van en experimenteren met materiaal- en productkwaliteiten die nog niet maximaal waren benut. Dat was vooral aanbod-gestuurd. Nu betrekken we ook actuele ontwikkelingen in beton en ambities van de producenten bij het spel en zullen we ons actief bezig houden met de huidige bouwopgave waar hergebruik en renovatie meer nadruk hebben gekregen.

Voor ontwerpers leiden deze nieuwe aandachtspunten in de bouwopgave tot het aanscherpen van hun discipline. Hergebruik en renovatie stelt reeds bestaande bouwkundige randvoorwaarden centraal, waarbinnen moet worden gezocht naar de beste mogelijkheden om een bepaald programma te realiseren. Een uitbreiding op het bestaande palet van materialen en producten toegerust op het combineren met 'oude' structuren zal de ontwerpers ten dienst staan om deze uitbreidende bouwopgave met een eigen signatuur en inventiviteit tegemoet te treden.

Voor de betonindustrie is het van groot belang om het huidige aanbod van producten en productiemethoden te optimaliseren en uit te breiden met intelligente alternatieven. Winst in productietijd en besparen op materiaalverbruik bij gelijkblijvende of betere prestaties van producten zijn een voortzetting van de 'oude' lijn. Kunnen nieuwe maltechnieken bijdragen aan meer flexibiliteit? Kunnen nieuwe grondstoffen en afwerkingen bijdragen aan hogere productprestaties? En kunnen de inherente kwaliteiten van beton verder worden uitgebuit voor een betere match met de nieuwe bouwopgaven? Te denken valt aan integrale oplossingen, lichte constructies en robuuste toepassingen die functiewijzigingen prima verdragen.

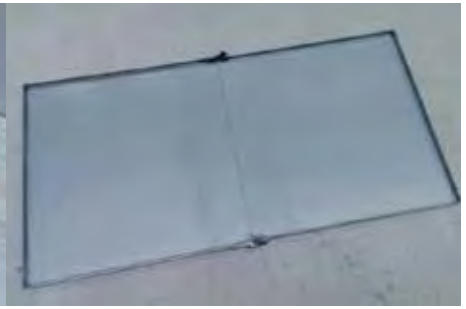
Kortom, de 'negende' zal zich richten op het optimaal samenwerken van ontwerpers en producenten. De uitdagingen van de huidige bouwopgave worden aangegrepen om de ambities van de betonindustrie, opkomende technieken en geoptimaliseerde materialen te activeren.

En vice versa. Geconcentreerde kruisbestuiving waaruit nieuwe producten kunnen ontstaan. Kernbegrippen voor de 'negende' zijn: Renovatie = innovatie / nieuwe gevels / extreem beton / ambitie en experiment

CS9 Jef Marinus - FEBELARCH

foto: bureaubakker

idee & ontwerp: Arjan Dingsté, Filippo Lodi
prototype: mbX
met: NOE-Betonvormgeving & Triple Solar



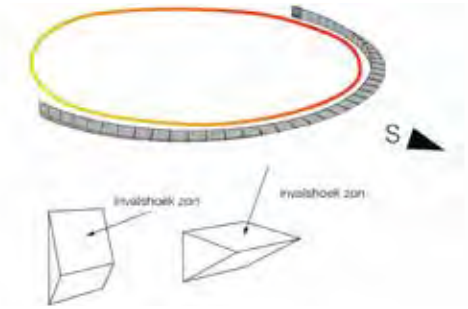
Dit onderzoek heeft zich gericht op het potentieel van hogesterktebeton voor gevelelementen waarin diverse functies worden geïntegreerd. Uitgangspunt hierbij is dat de integratie van bouwkundige en installatietechnische functies meerwaarde moet opleveren voor zowel de gebruiksprestaties als voor de esthetiek van het gebouw.

Er is een horizontaal V-vormig gevelelement ontworpen - een gevel-vin - dat al naar gelang de oriëntatie van de gevel kan variëren in afmetingen (diepte) en hellingshoek. Zo zal het daar waar de zonbelasting het grootst is de 'diepste' vorm krijgen met de meest vlakke hellingshoek, om op die plekken meer schaduw op het gebouw werpen. Tevens zal het daar het meest tot zijn recht komen als zonne- of warmtecollector.

Om in het onderzoek tot een maximaal resultaat te kunnen komen (extreme ambities leiden immers tot ongekende oplossingen) zijn er naast de passieve en actieve energiehuishouding meerdere functionele prestaties meegenomen. Bovendien zijn er dan wellicht ook meer kansen om de 'investering' van een dergelijke ontwikkeling terug te kunnen winnen door combinatie en optimalisatie van prestaties van één bouwdeel.

De voornaamste kenmerken van het voorgestelde gevelelementen zijn:

Eenvoudige montage door het toepassen van 'dry joints', snel te monteren koppelingen van elektrische circuits en watervoerende leidingen, hoge thermische isolatiewaarde, toepassing van fotokatalytisch titaniumdioxide voor een zelfreinigend betonoppervlak, ultra high performance concrete, dat is een zeer dicht beton waarop weinig of geen vervuiling of aanslag kan ontstaan en daardoor de onderhoudskosten minimaliseert. Voorts is het bouwdeel zelfdragend zodat de benodigde constructies minimaal zijn. Bovendien wordt een unieke geluidsabsorberende kwaliteit meegenomen, door de onderzijde van de vin te perforeren. In gebieden met een hoge intensiteit van verkeerslawaai is dat interessante meerwaarde.

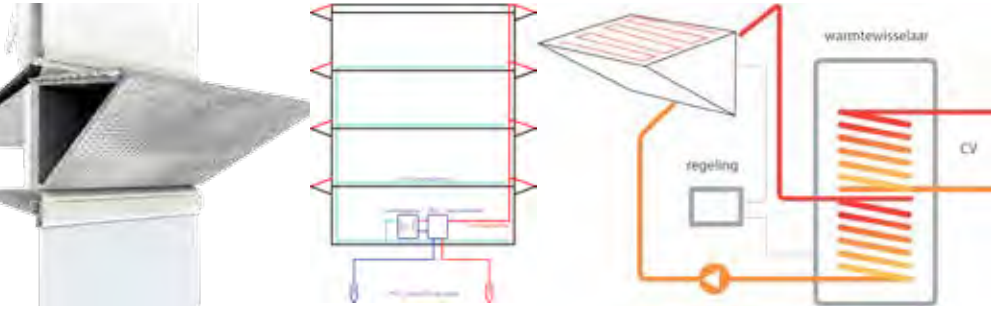


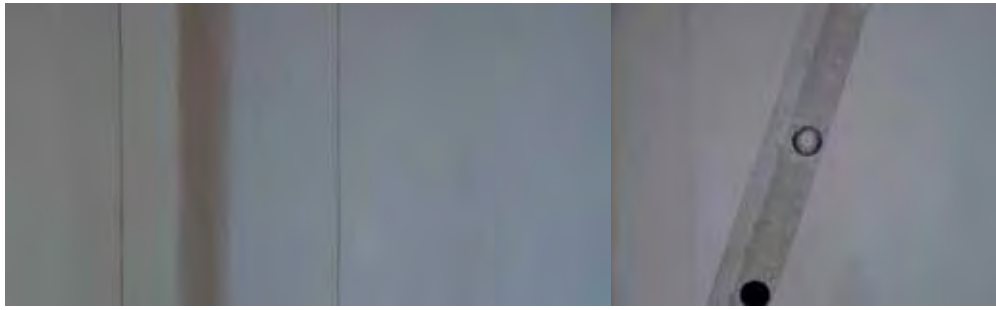
Als ‘laatste’ dienen de elementen zo licht mogelijk in gewicht te zijn (in het belang van beperking van de CO2-footprint van het gebouw). Tegelijkertijd moet er voldoende thermische massa worden geactiveerd om zonne-energie te kunnen ‘oogsten’.

Om de gewenste variatie in vorm van de lichtgewicht elementen mogelijk te maken is een flexibel instelbare mal onderzocht, om zo ook de productie te optimaliseren en niet een veelheid aan unieke mallen te moeten produceren.

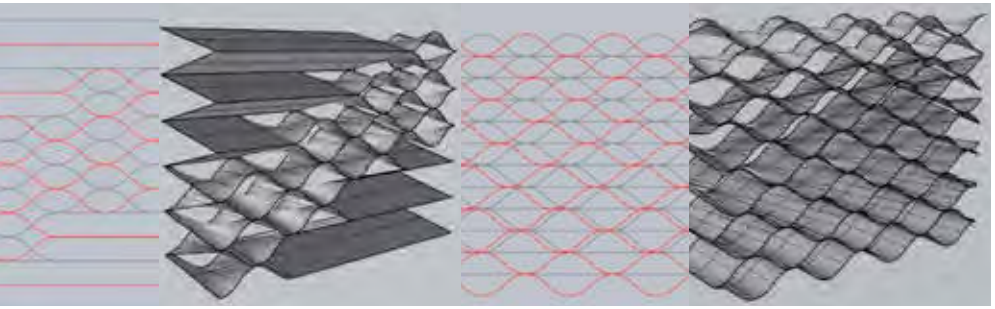
De ontwikkelde metalen mal heeft een speciaal scharnierend uiteinde waarmee alle verschillende hoeken geproduceerd kunnen worden. De mal kan daarbij licht getordeerd worden zodat vloeiende overgangen over de lengte van de gevel mogelijk zijn.

Om in een Noord-Europees klimaat optimaal energie uit de omgevingslucht te genereren, wordt in de bovenzijde van het element een thermisch goed geleidend aluminium paneel geïntegreerd, gebaseerd op een extrusie-profiel met geïntegreerde water/glycolvoerende buizen. Gekoppeld werken deze als een ringsysteem dat direct aangesloten kan worden op het gebouwklimaatsysteem.





idee & ontwerp: Sophie Valla, Marc Ibelings, Ivo Jelinek
prototype: Decomo



Gefascineerd en gefrustreerd door het veelvuldig gebruik van ‘strekmetaal’ bij natuurlijk geventileerde ruimten als parkeergarages, heeft het team zich gericht op de ontwikkeling van een betonnen variant. Zo’n oplossing zou beter passen in een gebouw uit beton. Bovendien gaf de ogenschijnlijk onmogelijke opgave voor het ontwikkelen van zeer dunne betonnen elementen in een open en fragiele ‘opstelling’, meer dan voldoende uitdaging om te ontwikkelen en testen. ‘Wat kan er nog meer in/met beton dan we al kennen’ is niet voor niets het credo van de Casestudies.

Voordat ook de elegantie van de eenvoudige productiemethode van strekmetaal te projecteren is op prefab beton - simpele sneden in een vlakke plaat die vervolgens uitgetrokken, gerekt en gestrekt wordt - is in eerste instantie onderzocht of het sowieso mogelijk is om vergelijkbare elementen te kunnen maken uitgaande van het materiaal. Vergelijkbaar qua prestatie - transparant - en qua voorkomen - fragiel en dun.

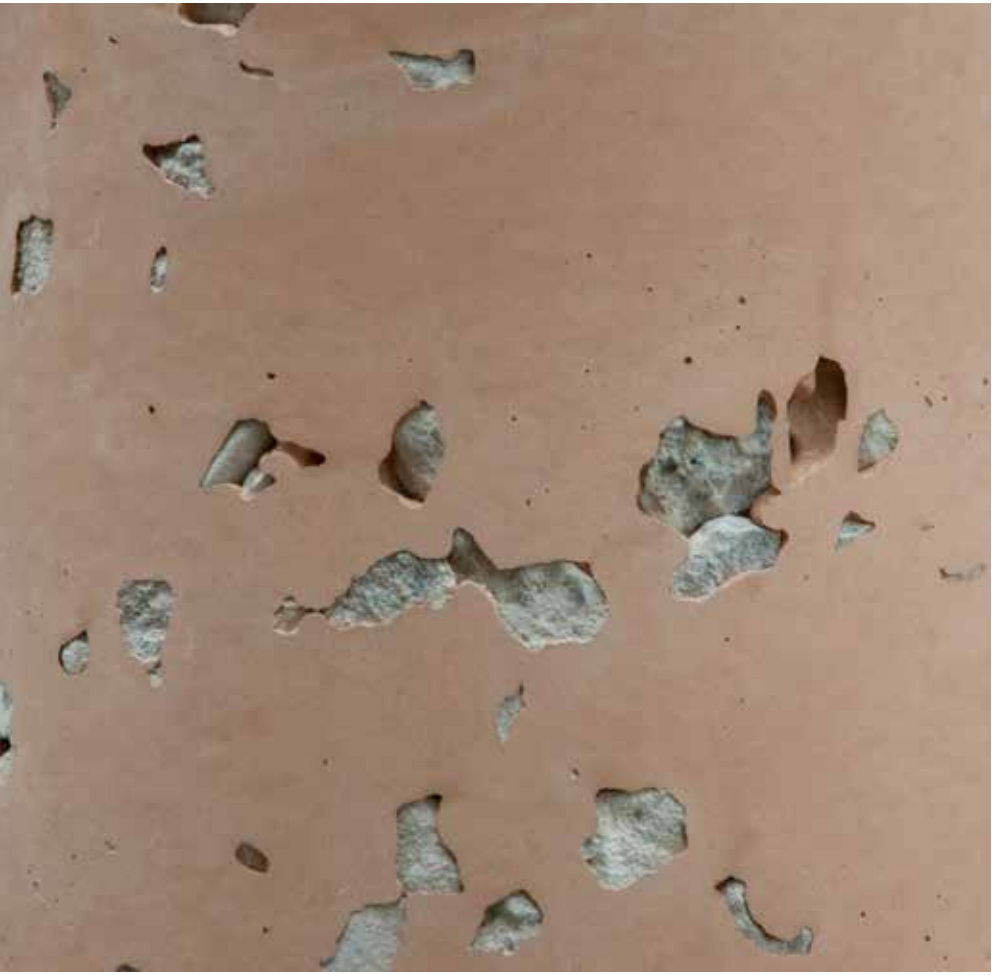
Eén van de uitdagingen hierbij is de noodzaak om beton te ondersteunen tijdens het verhardingsproces. Exact dezelfde karakteristiek herbergt ook de potentie om anders dan de regelmatige vormgeving van de metalen voorbeelden, veel onregelmatiger patronen en vormen te generen. Daarin schuilt de potentie tot een rijke variatie aan mogelijkheden en expressies.

Diverse tests met materiaalsamenstellingen hebben geleid tot een ‘pizzadeeg’ mortel. Relatief taai en daardoor vervormbaar na ‘uitrollen’. De mortel bleek echter dusdanig te kleven dat vervorming lastig bleek. Het nog ‘vloeibare’ mengsel in de vorm van een plak scheurde snel en had grote beperkingen ten aanzien van de curves waarin het kon worden vervormd.

De hanteerbaarheid en verwerkbaarheid van de ‘plakken’ is aanzienlijk vergroot door de mortel tussen twee lagen folie te plaatsen met als bijkomend voordeel dat zo de oppervlaktestructuur te manipuleren is, wat het scala aan mogelijke expressies ten goede komt.

Wanneer de plakken (in folie) gereed zijn voor verwerking worden ze tussen twee (3D-gevormde) maldelen geklemd, om hun uiteindelijke vorm te krijgen.

Vervolg onderzoek moet het mengsel verder optimaliseren om de vervormbaarheid te vergroten. Er zijn al tests gedaan met carbon-wapeningsstrips die de ultradunne elementen de benodigde sterkte kunnen geven. Daarnaast zal het verbinden of combineren van de vervormde plakken - droog of nat - moeten worden ontwikkeld om uiteindelijk de ontwerpers én gebruikers een elegant en fragiel betonnen product te geven.

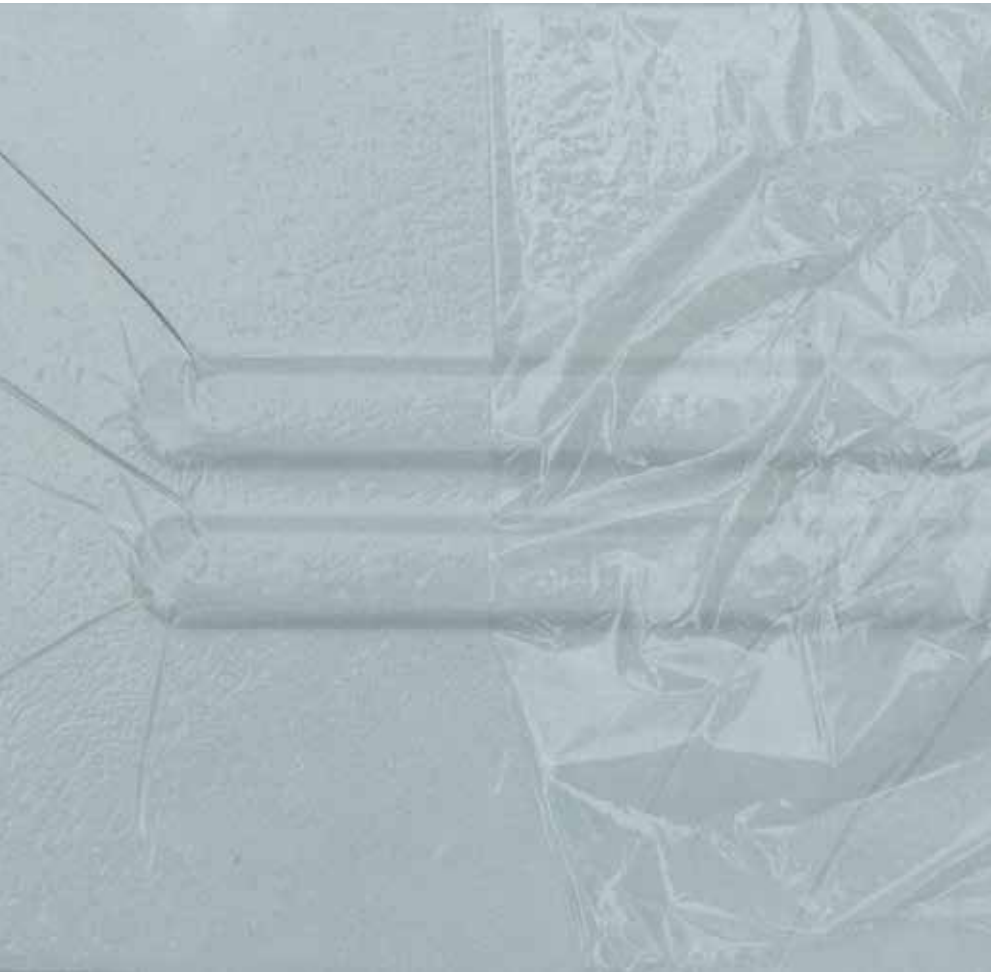


idee & ontwerp: Hans Hammink
prototype: Geelen Beton

Verouderen van beton wordt veelal als problematisch gezien. Beton veroudert niet vaak elegant, zeker niet in vergelijking met baksteen, natuursteen of hout. Bij die materialen wordt het verweren juist gewaardeerd en lijkt het bij te dragen aan het karakter.

In principe zijn er twee strategieën om het ongewenste verouderingsproces te pareren. Ten eerste kan men inzetten op het voorkomen van verwering. Geen verwering betekent geen verandering aan het in eerste instantie gewenste en gemaakte product. Hiervoor moet een betonoppervlak worden gemaakt dat zo dicht is dat er geen vuil aan kan hechten, maar met de volgende regenbui wegspoelt. Een tweede strategie, die hier haaks op staat, omarmt juist de verwering. Hierin maakt onregelmatigheid in kleur en textuur integraal onderdeel van het beeld. Men zou in dat geval al willen starten met een onregelmatig oppervlak.

Deze tweede strategie is getest door het gecontroleerd laten ontstaan van afwijkingen in het gladde oppervlak wat ‘standaard’ wordt verkregen bij het gebruik van een normale bekisting. Deze afwijkingen die tot nu toe als ‘ongewenst’ worden ervaren mogen echter alleen voorkomen daar waar er geen negatieve constructieve gevolgen zijn. Ze moeten dus worden gecontroleerd en de elementen moeten er op worden gedimensioneerd. De zo verkregen onregelmatigheden in het oppervlak zullen vervuiling juist aantrekken, maar door het relatief kleine extra effect zal het veel minder opvallen. Het kan de gewenste onregelmatigheden slechts versterken en zo het ontworpen beeld nog meer tot zijn recht laten komen.



Daar waar de uitdaging voor de strategie om vervuiling te omarmen voornamelijk lijkt te liggen in het veranderen van de verwachtingen ten aanzien van ‘gaafheid’ en regelmaat, lijkt de uitdaging gekoppeld aan het voorkomen van vervuiling te liggen in het produceren van de benodigde zeer dichte oppervlakken,

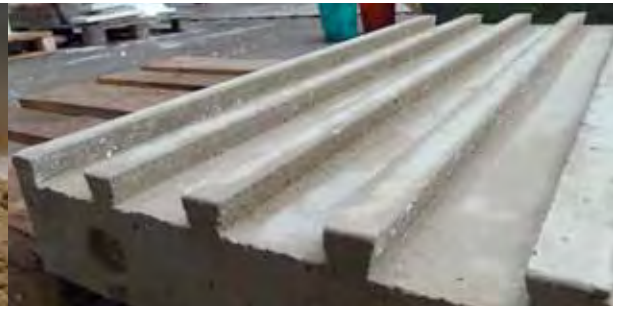
Er zijn meerder technieken en materialen getest. Deze zijn alle gericht op het zo dicht mogelijk maken van het betonoppervlak zonder extra productiehandelingen aan de elementen toe te voegen zoals bijvoorbeeld het aanbrengen van coatings. Coatings verouderen door UV-straling en zouden op termijn vervangen moeten worden, wat het onderhoud aan deze bouwdelen cruciaal zou maken. Dit was dan ook geen reële optie in het onderzoek. ‘We weten dat het kan en wat de consequenties daarvan zijn’.

Er is geëxperimenteerd met het aanbrengen van een keimlaag in de mal, maar dat had niet het gewenste resultaat. Een beter resultaat werd gevonden in het aanbrengen van een gelcoat in de mal. Veelbelovende resultaten waren te zien bij het plaatsen van folies in de kist als vervanging van ontkistingsolie. Bijkomend positief effect is dat de folie na ontkisten blijft plakken op het betonelement en daardoor bescherming biedt tegen vervuiling tijdens transport en montage.

Een andere positief bevonden proef is het plaatsen ven floatglas op de malbodem. Dit geeft een bijzonder glad oppervlak. Er kan zelfs voor gekozen worden om het glas een blijvend onderdeel van het element te laten zijn. Voorlopig is dit beperkt tot vlakke elementen.

Als laatste optie zijn er experimenten gedaan met ultra-hogesterktebeton als toplaag in combinatie met meer traditioneel beton als drager.

idee & ontwerp: Dirk Jan Postel, Hans Köhne
prototype: Decomo

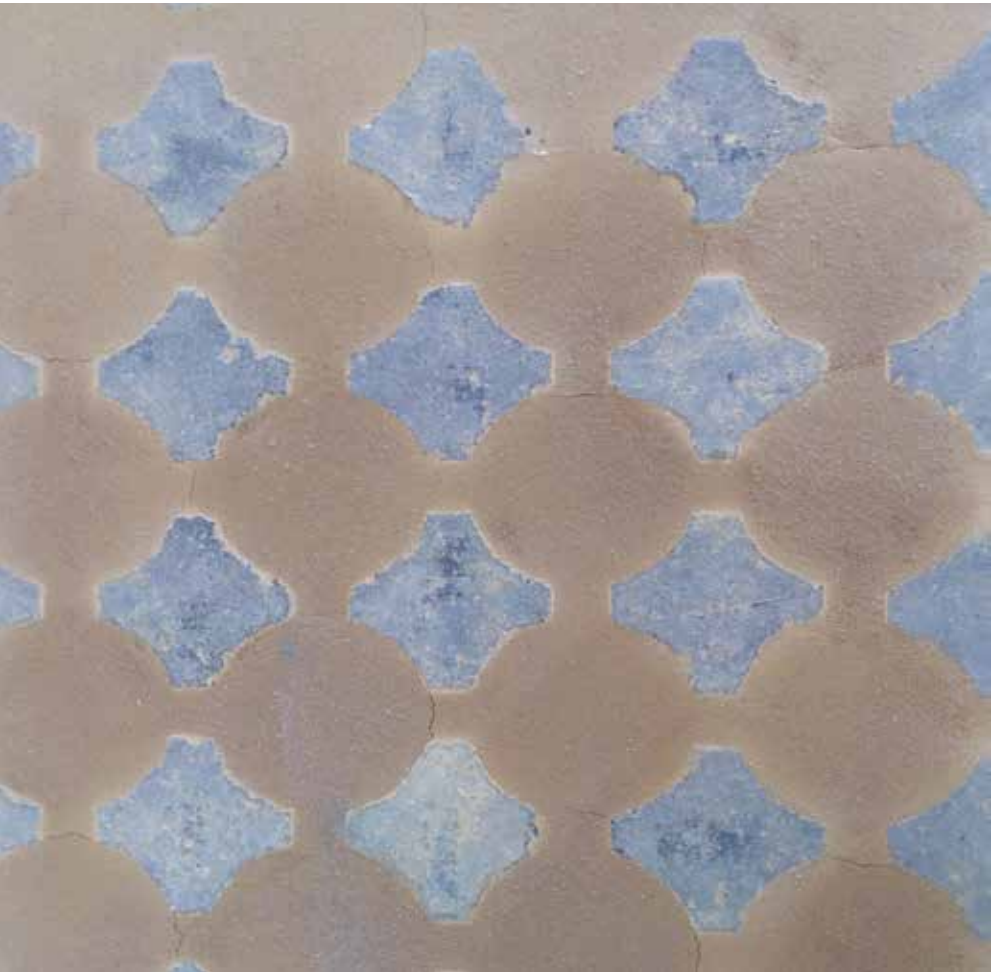


Duurzaam bouwen vraagt om het sluiten van de materiaalkringloop. Ook voor beton geldt: beperken van primaire grondstoffen en optimaliseren van hergebruik en recycling.

Tegelijkertijd is er behoefte aan 'zacht' beton dat adaptieve kwaliteiten heeft voor vocht en geluid, en dat een aangename aanraakbare textuur heeft. Vergelijkbaar met 'adobe bouwwerken'. Adobe is bekend van de traditionele bouwcultuur in Noord-Afrika en het Midden-Oosten waarbij leem het belangrijkste bouwmateriaal is. Fascinerend is dat adobe weliswaar verweert maar steeds weer opnieuw gebruikt kan worden. Met adobe als inspiratiebron is onderzocht of recycling de sleutel is tot het maken van 'zacht beton'.

In een eerste aanzet is gekeken naar het maximaliseren van recycling-materiaal met behoud van sterkte en levensduur. Het is mogelijk om de verhouding nieuwe materialen versus hergebruikte materialen in beton te manipuleren. Wanneer het grove toeslag materiaal wordt vervangen door recyclingmateriaal komt de verhouding primair / secundair materiaal ongeveer op 50/50. Wanneer ook het fijne toeslagmateriaal wordt vervangen kan een verhouding van 20/80 worden bereikt. Wanneer er dan ook nog gebruik wordt gemaakt van 'blended' cement (deels vliegas, slak of steenmeel) is zelfs 10/90 mogelijk. Hoewel nog grotendeels theoretisch ligt de grens bij ongeveer 5/95 wanneer ook de vulstoffen deels worden vervangen met het geselecteerde fijn materiaal afkomstig van 'smart concrete crushing'. Bijkomend voordeel zou zijn dat dan ook het niet-gehydrateerde cement uit het oude beton opnieuw beschikbaar komt.

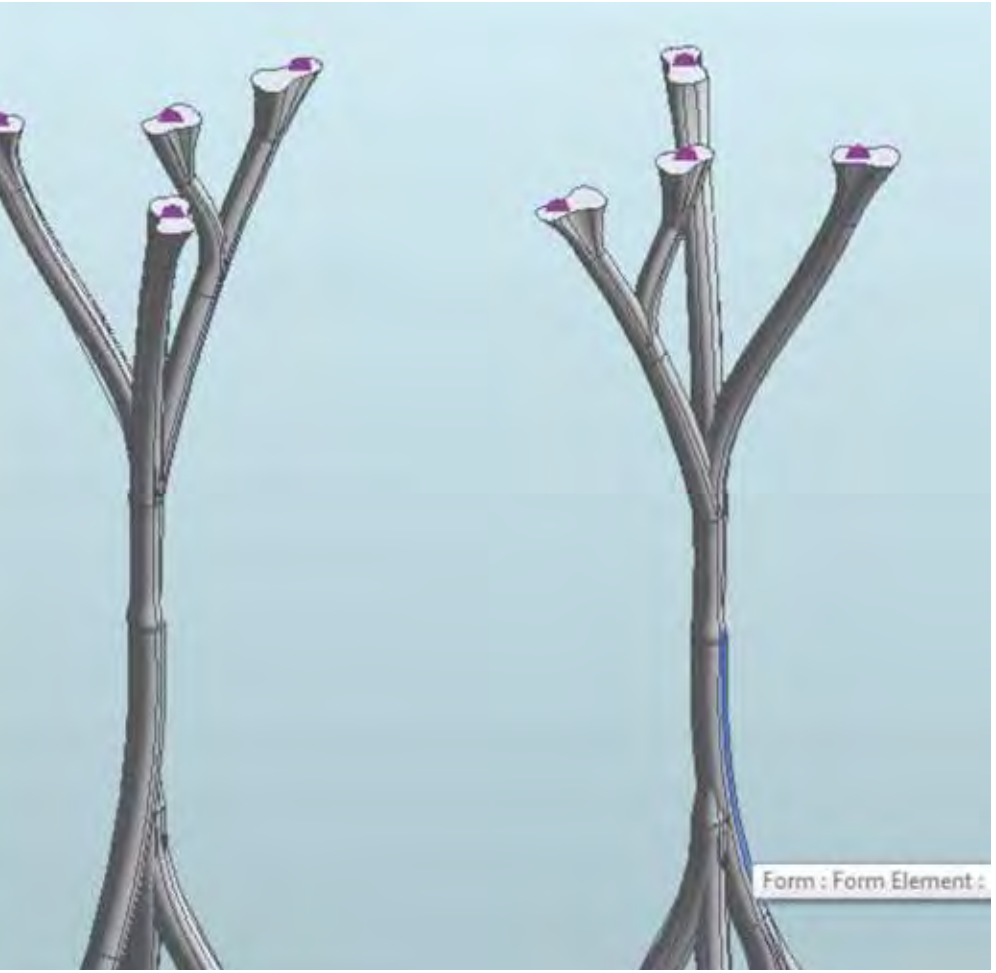
Eerste tests met dergelijke mengsels (5/95) lieten resultaten zien met onvoldoende druksterktes voor bouwelementen.



Voor de tweede ambitie, adaptief beton, is gekeken naar combinaties van leem en beton.

Leem in beton: In eerste instantie lijkt de toevoeging van leem aan een betonmengsel een ernstige zonde tegen lang bekende betontechnologische principes. Leem bevat immers klei, wat hinderlijk is voor de sterkteontwikkeling. Maar voor het maken van 'zacht beton' zou dat juist interessant kunnen zijn. De droge leem laat zich eenvoudig verwerken bij de aanmaak van beton. De vraag is hoeveel leem nodig is om beton zo 'zacht' te maken dat het vocht en geluid absorbeert, terwijl het beton toch nog een betrouwbaar bouwmateriaal blijft.
Een leem/cement verhouding van 50/50 bleek haalbaar. Daarmee is een prototype gemaakt voor een geluidabsorberend paneel, voorzien van sleuven waarin het geluid wordt 'gevangen'. Nader onderzoek moet uitwijzen wat de bijbehorende prestaties zijn.

Dan leem op beton. In deze optie zijn prototypen ontworpen met beton als harde constructieve drager, afgewisseld met zachtere zones van leem. Het levert panelen die een sterk grafische werking hebben door kleur en textuurverschillen. De panelen bezitten de bekende adaptieve kwaliteiten van leem en er zijn bouwwerken mogelijk die verder reiken dan de 'adobe gebouwen'.

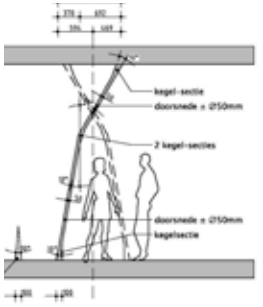


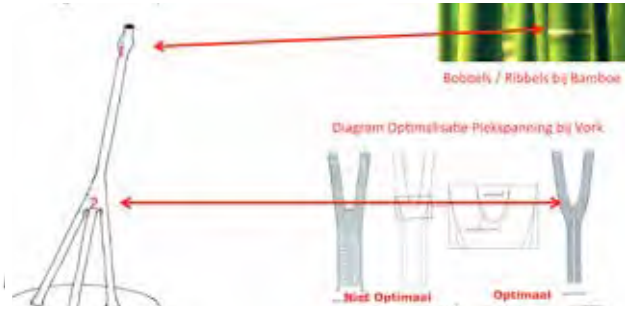
idee & ontwerp: Peter Heideman
prototype: Geelen Beton
met: Verhoeven Timmerfabirek Nederland

Geïnspireerd door voorbeelden uit de natuur is gezocht naar optimalisatie van materiaalgebruik. Uitgangspunt was het ontwikkelen van een kolom waarbij alleen materiaal is toegepast daar waar het constructief echt nodig is.

Er is gekeken naar planten als grassen en bamboe en naar botstructuren. Opvallend daarbij was dat in al de voorbeelden de 'doorsnede' hol of poreus is. De 'constructieve doorsnede' is dus vele malen kleiner dan de 'formele'. Daarnaast blijkt dat er vaak sprake is van vertakkingen en plaatselijke verdikkingen die leiden tot relatief dunne constructieve onderdelen.

In een vergelijking met de auto-industrie, is te zien dat het functioneel toepassen van materialen redelijk efficiënt lijkt te gaan. Kooiconstructies in racewagens en monocoque constructies van personenauto's in combinatie met andere carrosserie-onderdelen laten heel duidelijk verschillende materiaalcombinaties afhankelijk van verschillende functies zien. Wellicht is de auto-industrie meer gedreven door materiaalkosten en geholpen door massaproductie, maar er is geen twijfel dat in de bouw en met name in draagconstructies optimalisering van materiaalvolume en -vorm een interessant onderzoeksveld is.





Formele optimalisatie leidt zondermeer tot kritieke dimensionering. Met behulp van generatieve simulatie is het mogelijk om een veelheid aan structurele analyses gericht uit te voeren om zo tot een optimale constructieve vormgeving te komen. Inmiddels is er een serieuze onderzoekspartner gevonden in de TU Eindhoven. Het tijdsbestek van de casestudy was helaas te kort om op de eerste resultaten te wachten. Een vervolg op deze casestudy zal zeker komen.

Op basis van meer traditionele rekenmethodes is een element ontworpen dat enkele van de te verwachten karakteristieken heeft. Zeer slanke en onregelmatige dwarsdoorsneden in combinatie met complex gevormde 'vertakkende' elementen. In eerste instantie is getest of het ook daadwerkelijk mogelijk is om dergelijke elementen te produceren.

De mal voor het prototype is gefreesd uit EPS en afwerkt met een lak. Hij is opgedeeld in meerdere onderdelen om in principe zo te kunnen ontkisten dat de mal intact blijft en opnieuw te gebruiken is.

Gezien de vormgeving van de kolom en de dimensionering van de dwarsdoorsneden zal er geen wapeningsstaal toegepast kunnen worden. Gebruik van staalvezels is de oplossing. Aan de verwerkbaarheid van zo een mengsel worden extreem hoge eisen gesteld. Het dunvloeibare betonmengsel zal een relatief lange weg moet afleggen door nauwe openingen, waarbij geen enkele vorm van ontmenging kan worden getolereerd.

idee & ontwerp: Victor Retel Helmrich, Allard Schwencke
prototype: Verheyen Beton

‘Een levende gevel is habitat voor natuurlijke levensgemeenschappen en draagt bij aan meer natuur en meer beleving voor de mens.’

Het team heeft zich als opdracht gesteld om uitgaande van bovenstaande visie een gevelsysteem te ontwikkelen. Mensen vormen samen met planten en dieren de biosfeer van onze planeet. Het gaat om een netwerk van relaties met soorten als schakels van het net. De mens domineert weliswaar het netwerk, maar zijn positie blijft afhankelijk van de andere soorten. Variatie aan soorten - biodiversiteit - is in het belang is van ons allemaal.

We moeten dus onze eigen leefomgeving zo inrichting dat er ook voldoende plaats is voor planten en dieren. De aard van de Casestudy Prefab Beton dwingt om hiervoor niet alleen te kijken naar parken en tuinen, maar om in gevelelementen zelf de benodigde voorwaarden te creëren.

Hiervoor is ook gekeken naar vormen en structuren van steenachtige condities die in de natuur voorkomen. Opvallend is dat de ‘vormgeving’ daarvan niet glad en strak is en ook niet eenduidig in condities qua vochtigheid, wind- en zonbelasting. Juist afwisseling en variatie in condities leidt tot het faciliteren van leven.

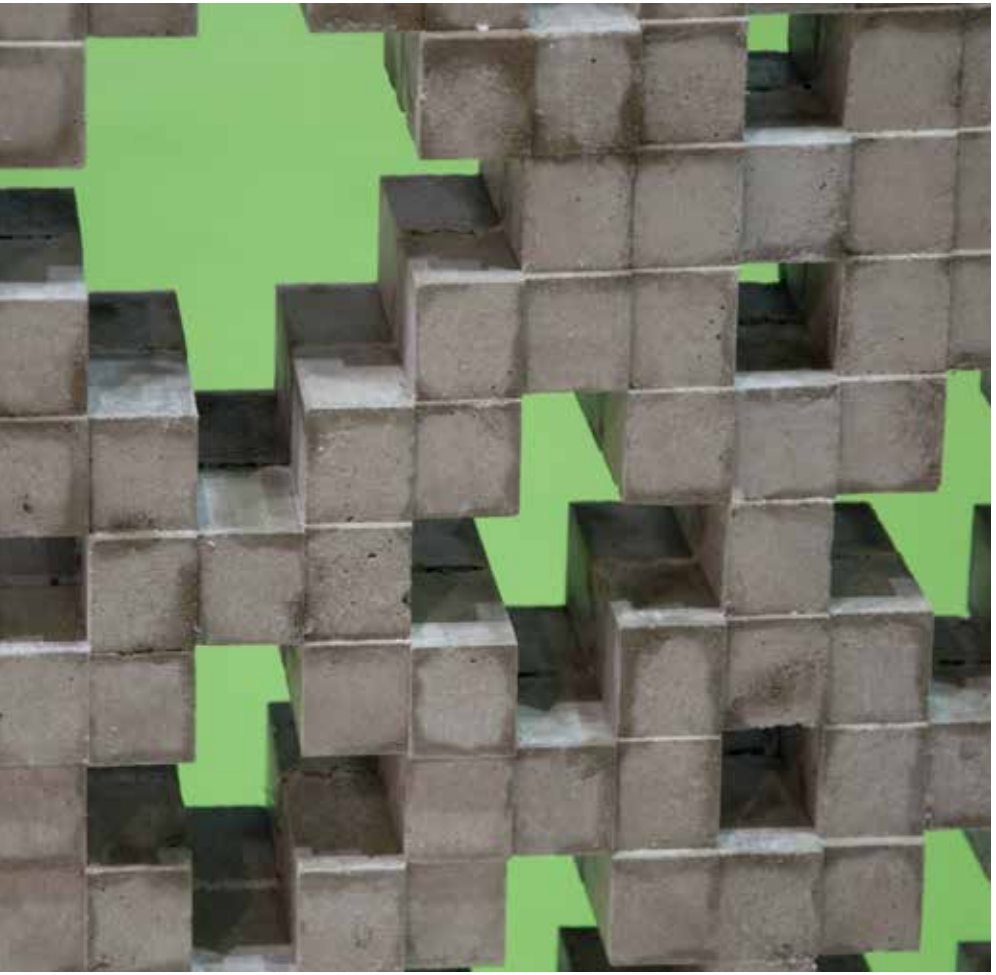
Op basis van de L-vormige ‘Amman-tesselation’ is een gevelsysteem ontwikkeld waarbij het relatief eenvoudig is om elementen van verschillende diepte en structuur te combineren tot een resultaat dat enerzijds de beoogde variatie in condities geeft en anderzijds tot een evenwichtig totaalbeeld leidt.

Er zijn verschillende L-vormige elementen ontwikkeld die een variatie aan leefomgevingen herbergen. Van nestplekken voor zwaluwen en vleermuizen - die nu al voor 95% afhankelijk zijn van gebouwen - door het opnemen van holtes met op de beoogde 'bewoner' afgestemde vormen en formaten. Tot verscheidenheid in oppervlaktestructuren die in meer of mindere mate bemossing en beplanting faciliteren. Verschil in diepte van de elementen zorgt voor hoeken en 'overhangen' waar vocht makkelijk wordt weggeblazen of juist langer blijft zitten en waar schaduw of juist zon is.

Ervaring leert dat het mogelijk is om een leefmilieu te ontwikkelen waar in eerste instantie korstmossen kunnen groeien. Deze kunnen vocht vasthouden, wat naast voedsel essentieel is voor verdere ontwikkeling van een leefmilieu. Op die vochtige ondergrond kunnen hogere planten als leeuwenbek zich vestigen. Zo ontstaat een successie van leefprocessen.

Deze spontane ontwikkeling zal op een betonelement wel moeten worden 'geholpen'. Beton heeft een alkalisch milieu waarop lastig begroeiing is te krijgen. Er is gezocht naar een toeslagmateriaal dat dit alkalische milieu neutraliseert. Uiteindelijk is gekozen voor het plaatsen van lavasteen in het oppervlak. Bijkomstig voordeel is de verhoogde mate van vochtopslag.

Een dergelijke gevel die een verscheidenheid aan leven kan faciliteren dient niet louter een ecologisch doel. Juist het integreren van dergelijke milieus in een gebouw kan leiden tot ontheffingen van de steeds zwaarder wordende flora- en faunawet. En dat kan weer worden vertaald in een economische waarde van dit gevelconcept. Nu zijn de Casestudies niet direct gericht op het vinden van sluitende business cases. Maar de economische waarde is wel van dominant belang in de doorontwikkeling van het concept in de richting van marktintroductie.



idee & ontwerp: Hans Kaashoek, Allard Schwencke, Klaas Paul de Boer
prototype: Betonindustrie de Veluwe

Eén van de uitgangspunten voor 'Pixels' is de idee dat architectuur te zien is als culturele daad, als overwinning op de natuur. Een gebouw is voor de mens. Tegelijkertijd levert diezelfde natuur de mens continu inspiratie om zich te beschermen, om constructies te bouwen en om esthetisch vorm te geven aan bouwwerken.

Oermotieven werden in grotten op muren geschilderd als overwinningsritueel.
Goddelijke geschriften leggen vast dat het maken van gesneden beelden niet past, wat leidt tot abstraheren, zoals bijvoorbeeld te zien is in Arabische kunst en patronen.
De gotiek leidt op haar beurt tot verbeelding van de menselijke maat en reducering van materiaal om zo Goddelijk licht te vangen.
Abstraheren van natuur vindt wellicht haar ultieme uiting bij 'de modernen'.

Tot de tijd van nu, waarin we de natuur kunnen namaken. Waarin 'biomimicri' ambities voedt die streven naar optimaal materiaalgebruik en 'slimme' natuurlijke en efficiënte oplossingen.

'Pixels' gaat verder dan het mogelijk maken van oneindig veel patronen, abstracties van de natuur, rustgevend of activerend, puur decoratief of anderszins functioneel. Het zoekt naar een effectieve methode die efficiënt is in productie en materiaalgebruik, zowel ten aanzien van het te maken object als met het oog op de te gebruiken mal.

Het doel is de ontwikkeling van een 'flexibel' mal systeem, dat eenvoudig aan te passen is, veelvuldig te gebruiken, en met de mogelijkheid complexe objecten te produceren met een schier oneindige keuze aan vormen en functies. Van semi-transparante schermen, tot akoestische reflectors. 'U mag het bedenken, en wij kunnen het maken'.

De ‘Pixelmal’ maakt het mogelijk om twee zijden van een object een unieke vorm te geven. Beide zijden, van bijvoorbeeld een mal voor een wand, worden opgebouwd uit een groot aantal identieke kunststof staven met een vierkante doorsnede. Elke staaf kan onafhankelijk van de anderen horizontaal worden gepositioneerd. Zo ontstaat een verticaal landschap dat in maximale stand een opening in het te maken object tot gevolg heeft. Esthetische, functionele en constructieve randvoorwaarden bepalen verder de vormgeving, rekening houdend met het te gebruiken mengsel (vloeibaarheid, vezelversterkt) en de eventueel benodigde wapening. Wanneer de ‘pixelstaven’ zijn geplaatst wordt het pakket zodanig ingeklemd dat het niet meer vervormbaar is en dan is de mal klaar om te worden gevuld.

Na het ontkisten en uitnemen van het betonelement is de mal wederom inzetbaar voor een volgende productie, met zo nodig een heel andere vorm, zonder dat malmateriaal hoeft te worden vervangen.

De ontwikkeling en het testen van de ‘Pixelmal’ hebben vrijwel direct inzicht gegeven in verdere ontwikkelingen. Een dergelijke mal kan het aantal te produceren unieke mallen beperken. Ook het toepassen van een folie of flexibele plaat aan de stortzijde van de ‘pixels’ kan het anders ‘digitale’ resultaat ‘analoog’ of vloeiend maken. Bovendien lijkt het ontwikkelde principe uitermate geschikt om gerobotiseerd te worden uitgevoerd. De eerste tests hiervoor zijn al gedemonstreerd tijdens de GEVEL2014.

idee & ontwerp: Michaela Stegerwald
prototype: 8R Betondesign
met: NOE-Betonvormgeving & Twinplast

Het idee om tijdens de presentatie van de 9de Casestudy Prefab Beton op de GEVEL2104 enige malen de formule van het Casestudy initiatief 'live' te laten beleven, heeft geleid tot het ontwerp en productie van een speciale 'live-brainstormtafel', de Concrete Challenge Desk. Geheel overeenkomstig de aard van het casestudie-initiatief is de tafel in dialoog tussen ontwerper en producent ontwikkeld. Met gebruik van in de bouwindustrie 'bijzondere' materialen en technieken.

Het idee voor de vormgeving van de tafel is ontleend aan typische Nederlandse duinlandschappen, droogvallende wad-formaties die een terugkerend ritme, een golvend patroon, laten zien. Opduikend en verdwijnend, een fenomeen dat is gekoppeld aan het ontstaan en ontwikkelen van ideeën tijdens brainstorm sessies.

Om de bezoekers aan de beurs makkelijk aan te laten sluiten bij de gesprekken tussen ontwerpers, experts en producenten is het een tafel geworden waaraan staand gewerkt kan worden. Een actieve houding die voor de relatief korte sessies van elk ongeveer een uur, de noodzakelijke spanningsboog van concentratie en creativiteit ondersteunt. De golvende onderzijde van het blad is niet slechts een metafoor voor het eerder genoemde landschap en brainstormproces, het biedt tevens bergruimte voor tassen en jassen van deelnemers. Het vlakke bovenblad - in een eerdere versie bedacht als licht bollend - is uitgevoerd in ultra high performance concrete, beton met een zeer hoge dichtheid. Hierdoor is het mogelijk om met whiteboard-stiften ideeën te noteren op de tafel, te reageren, en na afloop het blad weer te reinigen voor de volgende discussie. Een ware noviteit qua functionaliteit in het materiaal beton!

Bovendien was de ambitie om ook de constructieve grenzen op te zoeken. Ook tussen de brainstromsessies door moest de tafel de aandacht op zich vestigen. Wel van beton, maar met ogenschijnlijk onmogelijke dimensies. De tafel moest zo dun mogelijk worden en in praktijk de haalbaarheid bewijzen.

Om al deze ambities, dun, beschrijfbaar, elegant en onverwacht maar ontegenzeggelijk ‘beton’, waar te kunnen maken is voor een productietechniek gekozen die ver af lijkt te staan van in de bouw gebruikelijke methoden. Er is geen sprake van een ‘normale’ bekisting. De keuzes voor het gebruikte betonmengsel en technieken is toegespitst op de in stelling gebrachte ambities.

Het blad en de golvende onderzijde zijn in twee delen vervaardigd en ‘nat’ met elkaar verbonden. Voor beide delen is een mal gemaakt, waarvan die voor het golvende deel in een open ‘3D-vorm’.

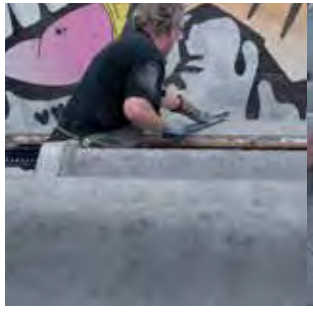
Allereerst is een dunne (ca. 2mm) laag zeer fijn beton in de mal gespoten, zowel tegen de ‘bodem’ van de mal als tegen de zijkanten. Hierdoor ontstaan er geen esthetische verschillen tussen horizontale, verticale en golvende vlakken. Eén proces levert één textuur, bovendien wordt er zo ook een uiterst dicht oppervlak verkregen.

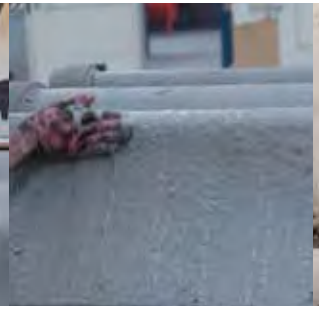
Gelijk na het spuiten zijn de vlakken gevuld met een mengsel voorzien van alkalisch-resistente glasvezels. Hierdoor hoeven er geen (stalen) wapeningsstaven of -netten te worden toegepast om de benodigde constructieve prestaties te leveren. Zo kon er met heel slanke afmetingen worden gewerkt.

Het mengsel heeft een viscositeit die het toelaat om het beton zelfs verticaal aan te brengen zonder dat het naar onder vloeit. Op het moment dat het beton ‘opstijft’ kan het worden afgewerkt om ook de ‘stortzijde’, of bij dit proces ‘aanbrengzijde’, strak en vlak te maken.

Al met al een arbeidsintensief proces in vergelijking met het storten van een (hoog)vloeibare massa in een mal. Daartegenover staat dat de mal zelf relatief eenvoudig kan blijven.

Daarmee is de Concrete Challenge waargemaakt: een verbluffende verschijning en stimulerend voor ‘live brainstorm sessie’, overtuigend experimenteel beton 2.0.





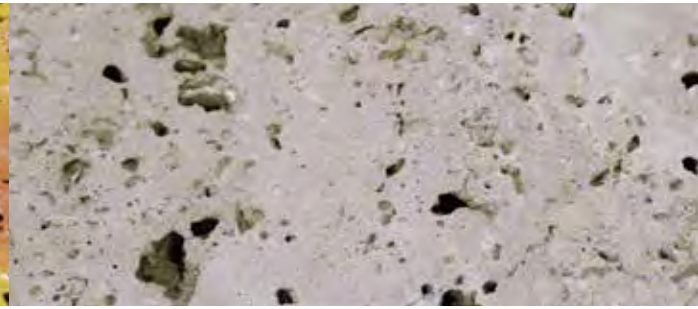
PROTOTYPEN EERDERE CASESTUDIES

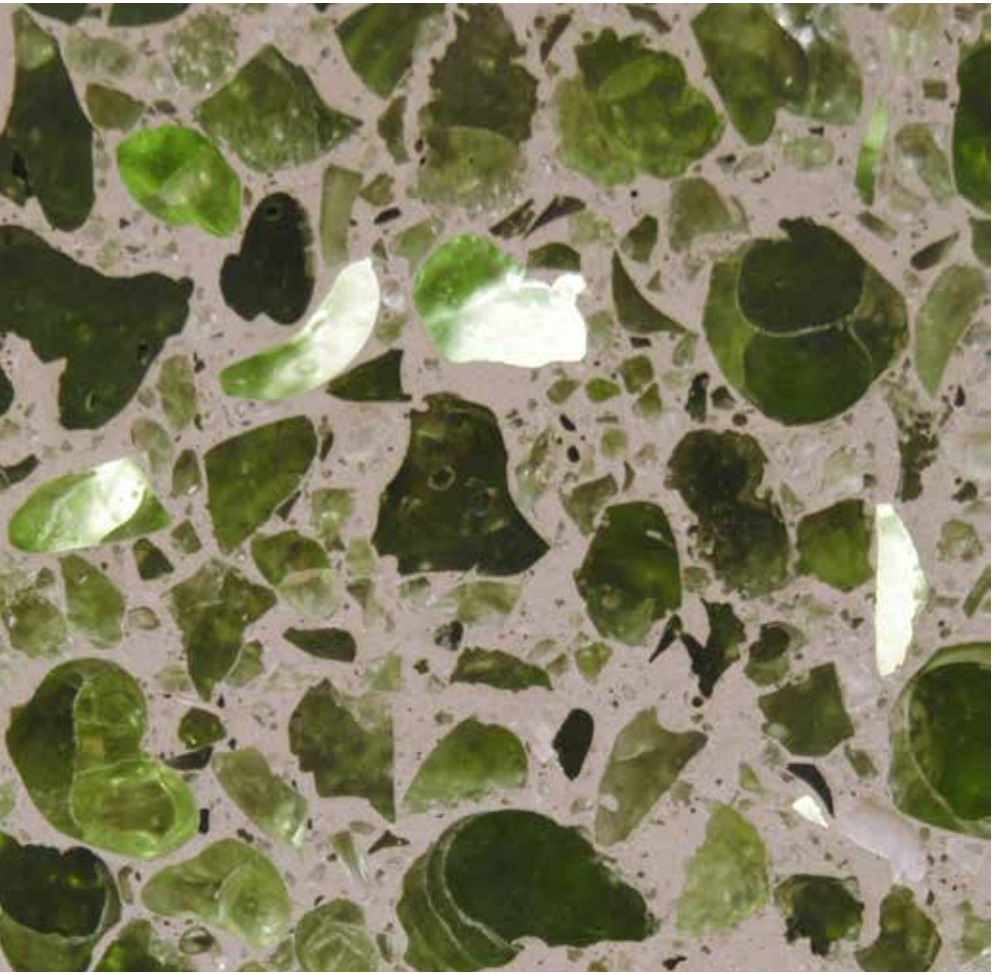
CS1 **BEHANG** Betonindustrie de Veluwe / Gert Anninga, Hanneke van Wel - EN architecten

foto: Marcel van Kerckhoven

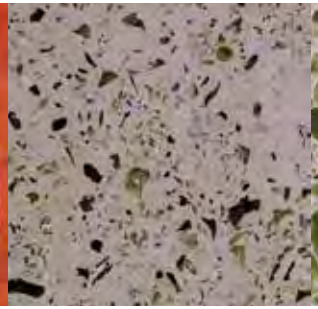
idee & ontwerp: Kees van Weeren
prototype: Betonindustrie de Veluwe

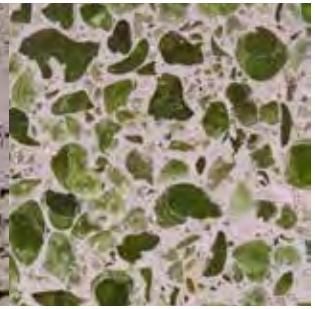
prototype: Betonindustrie de Veluwe



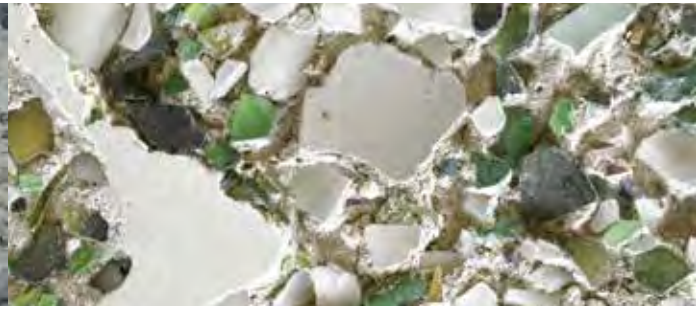


idee & ontwerp: Clemens Boons, Elke Goossens
prototype: Betonindustrie de Veluwe





idee & ontwerp: Jos & Jeu Harnischmacher
prototype: Betonindustrie de Veluwe



idee & ontwerp: Dirk Jan Postel
prototype: Hurks Beton

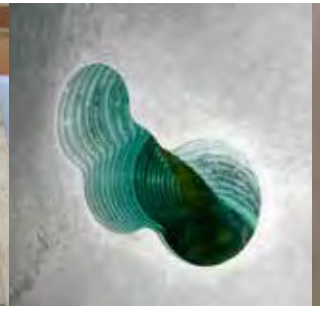
idee & ontwerp: Joren Hoogeboom, Dirk Jan Postel
prototype: Geelen Beton

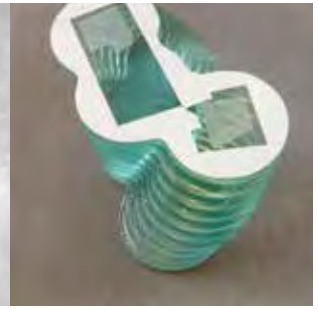
idee & ontwerp: Marian van der Waals
prototype: Hurks Oosthoek Kemper

idee & ontwerp: Niklaas Deboutte
prototype: Geelen Beton

CS4 PERFORATED II

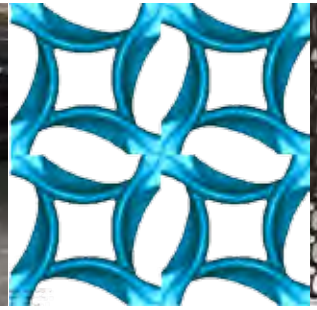
idee & ontwerp: Baukje Trenning
prototype: Hurks Beton



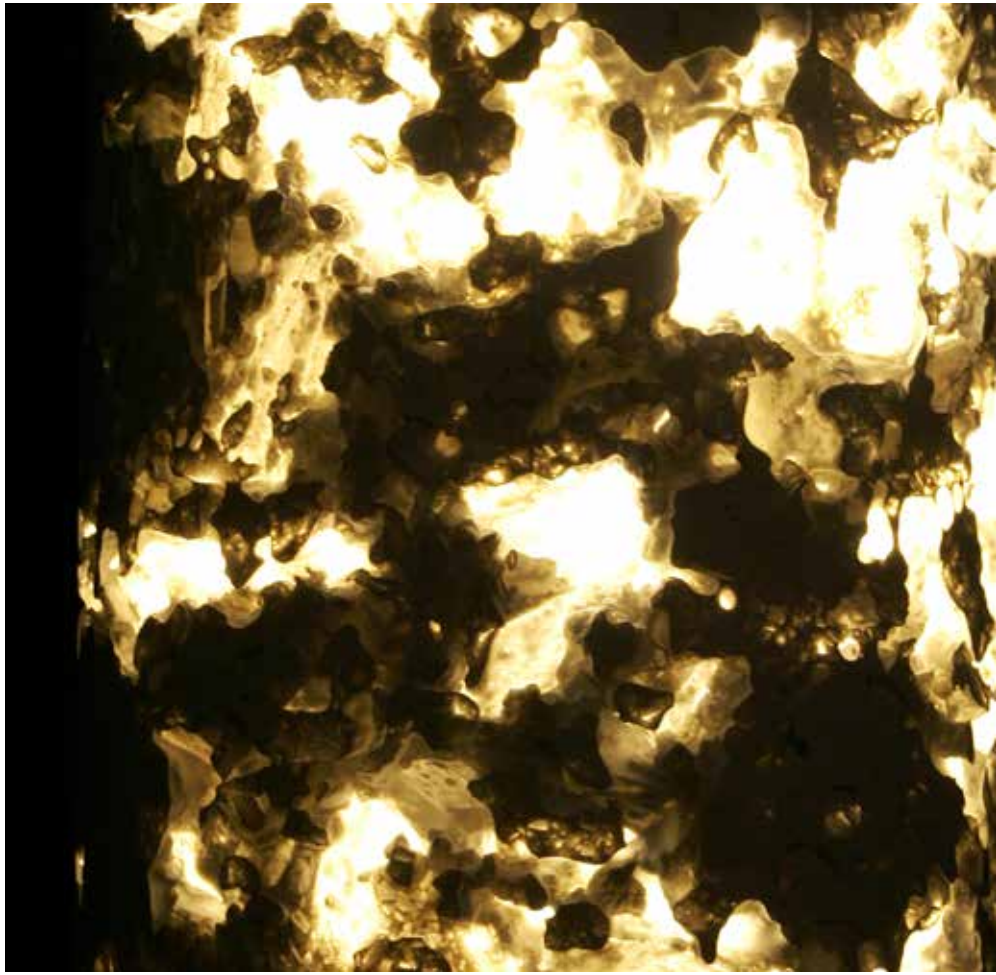


CS5 COMPLEX 3D

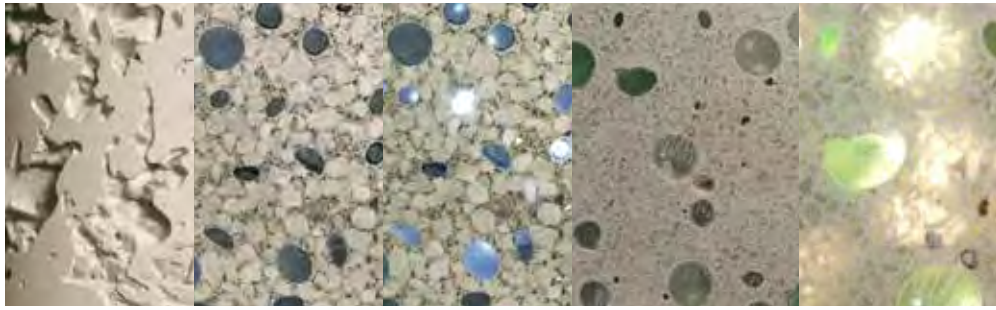
idee & ontwerp: Jean-Marc Saurer
prototype: Loveld



idee & ontwerp: Kurt Demyttenaere
prototype: Verheyen Beton



idee & ontwerp: Elise Vandewalle
prototype: Hurks Oosthoek Kemper

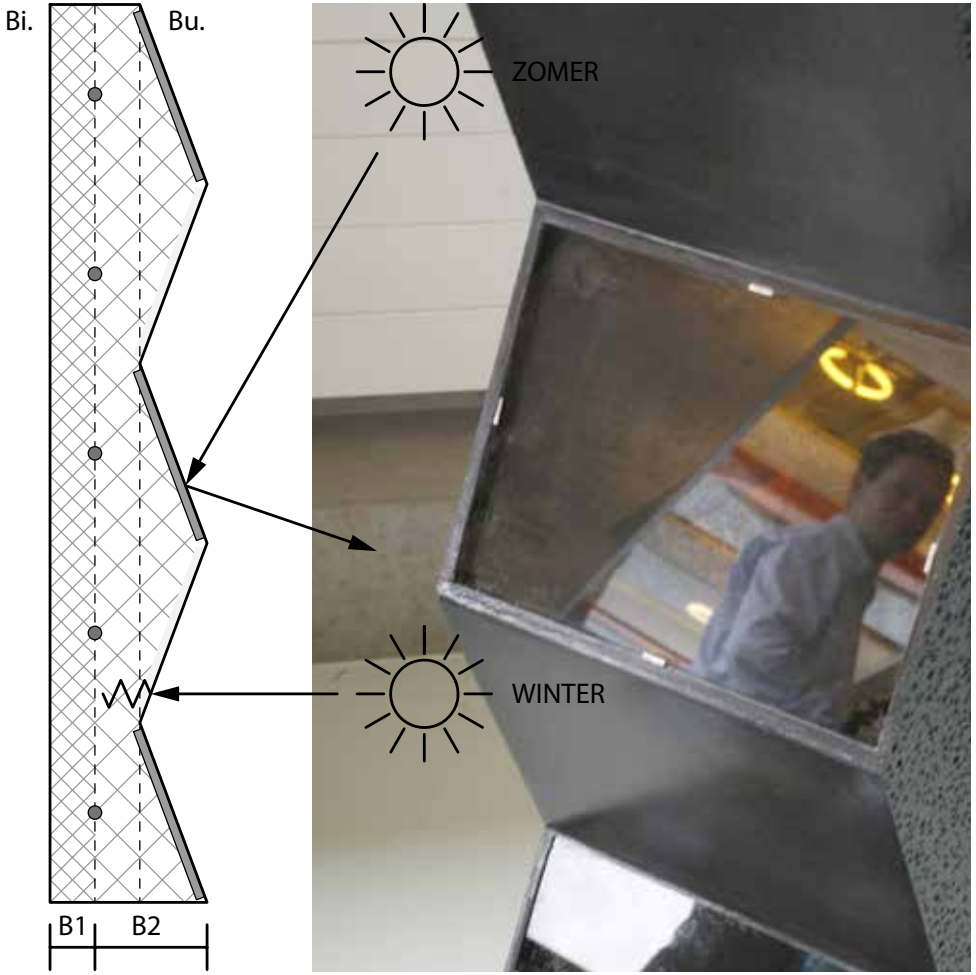


idee & ontwerp: Clairette Gitz & Elise Vandewalle
prototype: Geelen Beton
met: Harrie Lövenstein

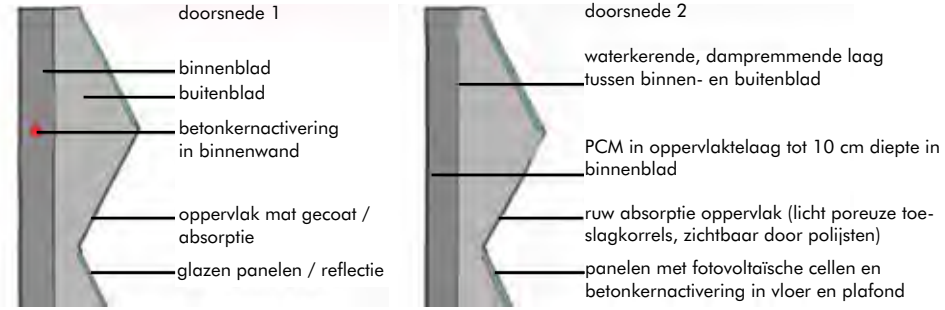
idee & ontwerp: Mathijs Cremers, Gonçalo Moreira, Marc Ottelé, Tirza Verrips
prototype: Betonindustrie de Veluwe
met: Meeuwis de Vries - hovenier / tuinarchitect

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

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



idee en ontwerp: Jochem Heijmans
prototype: Hurks Beton



idee & ontwerp: Ruben Bus, Lana du Croq
prototype: Decomo

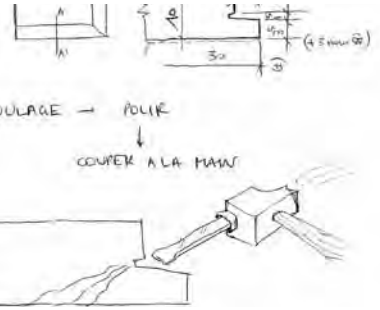
idee & ontwerp: Ruben Bus, Bianca Man, Carmen de Veer
prototype: Geelen Beton

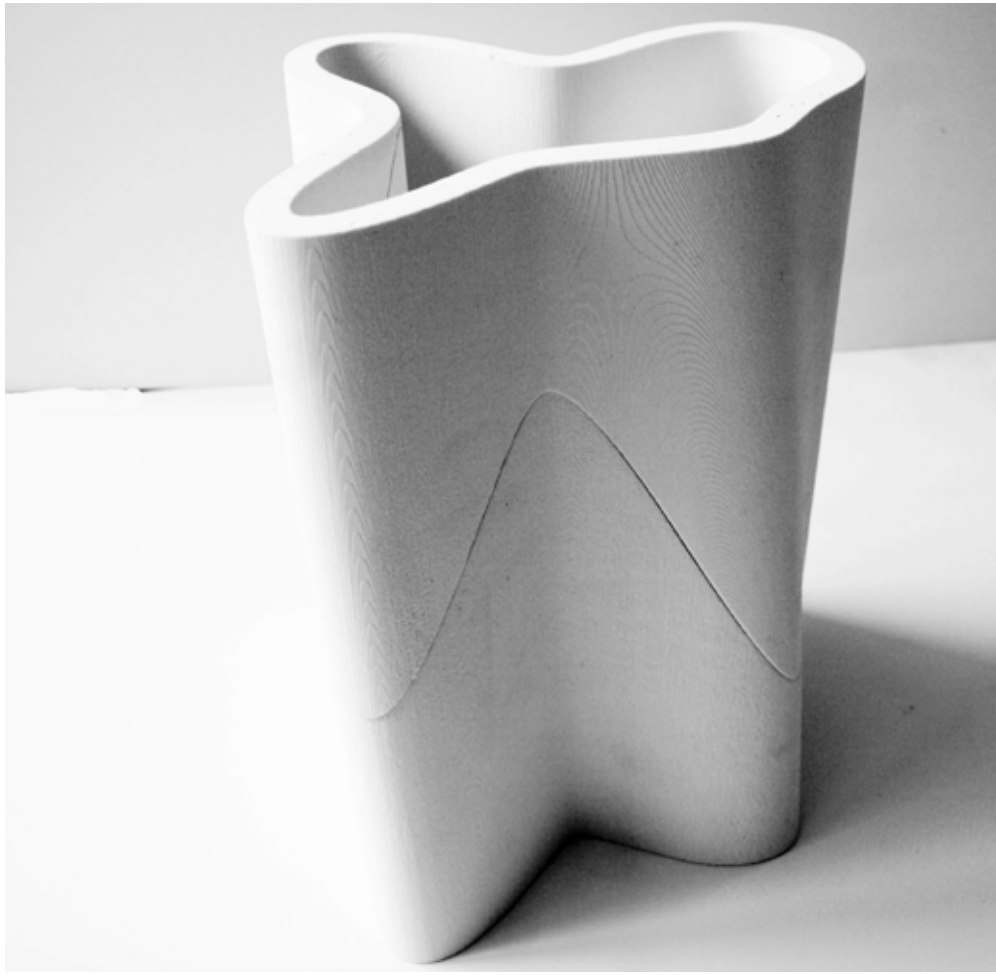
idee & ontwerp: Jef Apers , Marco Romano, Jan Terwecoren, Annekatrien Verdickt, Annemarie Weersink
prototype: Prefadim Belgium

idee & ontwerp: Martin Kuitert, Nadja van Houten, Johannes Moehrlein
prototype: Verheyen Beton

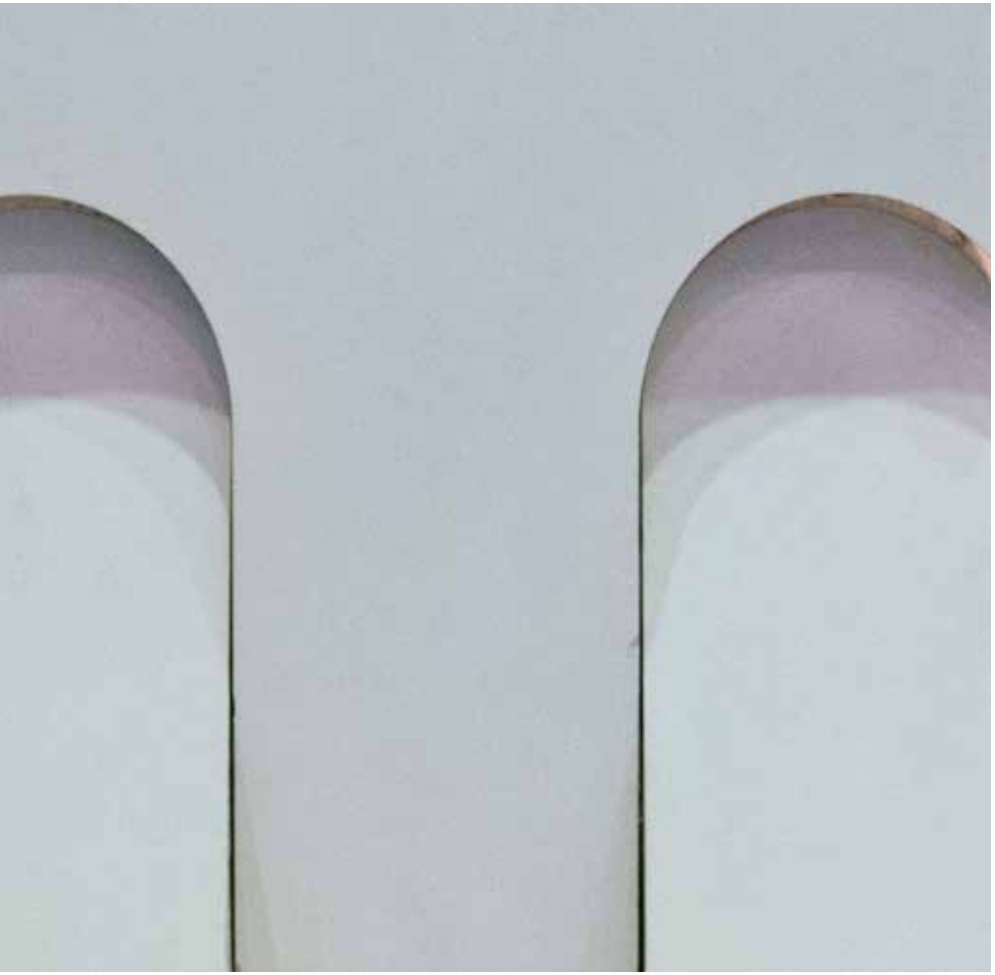
idee & ontwerp: Francis Catteuw, Otto Diesfeldt, Tjerk van de Lune, Helga Snel, Marianthi Tatari
prototype: Decomo

idee & ontwerp: Francis Catteeuw, Otto Diesfeldt, Tjerk van de Lune, Helga Snel, Marianthi Tatari
prototype: Decomo, met: Erik Schoterman - SIKA Nederland

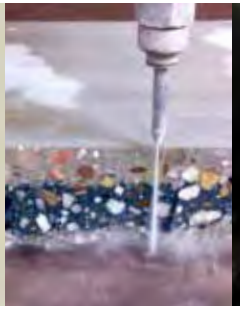




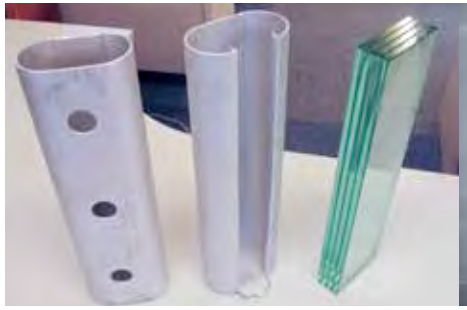
idee & ontwerp: Gerald Lindner
prototype: Hurks Beton, Materialise Onsite

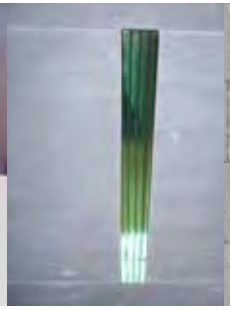


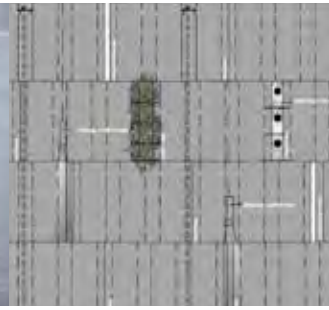
idee & ontwerp: Tjerk van de Lune
prototype: Geelen Beton
met: FlowCut Waterstraalsnijden



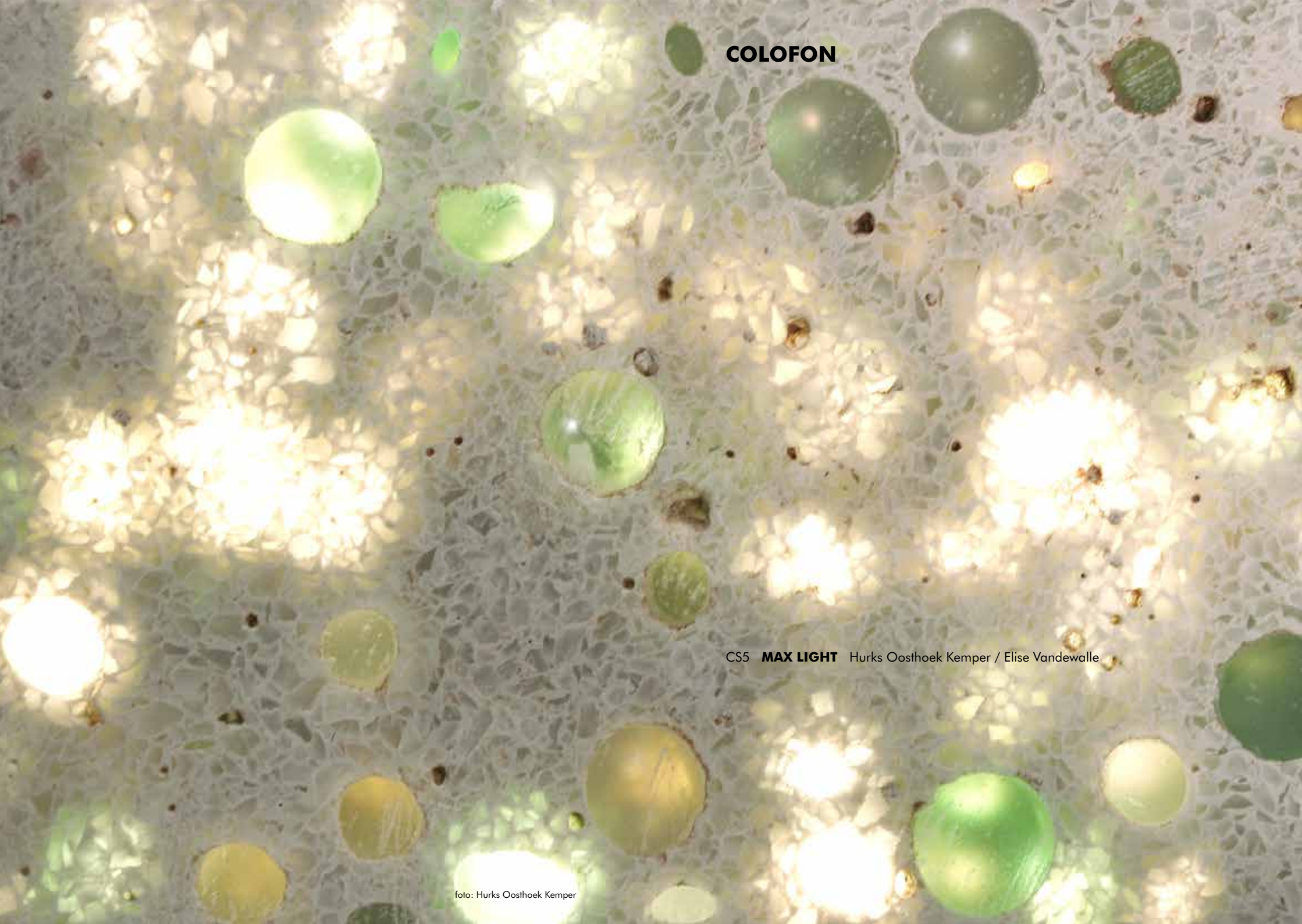
idee & ontwerp: Ines van Binsbergen, Marc van Roosmalen
prototype: Betonindustrie de Veluwe







COLOFON



CS5 **MAX LIGHT** Hurks Oosthoek Kemper / Elise Vandewalle

foto: Hurks Oosthoek Kemper

CS1

behang - Betonindustrie de Veluwe / Gert Anninga, Hanneke van Wel - EN architecten

flexibele kist - Hurks Beton / Jan Peter Wingender - Wingender Hovenier Architecten

geglazuurd - Betonindustrie de Veluwe / Gert Anninga, Hanneke van Wel - EN architecten

lichtdoorlatend - Hurks Beton / Marc Verhoef

maxzwart - Betonindustrie de Veluwe

tempo - Hurks Beton

tricolor - Betonindustrie de Veluwe / Kees van Weeren - TU Delft

dubbel folie - Betonindustrie de Veluwe / Bas Molenaar - EGM architecten

dubbel gekromd - Hurks Beton / Karel Vollers - TU Delft

hard zacht - Hurks Oosthoek Kemper

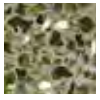
multicolor - Hurks Oosthoek Kemper

reflectie perforatie

spons - Betonindustrie de Veluwe

tectocrete - Hurks Beton / Bart van Loenhout - van Schagen Architecten

variopatroon - Betonindustrie de Veluwe / Allard Assies - Claus en Kaan Rotterdam, Egbert Koster



verglaasd - Betonindustrie de Veluwe / Clemens Boons, Elke Goossens - sKin architects

hars mix - Geelen Beton / Sjoerdieke Feenstra, Vera Hale

glas gaten - Betonindustrie de Veluwe / Jos & Jeu Harnischmacher - Harnischmacher Architectuur

glas oppervlak - Betonindustrie de Veluwe / Jos & Jeu Harnischmacher - Harnischmacher Architectuur

glasvezels - Betonindustrie de Veluwe / Marlies Quack, Esmorit Kempkes

knoop - Hurks Beton / Dirk Jan Postel - Kraaijvanger Urbis

kussen - Betonindustrie de Veluwe / Dirk Jan Postel - Kraaijvanger Urbis

levend - Geelen Beton / Joren Hoogeboom - UArchitects, Dirk Jan Postel - Kraaijvanger Urbis

plaat - Hurks Beton / Danielle van der Waard - Tussen-ruimte

print - Hurks Beton

aging coloring - Hurks Oosthoek Kemper / Marian van der Waals - van der Waals Zeinstra Architecten

biocrete - Hurks Oosthoek Kemper / Tim van Oosterbos - Buro Lubbers

carved - Geelen Beton / Niklaas Deboutte - Meta architectenbureau

insulating - Geelen Beton

perforated I - Hurks Beton / Baukje Trenning - Studio Baukje Trenning

perforated II - Hurks Beton / Baukje Trenning - Studio Baukje Trenning

sand milled - Betonindustrie de Veluwe / Edou Bonnema, Gerrit van Rijswijk - VVKH Architecten

six sided - Betonindustrie de Veluwe

complex 3D - Loveld Beton / Jean-Marc Saurer - HVDN architecten

ge(s)laagd - Verheyen Beton / Kurt Demyttenaere - Ramault Demyttenaere architecten

LED-integratie - Prefadim Belgium / Henk van Laarhoven - Henket architecten, Raf van Tichelen - space2be architectuur, Stefan Verbrugh - Philips Lighting

licht/schaduw: facet - Hurks Beton / Sven De Bock - SEIN architectuur

licht/schaduw: gaten - Hurks Beton / Sven De Bock - SEIN architectuur

max light - Hurks Oosthoek Kemper / Elise Vandewalle

(on)opvallend - Decomo / Stefan Verbrugh - Philips Lighting

open source - Yvonne Modderman - Dax-magazine

oplichten & nagloeien - Geelen Beton / Clairette Gitz - Architectenburo Gitz, Elise Vandewalle

totaalbeton - Hurks Beton / Gert Cuypers - Cuypers & Q architecten

zwart & wit - Betonindustrie de Veluwe / Mari Baauw - Royal Haskoning architecten

cradle2cradle - Geelen Beton / Caspar Smeets - EGM architecten, Simon Postmus - Scholz Benelux

growcrete - Betonindustrie de Veluwe / Mathijs Cremers, Gonçalo Moreira - bureau SLA, Tirza Verrips - Studio Verrips

interactief - Verheyen Beton / Nadja van Houten - Bureau Bouwtechniek, Armand Paardekooper Overman - OIII architecten, Björn van Rheenen - SPONGE architects

modulair - Prefadim Belgium / Stan Aarts - MKA architecten, Hans Köhne - Cement&BetonCentrum

olivijn beton - Geelen Beton / Mick van Essen - bureau SLA, Thijs Pingen - Geelen Beton

plant-in-beton - Prefadim Belgium / Xaveer Claerhout - Architectenbureau Claerhout

thermocrete - Decomo / Victor de Leeuw, Caspar Smeets - EGM architecten

thincrete - Hurks Oosthoek Kemper - Victor de Leeuw - EGM architecten

totaalbeton 2.0 - Hurks Beton - Jochem Heijmans - Bureau Jochem Heijmans

concrete-light - Hurks Beton / Hans Köhne - Cement&BetonCentrum

hairy-crete - Decomo / Ruben Bus - Merkx + Girod architecten, Lana du Croq - architectenbureau Ellerman Lucas van Vugt

hortus-gevel - Betonindustrie De Veluwe / Gerry Dubé - Hooper architects

kameleon - Verheyen Beton / Dorothee Dubois - RSDA

nacht&dag - Prefadim Belgium / Carmen de Veer - Carmen de Veer Stoffen- & Dessinontwerpen

pvlt-beton - Arbeco / Huub Swillens - Van Wylick architecten

texton - Geelen Beton / Ruben Bus - Merkx + Girod architecten, Bianca Man - architectenbureau Ellerman Lucas van Vugt, Carmen de Veer - Carmen de Veer Stoffen- & Dessinontwerpen

slim-crete / multi-slim - Hurks Beton / Jef Apers - Febelcem, Marco Romano ONB architecten, Jan Terwecoren & Annekatrien Verdickt - Terwecoren-Verdickt architecten, Annemarie Weersink - Nieman Consultancy

slim-crete / opti-slim - Prefadim Belgium / Jef Apers - Febelcem, Marco Romano ONB architecten, Jan Terwecoren & Annekatrien Verdickt - Terwecoren-Verdickt architecten, Annemarie Weersink - Nieman Consultancy

click block - Verheyen Beton / Martin Kuitert - Studio Seven Architecten, Nadja van Houten - Bureau Bouwtechniek, Johannes Moehrlein - MAD architecten

chocolate - Decomo / Francis Catteeuw - Compagnie-O architecten, Otto Diesfeldt - Dick van Gameren architecten, Tjerk van de Lune - StudioSK, Helga Snel - Jeanne Dekkers architectuur, Marianthi Tatari - UNStudio

esthetische voeg - Hurks Beton / Hans Köhne - Cement&BetonCentrum, Jan Schevers - Jan Schevers architect

rothko - Decomo, SIKA Nederland / Francis Catteeuw - Compagnie-O architecten, Otto Diesfeldt - Dick van Gameren architecten, Tjerk van de Lune - StudioSK, Helga Snel - Jeanne Dekkers architectuur, Marianthi Tatari - UNStudio

vormvoeg - Hurks Beton, Materialise Onsite / Gerald Lindner - cc-studio

waterstraalsnijden - Geelen Beton, FlowCut Waterstraalsnijden / Tjerk van de Lune - StudioSK

functionele voeg - Decomo / Werner Hulstaert - Decomo, Anne Marie de Boer - AMdB architect, Jan Schevers - Jan Schevers architect

constructieve voeg - Hurks Oosthoek Kemper / Martin Kuitert - Studio Seven Architecten

compilatie - Betonindustrie de Veluwe / Ines van Binsbergen - DP6 Architectuurstudio, Marc van Roosmalen - Rijksgebouwendienst

form follows energy - mbX, NOE-Betonvormgeving, Triple Solar / Arjan Dingsté & Filippo Lodi - UNStudio

strekbeton - Decomo / Sophie Valla - Sophie Valla Architects, Marc Ibelings - Ibelings Van Tilburg architecten, Ivo Jelinek

verouderen - Geelen Beton / Hans Hammink - de Architekten Cie.

adobeton - Decomo / Dirk Jan Postel - Kraaijvanger, Hans Köhne - Cement&BetonCentrum

sprietkolom - Geelen Beton / Peter Heideman - Movaris / StudioSK

levende gevel - Verheyen Beton / Victor Retel Helmrich - architectenbureau Victor Retel Helmrich, Allard Schwencke, atelier ASA

pixels - Betonindustrie de Veluwe / Hans Kaashoek - Architectenburo Bakema Delft, Allard Schwencke, atelier ASA, Klaas Paul de Boer - Team 4 Architecten

concrete challenge desk - 8R Betondesign, NOE-Betonvormgeving, Twinplast / Michaela Stegerwald - Stegerwald designs

brainstorm sessie - 10 april 2013
presentatie / evaluatie - 09 oktober 2013

ontwerpers
Klaas Paul de Boer - Team 4 Architecten, Arjan Dingsté - UNStudio, Hans Hammink - de Architekten Cie., Peter Heideman - Movares / StudioSK, Marc Ibelings - Ibelings Van Tilburg architecten, Hans Kaashoek - Architectenburo Bakema Delft, Michael van Leeuwen - architectuurbureau Sluimer en Van Leeuwen, Johan Lowet - Johan Lowet Architect, Victor Retel Helmrich - architectenbureau Victor Retel Helmrich, Dirk Jan Postel - Kraaijvanger, Allard Schwencke - atelier ASA, Coen Smets - Cement&BetonCentrum, Michaela Stegerwald - Stegerwald designs, Sophie Valla - Sophie Valla Architects, Dieter de Vos - Dieter de Vos Architecten

experts beton
Philippe Courcelles - Decomo, Boudewijn De Nys - Eurobeton, Martijn Eikelenboom - Betonindustrie de Veluwe, Steven Gelderman - NOE-Betonvormgeving, Kurt Goris - Verheyen Beton, Niels van der Hulst - Geelen Beton, Raoul Maphar - mbX, Pieter Nap = mbX, Wim Rongen - Geelen Beton, Huub Waterreus - 8R Betondesign

moderators
Siebe Bakker - bureaubakker, Hans Köhne - Cement&BetonCentrum, Jef Marinus - FEBELARCH

CS9 **Concrete Challenge Desk** 8R Betondesign / Michaela Stegerwald

foto: Cement&BetonCentrum

eXperimen

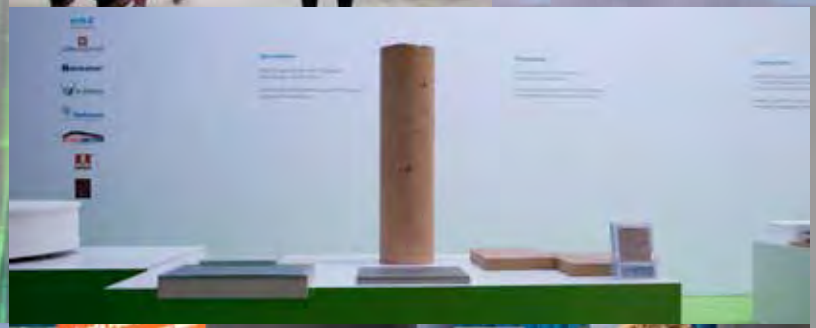
habitat voor natuurlijke
levensgemeenschappen
en draagt bij aan meer
natuur en meer
voor de mens.

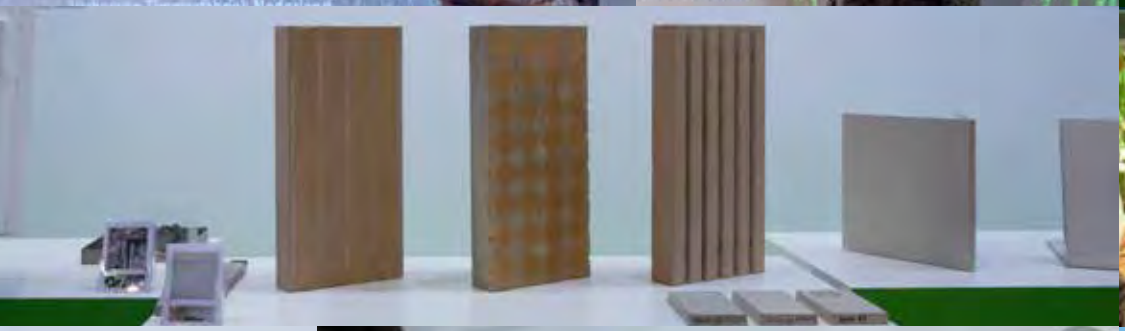
Referenties Structuren uit
met minimaal materiaalgeb
optimale Sterkte eigenschap

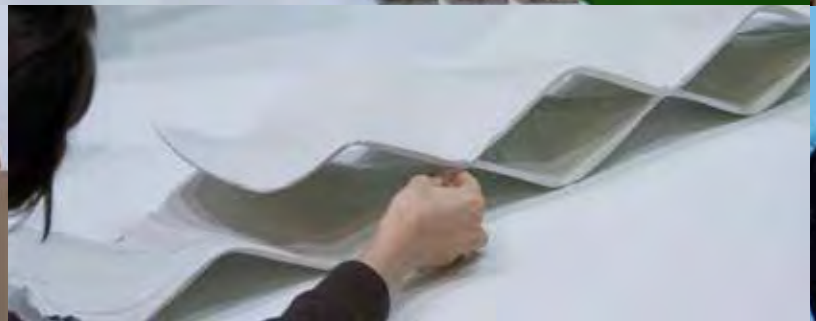
eel beton

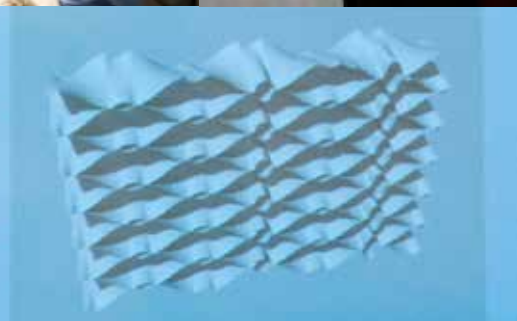
Geelen Beton / StudioSK – Movares

olia Cactus

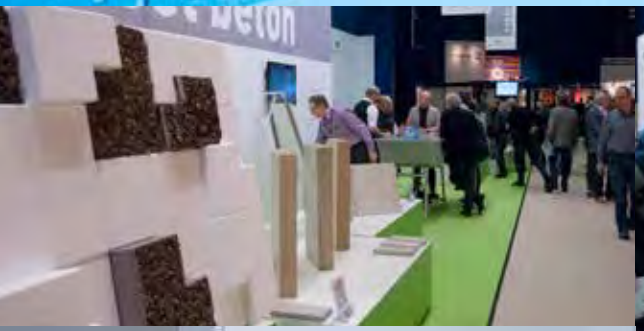








Form Follows Energy


beton

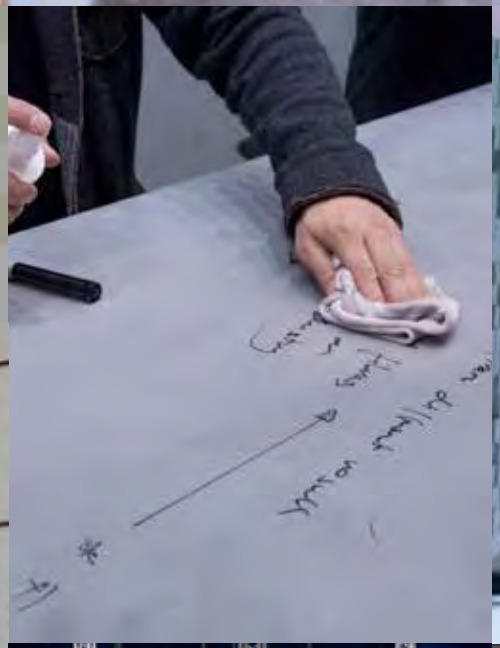
experimenteel beton

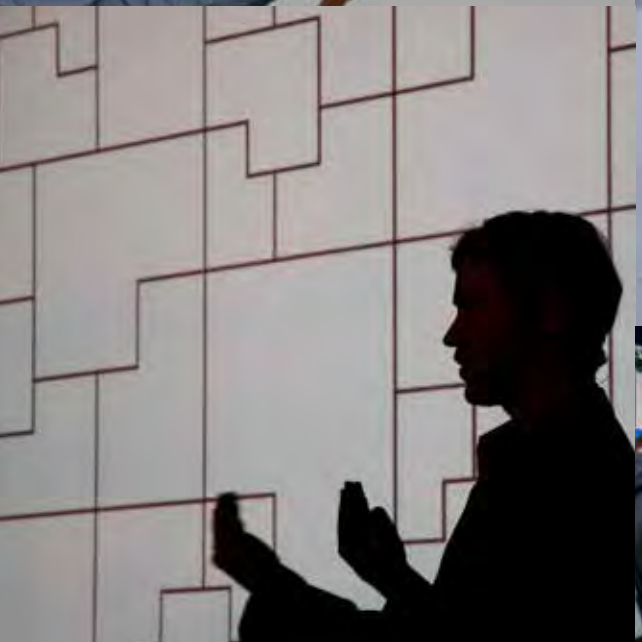
Concrete Challenge Desk

experiment

innovation = integration

100 / 0
50 / 50
20 / 80
10 / 90





‘SPIN-OFF’ PROJECTEN & ‘GERELATEERDE’ THEMATIEK

De aard van de Casestudies Prefab Beton - het ondervragen van de ambities van ontwerpers - leidt tot het onderzoeken van ideeën en voorstellen die ook buiten de groep deelnemers leven. Transparantie, begroeiing, gecontroleerde afwijkingen, nieuwe mal- en bewerkingstechnieken zijn een aantal van de terugkerende thema’s. Bovendien genereert het gezamenlijk ontwikkelen van prototypen tot een beter inzicht in reële mogelijkheden en een meer uitgesproken verlangen en vertrouwen in het ook daadwerkelijk toepassen van de ontwikkelde technieken.

In de afgelopen jaren zijn verschillende projecten gerealiseerd die ofwel direct voortkomen uit één van de casestudies, hetzij met betrokkenheid van één van de deelnemers, danwel een andere professional die er duidelijk door geïnspireerd is. Ook zien we projecten die een parallelle fascinatie tonen qua onderzochte thematiek.

Zo hebben de voortdurende ontwikkelingen ten aanzien van duurzaamheid onder andere geleid tot een aantal bouwprojecten met olivijn in het beton. In andere projecten worden Cradle2Cradle principes en verschillende voorbeelden van begroeiing in of op betonelementen getest. En een ander steeds terugkerende ambitie levert diverse af- en bewerkingen van betonoppervlaktes die verwering en veroudering omarmen als natuurlijk en esthetisch resultaat.

De in de Casestudies Prefab Beton ontwikkelde ideeën vertegenwoordigen een breed gedragen scala aan wensen en mogelijkheden en generen inzicht en kunde in materialen, producten en de nodige samenwerking om ze te realiseren.

foto: Marcel van Kerckhoven

beeld: bureaubakker

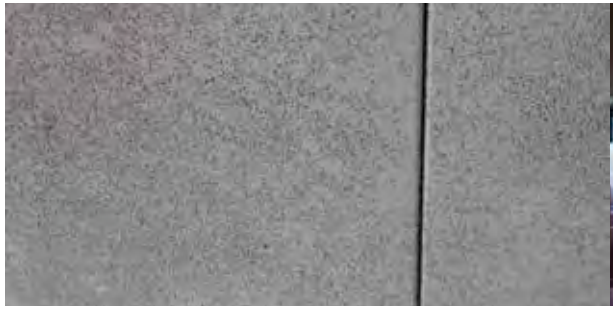
architect: DP6 architectuurstudio
productie betonelementen: Geelen Beton

beelden: Christian Richters / DP6

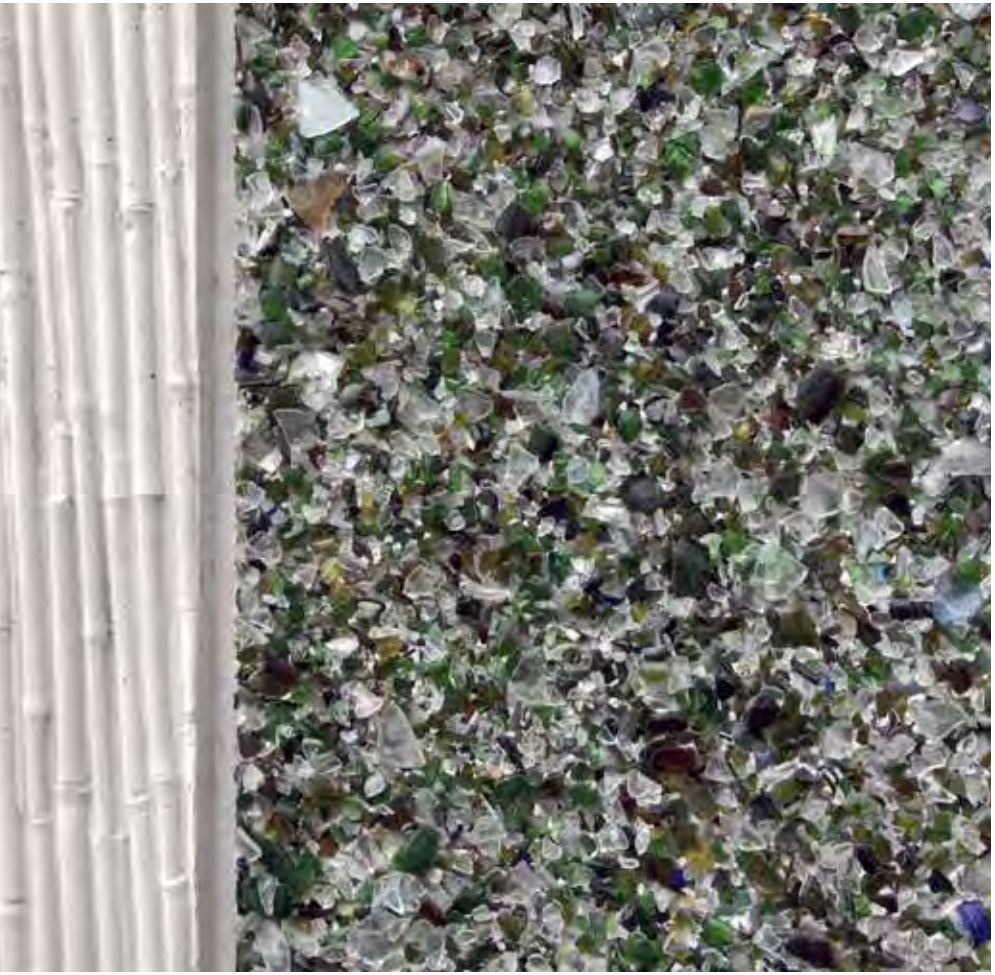
Het in 2009 opgeleverde Radix gebouw op de Wageningen Campus huisvest de Plant Sciences Group. Eén van de belangrijkste uitgangspunten voor de verschillende gebouwen op de Wageningen Campus is het streven naar een optimale energieprestatie van de gebouwen. Radix is een zeer compact, flexibel en transparant gebouw geworden, waarbij zo min mogelijk dragende of vaste wanden zijn toegepast. Het constructief ontwerp bestaat uit kolommen die vlakke plaatvloeren dragen.

De klimaatregeling is gebaseerd op het optimaal inzetten van betonkernactivering. De massa van de vlakke plaatvloeren wordt actief gebruikt voor het koelen en verwarmen van het gebouw. De combinatie met een verhoogde vloer ten behoeve van installaties betekent dat de onderzijde van de vloeren functioneert als warmteafgiftemedium en dus in het zicht moet blijven. Normaal gesproken levert dat een weinig optimale akoestische conditie, vlak en dicht beton weerkaatst geluid wat de gewenste opzet van open werkplekken zou belemmeren.

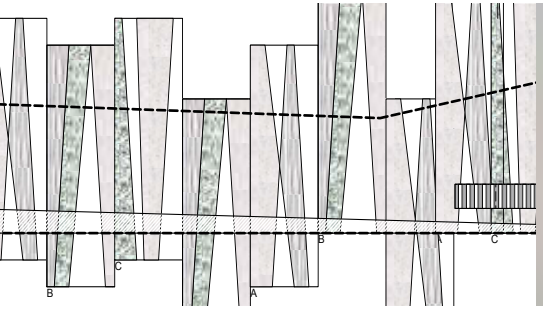
Geïnspireerd door het in CS2 ontwikkelde ‘Spons’ prototype is een akoestische breedplaatvloer ontwikkeld in samenspraak met architect, constructeur, akoestisch adviseur en betonproducent. Deze plaatvloer is voorzien van een laag zeer open beton. Experimenten hebben geleid tot de gewenste balans tussen het esthetisch oppervlak en het akoestisch gedrag. Ook is er uitgebreid getest om de mate van porositeit te controleren tijdens het productieproces. De gebruikte akoestische plaatvloer absorbeert 10 tot 15% van het geluid, genoeg om af te kunnen zien van aanvullende akoestische voorzieningen zoals baffles.
Het vloerpakket - 40 mm zeer open beton, 70 mm gewapend constructief beton en 210 mm betonnen druklaag - herbergt naast de leidingen voor de betonkernactivering ook gewichtbesparende elementen en leidingen voor elektra, sprinklers en ventilatie.



beelden: bureaubakker



architect: Joke Vos Architekten
productie betonelementen: Geelen Beton



Al tijdens de Casestudy Prefab Beton CS3 waarin het prototype 'glas oppervlak' werd ontwikkeld was één van de deelnemers, Joke Vos, bezig met het ontwerp voor het Datacentrum in Delft. Haar ambitie voor de gevel van dit gebouw was het creëren van een afwisseling van verschillende texturen in de prefab-betonelementen. Het programma voor het gebouw dicteert een voornamelijk gesloten volume, expressie kan dus maar zeer beperkt van een spel met openingen komen. De grafische werking van de gevelopbouw met verschillende afwerkingen genereert nu, met de grijze Hollandse luchten op de achtergrond, een scala aan tonen en tinten. De vlakken met de groene glasscherven leveren een ruige en glinsterende afwisseling op de andere delen: onbehandeld, gestraald en met een bamboe relief.

De delen met gerecycled glas zijn gemaakt door een drie centimeter dikke laag van schoongemaakte en getrommelde glasscherven en brokken in de kist te leggen op een laag speciaal geprepareerd zand. Daarover is een mortel gestort die enerzijds zelfverdichtend is om niet te hoeven trillen en anderzijds niet zo vloeibaar dat de betonspecie door de glaslaag zou dringen. De gevonden receptuur maakt uiterste precisie mogelijk in het productieproces.

De locatie van het gebouw, vrijstaand op het terrein, waar geen publiek vlak bij de gevel kan komen, laat het toe dat enige mate van 'breuk' aan het glasoppervlak door vorst of verwering geen problemen levert. De dikte van de glaslaag garandeert een langdurig stoer en betoverend beeld.

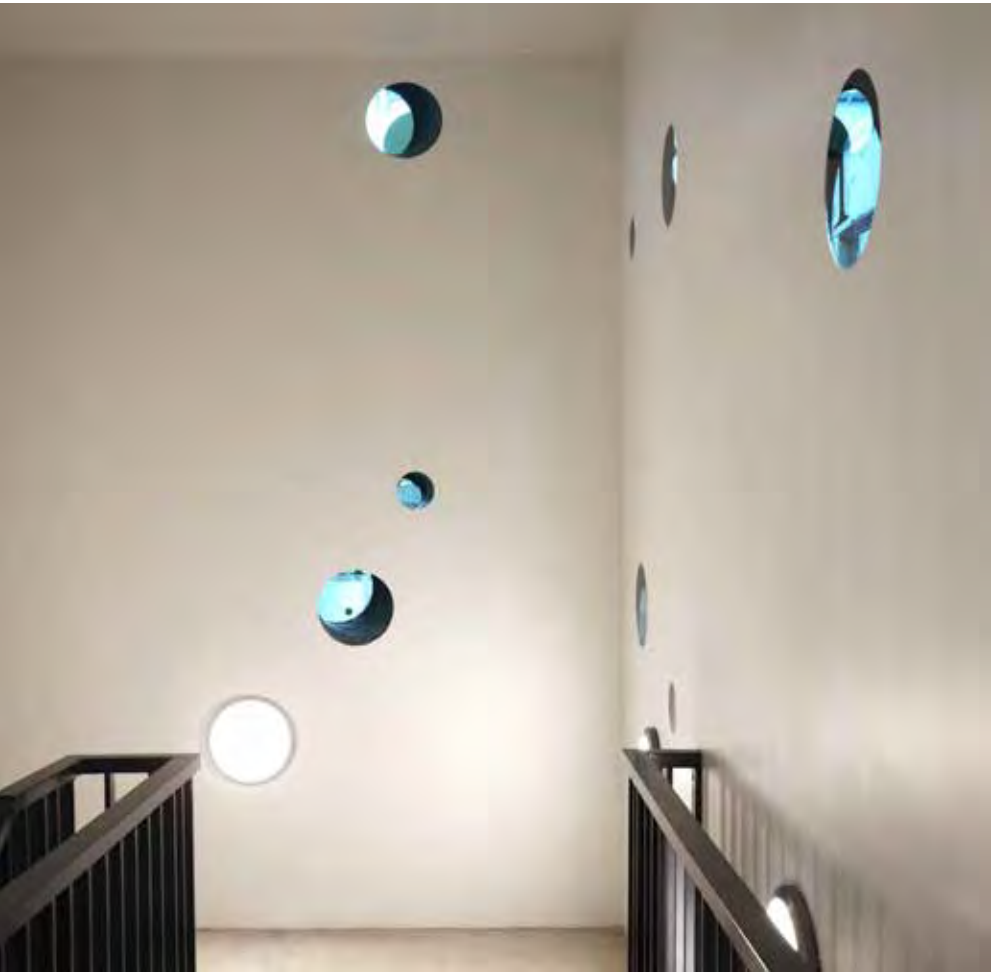
beelden: Joke Vos Architecten / fotograaf Markéta Jirousková

architect: Dirk Jan Postel

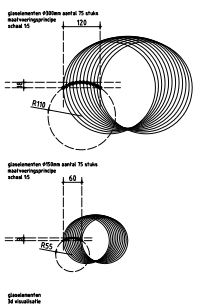
Het maken van de 'willow wall' is een experiment, de vervulling van een idee dat jaren eerder was opgekomen tijdens een Casestudy Prefab Beton sessie. In het voorjaar van 2009 is dit gerealiseerd in onze tuin, met als wapening door onszelf geoogste wilgentakken. Het project kon alleen uitgevoerd worden in de maand april, immers dan staan de wilgentakken op uitbotten. Voor de stort werd hoog plastische beton gebruikt, die maar heel licht is getrild, om net om de wilgentakken heen te vloeien. Deze groeiden echt uit het beton, en de muur werd een groene wand! Prachtig was het beeld vlak voor het sluiten van de kist, met de takken als wapening op de kernwapening gevlochten. Zo zou je altijd willen wapenen!
Het project beoogde het harde, permanente karakter van beton te verzoenen met de groeikracht van de natuur en het vermogen om te veranderen en op een mooie manier stukje bij beetje te groeien en -- uiteindelijk -- te vergaan.
Dat laatste deel is mislukt: de wilgentakken groeiden krachtig uit de beton, maar bleken niet in staat het beton te breken, zoals ik had gehoopt. Uiteindelijk was het omgekeerde het gevolg: de takken groeiden uit en werden 'topzwaar' rond de in omvang gefixeerde doorgangen in de betonwand. Uiteindelijk brak vrijwel elke tak af, bijvoorbeeld na een flinke storm. Nu, na 4 jaar, is nog maar een kleine tak over aan de buitenkant van de wand. Ik heb de ruwe bovenrand, waaruit nog takken groeiden, inmiddels vlak laten polijsten, en denk na over een idee de wand nu op een andere manier als groene wand te gaan gebruiken.

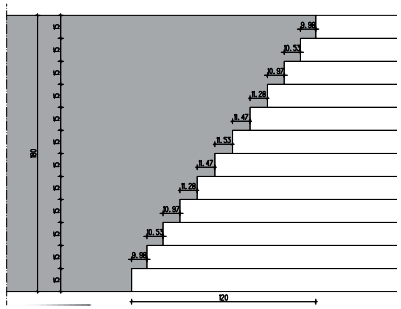
Het experiment verdient zeker herhaling, maar we moeten dan zoeken naar 'zacht' beton, bijvoorbeeld door het beton te mengen met leem, of met een ander minder blijvend materiaal dat de eigenschap heeft enigszins te kunnen vergaan en af te brokkelen als gevolg van de groeikracht van de wilg. Je zou kunnen denken aan het omhullen van de takken met een koker of wikkeling van karton of papier, dat langzaam kan vergaan en de takken wat meer ruimte geeft in het beton. Een zachte mantel. Maar dat maakt uiteindelijk het beton niet minder rigide. Misschien is het daarom beter te denken aan een heel arm betonmengsel, met veel toeslagmateriaal waarop vegetatie kan groeien, zoals brokken lavasteen. Beton dat langzaam en mooi kan ruïneren: een opgave voor de toekomst!

beelden & tekst: Dirk Jan Postel



architect: Mecanoo architecten
productie betonelementen: Geelen Beton





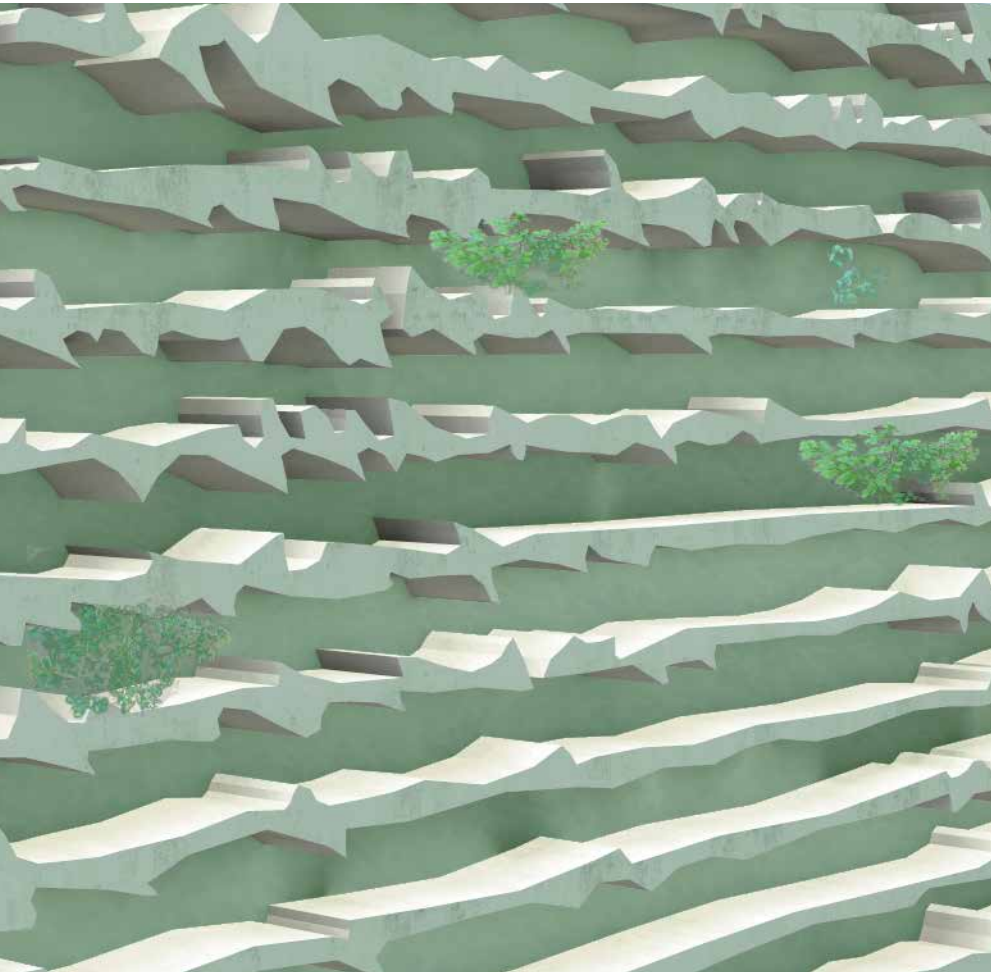
beelden: Mecanoo architecten/ fotograaf Christian Richters

Geïnspireerd op het prototype 'Perforated II' (ontworpen door Baukje Trenning, geproduceerd door Hurks Beton en gepresenteerd op de Gevel-Totaalbeurs 2007) is dit principe van glazen 'inserts' in betonelementen toegepast in het trappenhuis van de parkeergarage van het World Forum in Den Haag.

Het voormalig Nederlands Congres Centrum ontworpen door J.J.P. Oud moest worden herontwikkeld en voorzien van faciliteiten die aan de huidige eisen voldoen. De parkeergarage met 590 parkeerplaatsen onder het Forum is een opmerkelijk lichte en dynamische ruimte geworden. De verschillende verlichtingselementen dragen hier zeker aan bij. Het trappenhuis is vrij geplaatst in een 'vide' om zo optimaal gebruik te kunnen maken van binnenvallend daglicht. De wanden van het trappenhuis zijn op hun beurt geperforeerd met de glazen 'inserts'. Overdag brengen ze daglicht in het trappenhuis en laten een glimp zien van de buitenwereld en de garage. 's-Nachts accenturen de verlichte glazen 'openingen' de locatie van de uitgang. Deze kern is goud geschilderd waarop in 4 talen de eerste tien regels van de rechten van de mens zijn gezet.

De glazen elementen, 75 met een diameter van 300 mm en 75 met een diameter van 150 mm, zijn opgebouwd uit 12 radiaal verschoven glasplaten van 15 mm dik. Deze zijn volledig verlijmd en de zijkanten zijn voorzien van een coating die het glas moeten beschermen tegen het alkalische milieu van het beton dat er omheen wordt gestort. Het glas zou anders aangetast kunnen worden. De coating is een kristalheldere UV-bestendige PU lijm. De wandelementen zijn horizontaal geproduceerd, één wandvlak is dus stortzijde. De glazen elementen worden met een dubbelzijdige plakfolie in de kist bevestigd. Daarna is het zaak om net voldoende beton in de kist te storten om de glaselementen mooi in te sluiten en tevens aan beide zijden van de elementen een vlak oppervlak te krijgen.

foto's: Friso van der Steen / Mecanoo architecten



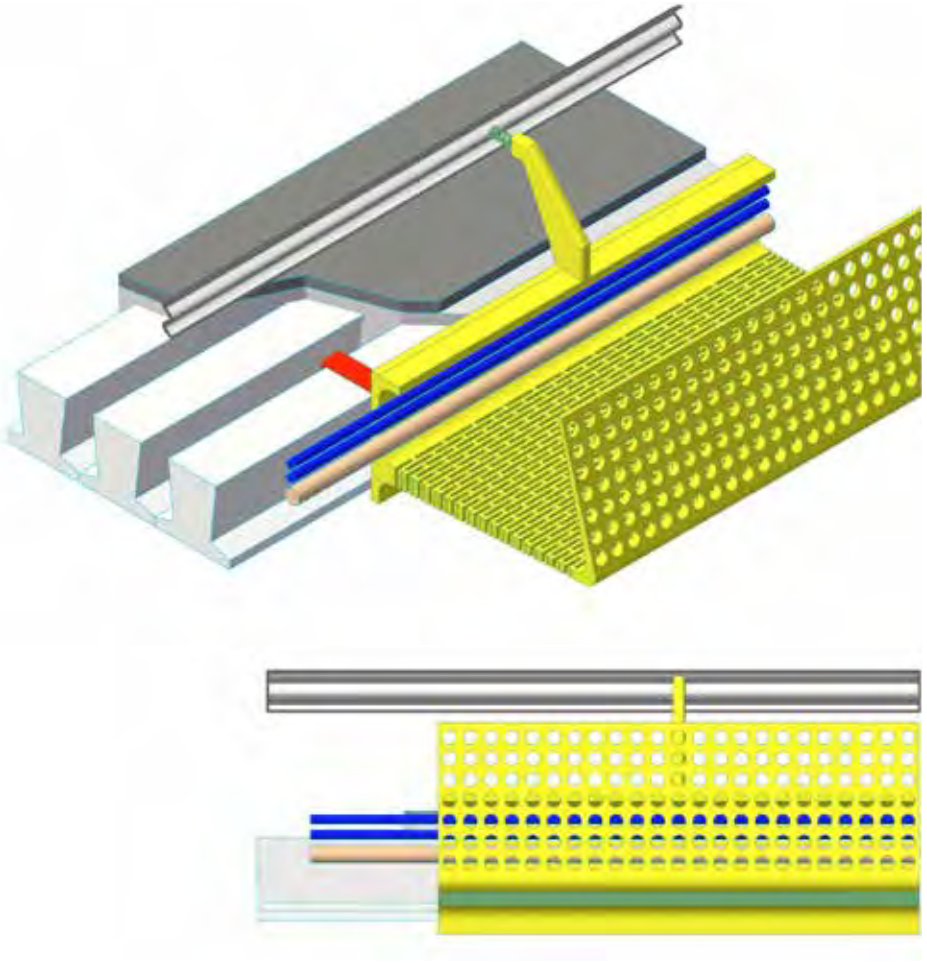
architect: bureau SLA
ontwikkeling betonelementen: Betonindustrie de Veluwe

Voor de gevel van dit ontwerp voor het nieuwe Noorderparkbad in Amsterdam is gezocht naar een opbouw, structuur en textuur die zowel een markant gebouw accentueert als op genuanceerde wijze de overgang tussen gebouw en park vormgeeft. De betonnen gevelelementen krijgen een 3D-ets, een profilering van in hoogte variërende lijnen die op afstand het beeld van een gestileerd bos tonen. Zo ontstaat een levendige gevarieerde gevel waarin de notie van een parklandschap voelbaar is.

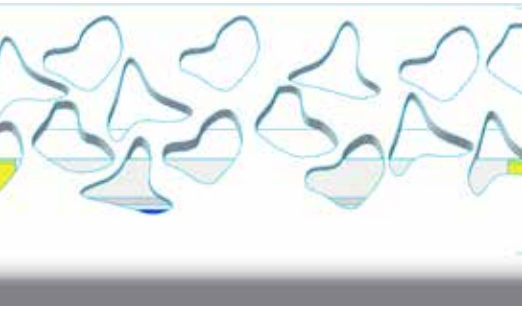
Een bij de Casestudies terugkerend thema is de zoektocht naar het implementeren van beplanting of bemossing op betonnen gevel elementen. Met name bij het prototype ‘growcrete’ waar door bureau SLA aan is gewerkt samen met Betonindustrie de Veluwe, heeft voor dit project geleid tot een verdere ontwikkeling van een betonsoort die begroeiing toelaat precies daar waar je het wilt, zonder dat er drainagesystemen of bewateringsvoorzieningen nodig zijn. Het groen groeit ‘vanzelf’. De elementen moeten worden ontwikkeld met de juiste afwisseling tussen ‘open’ en ‘dichte’ zones.

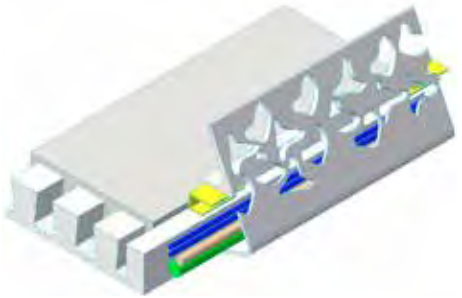
‘Growcrete’ maakt het mogelijk om het grafische gestileerde reliëf te complementeren met natuurlijke begroeiing in de groeven.

beelden: bureau SLA & Vingt6 3D studio



architect: Verburg Hoogendijk Architekten
ontwikkeling 'beton-waterstraalsnij-techniek': Romein Beton





In zowel de Casestudy Prefab Beton CS8 - Scheiden & Verbinden als in een vergelijkbaar experimentele workshop voor Booosting-leden met Romein Beton is onderzoek gedaan naar de mogelijkheden van het waterstraalsnijden van beton en ultra-hogesterktebeton UHSB. Enerzijds vanuit de idee dat beton wellicht ook als generiek plaatmateriaal te leveren is om in een later stadium in de gewenste vorm te 'snijden'. Anderzijds vanuit de realiteit dat traditionele bekistingstechnieken hun technische (lossende vormen) en financiële beperkingen kennen en bijvoorbeeld gaten snijden in beton ogenschijnlijk eenvoudiger is dan sparingen in een mal te maken. Deze technische mogelijkheden worden nog ondersteund door materiaalontwikkelingen in beton waardoor bijvoorbeeld traditionele wapeningsstaven en -netten worden vervangen door staalvezels.

Het onderzoek naar viaduct-randen - prefab balusters - in UHSB komt direct voort uit de workshop voor Booosting-leden en richt zich op het integreren van normaal gesproken diverse materialen en functies. Zo kan het aantal verbindingen worden geminimaliseerd. De uitvoering in UHSB gecombineerd met waterstraalsnij-technieken levert veel ontwerpvrijheid, een eigentijdse uitstraling door de toepassing van een relatief nieuw materiaal en vereist weinig tot geen onderhoud. Het draagt bij aan de duurzaamheid van deze elementen in vergelijking met de traditionele verzinkt stalen varianten.

beelden: Verburg Hoogendijk Architekten

CS5 Hans Köhne - Cement&BetonCentrum

foto: bureaubakker

video Experimenteel Beton 2.0
via http://www.youtube.com/cementenbetoncentrum

met dank aan
Technische Univeristeit Eindhoven - Metaforum & Kunstfort Asperen, Acqouy
voor hun gastvrijheid tijdens de brainstormsessie en de presentatie
Triple Solar, Twinplast & Verhoeven Timmerfabriek Nederland
voor hun technische en uitvoerende ondersteuning bij de productie van prototypen
G.tecz
voor het produceren en leveren van 'concrete whiteboard panels'
VNU Exhibitions
voor hun medewerking om te kunnen exposeren en presenteren op de vakbeurs GEVEL2014

informatie
Siebe Bakker - bureaubakker: siebe@bureaubakker.com
Hans Köhne - Cement&BetonCentrum: hanskohne@cementenbeton.nl

© 2014 bureaubakker - www.bureaubakker.com / Cement&BetonCentrum - www.cementenbeton.nl

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

concept & format
bureaubakker - Delft

producenten
8R Betondesign - Hoorn, Decomo - Moeskroen, Eurobeton - Zandhoven, Geelen Beton - Wanssum, mbX - Bergen op Zoom, Betonindustrie de Veluwe - Staphorst, Verheyen Beton - Arendonk en NOE-Betonvormgeving - Arkel

moderators brainstorm
Siebe Bakker - bureaubakker, Hans Köhne - Cement&BetonCentrum, Jef Marinus - FEBELARCH

redactie
Siebe Bakker - bureaubakker
met: Hans Köhne - Cement&BetonCentrum

fotografie
bureaubakker, Marcel van Kerckhoven, Jef Marinus, Coen Smets & deelnemende bedrijven en ontwerpers

productie en verspreiding
Cement&BetonCentrum

Cement&BetonCentrum
Postbus 3532
5203 DM 's-Hertogenbosch
073 203 20 48
info@cementenbeton.nl
www.cementenbeton.nl

Stan Aarts - MKA architecten, José Albuquerque - Döll Atelier voor Bouwkunst, Philip Allin - dax-magazine, Gert Anninga - EN architecten, Jef Apers - Febelcem, Allard Assies - Claus en Kaan architecten, Mari Baauw - Royal HaskoningDHV, Siebe Bakker - bureaubakker, Erland Bakkers - Fabrique, Gijs Baks - VMX architects, Wim de Beer - Betonindustrie de Veluwe, Juliette Bekkering - Bekkering Adams Architecten, Rudi Beld - Betonindustrie de Veluwe, Kurt Bertels - Verheyen Beton, Stefan de Bever - De Bever Architecten, Ines van Binsbergen - DP6 Architectuurstudio, Anne Marie de Boer - AMdB architect, Klaas Paul de Boer - Team 4 Architecten, Edou Bonnema - VVKH Architecten, Sven De Bock - SEIN architectuur, Clemens Boons - sKin architects, Ine ter Borch - de Architect, John Bossong - Delphi Engineering, Eduard Böthlink, Sanne Brander - Rijksgebouwendienst, Alex ten Broeke, Gerard Brood - Hurks Prefabbeton, Pit Brunner - Gigon Guyer Architekten, Theo Buytels - Hurks Beton, Ruben Bus - Merkx+Girod architecten, Xaveer Claerhout - Architectenbureau Claerhout - Van Biervliet, Peter de Caluwé - Decomo, Francis Catteeuw - Compagnie-O architecten, Philippe Courcelles - Decomo, Lana du Croq - architectenbureau Ellerman Lucas van Vugt, Mathijs Cremers - bureau SLA , Gert Cuypers - Cuypers & Q architecten, Theo Damman - Prefadim Belgium, Niklaas Deboutte - Meta architectenbureau, Jan Dekkers - Hurks Beton, Kurt Demyttenaere - Ramault Demyttenaere architecten, Boudewijn De Nys - Eurobeton, Otto Diesfeldt - Dick van Gameren architecten, Arjan Dingsté - UNStudio, Gerry Dubé - Hooper Architects, Dorothee Dubois - RSDA, Martijn Eikelenboom - Betonindustrie de Veluwe, Mick van Essen - bureau SLA, Sjoerdieke Feenstra, Steven Gelderman - NOE-Betonvormgeving, Ton Gijsbers - Royal HaskoningDHV, Clairette Gitz - Architectenburo Gitz, Elke Goossens - sKin architects, Ester Goris - Xaveer de Geyter Architecten, Kurt Goris - Verheyen Beton, Mark Graafland - Bureau Kroner, Steffen Grünewald - Hurks Prefabbeton, Michiel Haas - Nibe, Arjan Habraken - ARUP, Vera Hale, Hans Hammink - de Architekten Cie., Jos & Jeu Harnischmacher - Harnsichmacher Architectuur, Rogier van der Heide - Arup Lighting, Peter Heideman - Movares / StudioSK, Jochem Heijmans - Bureau Jochem Heijmans, Heide Hinterthur - Topaz architecten, Joren Hoogeboom - UArchitects, Nadja van Houten - Bureau Bouwtechniek, Gert van den Hoven - Van Aken Architectuur & Stedebouw, Joost Hovenier - Wingender Hovenier Architecten, Bert Huls - ontwerpstudio Bert Huls, Niels van der Hulst - Geelen Beton, Werner Hulstaert - Decomo, Rob Huijben - Delphi Engineering, Harry Hupperts - DP6 Architectuurstudio, Marc Ibelings - Ibelings Van Tilburg architecten, Gerard IJsseldijk - Hurks Oosthoek Kemper, Ivo Jelinek, André de Jong - Wisman & De Jong Architecten, Hans Kaashoek - Architectenburo Bakema Delft, Dré Kampfraath - DKCP, Esmorit Kempkes, Hans Köhne - Cement&BetonCentrum, Egbert

Koster, Rüdiger Krisch - Krisch + Partner, Anouk Kuitenbrouwer - Xaveer de Geyter Architecten, Martin Kuitert - Studio Seven Architecten, Henk van Laarhoven - Henket architecten, Peter Ladestein, Marc Larmmuseau - Montois Partners architects, Victor de Leeuw - EGM architecten, Michael van Leeuwen - architectuurbureau Sluimer en Van Leeuwen, Tom Leyman - Tom Leyman architect, Gerald Lindner - cc-studio, Filippo Lodi - UNStudio, Bart van Loenhout - van Schagen Architecten, Piet van Loenhout - Hurks Beton, Johan Lowet - Johan Lowet Architect, Tjerk van de Lune - StudioSK, Bianca Man - architectenbureau Ellerman Lucas van Vugt, Raoul Maphar - mbX, Jef Marinus - FEBELARCH, Yvonne Modderman - dax-magazine, Johannes Moehrlein - MAD architecten, Bas Molenaar - EGM architecten, Gonçalo Moreira - bureau SLA, Pieter Nap - mbX, Tim van Oosterbos - Buro Lubbers, Marc Ottelé - TU Delft / CiTG, Rob Otten - VMX architects, Armand Paardekooper Overman - OIII architecten, Thijs Pingen - Geelen Beton, Wim Pingen - Geelen Beton, Luc van der Poel - Philips Lighting, Dirk Jan Postel - Kraaijvanger, Simon Postmus - Scholz Benelux, Marlies Quack, Victor Retel Helmrich - architectenbureau Victor Retel Helmrich, Björn van Rheenen - SPONGE architects, Gerrit van Rijswijk - VVKH Architecten, Marco Romano - ONB architecten, Wim Rongen - Geelen Beton, Marc van Roosmalen - Rijksgebouwendienst, Bert Thjie - Tekton Architekten, Jean-Marc Saurer - HVDN architecten, Tjitse Schaap - Sturm architecten, Jan Schevers - Open Architecture Office, Angela Schoen - Biq architecten, Ruud Schook - JHK architecten, Edo Schrijver - Rudy Uytenhaak architecten, Allard Schwencke - atelier ASA, Coen Smets - Cement&BetonCentrum, Caspar Smeets - EGM architecten, Helga Snel - Jeanne Dekkers architectuur, Marnix Soubry - Decomo, Wim van der Spoel - Landstra bureau voor bouwfysica, Michaela Stegerwald - Stegerwald designs, Huub Swillens - Van Wylick architecten, Marianthi Tatari - UNStudio, Vincent Termote - Loveld, Jan Terwecoren - Terwecoren-Verdickt architecten, Raf van Tichelen - space2be architectuur, Baukje Trenning - Studio Baukje Trenning, Sophie Valla - Sophie Valla Architects, Elise Vandewalle, Carmen de Veer - Carmen de Veer Stoffen - & Dessinontwerpen, Stefan Verbrugh - Philips Lighting, Annekatrien Verdickt - Terwecoren-Verdickt architecten, Rob Verhaegh - cc-studio, Tirza Verrips - Studio Verrips, Karel Vollers - TU Delft, Joke Vos - Joke Vos architecten, Dieter de Vos - Dieter de Vos Architecten, Marian van der Waals - van der Waals Zeinstra Architecten, Danielle van der Waard - Tussen-ruimte, Huub Waterreus - 8R Betondesign, Kees van Weeren - TU Delft, Annemarie Weersink - Nieman Consultancy, Hanneke van Wel - EN architecten, Willem Welling - ABFAB, Gert Westerink - Betonindustrie de Veluwe, Patrick Willemsen - Bureau Kroner, Jan Peter Wingender - Wingender Hovenier Architecten, Frank Zoeter - SOAP ateliers, René van Zuuk - René van Zuuk architecten

De Casestudies worden ingezet om een brede groep ontwerpers in dialoog te brengen met de industrie. Een dialoog die niet bestaat uit louter informatie over bestaande mogelijkheden en kennismaking met de laatste toepassingen, maar één waarin aan de ontwerpers wordt gevraagd wat zij willen maken. Waarin hun ambities in discussie worden gebracht. De industrie zelf wordt hierbij ook gevraagd om bestaande en schijnbaar impliciete beperkingen qua productie en financiën in eerste instantie buiten beschouwing te laten. Elke vraag is mogelijk binnen de Casestudies. Elk voorstel wordt serieus en professioneel benaderd. Of het nu gaat om het reproduceren van een bestaand en exotisch voorbeeld, om een volledig nieuwe toepassing, een probleem dat in de praktijk van een ontwerper naar voren is gekomen of om een ware uitdaging aan de industrie om iets met beton te doen dat volledig lijkt in te druisen tegen de 'natuurlijke' hoedanigheid van het materiaal. Meer nog dan productontwikkeling pur sang zijn de Casestudies vooral een kennismaking en kruisbestuiving van verschillende culturen, die van ontwerpers en producenten.

Siebe Bakker & Hans Köhne

AB-FAB
Cement&BetonCentrum
FEBE ARCH
bureaubakker creative intelligence
8R BETONDESIGN
decoma architectural precast concrete
EUROBETON Architectural concrete experts
GEELEN BETON
mbX Concrete Valley
de Veluwe
Verheyen

© 2014 bureaubakker - www.bureaubakker.com / Cement&BetonCentrum - www.cementenbeton.nl