



Experimenteel Beton - de Energieke Gevel  
Casestudy Prefab Beton 2009



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. Ze 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 werkschrijving 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.

Na de productie volgt een evaluatie 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 eerster - 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.



3 what you always wanted to do in concrete...

7 introductie CS7 - de Energieke Gevel

8 concrete-*light*

10 hairy-crete

12 hortus-gevel

14 kameleon

16 nacht&dag

18 pvt-beton

20 texton

22 slim-crete / multi-slim

24 slim-crete / opti-slim

26 CS7 - de Energieke Gevel

29 colofon

Binnen de architectuur wordt de gevel traditioneel voornamelijk gezien als 'de derde huid' van de gebruiker. Zij toont het gebouw en haar programma aan de omgeving. De gevel beschermt tegen weersinvloeden en ongewenste bemoeienis van buitenstaanders. Het is de plek waar binnen en buiten met elkaar communiceren middels ramen, entrees, vorm en kleur.

De energieke gevel biedt meer dan een beschermende huid en een representatief beeld. Buiten het veld van de bekende passieve bouwfysische eigenschappen als thermische isolatie, zon- en geluidswering speelt zij een actieve, dynamische en wellicht bewegende rol in het tonen of verhullen van verouderingsprocessen, de beheersing van de energie- en klimaatshouding, het programma en de uitstraling van het gebouw en de interacties met gebruiker en omgeving.

De 7de Prefab Beton Casestudy richt zich op de mogelijkheden van beton voor een scala aan energieke gevelconcepten. Deelnemers wordt gevraagd hun fascinaties en ideeën in teamverband met specialisten te vertalen naar sprekende prototypen.



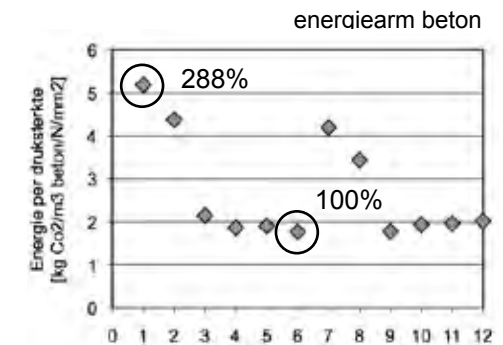
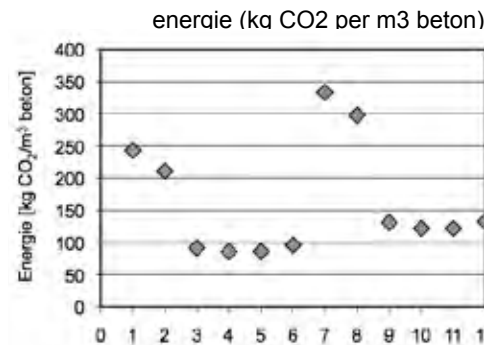
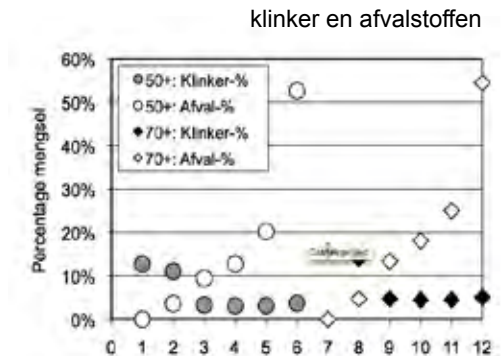
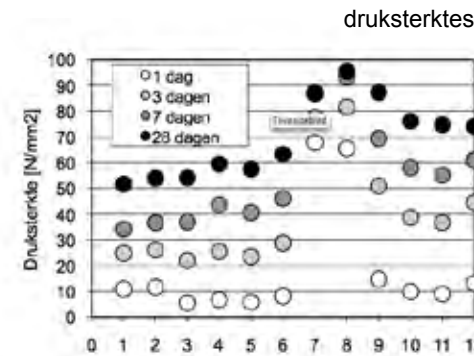


studie & prototype: Steffen Grünewald - Hurks Beton, Hans Köhne - Cement&BetonCentrum

Mengte/component	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CEM I 52,5 R							370	330				
CEM I 42,5 N	300	260										
CEM III /B 42,5 N LH			300	260	260	310			430	400	400	430
Vliegas		85		90	90	100		110		130	130	120
Betongranulaat						170	820				157	773
Klinker [G-%]	13%	11%	3%	3%	3%	4%	16%	14%	5%	4%	4%	5%
Afvalstoffen [G-%]	0%	4%	9%	13%	20%	53%	0%	5%	13%	18%	25%	54%
Druksterkte [28 d' N/mm <sup>2</sup> ]	51,6	53,9	54,1	59,4	57,4	63,2	86,7	95,4	87,2	76,0	74,6	74,0
CO2 Beton [kg/m <sup>3</sup> ]	243	211	91	86	86	96	333	298	131	122	122	132
CO2 Transport [kg/m <sup>3</sup> ]	25	25	25	25	23	16	30	30	25	25	25	17
CO2 Totaal [kg/m <sup>3</sup> ]	268	236	116	111	109	112	364	328	156	147	147	149
CO2/druksterkte [kg/m <sup>3</sup> /N/mm <sup>2</sup> ]	5,2	4,4	2,1	1,9	1,9	1,8	4,2	3,4	1,8	1,9	2,0	2,0
Energiearm Factor	2,88	2,4	1,2	1,0	1,1	1,0	2,3	1,9	1,0	1,1	1,1	1,1

Doelstelling bij Concrete-light is het minimaliseren van energieverbruik, zowel bij de productie en verwerking van elementen als bij winning van de grondstoffen. Als uitgangspunt is een referentie-element genomen om een degelijke vergelijking te kunnen maken. Hierbij is gekeken naar de mengselsamenstellingen van het beton, de productie en de mechanische en milieutechnische eigenschappen. Met name is het gebruik van reststoffen als vliegas, hoogovenslak en menggranulaat meegenomen alsmede het transport van materialen. Efficiënt ontwerp en optimalisatie van de samenstelling moeten de eigenschappen van het beton maximaliseren.

De criteria ter beoordeling van de proefstukken behelzen het gehalte portlandcementklinker en secundaire materialen, CO2 emissie bij productie (inclusief grondstoffen) en bij transport. De effectiviteit van de mengselsamenstellingen is verder uitgedrukt in de CO2 emissie gerelateerd aan de druksterkte om zodoende inzicht te krijgen in een kwantitatieve en kwalitatieve prestatievergelijking.





idee & ontwerp: Ruben Bus - Merckx + Girod architecten, Lana du Croq - architectenbureau ELV  
 prototype: Philippe Courcelles - Decomo



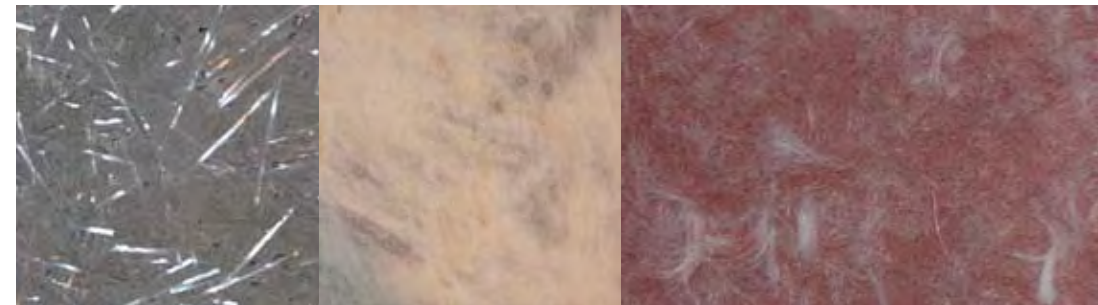
Beton is niet meer alleen hard, grijs en koud. Hairy-crete voorziet in de behoefte om beton een zacht en aantrekkelijk uiterlijk en een bijzondere tactiliteit te geven. Er is geëxperimenteerd met zowel verschillende vezels als met verschillende productie methoden.

Drie typen vezels zijn getest; polypropyleen vezels - meestal gebruikt ter voorkoming van krimp-scheuren - met een lengte van 6 tot 20 mm, structurele vezels van metaal en polymeer met een lengte van 30 tot 50 mm en een grotere doorsnede, en als derde type natuurlijke vezels als wol, vilt en kokos.

Ten aanzien van de productie is in eerste instantie getest met het opnemen van de vezels in het betonmengsel. Hierbij is de hoeveelheid vezels van grote invloed is op de verwerkbaarheid. Na uitwassen van de toplaag worden de vezels en granulaten zichtbaar. Dit laatste heeft een ruw oppervlak tot gevolg in contrast met het 'zachte' van de vezels.

Een tweede productiemethode voorziet in het aanbrengen van de vezels alleen daar waar nodig: aan het oppervlak. De vezels zijn met behulp van behangerslijm of klitband aan de kist bevestigd. Een variant hierop is het direct storten op (losliggend) vilt of wol.

Bij de laatste productie variant worden de vezels na storten in de stortzijde geplaatst. Met name voor de polypropyleen vezels is dit een lastig proces.





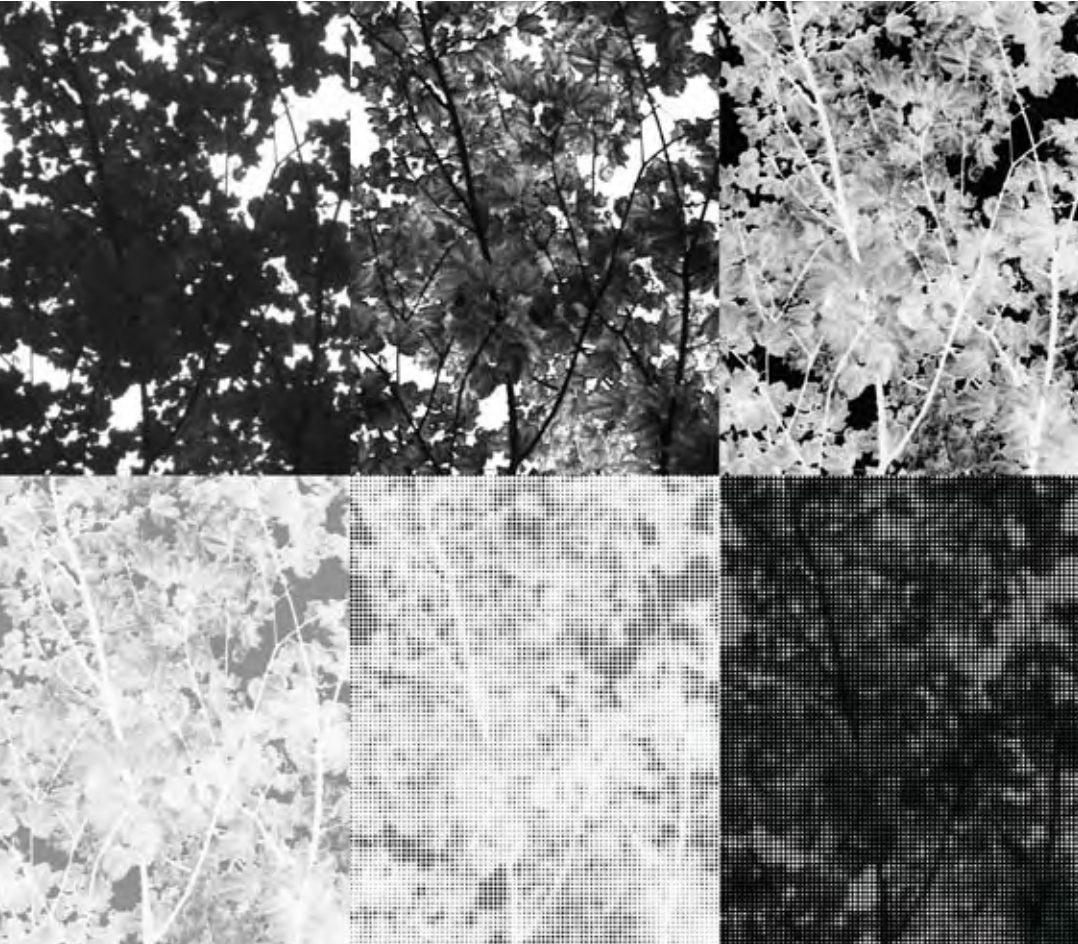
idee & ontwerp: Gerry Dubé - Hooper Architects  
 prototype: Gert Westerink - Betonindustrie De Veluwe



De Hortus-gevel is een doorontwikkeling van het eerdere Casestudy prototype Growcrete. Deze nieuwe variant voorziet in een eenvoudig en doeltreffend bewateringssysteem middels ingestorte kleiknikkers en katoenen koorden. Ook aan gebouwszijden waar weinig neerslag op de gevels komt wordt het vocht opgenomen en vastgehouden. Tevens kunnen de koorden worden 'gevoed' via bestaande hemelwaterafvoer systemen.

De eerder geteste betonmengsels zijn verder uitgewerkt om een optimale habitat voor begroeiing te creëren. Toevoeging van lavasteen en het achterwege laten van zand in het mengsel zijn hierbij twee van de belangrijkste aspecten om een open en voldoende sterk resultaat te krijgen.



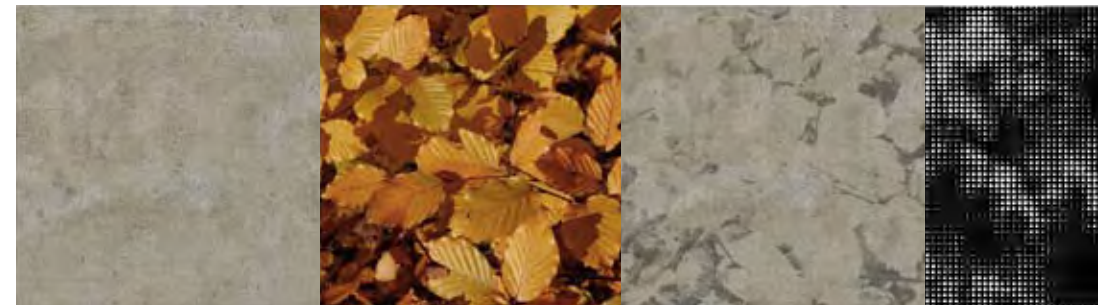


idee & ontwerp: Dorothee Dubois - RSDA  
 prototype: Kurt Goris - Verheyen Beton



De interactie van het gebouw met zijn omgeving vormt het uitgangspunt van het concept kameleon. Aspecten als temperatuur, vochtigheid en lichtintensiteit oefenen een grote invloed uit op onze omgeving. Planten en bomen vertonen een dynamisch karakter dat de seizoenen volgt en passen zich aan gedurende de dag en de nacht.

Hoe kan een gebouw op deze voortdurend wijzigende context inspelen? Wat kunnen deze factoren betekenen voor het beton en zijn componenten en welke invloed kunnen zij erop uitoefenen? Er is geëxperimenteerd met photochrome stoffen die een kleurverandering teweegbrengen onder invloed van UV-straling. Toegevoegde thermochrome stoffen worden beïnvloed door de temperatuur. De combinatie hiervan zorgt voor een betonoppervlak dat qua kleur varieert van wit over geel tot beige en donkerbruin. In het oppervlak is een vochtafstotend product gebruikt. Dit laat wanneer het nat wordt in de regen, een patroon te voorschijn komen.







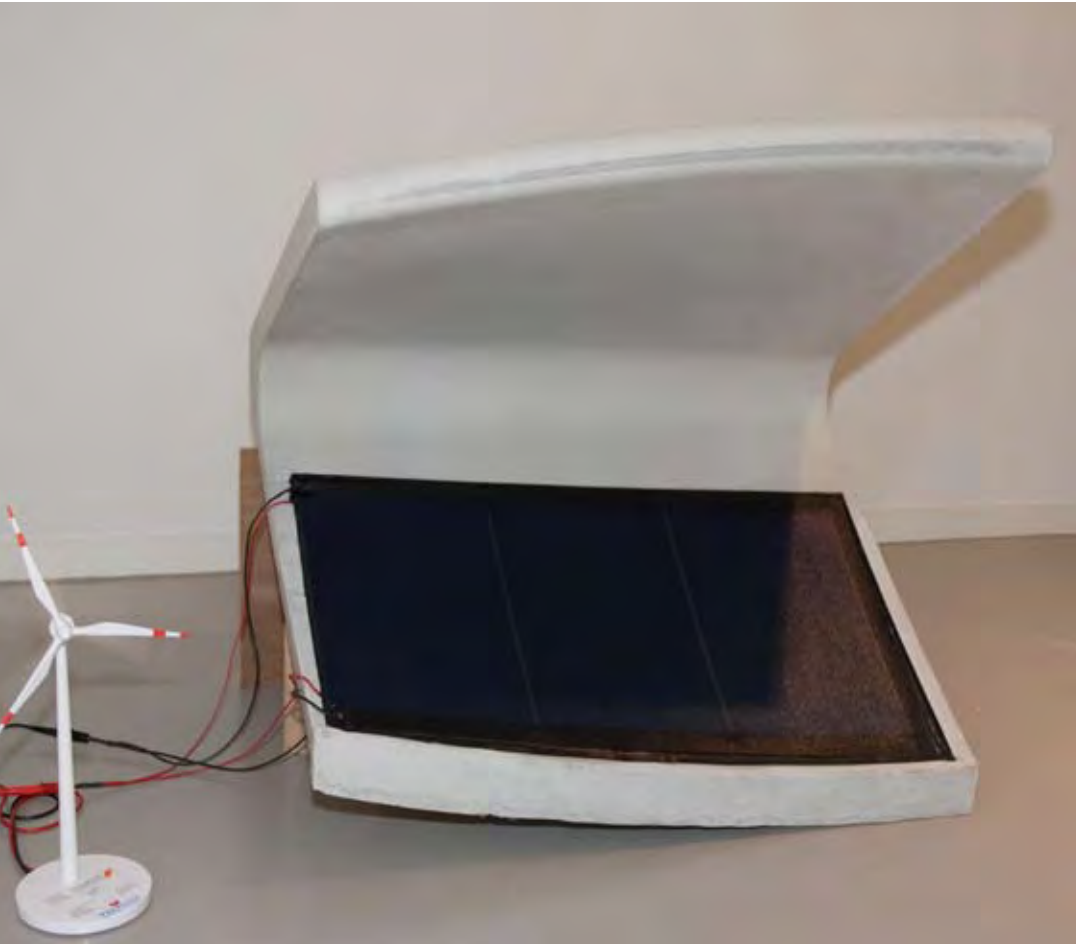
idee & ontwerp: Carmen de Veer - Carmen de Veer Stoffen- & Dessinontwerpen  
 prototype: Boudewijn De Nys - Prefadim Belgium



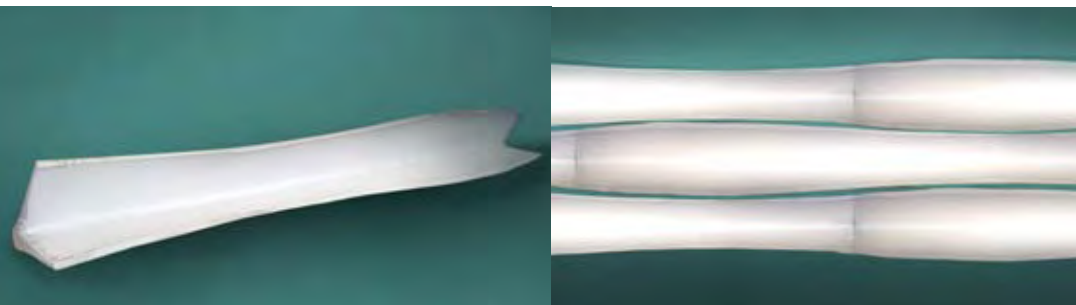
Dat gebouwen zich verschillend tonen in een donkere en lichte omgeving is evident. Een omstandigheid die zowel plezierig als onplezierig ervaren kan worden. Echter wordt hier vaak zeer weinig aandacht aan gegeven. Nacht&dag is een onderzoek om met 1 architectonische verschijningsvorm in zowel de nacht als de dag situatie een compleet andere uitstraling van het gebouw te verkrijgen. Gebouwen die niet alleen in het daglicht interessant zijn, maar die zeker ook in het donker een dynamisch voorkomen hebben.

In eerste instantie is geëxperimenteerd met reliëfs, pigmenten en OLED-elementen. Uiteindelijk is een prototype gemaakt van een geïntegreerd gevelarmatuur dat overdag niet als armatuur herkenbaar is en een schaduwspel laat zien op de gevel. In de nachtsituatie vallen de uitstulpende armaturen weg in het donker en wordt de gevel verlicht.





idee & ontwerp: Huub Swillens - Van Wylick architecten  
 prototype: Werner Hulstaert - Arbeco

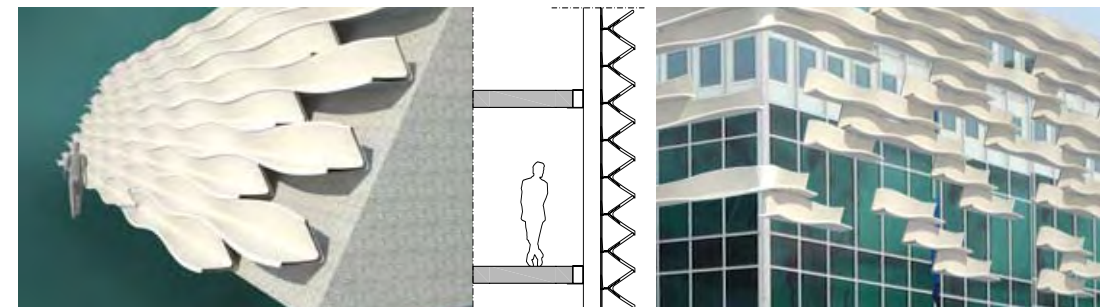


PVLT is een toepassing van photo-voltaïsche folies op het betonoppervlak gecombineerd met lagetemperatuurkoeling (in het beton).

De lagetemperatuurkoeling wordt als leidingregister in het beton geplaatst, de koeling verbetert het rendement van de PV en brengt warm water naar de warmtepomp.

De photo-voltaïsche cellen worden in flexibele laminaat panelen toegepast. Deze panelen zijn extreem dun en bovendien voorziet hun flexibiliteit in de mogelijkheid om ze toe te passen op gekromde betonelementen.

Het onderzoek heeft zich met name ook gericht op de vormgeving van de betonelementen. Er is gestreefd naar een zo groot mogelijk oppervlak wat ten goede komt aan zowel de effectiviteit van de PV als de LT in het prototype. Dit heeft geleid tot een extreme golving die ook de plasticiteit van beton benadrukt.





idee & ontwerp: Ruben Bus - Merkx + Girod architecten, Bianca Man - architectenbureau ELV,  
Carmen de Veer - Carmen de Veer Stoffen- & Dessinontwerpen  
prototype: Wim Rongen - Geelen Beton



Hoe krijgen we vanaf de buitenzijde zichtbaar wat er zich afspeelt in het beton? Uitgaande van de menselijke huid als voorbeeld waarin en waardoor aders, botten en spiermassa's herkenbaar zijn, is gekeken naar mogelijkheden om in het betonoppervlak te tonen hoe krachten verlopen en constructies geplaatst zijn. Wederom gebaseerd op de menselijk huid die plooit, verkleurt, littekens toont en soms zelfs transparant is, zijn parallellen gezocht in beton.

Geïnspireerd door wapeningsaftekeningen in prefab elementen - wat doorgaans als negatief wordt beschouwd - zijn een aantal varianten getest om dergelijke aftekeningen te stimuleren en te controleren. Het oxideren van de wapening leidt tot een aftekening 'in' roest. Andere varianten van tekening zijn getest waarbij de wapening is gecombineerd met kleurpigmenten en met magnetisch materiaal. Varianten waarbij de wapening is verhit en de wapening op spanning is gebracht. Naast experimenten met 'getekend' beton zijn plastische varianten getest waarbij afdrukken van wapening als relief op het oppervlak zijn toegepast en waarbij de wapening na het storten in het beton is gedrukt.





idee & ontwerp: Jef Apers - Febelcem, Marco Romano ONB architecten, Jan Terwecoren & Annemarie Verdickt - Terwecoren-Verdickt architecten, Annemarie Weersink - Nieman Consultancy / prototype: Steffen Grünwald - Hurks Beton

Speciale uitvoering: doorsnede [cm]	Dikte
Voorblad	
<b>Beton (C100/115)</b>	4
Isolatie	
<b>Vaccuum Ba-log (<math>\lambda=0,003</math> W/mK)</b>	3
Achterblad	
<b>Beton (C100/115)</b>	4 + 5
<b>Dikte totaal [cm]</b>	<b>11 (16)</b>

Onder de titel slim-crete zijn een tweetal trajecten gestart waarbij op verschillende wijzen dragende, isolerende en bekledende functies zijn geoptimaliseerd en gecombineerd in één element. De eerste serie prototypes multi-slim gaat uit van een ogenschijnlijk traditionele opbouw en verdeling van de functies, waarbij in kaart is gebracht wat de effecten zijn van verschillende types isolatiemateriaal en betonsamenstellingen. Multi-slim voorziet in een palet aan mogelijkheden die sterk variëren in de totale dikte van de pakketten. Er is gezocht naar de meest slanke mogelijkheid waarbij voor elk type is uitgegaan van optimalisatie van de draagfunctie, de isolatie en de esthetische kwaliteiten. En waarbij de varianten voldoen aan eisen ten aanzien van warmteaccumulerend vermogen, geluidswerende eigenschappen, vochtwering en winddichting.

Uitgaande van het scheiden van functies in meerdere lagen en de mogelijke toepassing in hoogbouw, utiliteitsbouw en speciale uitvoeringen voorziet het meest extreme prototype in een elementdikte van 16 centimeter, of zelfs 11 centimeter wanneer de ribben niet worden meegeteld voor een niet-dragende toepassing. Voor alle varianten geldt dat met gebruik van ultra-hogesterkte beton (UHSB) in combinatie met vacuümisolatie een reductie van 50% in elementdikte kan worden behaald.





idee & ontwerp: Jef Apers - Febelcem, Marco Romano ONB architecten, Jan Terwecoren & Annekatrien Verdickt - Terwecoren-Verdickt architecten, Annemarie Weersink - Nieman Consultancy / prototype: Boudewijn De Nys - Prefadim Belgium



Het tweede slim-crete traject start vanuit de idee om in één materiaal - monolithisch - de verschillende functies die aan een element worden toegekend, te realiseren. De uitdaging voor opti-slim ligt voornamelijk in de isolerende functie van een element en in de monolithische uitvoering. Dragen, isoleren en bekleden (scheiden) moeten letterlijk naadloos in elkaar overlopen.

Er zijn varianten gemaakt waarin geëxpandeerde kleikorrels zijn toegepast, alsmede varianten met polystyreenkorrels en foamglas. De elementen worden laagsgewijs geproduceerd tot één monolithisch geheel. De meest slanke variant blijkt het 'foamglas-prototype' te zijn met een totale pakketdikte van 415 mm.





**concrete-light** Steffen Grünewald - Hurks Beton, Hans Köhne - Cement&BetonCentrum



**hairy-crete** Philippe Courcelles - Decomo, Ruben Bus - Merckx + Girod architecten, Lana du Croq - architectenbureau Ellerman Lucas van Vugt



**hortus-gevel** Gert Westerink - Betonindustrie De Veluwe, Gerry Dubé - Hooper architects



**kameleon** Kurt Goris - Verheyen Beton, Dorothee Dubois - RSDA



**nacht&dag** Boudewijn De Nys - Prefadim Belgium, Carmen de Veer - Carmen de Veer Stoffen- & Dessinontwerpen



**pvlit-beton** Werner Hulstaert - Arbeco, Huub Swillens - Van Wylick architecten



**texton** Wim Rongen - Geelen Beton, Ruben Bus - Merckx + Girod architecten, Bianca Man - architectenbureau Ellerman Lucas van Vugt, Carmen de Veer - Carmen de Veer Stoffen- & Dessinontwerpen



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



**slimcrete / opti-slim** Boudewijn De Nys - Prefadim Belgium, Jef Apers - Febelcem, Marco Romano ONB architecten, Jan Terwecoren & Annekatrien Verdickt - Terwecoren-Verdickt architecten, Annemarie Weersink - Nieman Consultancy

**brainstorm sessie** - 22 april 2009

**presentatie / evaluatie** - 23 september 2009

#### ontwerpers

Philip Allin - dax-magazine - Den Haag, Jef Apers - Febelcem - Brussel, Ruben Bus - Merckx+Girod architecten- Amsterdam, Lana du Croq - architectenbureau Ellerman Lucas van Vugt - Rijswijk, Gerry Dubé - Hooper Architects - Oosterhout, Dorothee Dubois - RSDA - Berchem, Marc Larmmuseau - Montois Partners architects - Brussel, Bianca Man - architectenbureau Ellerman Lucas van Vugt - Rijswijk, Marco Romano - ONB architecten - Utrecht, Tjitse Schaap - Sturm architecten - Roosendaal, Huub Swillens - Van Wylick architecten - Eindhoven, Jan Terwecoren - Terwecoren-Verdickt architecten - Gent, Carmen de Veer - Carmen de Veer Stoffen - & Dessinontwerpen - Rijswijk, Annekatrien Verdickt - Terwecoren-Verdickt architecten

#### experts beton

Gerard Brood - Hurks Oosthoek-Kemper, Philippe Courcelles - Decomo, Jan Dekkers - Hurks Beton, Boudewijn De Nys - Prefadim Belgium, Steffen Grünewald - Hurks Beton, Werner Hulstaert - Arbeco, Wim Rongen - Geelen Beton, Gert Westerink - Betonindustrie de Veluwe

#### experts energie & klimaat

Wim van der Spoel - Landstra bureau voor bouwfysica, Annemarie Weersink - Nieman Consultancy



**met dank aan**

Ernst Havermans - Oomen architecten, Paul Hooper - Hooper Architects, Ivo Sieben - Artimo Textiles

**informatie**

Siebe Bakker - bureaubakker: siebe@bureaubakker.com

Hans Köhne - Cement&BetonCentrum: hanskohne@cementenbeton.nl

**colofon****initiatief**

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

**concept & format**

bureaubakker - Delft

**producenten**

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

**moderators brainstorm**

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

**redactie publicatie**

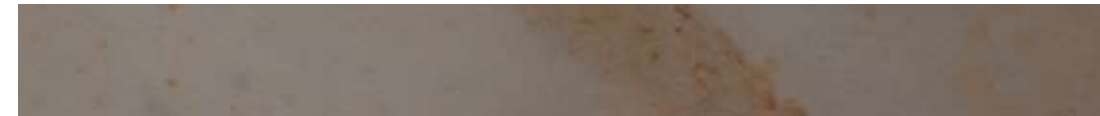
bureaubakker

**fotografie**

bureaubakker, Jef Marinus, deelnemende bedrijven en ontwerpers

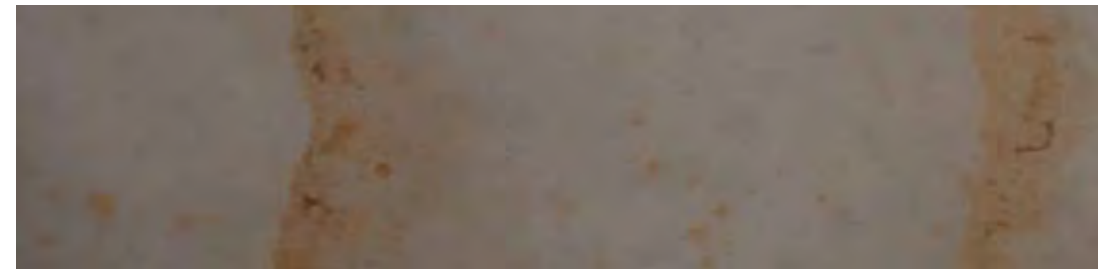
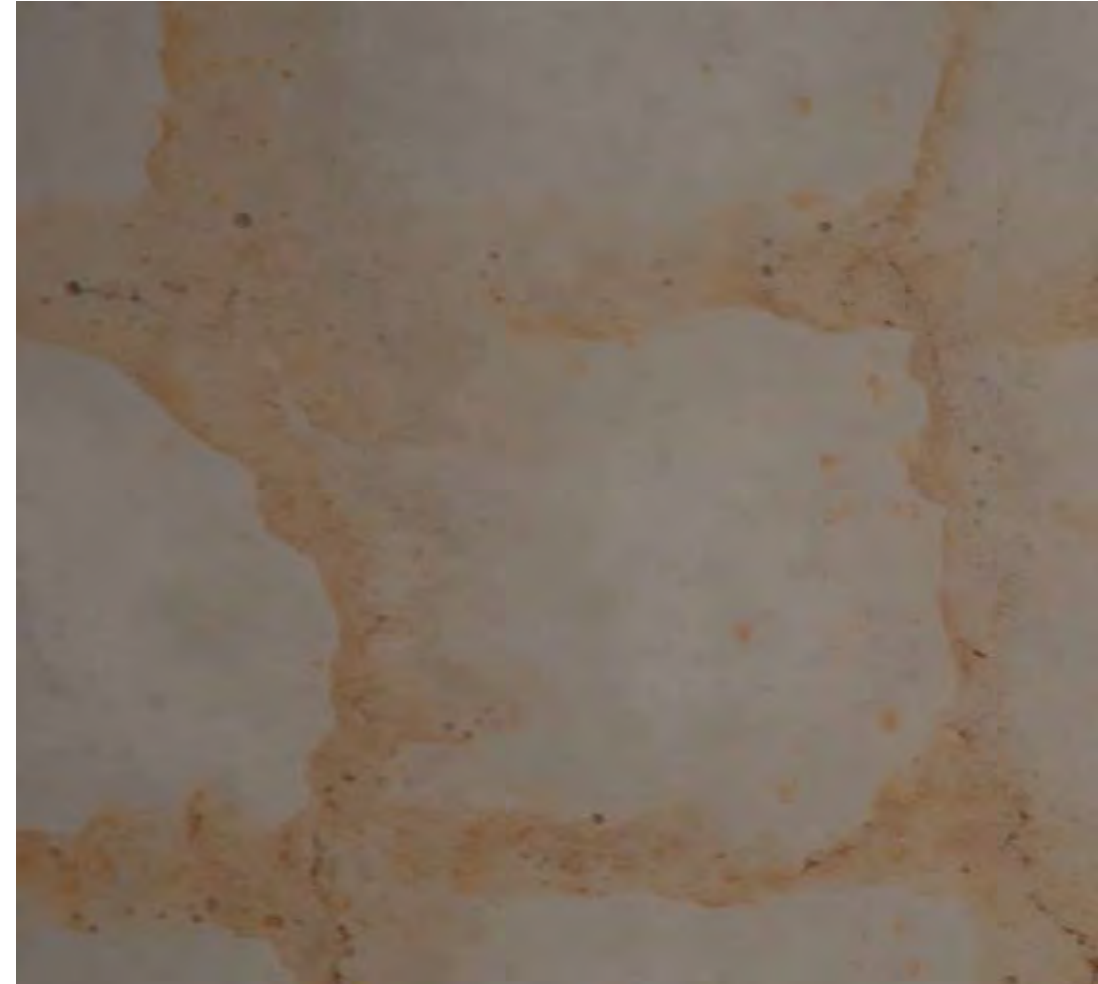
**productie publicatie**

Cement&BetonCentrum



Cement&BetonCentrum  
Sint Teunislaan 1  
5231 BS 's-Hertogenbosch  
T 073 640 12 31  
E info@cementenbeton.nl

Beton is ...



  
 **Cement&Beton**Centrum 