

A photograph of a modern, minimalist concrete building. A person with a shoulder bag stands in a large, open doorway, looking towards a wall where the word 'ARMED' is faintly visible. The scene is set against a clear blue sky with some greenery in the background.

TEKTONIEK

Ontwikkelingsproject Warmbeton

VAN RESEARCH NAAR BOUWPRAKTIJK

Ontwikkelingsproject Warmbeton

VAN RESEARCH NAAR BOUWPRAKTIJK



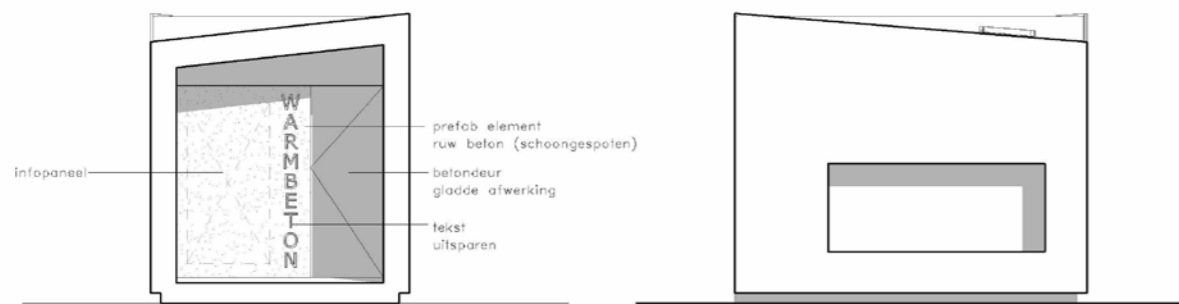
ZOEKTOCHT NAAR MONOLIET BOUWEN

Sinds 2012 loopt bij TU/e, faculteit Bouwkunde, het ontwikkelingsproject Warmbeton. In de eerste twee fasen is onder verantwoordelijkheid van prof. Jos Brouwers het materiaalconcept voor thermisch isolerend beton ontwikkeld, een zeer licht materiaal met voldoende sterkte om te dienen als constructief bouwmaterial voor dragende gevels. In de derde fase zijn onder verantwoordelijkheid van prof. Theo Salet de mechanische eigenschappen van constructies in dit materiaal vastgesteld en verwerkt in constructieve modellen.

Initiatief en Organisatie	Cement&BetonCentrum, 's-Hertogenbosch CRH Sustainable Concrete Centre, Oosterhout TU/e, faculteit Bouwkunde
Research Partners	Bartels Ingenieursbureau, Apeldoorn - Bionic Technology, Winschoten Bureaubakker, Delft - Cementbouw Betonmortel, Cruquius CRH Structural, Harderwijk - DGMR, Drachten - ENCI Betonlaboratorium, Rotterdam - Guardian Glass, Dudelange (L) - Geelen Beton, Wanssum Janssen de Jong Bouw, Hengelo - Lias Benelux, Enschede Mebin, 's-Hertogenbosch - Peri, Schijndel - Scheuten Glas - SATG, Venlo Sweegers en de Bruijn, 's-Hertogenbosch - Zonneveld ingenieurs, Rotterdam
Architectenteam	Eduard Böhtlingk - Allard de Goeij - Rob Korver



1. Impressie van het Warmbeton-paviljoen. Figuren: Eduard Böhtlingk.
2. Warmbeton weegt circa 800 kg/m³.

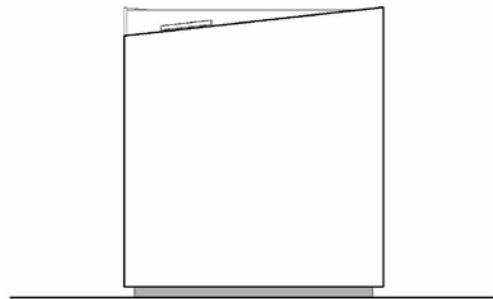


Westgevel

schaal 1 : 100

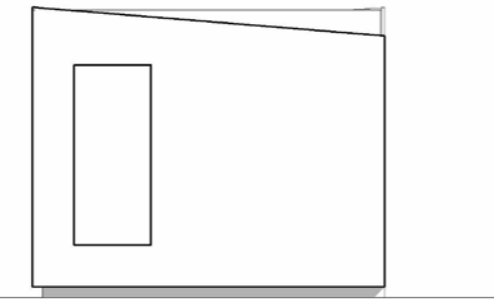
Zuidgevel

schaal 1 : 100



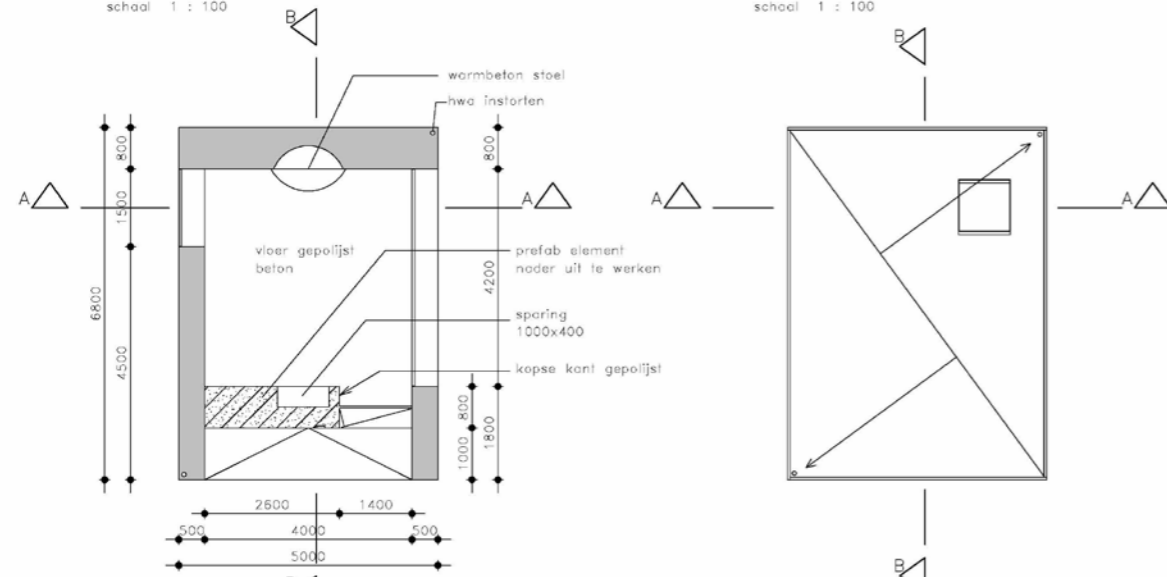
Oostgevel

schaal 1 : 100



Noordgevel

schaal 1 : 100

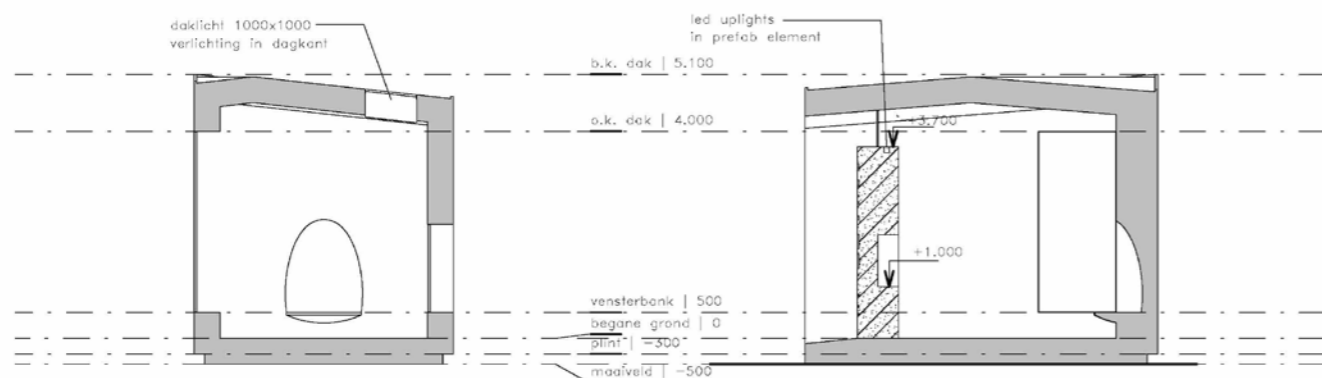


Begane grond

schaal 1 : 100

Verdieping 1

schaal 1 : 100



Doorsnede A-A

schaal 1 : 100

Doorsnede B-B

schaal 1 : 100



3. Ontwerptekeningen voor het Warmbeton-paviljoen.

4. De presentatie van het geprefabriceerde Warmbeton-gevel-element op de vakbeurzen Gevel en MaterialXperience trok veel belangstelling.

Zo ging het dus van materiaal naar constructies en gebouwen. In dat proces is de naam Warmbeton gekozen voor het concept van monoliete gevels. De volgende stap is het testen van het bouwfysische gedrag van zulke gevels en de kwaliteit van het binnenklimaat. Daartoe is een plan gemaakt voor de bouw van een Warmbeton-paviljoen op de campus van TU Eindhoven, een onderzoeksgebouw

ULTRA-LICHTBETON

Warmbeton is gebaseerd op ultralichtbeton. De belangrijkste grondstof daarvoor is geëxpandeerd glas, Liaver. De korrelgrootten van de Liaver korrels zijn zodanig gekozen dat alle zand en grind hiermee wordt vervangen. Zo bestaat tweederde van het betonvolume uit lucht dat is opgesloten in glasbolletjes, vervaardigd uit recyclingglas. Het soortelijk gewicht is dan ook evenredig gereduceerd, van 2400 naar 800 kg/m³.
Maatgevend voor de thermische isolatiecapaciteit is de lambda-waarde; deze bedraagt 0,14 W/mK. Binnen een wanddikte van 50 cm kan hiermee een Rc van ruim 3,5 m²K/W worden behaald. Bij die dikte kunnen de gevels ook vloerdragend zijn; de betondruksterkte bedraagt circa 10 N/mm².

GECOMPLICEERD ONTWIKKELINGSPROCES

Met de onderzoeksresultaten van TU Eindhoven is de basis gelegd voor het materiaal en de constructie. Voor een compleet bouwconcept is echter een integrale aanpak nodig van architectuur, constructie, bouwfysica en installaties. Daartoe hebben veel bureaus en bedrijven zich verbonden aan het project. Warmbeton is dus veel meer dan een nieuw bouw materiaal. Het vergt niet alleen onderzoek naar materiaal- en constructie-eigenschappen, maar ook geduld en veel overleg om de meest geëigende oplossingen te vinden. Het ontwikkelingsproces is daardoor gecompliceerd en tijdrovend.

KOZIJNLOZE BEGLAZING

Om de potenties van Warmbeton te testen is een mock-up gemaakt van een geprefabriceerd Warmbeton-gevelement. Dit leverde de noodzakelijke ervaring op omtrent de industriële maakbaarheid van Warmbeton. Vervolgens is deze mock-up

gepresenteerd op de vakbeurzen GEVEL en Material Xperience tijdens de Week van de Bouw 2015, Jaarbeurs Utrecht. De gepresenteerde toepassing van kozijnloze beglazing trok veel belangstelling en was aanleiding tot talloze kritische discussies met professionals. Juist die kritische discussies zijn waardevol gebleken in het verder ontwikkelen van een kansrijke aanbie- ding aan de bouwmarkt.

WAARDE

Het bouwconcept met dragende monoliete gevels is – gezien de bescheiden druksterkte van het ultra-lichtbeton – geschikt voor projecten met een bouwhoogte tot drie tot vier bouwla- gen. Warmbeton maakt nieuwe architectonische oplossingen mogelijk omdat de koudebrugproblematiek in feite is geëlimineerd. Dankzij het ontbreken van de traditio- nele gelaagdheid in gevelconstructies komt kozijnloze begla- zing binnen bereik.

Warmbeton garandeert voorts een aangenaam thermisch bin- nenklimaat. Door het ontbreken van de traditionele gelaagde gevelconstructie kan een kierdichte gebouwschil worden gemaakt. Bovendien kan in die gebouwschil thermische energie worden geaccumuleerd. Daarmee is Warmbeton een goede basis voor een techniekarm gebouw. Installaties voor verwarming en ventilatie kunnen elegant worden geïntegreerd in de gevelwanden en vloeren.

PROEFGEBOUW IN WARBETON

Na uitgebreide laboratoriumtesten is een flinke proefmuur van Warmbeton de eerste stap buiten de deur om te zien hoe dit materiaal zich op grotere schaal in de praktijk gedraagt. Wat zijn bijvoorbeeld de zichtbare effecten van de grotere krimp- factor op het wandelement?

De proefmuur vormt de opmaat voor het WarmBeton- paviljoen dat kort daarna gerealiseerd gaat worden. Het zal als 'Living Lab' gaan functioneren zodat er ook een wetenschap- pelijke onderbouwing komt van het gedrag van dit nieuwe materiaal en in beeld gebracht kan worden waar meer poten- ties en aandachtspunten liggen voor de toepassing ervan. Het grootste gedeelte van het paviljoen zal ter plaatse worden gestort, maar er wordt ook een prefab onderdeel bij de entree toegepast. Met beide productiemethodes kan zo ervaring wor- den opgedaan. Dit moet leiden tot verbeteringen in de voor- bereiding en tot concrete ontwerptools waarmee architecten, constructeurs en bouwbedrijven hun voordeel kunnen doen.

Eén van de belangrijkste verschillen met conventioneel beton is dat Warmbeton minder geschikt is voor horizontale constructies. Vanwege de lage trek- en druksterkten is er veel wapening nodig om een vloerconstructie te realiseren; vloeren en daken zullen daarom speciale aandacht krijgen. In het paviljoen is het dak om die reden niet vlak, maar wordt het

uitgevoerd als zadeldak waarmee het beter de momentenlijn volgt. Het licht hellende dak wordt overigens niet voorzien van een extra dakbedekking. Vanaf circa dertig centimeter is Warmbeton waterdicht en is de constructie tegelijkertijd ook de buitenafwerking.

Meest tot de verbeelding sprekend is wel de vrijheid om het glas in elke denkbeeldige positie te kunnen plaatsen. In het pa- viljoen zal het glas aan de noordzijde vlak met de buitenzijde en aan de zuidzijde volledig vlak met de binnenzijde worden getest zodat de twee uitersten bouwfysisch met elkaar kunnen worden vergeleken. Dan kan ook worden bekeken of dit klopt met dynamische berekeningen uit het ontwerpstadium. Op de beurs GEVEL2015 was al een proefelement van Warmbeton te zien met mogelijke eindafwerkingen waaronder glad, gestraald en geslepen. Bij het paviljoen zullen we deze afwerkingen ook gaan testen in de buitenlucht om het effect in de tijd te kun- nen onderzoeken. **Hans Köhne en Allard de Goeij**

ARCHITECTUUR

Bij het gebruik van Warmbeton zal in het bouwproces een verschuiving plaatsvinden van aandacht en kosten. De voor- bereidingen tijdens het ontwerpproces en de ruwbouwfase zullen de belangrijkste fases worden; zoals bij alle schoon beton vindt de afbouw immers tijdens de ruwbouw plaats. Dit nieuwe materiaal gaat ongetwijfeld uitnodigen tot een andere vormentaal. Tot nu toe was het vrijwel onmogelijk om vrijgevormde glasvlakken in een wand te plaatsen. Dat kan met Warmbeton dus wel. 2D- en 3D-gevormd glas heeft alleen een sponning nodig (en geen kozijn) en de positie in de buitenschil is volledig vrij te kiezen. De dikte van de constructie kan volledig worden getoond en de ge- velplastiek gemaximaliseerd. De impact hiervan kan enorm zijn.

Interessant is een mogelijke combinatie met textiel mallen. Een goed voorbeeld is onderzoek dat Diederik Veenendaal heeft uitgevoerd aan de ETH Zurich. Vrije vormen hoeven namelijk niet meer te worden voorzien van een isolatielaag en een afwerking waarmee exterieur en interieur in een arbeidsgang tegelijk vorm kunnen krijgen. Textielmallen geven bovendien een andere beleving van het materiaal beton en stimuleren een ander soort architectuur. Beide aspecten kunnen belangrijke argumenten zijn om met met dit materiaal te gaan werken.