

Ontwerpers en uitvoerders worden geprikkeld door de prachtige resultaten van schoon beton

Betonarchitectuur of schoon beton?

Schoon beton gaat over de schoonheid of, zo u wilt, over de fraaiheid van betonconstructies in gebouwen, aan gevels of bij bruggen. In Duitsland spreekt men over Sichtbeton, in België over architectuurbeton. Eigenlijk gaat het dus over Betonarchitectuur. In deze uitgave van Cement gaat het over de schoonheid van betonconstructies. Nu eens niet de inwendige, niet zichtbare 'schoonheid' van de krachten en spanningen in constructies, maar de uitwendige schoonheid van de betonoppervlakken.

Het zijn de oppervlakken waarmee constructies zich tonen aan de beschouwer. Vaak is die beschouwer een leek. Hij of zij kijkt met bewondering naar de oppervlaktestructuur of kleur van bouwwerken, zich niet realiserend dat het van beton is gemaakt. Het kan ook zijn dat de oppervlaktekwaliteit aanleiding is voor kritische opmerkingen over de (grijze) kleur of over storende aftekeningen.

Ontwerpers (architecten en constructeurs) en uitvoerders (aannemers en producenten) van betonconstructies waaraan esthetische eisen zijn gesteld, realiseren zich dat het een complexe materie kan zijn om tot optimale resultaten te komen. Gelukkig echter zijn zij ook vaak geprikkeld door de

prachtige resultaten die elders in Nederland of in het buitenland worden bereikt. Hoe is het daar wel gelukt en waarom is het bij ons vaak moeizamer? In deze korte inleiding worden enkele aanbevelingen gegeven om te komen tot een goed esthetische resultaat bij de betonoppervlakken. Stilgestaan wordt bij de ontwikkelingen rond CUR-Aanbeveling 100, Schoon beton. In enkele kaders worden succesvolle projecten genoemd. Samen met de beschreven projecten elders in deze uitgave tonen ze aan hoe indrukwekkend het samenspel is van beton en architectuur.

HR-beeld nog aanleveren

¹⁾ Henk Oude Kempers is na zijn loopbaan bij ABT nog actief als adviseur. Hij is voorzitter van CUR-commissie V93 die belast is met de herziening van CUR-Aanbeveling 100 Schoon Beton.

Architect Tadao Ando

Bij de projecten van architect Tadao Ando (projecten in o.a. Japan en Duitsland, foto 5) geldt vaak het uitgangspunt van een plaatnadenpatroon van 1,8 m x 0,9m met 6 centerpennen per paneel. Daarbij worden de plywoodbekistingen voorzien van een speciale coating en worden zij slechts een- of tweemaal voor een stort ingezet. De betonmortel verkrijgt zijn plasticiteit en hoge vloeibaarheid door een luchtbelvormer. Veelal wordt gebruikgemaakt van mechanisch verdichten vanaf de buitenkant van de bekisting omdat trilnaalden de bekisting kunnen beschadigen en er lekkages kunnen ontstaan bij de centerpennen. Het aantal van zes centerpennen is groter dan strikt noodzakelijk. Maar daarvoor ontstaat een minimale (bekisting)druk per pen. De betonmortel bevat veel cement en fijne delen en circa 4% lucht. Meestal wordt er pas na 72 uur ontkist. Na het ontkisten en verharden, wordt altijd een meerlaagse transparante coating (acryl, silicon, fluor) aangebracht. Bij de meeste projecten wordt het betonstorten op de bouwplaats begeleid door het team van de architect.

2 Langen Foundation in Neuss van Tadao Ando; bij de architect hanteert vaak een plaatnadenpatroon van 1,8 m x 0,9 m met 6 centerpennen per paneel
foto: Henk Oude Kempers

3 Villa in Waalre; dat de bekisting is samengesteld uit ruwe houten delen in goed te zien in het oppervlak foto: Henk Oude Kempers

4 Het ontwerp van het Phaeno Center in Wolfsburg is zo indrukwekkend dat je de oppervlakteafwijkingen voor lief neemt foto: Zaha Hadid Architects/ Thomas Mayer

Definitie

Als definitie van schoon beton geldt vaak het volgende: beton waaraan bewust esthetische eisen zijn gesteld. Daarbij geldt dat oppervlakken blijvend zichtbaar zijn en dat ze na ontkisten (veelal) niet worden bewerkt. Ruwbouw is dus vaak afbouw.

Bij de keuze voor schoon beton zijn de volgende bouwpartners bepalend:

- opdrachtgever/bouwheer (wens en geld);
- architect (vorm en esthetiek);
- constructeur (krachtenspel en afmetingen);
- aannemer/fabrikant (uitvoering en vakmanschap);
- betoncentrale (grondstoffen en technologie).

CUR-Aanbeveling 100

Om deze partijen te helpen bij het vaststellen van eisen en wensen en daar helder over te laten communiceren is in 2004 CUR-Aanbeveling 100 Schoon beton verschenen, kortweg CUR 100. Deze richtlijn gaat over specificeren (ontwerper), uitvoeren (aannemer) en beoordelen (toetsers) van schoon beton, zowel in het werk gestort beton als geprefabriceerd. Immers, hoe duidelijker de opdrachtgever aangeeft wat hij wil, des te kleiner is de kans op misverstanden en mogelijke teleurstellingen achteraf.

In presentaties en cursussen benadruk ik vaak de 'Tien geboden van CUR 100':

- 1 toets de specificatie/bestek op de inhoud CUR 100, bijlage B;
- 2 toets de classificaties van onderdelen/oppervlakken (klasse B1 of B2);
- 3 toets de genoemde referentieprojecten of proefplaten (grijs-tint);
- 4 maak/toets het werkplan Schoon Beton (zie digitaal model);
- 5 maak/toets het bekistingplan, centerpennen en stortnaden (prestatie-eis);
- 6 maak/toets de betonsamenstelling (prestatie-eis, 180 liter fijne delen);
- 7 toets de betonsamenstelling op vlekkenindex (art. 7 en bijlage H);
- 8 maak/toets de wapening/betondekking op 35 mm (bijlage E.3);
- 9 maak/toets proefstorten (referentie project of proefplaten);
- 10 toets het resultaat volgens tabel 1 (beoordeel esthetisch herstel, art. 10).

Villa in Waalre; wit beton, ruwe-delenbekisting, ter plaatse gestort

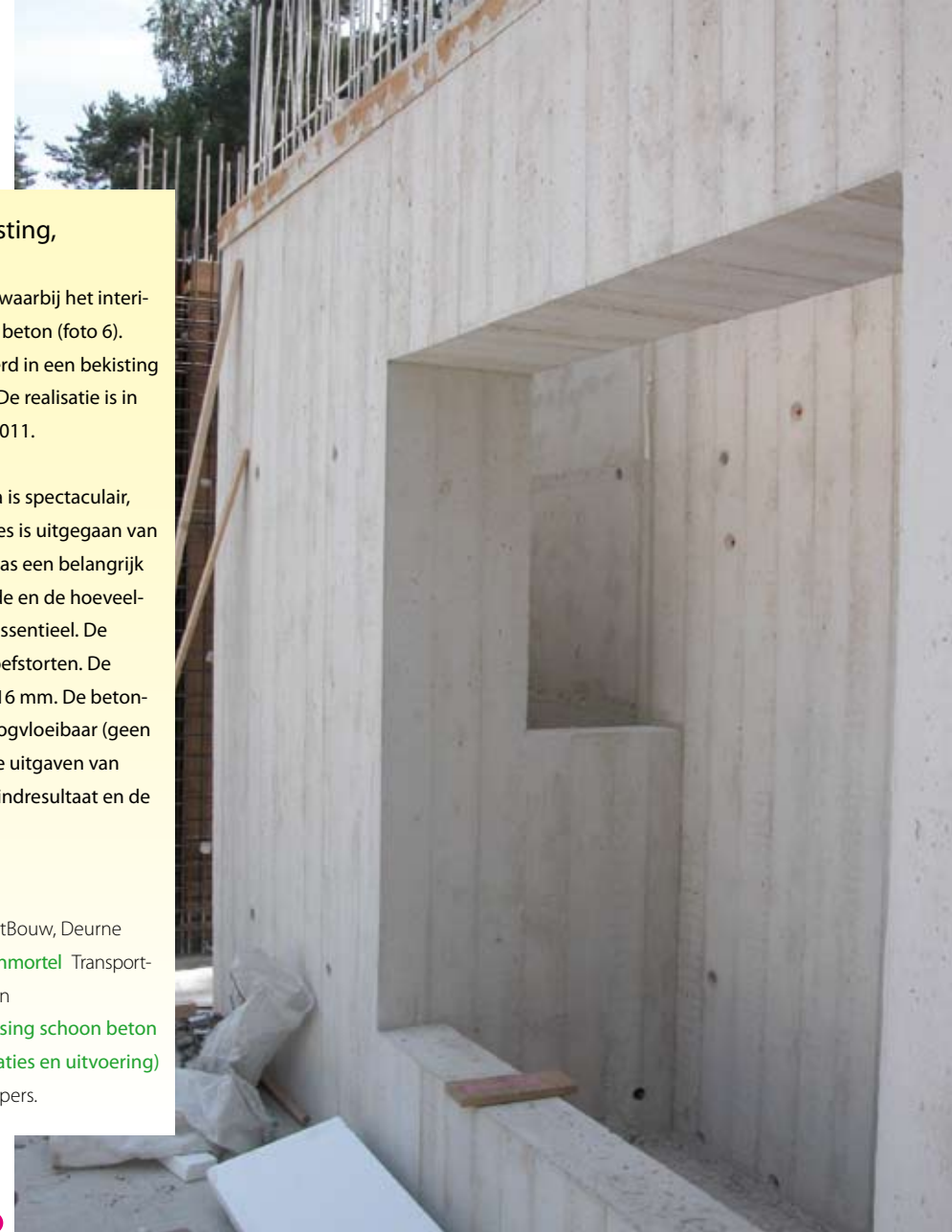
De familie van Doorne heeft een villa laten ontwerpen waarbij het interieur en het exterieur geheel is uitgevoerd in wit schoon beton (foto 6). De wandconstructies (interieur en gevels) zijn uitgevoerd in een bekisting samengesteld uit ruwe houten delen (breed 150 mm). De realisatie is in volle gang. De oplevering is gepland in de zomer van 2011.

Niet alleen het ontwerp (vorm en afmeting) van de villa is spectaculair, maar vooral ook de uitvoering. Bij de projectspecificaties is uitgegaan van de principes van CUR 100, klasse B1. De betonmortel was een belangrijk aandachtspunt. De keuze voor wit cement, titaandioxide en de hoeveelheid fijne delen (180 l/m³) in het mengsel zijn daarbij essentieel. De uiteindelijke samenstelling is vastgesteld na enkele proefstorten. De betonmortel is verwerkt met een maximale korrel van 16 mm. De betondekking op alle vlakken is 35 mm. Het mengsel was hoogvloeibaar (geen ZVB) en is mechanisch verdicht. In een van de volgende uitgaven van *Cement* kan nader aandacht worden besteed aan het eindresultaat en de constructieve uitgangspunten.

PROJECTGEGEVENS

ontwerper/architect Russell Jones, Londen
ontwerper/constructeur Arup, Amsterdam
projectmanagement Royal Haskoning, Nijmegen

aannemer BurgtBouw, Deurne
leverancier betonmortel Transportbeton, Eindhoven
adviseur toepassing schoon beton (projectspecificaties en uitvoering) Henk Oude Kempers.





5

Daarbij moet worden opgemerkt dat de aannemer/producent vrij moet zijn in de keuze van de werkmethode (bekisting, betonmengsel, opslag- en transport) om aan de prestatie-eisen van de oppervlakteklasse te voldoen. Zo is het bijvoorbeeld niet raadzaam om zelfverdichtend beton voor te schrijven, omdat dit inbreekt in de keuzevrijheid van de aannemer.

Herziening CUR 100

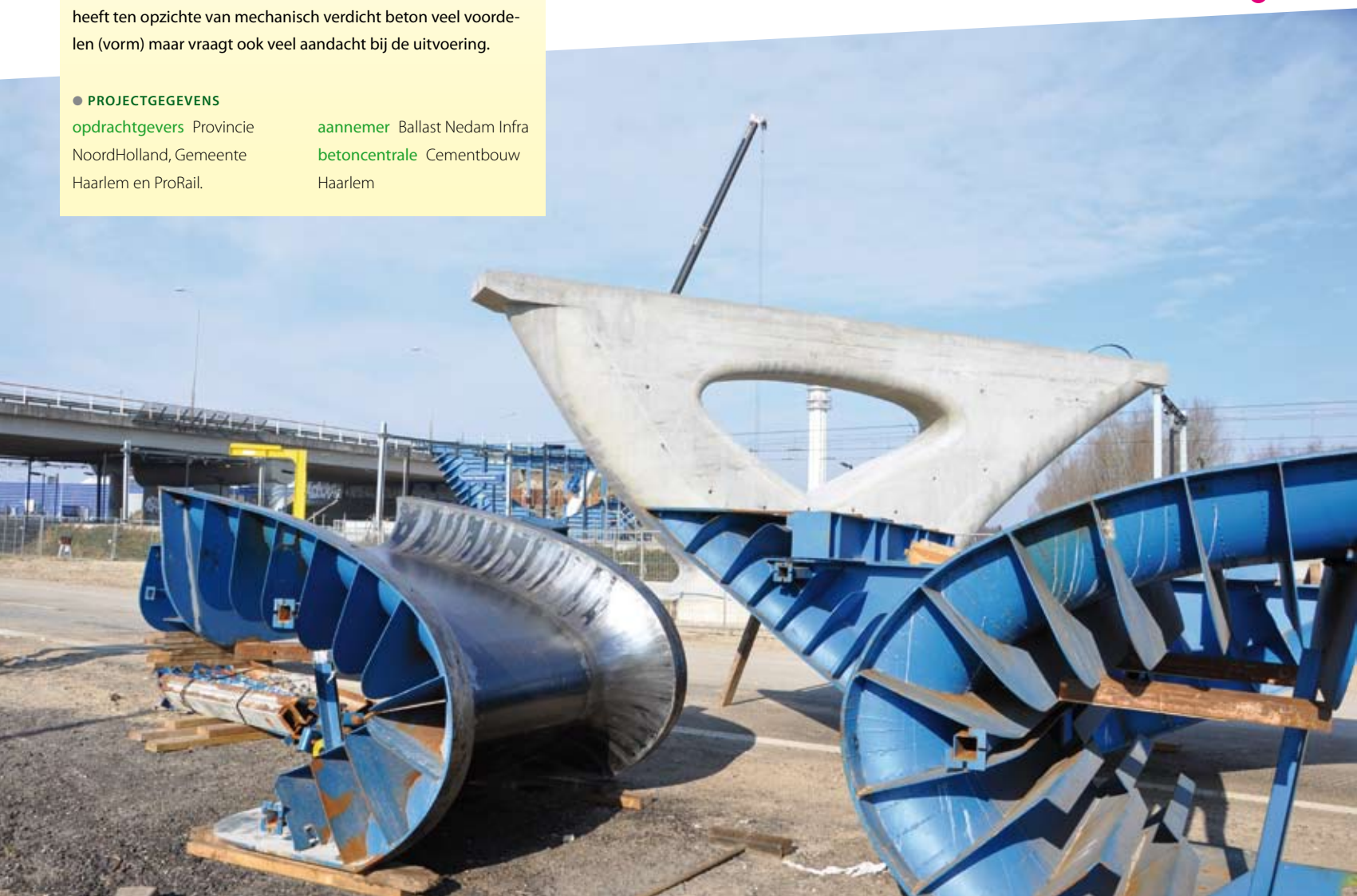
Vanaf het beschikbaar komen van CUR 100 in 2004 zijn er talrijke projecten in schoon beton gerealiseerd waarbij deze richtlijn van toepassing is verklaard. Gesteld kan worden dat vooral de preventieve sturing (goed specificeren) tot vele succesvolle toepassingen heeft geleid. Kennis en vakmanschap rond schoon beton is gegroeid. Dit geldt voor ter plaatse gestort beton maar ook voor prefab beton. Onlangs heeft CUR besloten om na te gaan (na ruim 6 jaar ervaring) of een herziening van CUR 100 op zijn plaats is. Zo is het de moeite waard om de

Pijlerconstructies N200, fly-over te Haarlem; zelfverdichtend beton, ter plaatse gestort

Een bijzonder toepassing van schoon beton wordt gerealiseerd bij de constructies van de fly-over voor de N200 nabij Haarlem (foto 7). Om het fraaie ontwerp van Royal Haskoning Architecten te realiseren heeft de aannemer gekozen voor een (complexe) stalen bekisting en een uitvoering met zelfverdichtend beton. Het op de bouwplaats toepassen van zelfverdichtend beton heeft ten opzichte van mechanisch verdicht beton veel voordelen (vorm) maar vraagt ook veel aandacht bij de uitvoering.

PROJECTGEGEVENS

opdrachtgevers Provincie Noord-Holland, Gemeente Haarlem en ProRail.
aannemer Ballast Nedam Infra
betoncentrale Cementbouw Haarlem



6

- 5 Music Theater Graz: digitale technieken bij het ontwerpen en uitvoeren maken bijzondere vormen mogelijk. foto: UN Studio/Christian Richters
- 6 Voor de fly-over voor de N200 nabij Haarlem is een complexe stalen bekisting toegepast foto: Henk Oude Kempers



7

Kerk te Rijsenhout; gekleurd, gestraald beton, ter plaatse gestort

In Rijsenhout bij Schiphol is een kerkgebouw gerealiseerd waarbij alle wanden en gevels zijn uitgevoerd in gekleurd en gestraald beton, ter plaatse gestort (foto 8). Hiervoor is Colorcrete met 160 l fijne delen/kalksteenmeel en 3% gele kleurstof toegepast. Uitgangspunt en projectspecificaties zijn gehanteerd volgens CUR 100, klasse B1. Bijzonder waren de eisen bij het beperken van stornaden, het realiseren van de betondekking zonder dekkingsblokkjes en de eisen aan de proefstorten.

PROJECTGEGEVENS

opdrachtgever Schiphol Real Estate
architect Claus en Kaan Architecten
constructeur ABT Delft
aannemer Heijmans IBC Bouw
leverancier betonmortel Mebin

- 7 Voor een Kerk in Rijsenhout is een betonmengsel met 160 l fijne delen/kalksteenmeel en 3% gele kleurstof toegepast foto: Henk Oude Kempers

richtlijn te toetsen met de richtlijnen in ons omringende landen. In Duitsland bijvoorbeeld, is het 'Merkblatt Sichtbeton' (ook uit 2004) in 2008 aangepast. Van belang is ook na te gaan of het toepassen van zelfverdichtend beton nog om bijzondere aandachtspunten vraagt.

Succesvolle recepten

De (schoon)betonspecialist, ontwerper of uitvoerder zal geprikkeld raken bij de fraaie projecten in deze uitgave. Daarbij zal ook nieuwsgierigheid ontstaan naar de (beton)recepten waarmee de projecten zijn gerealiseerd. Welke projectspecificaties waren opgelegd, welke werkmethode en betonmengsels zijn gebruikt? Eenduidige antwoorden zijn moeilijk te geven. Wel valt steeds weer op hoe belangrijk de hoeveelheid fijne delen in het mengsel zijn. Zo gaat het 'Merkblatt Sichtbeton' uit van grote hoeveelheden cement en fijne delen per m³. In CUR 100 wordt uitgegaan van ten minste 180 l/m³ fijne delen (cement en fijne vulstof, bijv. steenmeel).

Wat verder opvalt, is dat met lichte cementen als hoogovencement of lichte portlandcementen betere oppervlakteresultaten worden bereikt. Bijzonder zijn de resultaten met wit cement vooral als hierbij ook nog titaandioxide (TiO₂) wordt toegevoegd zoals bijvoorbeeld bij Villa Waalre (kader) of het kerkgebouw Divina Misericordia te Rome (Richard Meier, foto 1). Door het toepassen van de zeer fijne witte delen kan aan het oppervlak een effect van fotokatalisatie ontstaan waarbij ook de vervuiling kan worden beperkt.

Gekromde vlakken

Bij hedendaagse projecten in betonarchitectuur is meer en meer sprake van gekromde betonconstructies. De digitale technieken bij het ontwerpen en uitvoeren maken dit mogelijk. Een spectaculair voorbeeld is het Music Theater in Graz (Oos) van UN Studio Amsterdam (foto 2). De gekromde vlakken worden gerealiseerd door de toepassing van 3D-gefreesde EPS/Styropor als bekisting. De EPS wordt voorzien van een 4 mm dikke polyurea-toplaag. Dit project is beschreven in Cement 2010/6. Een dergelijke techniek heeft UN Studio ook ontworpen voor de nog te realiseren OV Terminal te Arnhem. Dit project wordt uitgebreid besproken tijdens het CementEvent op 12 april 2011 en wordt later ook in Cement beschreven. De auteur heeft bij dit project mogen meedenken over de projectspecificaties. Duidelijk is dat bij gekromde vlakken geheel andere eisen en keuringscriteria aan de orde zijn dan de uitgangspunten in CUR 100.



8 In de grote betonvlakken in het Mercedes-Benz Museum in Stuttgart tekenen zich grijs-tintverschillen af en zijn stortaftekeningen zichtbaar
foto: UN Studio / Christian Richters

9 In de gevel van het Datacenter van de TU Delft zijn de verschillende oppervlaktestructuren toegepast
foto: Betonvereniging

Tot slot

Is er verschil tussen betonarchitectuur en schoon beton? Bij betonarchitectuur geniet je van de schoonheid van de vorm en neem je de oppervlaktefout voor lief. Bij schoon beton geniet je van het geslaagde oppervlak (en neem je de vorm voor lief). Een goed voorbeeld van betonarchitectuur is het Phaeno Center in Wolfsburg (D) van architect Zaha Hadid (foto 3). Het ontwerp van het gebouw is zo indrukwekkend dat je de wel degelijk aanwezige oppervlakteafwijkingen voor lief neemt. Dit geldt bijvoorbeeld ook voor het Museum Mercedes-Benz in Stuttgart (D) van architectenbureau UN Studio Amsterdam (foto 4). In de grote (gebogen) betonvlakken tekenen zich grijs-tintverschillen af en zijn stortaftekeningen zichtbaar. Eigenlijk zie je de ambachtelijke hand van de meester. Uiteindelijk houden we ook van vlammen/nerven in hout. Schoon beton of betonarchitectuur? Altijd gaat het weer om vakmanschap van de bedenker/ontwerper en vakmanschap van de maker/aannemer. Maar vooral niet vergeten dat het uiteindelijk gaat om schoonheid en gevoel. Vooral dat laatste, gevoel maakt het complex, maar oh zo boeiend. ☒

8

9

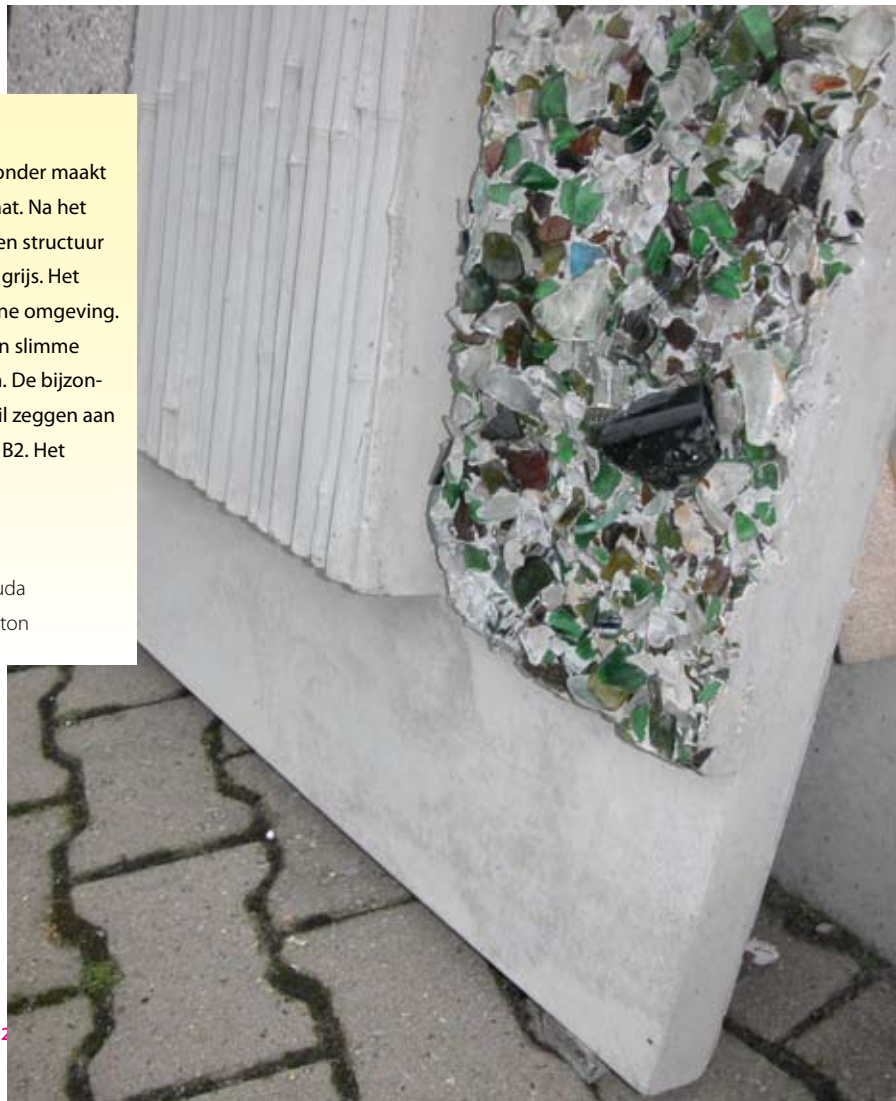
Datacenter TU Delft, gevels in prefabbeton

Wat het ontwerp voor het Datacenter in Delft van Joke Vos zo bijzonder maakt zijn de verschillende oppervlaktestructuren in een prefab gevelplaat. Na het uitvoeren van proefstorten (foto 9) kon er worden gekozen voor een structuur van (gebroken) glas, bamboe, donker granulaat, gestraald en glad grijs. Het schuine lijnenspel van structuren en naden sluiten aan bij de groene omgeving. Geelen Beton wist met de keuze voor zelfverdichtend beton en een slimme inbedding van de glasscherven een optimaal product te realiseren. De bijzondere oppervlaktestructuren passen in klasse B van CUR 100. Dat wil zeggen aan vooraf overeengekomen eisen (bijv. glas) dus niet aan klasse B1 of B2. Het project kreeg de Betonprijs in 2009.

PROJECTGEGEVENS

opdrachtgever TU Delft (FMV)
architect Joke Vos Architecten

constructeur ABT Delft
aannemer Bouwmij Gouda
prefab beton Geelen Beton



CUR-Aanbeveling 100

De CUR-Aanbeveling 100, versie 2004 is te downloaden op
www.cementonline.nl.

