

STEPHANIE
VAN DE VOORDE
Prof. Dr. RONNY
DE MEYER
Prof. dr. LUC TAERWE
Vakgroep Architec-
tuur en Stedenbouw
UGent
[www.architectuur.
ugent.be/beton](http://www.architectuur.ugent.be/beton)

Beton in de Belgische architectuur¹

inhoud

- 1 DE 'UITVINDING' VAN GEWAPEND BETON**
- 3 INGENIEURSWETENSCHAP EN ARCHITECTUUR**
 - 3 Pionierswerk van Gustave Magnel**
 - 3 Abraham Lipski en de ontwikkeling van de Preflex-balk**
- 4 EXPERIMENTEN IN DE SOCIALE WONING-BOUW**
 - 4 'Het Rad' in Anderlecht**
 - 5 'Klein Rusland' in Zelzate**
 - 5 Mijnerwerkerswoningen in Zwartberg en Houthalen**
- 6 ESTHETISCHE ASPECTEN VAN ZICHTBETON**
 - 6 Architectonisch beton**
 - Beton in het kantoorgebouw 'Foncolin' (Brussel): esthetische en structurele kwaliteiten*
 - Schokbeton in sociale huisvestingsprojecten in Antwerpen*
 - 8 Klim- en glijbekisting**
- 8 SCHAALCONSTRUCTIES**
 - 9 Voortrekkersrol van André Paduart: Opslagloodsen in de Antwerpse haven**
 - 9 Hyperbolische paraboloïden**
- 10 SPUITBETON: WONING HAEGENS IN ZELE**
- 11 PERCEPTIE VAN BETON**
 - 11 Eerlijk materiaalgebruik: Renaat Braem**
 - 12 Beton in kerkbouw: een 'onedel' materiaal?**
- 14 BESLUIT**
- 15 Voetnoten (2 - 49)**

Naar het einde van de 19de eeuw toe manifesteerde gewapend beton zich als één van de belangrijkste bouwmaterialen. De toepassing kende sindsdien een ruime verspreiding en sterke ontwikkeling; gewapend beton speelde een voorname rol in de evolutie van de Belgische architectuur in de 20ste eeuw.

Ondanks de onmiskenbare relatie tussen de twee vakgebieden architectuur en betontechniek, zijn de verbanden tussen de constructieve aspecten en architecturale kwaliteiten van het materiaal niet altijd evident; slechts zelden wordt terdege aandacht besteed aan de vernieuwende wisselwerking tussen betontechniek en architectuur. Constructieve besprekingen gaan zelden in op de architecturale kwaliteiten die de structuur van een gebouw met zich meebrengt; omgekeerd besteedden architectuurtijdschriften meestal weinig aandacht aan de uitvoeringswijze en structuur van een gebouw.

In deze tekst wordt het innovatieve of experimentele gebruik van beton toegelicht aan de hand van enkele markante gebouwen uit de Belgische architectuur van de 20ste eeuw. De nadruk ligt op nieuwe constructiemethodes en -technieken in beton, ontwikkeld in relatie tot de bouw- en architectuurwereld. De relatie en wederzijdse beïnvloeding tussen architectuur, constructie, ingenieurswetenschap en technologie wordt onderzocht, om zo de Belgische architectuurgeschiedenis in een nieuw perspectief te plaatsen.

DE 'UITVINDING' VAN GEWAPEND BETON

In de tweede helft van de 19de eeuw werd de combinatie van staal en beton op een experimentele manier geïntroduceerd in de bouwpraktijk. François Hennebique (1842-1921), een Kortrijkse aannemer van Franse oorsprong, onderzocht vanaf ca. 1880 de precieze samenwerking van beide materialen. Hij ontwikkelde dragende en structurele bouwonderdelen uit

¹ | Deze tekst sluit aan bij een lopend doctoraatonderzoek 'Innoverende en Experimentele Betonconstructies in de Belgische architectuur (1890-2000)' door Stephanie Van de Voorde (promotor prof. dr. Ronny De Meyer; co-promotoren prof. dr. Luc Taerwe, Rik Van de Walle en Mil De Koening) en is gebaseerd op het artikel 'Rijke erfenis van de Belgische betonarchitectuur' van dezelfde auteurs, dat verscheen in *Het Ingenieursblad* 1/2007. Het onderzoek wordt uitgevoerd aan de Vakgroep Architectuur & Stedenbouw, Universiteit Gent. Het onderzoek kan interactief gevolgd worden op www.architectuur.ugent.be/beton.

20ste EDITIE

gewapend beton zoals balken en vloerplaten. Door een oordeelkundige plaatsing van de wapening kunnen de structurele eigenschappen van beide materialen optimaal worden benut: beton neemt de drukkrachten op en staal de trekkrachten; Hennebique was één van de eersten die dit principe zou onderkennen. In 1892 legde hij een belangrijk patent neer voor het zogenoemde 'béton armé système Hennebique'.²

Hennebique vergrootte het toepassingsdomein van gewapend beton en zorgde voor een geografische uitbreiding van het werkgebied. Hij richtte een studiebureau op in Brussel en bouwde een uitgebreid netwerk van concessiehouders uit (die allen werkten volgens het 'système Hennebique'). Het studiebureau adviseerde architecten en aannemers en stond in voor de opmaak van de uitvoeringsplannen. Het materiaal zou hierdoor het nodige krediet krijgen omdat de conceptie en berekening was uitgevoerd door professionelen, onafhankelijk van de aannemers op de werf. Hennebique verving met andere woorden de empirische bouwpraktijk door rationele rekenmethodes. In 1894 verhuisde de hoofdzetel van het studiebureau naar Frankrijk, van waaruit hij een internationale monopoliepositie verwierf. Actieve propaganda via het tijdschrift *Le Béton Armé* leidde tot een grotere bekendmaking van het materiaal bij een ruimer publiek. Dankzij Hennebique vond gewapend beton wereldwijd ingang in zowel architectuur als burgerlijke bouwkunde.³

Na het faillissement van 'Bétons armés Hennebique' werd het volledige archief van het centrale agentschap van het studiebureau overgebracht naar het 'Institut français de l'architecture/Archives nationales' in Parijs. De talrijke bewaarde glasplaten en clichés, die sindsdien systematisch onderzocht worden om de geschiedenis van het aannemersbedrijf te reconstrueren, vormen een belangrijk deel van de algemene geschiedenis van betontechniek.

Systematisch onderzoek naar grote, Belgische aannemingsbedrijven en studiebureaus die een eigen imperium uitbouwden, is tot nog toe niet uitgevoerd. Ze zijn echter essentieel om de geschiedenis en de evolutie van het gebruik van beton in België te schetsen.

De 'Société d'Entreprises Louis De Waele' was één van de eerste licentiehouders van het 'système Hennebique' in Brussel. De 'Verloren Kost'-brug in Gent werd door De Waele uitgevoerd als één van de eerste brugconstructies in België in gewapend beton.⁴ Het openbare pakhuis op de terreinen van 'Tour et Taxis', waarvan de draagstructuur volledig is uitgevoerd in gewapend beton, is waarschijnlijk hun bekendste realisatie.

Naast dit familiebedrijf en andere aannemingsbedrijven zoals 'Van Riel en Van den Bergh', 'Van Rymentant' en 'Gillion' die een lange geschiedenis kennen in de ontwikkeling van gewapend beton, speelden talrijke initiatieven die slechts lokale weerklank

kenden een belangrijke rol. Het Gentse aannemersbedrijf en studiebureau 'D'Havé' realiseerde in het begin van de 20ste eeuw enkele opmerkelijke experimentele gebouwen, zoals het Gentse café 'In Den Hemel' (1903-06) en een dubbelwoning in Sint-Amandsberg (1905-07).

Voorpagina van het tijdschrift *Le Béton Armé*, nr. 21, februari 1900.



Sint-Amandsberg (Gent),
Dubbelwoning met gebruik
van gewapend beton,
D'Havé (1905-07)
[coll. VA&S]

INGENIEURSWETENSCHAP EN ARCHITECTUUR

Hoewel de toepassingsmogelijkheden in deze experimentele beginperiode onbeperkt leken, behielden vele architecten, aannemers en ingenieurs een zekere reserve tegenover het gebruik van het nieuwe materiaal. Pas tijdens het interbellum werd aan de universitaire laboratoria d.m.v. empirisch onderzoek een volgende stap gezet in de ontwikkeling van de betontechniek. Deze experimenten leidden tot algemene berekeningsmethodes en nieuwe constructieprincipes.

Pionierswerk van Gustave Magnel

Gustave Magnel (1889-1955) was vanaf 1919 verbonden aan de Gentse Universiteit. In 1922 startte hij met de leergang 'Pratique du calcul du béton armé'; in 1926 richtte hij het 'Laboratorium voor Gewapend Beton' op. De belangrijkste bijdrage van Magnel aan de ontwikkeling van de betontechniek is ongetwijfeld zijn werk op het gebied van voorgespannen beton. Reeds vóór de Tweede Wereldoorlog, bijna gelijktijdig met de Franse ingenieur Eugène Freyssinet (1879-1962), legde hij zich toe op de studie, beproeving, verdere ontwikkeling en verspreiding van voorgespannen beton. In samenwerking met de Brusselse aannemingsfirma 'Blaton-Aubert' ontwikkelde en commercialiseerde Magnel een eigen voorspanstelsysteem, gekend als 'systeem Blaton-Magnel'.⁵

Ondanks de voornaamste associatie van voorgespannen beton met evoluties in de bruggenbouw, heeft het materiaal wezenlijk bijgedragen tot de ontwikkeling van Belgische architectuur. Het gebruik van voorgespannen beton resulteerde in lichtere en slankere structuren en heeft toepassing gevonden bij de oprichting van talrijke kantoorgebouwen, loodsen en utiliteitsgebouwen. De katoenspinnerij 'Union Cotonnière' in Gent met balken in voorgespannen beton van Magnel was de eerste toepassing in Vlaanderen in 1947.⁶

Wanneer Magnel in 1954 een ontwerp opstelde voor een telecommunicatietoren op Expo 58, deed hij dit voornamelijk om zijn kennis en de mogelijkheden van voorgespannen beton te demonstreren. De toren zou 635 m hoog worden, volledig opgebouwd met geprefabriceerde elementen uit gewapend en voorgespannen beton.⁷ Het architecturale en esthetische luik van het ontwerp werd toevertrouwd aan architect Léon Stynen. Door het vroegtijdige overlijden van Magnel in 1955 werd deze 'tour de force' nooit uitgevoerd.⁸

De autoriteit van Magnel op het gebied van gewapend en voorgespannen beton, wordt geïllustreerd door zijn vele publicaties, o.a. het standaardwerk *Le Béton précontraint*,

dat later vertaald werd naar het Engels, Spaans en Russisch. De internationale faam die hij hiermee verwierf, trok studenten uit heel Europa aan. Zo ondermeer Abraham Lipski (1911-82): Lipski verhuisde van Polen naar België en behaalde in 1935 het diploma van 'Ingenieur der Burgerlijke Genie' te Gent; nadien liep hij stage in het laboratorium van Magnel.

Abraham Lipski en de ontwikkeling van de Preflex-balk

In 1950-51 ontwikkelde Abraham Lipski een nieuw constructie-element samengesteld uit staal en beton, waarbij de eigenschappen van beide materialen maximaal worden benut: de Preflex-balk.

Het principe van de Preflex-balk is even eenvoudig als vernuftig: het procédé bestaat erin een staalprofiel met behulp van vijzels een voorbuiging te geven in de richting van de voorziene doorbuiging. Vervolgens wordt het profiel in deze toestand geblokkeerd en wordt de onderflens omhuld met beton. De voorbuiging wordt pas gelost wanneer het beton voldoende uitgehard is en een goede hechting ontstaan is tussen staal en beton. Door het lossen van de voorbuiging wil de balk terugkeren naar zijn oorspronkelijke toestand, maar slaagt hier slechts gedeeltelijk in. Het terugveren wordt verhinderd door de aanwezigheid van het beton, dat nu zeer sterk samengedrukt wordt.⁹ Lipski ontwikkelde deze hoog-performante draagbalk in samenwerking met Louis Baes (1883-1961), docent burgerlijke bouwkunde aan de 'Université Libre de Bruxelles'. De Preflex-balk maakte nieuwe en voorheen ongeziene constructies mogelijk; het realiseren van maximale overspanningen werd mogelijk met minimale constructiehoogtes. Hierdoor was de balk bijzonder interessant voor toepassing in grote openbare werken, bruggen en gebouwen. Het archief van de 'S.A. Préflex' is bewaard, wat een grondige studie van uitgevoerde projecten m.b.t. de Belgische architectuur mogelijk maakt.¹⁰

Het meest markante voorbeeld is de 'Zuidertoren' in Brussel, gerealiseerd in 1964-67 nabij het Brusselse Zuidstation. De toren heeft een eenvoudige geometrie: 37 vierkante kantoorvloeren met een zijde van 38,5 m wor-

Brussel, De constructie van de Zuidertoren, A. Lipski (1964-67) [coll. VA&S]



den gestapeld tot een toren van 150 m hoog. Het ontwerpteam engageerde Lipski voor de constructieve uitwerking, maar zijn bijdrage zou het oorspronkelijke concept aanzienlijk wijzigen. Lipski ontwierp de kantoorvloeren in uitkraging op een centrale holle koker in gewapend beton, wat resulteerde in kolomvrije, open kantoorlandschappen en een zeer slank gevelprofiel. Het resultaat is een fascinerende en 'zwevende' kantooortoren, nog steeds één van de hoogste kantooortorens in België.¹¹

In het 'Berlaymontgebouw' (1963-69), het hoofdkantoor van de Europese Commissie te Brussel, paste Lipski de Preflex-balk toe op een andere manier. In plaats van de kantoorvloeren te stapelen ontwierp Lipski een 'hangstructuur'¹²: een smalle kern, twaalf verdiepingen hoog, werd opgetrokken in gewapend beton volgens een kruisvormige plattegrond; bovenop deze kern werden uitkragende Preflex-balken aangebracht; de onderliggende kantoorvloeren werden vervolgens opgehangen aan deze Preflex-balken.¹³

EXPERIMENTEN IN SOCIALE WONINGBOUW

De evolutie van de betontechniek op constructief-theoretisch gebied is onmiskenbaar. Niettemin is er ook steeds een belangrijk uitvoeringsgericht en praktisch aspect verbonden aan het werken met gewapend beton: bood de toepassing van beton economische voordelen en was dit een voorname reden om over te gaan tot het gebruik van beton? Aan de hand van de naoorlogse wederopbouw- en huisvestingsproblematiek, wordt nagegaan in welke mate bouwen met beton een goedkoop en snel alternatief bood op traditionele constructiemethodes.

'Het Rad' in Anderlecht

Na de Eerste Wereldoorlog was het woningenbestand in België, net als in de rest van Europa, zwaar beschadigd; bovendien was er een groot tekort aan geschoolde arbeiders en een gebrek aan traditionele bouwmaterialen. Om hieraan een oplossing te bieden, werd door de 'Nationale Maatschappij van Goedkope Woningen en Woonvertrekken' vanaf 1920 een programma opgestart, waarin nieuwe materialen en nieuwe constructiemethodes getest werden naar hun bruikbaarheid en inzetbaarheid voor de sociale woningbouw in België. Ingegeven door de naoorlogse context, werden soberheid, economie en normalisatie sleutelwoorden.

De Nationale Maatschappij richtte in 1921-22 de experimentele tuinwijk 'Het Rad' op in Anderlecht.¹⁴ Er werd een internationale wedstrijd uitgeschreven, waarbij aan uitvinders, ontwerpers en aannemers gevraagd werd een voorstel in verband met nieuwe of experimentele bouwsystemen in te dienen. De bedoeling was om nieuwe constructieprocedures en nieuwe materialen te testen en te vergelijken met elkaar, zodat de Maatschappij

hieruit de beste systemen kon selecteren, die nadien in andere wijken op een grootschalige manier zouden toegepast kunnen worden. De opzet van de wijk is vergelijkbaar met een gelijkwaardig, maar grootschaliger experiment in Nederland: de tuinwijk 'Watergraafsmeer' of 'Betondorp' te Amsterdam (architect Dick Greiner en ingenieur J.B. Van Loghem, 1923-28).¹⁵

Architect Jean-Jules Eggericx (1884-1963) was door de Nationale Maatschappij als verantwoordelijke aangesteld voor de architecturale en stedenbouwkundige aanleg van de wijk in Anderlecht: ongeveer 60 woningen werden verdeeld in groepen van twee, drie of vier woningen, waarbij elke groep volgens een andere methode gebouwd werd. Alle woningen werden gebouwd volgens hetzelfde typeplan, wat toeliet om de woningen nadien beter te kunnen vergelijken. Naast één 'test-groep', opgericht in baksteen volgens traditionele constructiemethodes, werden 19 experimentele bouwsystemen toegepast, bijna allemaal in 'asbeton' (beton op basis van as en andere inferieure materialen). De verschillende systemen kunnen onderverdeeld worden in drie grote groepen: geprefabriceerde betonblokken (Brique Bosmans, De Smaele, EGB, Geba, Isola, Isotherme, Knapen, Levie, Nasousky, OVM, Skoetz-Beving, Vanderschueren-Soetans, Winget), skeletbouw (Moyse, Baudoux, BVM, Kent) en ter plaatse gestorte, monolithische bouwsystemen (Concrete Dwellings Limited, Non-Plus).

Anderlecht
(Brussel), 'Het
Rad': werf-
foto van het
systeem 'Con-
crete Dwellings
Limited'.

[Uit:
*L'Habitation à
bon marché*,
nr. 8, 1921,
pp. 181-187]



Fig. 6. — Chantier d'expériences de nouveaux matériaux et procédés de construction à Anderlecht. — Murs construits à l'aide du système « C. D. L. » — Le cliché représente la position du moule pour la construction de la deuxième assise.
Le système « C. D. L. » consiste à ériger les murs en béton, directement à l'aide d'un appareil mobile, destiné à cet effet, et qui supprime l'emploi du coffrage.

Op de patentaanvragen van de verschillende systemen en de advertenties in het tijdschrift *L'Habitation à Bon Marché* na, is bijna geen informatie bewaard over de bouwtechnische aspecten van de verschillende bouwsystemen; ondanks het illustratieve en experimentele karakter van de wijk, werd 'Het Rad'

20ste EDITIE

nadien bijna vergeten. De geplande vergelijking en evaluatie van de verschillende systemen is er nooit gekomen; de systemen hebben geen certificaat ontvangen dat een toepassing op grote schaal toeliet. In verband met de economische voordelen die uit dit experiment zouden moeten blijken, kunnen we achteraf vaststellen dat het gebruik van deze experimentele technieken niet altijd goedkoper was: een woning opgetrokken in baksteen kostte destijds ongeveer 20.000 BF, terwijl de prijs van de experimentele bouwsystemen schommelde tussen de 20.000 BF en 30.000 BF per woning.¹⁶ Deze hogere kostprijs is voornamelijk te wijten aan het kleinschalige karakter van de wijk: wanneer slechts drie woningen per systeem worden opgetrokken, gaan een groot deel van het geïndustrialiseerde of geprefabriceerde karakter en de bijhorende voordelen verloren.

'Klein Rusland' in Zelzate



Zelzate, Woning in 'Klein Rusland', opgetrokken met 'Non-Plus' (1921-1923)

[Uit: Brochure *Gewestelijke Maatschappij voor de Huisvesting van Zelzate 1920-1995*, uitgegeven naar aanleiding van het 75-jarig bestaan van de maatschappij]

Fernand Bodson (1877-1966) en Louis Van der Swaelmen (1883-1929) grepen het programma van de Maatschappij aan als een kans om hun vernieuwende ideeën in praktijk te brengen: prefabricatie, standaardisatie, industrialisatie en de hieruit volgende 'machine-esthetiek' waren sleuteltermen in hun gedachtegoed. Enkele bouwsystemen die toegepast waren in 'Het Rad' vonden een grootschaliger toepassing in andere tuinvijken; het systeem 'Non-Plus' werd toegepast in de tuinvijken 'Klein Rusland' te Zelzate (Hoste, 1921-23) en 'La Cité Moderne' te Sint-Agatha-Berchem (Bourgeois, 1922-25). Beide vijken kenden internationale belangstelling en gelden nog steeds als bekend-

ste voorbeelden van de toenmalige modernistische architectuur in België.¹⁷ In de literatuur gaat de aandacht vooral uit naar de esthetiek en gebruikte vormtaal, en niet naar de constructief-technische aspecten van het gebruikte bouwsystemen, hoewel beide in principe niet los van elkaar gezien kunnen worden.¹⁸

Huib Hoste, één van de pioniers van het Belgische modernisme, was verantwoordelijk voor de sociale woonwijk 'Klein Rusland' in Zelzate. Oorspronkelijk omvatte het plan 300 woningen, uitgevoerd in baksteen; financieel kon de lokale huisvestingsmaatschappij dit ambitieuze plan niet aan. Een beperkt aantal woningen werd opgetrokken in baksteen, maar het tekort aan baksteen en ervaren arbeidskrachten verplichtte hen om over te schakelen op een gietstelsel in mager asbeton.

Het gebruikte bouwprocédé, 'Non-plus', bestaat erin asbeton te storten, zonder aan te dammen, tussen de wanden van

een houten bekisting; in deze grote, op maat gemaakte bekistingspanelen waren uitsparingen voor deur- en raamopeningen voorzien.¹⁹

De constructie vergde minder en ongeschoolde arbeidskrachten. De bekistingspanelen brachten een extra investering met zich mee, maar konden verschillende malen hergebruikt worden. De woonwijk telde uiteindelijk 168 woningen.

Het bouwprocédé had, naast financiële en technische gevolgen, ook implicaties op de architecturale taal en de esthetische kwaliteiten van het ontwerp. Hoste stelde zijn oorspronkelijk ontwerp bij, rekening houdend met de grote afmetingen van de bekistingspanelen en de aansluitingen tussen de verschillende panelen. Het gebruik van deze gietbouwmethode stelde Hoste in staat één van de eerste modernistische tuinvijken met een internationale weerklank op te richten.

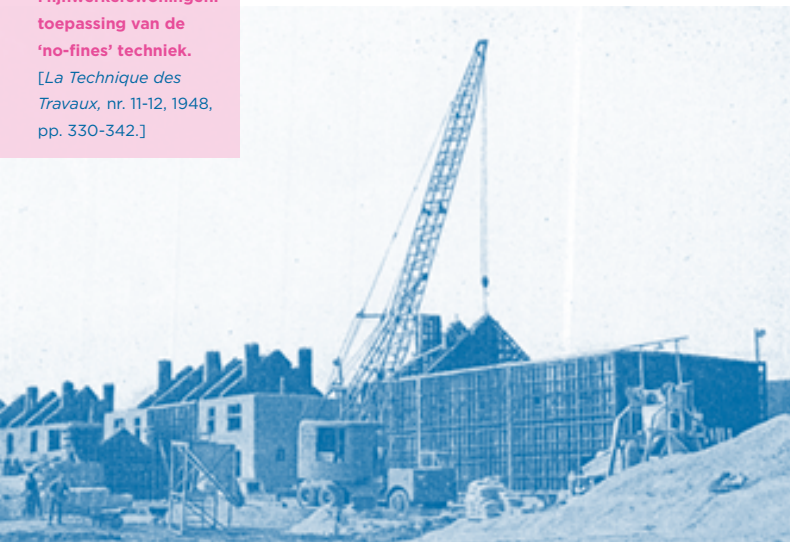
Mijnwerkerswoningen in Zwartberg en Houthalen

De mijnwerkerswoningen, opgericht na de Tweede Wereldoorlog, vertonen op vele vlakken gelijkenissen met 'Het Rad' en de sociale woonwijk van Hoste. De nationale crisis in de mijnindustrie en het gebrek aan degelijke huisvestingsmogelijkheden voor mijnwerkers noopte de regering ertoe een programma op te stellen voor de realisatie van 25.000 nieuwe woningen in een periode van 5 jaar.²⁰ Gezien de financiële en economische moeilijkheden waarmee de industrie te kampen had in die periode, kan het project begrepen worden als een rechtstreekse stimulans voor zowel de mijnindustrie als de bouwnijverheid: één van de doelstellingen van dit veelzijdige en grootschalige project was immers het onderzoek naar en het gebruik

van nieuwe, rationelere bouwmethodes te promoten en uit te voeren op grote schaal.

De drijvende kracht achter dit initiatief was de toenmalige socialistische minister Camille Huysmans; Huysmans vroeg aan Léon Stynen (1899-1990) om dit project in goede banen te leiden. Onder leiding van Stynen werkte een team van architecten, ingenieurs en professoren typeplannen uit (in samenwerking met de Nationale Huisvestingsmaatschappij). Zes verschillende typeplannen werden opgesteld, die volgens alternatieve of industriële bouwmethodes uitgevoerd moesten worden, met een minimaal aantal van 500 woningen per project. Na de oproep aan aannemers en bouwbedrijven in mei 1947 om een voorstel in te dienen, bleken er slechts enkele aannemers te voldoen aan de voorwaarde om de woningen te realiseren volgens vernieuwende en bovendien goedkope constructiemethodes.

**Mijnwerkerswoningen:
toepassing van de
'no-fines' techniek.**
[La Technique des
Travaux, nr. 11-12, 1948,
pp. 330-342.]



Het aannemingsbedrijf 'Van Rymenant' richtte in Zwartberg en Houthalen enkele wijken op volgens het bouwprocédé 'no-fines'.²¹ Bij de toepassing van dit procédé werd het gebruik van fijne deeltjes in de betonsamenstelling en overvloedig gebruik van water vermeden, wat resulteerde in een caverneus beton.²² De ingesloten luchtdeeltjes verbeterden de thermische capaciteiten en de weerstand tegen capillaire opzuiging. Bovendien werd, wanneer het beton van op grote hoogte in de bekisting gestort werd, ook het risico op segregatie verkleind en werd er minder hydraulische druk uitgeoefend op de bekisting. Door de specifieke granulometrie, moest er geen rekening gehouden worden met eventuele 'lekken' van de bekisting; de bekistingswanden werden opgebouwd met behulp van houten platen of zelfs met een metalen draadgaas. Dit laatste had als bijkomende voordelen dat het beton sneller verharde, dat de opeenvolgende stortfasen zichtbaar gevolgd konden worden en dat het gewicht van de bekistingspanelen beperkt bleef. Naast de

specifieke granulometrie speelde de standaardisatie van de bekisting een belangrijke rol in het gehele concept. Modulaire, dubbelhoge bekistingspanelen werden gevat in metalen kaders en geschakeld tot één geheel. Handenarbeid werd tot een minimum herleid (mechanische hulpmiddelen werden ingezet om de panelen te plaatsen en te ontmantelen). Deze gietbouw-methode vereenvoudigde en bespoedigde het werk aanzienlijk: in zes dagen werden zes woningen opgetrokken. In totaal bouwde 'Van Rymenant' ca. 700 woningen in België volgens dit procédé.²³

Het beoogde doel van 5000 woningen werd niet bereikt; het project werd stopgezet in 1948, voornamelijk wegens financiële redenen. Onafgezien van het vroegtijdig stopzetten, is het project geen 'mislukking': op nationale schaal werden ongeveer 2000 woningen gebouwd, allemaal volgens vernieuwende constructiemethodes. Naast de ca. 700 woningen door 'Van Rymenant', werden respectievelijk ongeveer 800 en 500 woningen gebouwd door de aannemingsbedrijven 'Engema' en 'Carpeaux' (beiden volgens een skeletconstructie met geprefabriceerde invulelementen).

ESTHETISCHE ASPECTEN VAN ZICHTBETON

De constructie- en bekistingswijze dragen niet alleen bij tot het experimentele en innovatieve karakter van een gebouw, zoals de voorbeelden van sociale woningbouw en wederopbouwprojecten aantonen, maar hebben ook een belangrijke impact op de uiteindelijke vorm en uitzicht van het gebouw. Gewapend beton bezit geen ingesloten, vormelijke premissen; het esthetische aspect en de uiteindelijke vorm wordt bijna uitsluitend bepaald door de bekistingsmethode en -materialen.

Twee evoluties in verband met het esthetische aspect van het gebruik van zichtbeton worden besproken: de ontwikkeling van geprefabriceerd 'architectonisch beton' en de toepassing van klim- en glijbekisting om het esthetische aspect van verticale betonvlakken te verbeteren.

Architectonisch beton

**Beton in het kantoorgebouw 'Foncolin' (Brussel):
esthetische en structurele kwaliteiten**

Architectonisch beton is in België ontwikkeld op het einde van de jaren vijftig en in de jaren zestig, voornamelijk door betonfabrikanten. Eén van de doelstellingen was aan architecten en bouwheren te tonen dat geprefabriceerd beton een veelzijdig materiaal was en dat het ook architecturale kwaliteiten bezat. De vooroordelen omtrent geprefabriceerd beton, dat prefabricatie een negatieve invloed zou hebben op de architecturale vrijheid of creativiteit en dat prefabricatie enkel geschikt zou zijn voor utilitaire doeleinden, werden ontkracht. 'Imagebuil-

20ste EEUW EDITIE

ding' werd gecombineerd met een uitbreiding van het toepassingsgebied van industriële prefabricatie.

Het eerste voorbeeld van geprefabriceerd, architectonisch beton is het kantoorgebouw 'Foncolin' in Brussel (1955-57), ontworpen door architect André Jacqmain (*1921) in samenwerking met Jules Wabbes, Victor Mulpas en het Nederlandse betonbedrijf 'Schokbeton'. Het 'Foncolingebouw' lag aan de basis van ontwikkelingen in architectonisch beton in België. Het gebouw werd alom geprezen en diende als model voor de nieuwe kantoorarchitectuur (het werd ondermeer getoond op de cover van een themanummer van het tijdschrift *Architecture* over kantoorgebouwen in 1959).

Het 'Foncolingebouw' werd ontworpen als modelvoorbeeld van het samengaan van esthetische en structurele kwaliteiten. De gevel bestaat uit 2500 rechthoekige elementen, die de balken van de verdiepingen dragen. Deze elementen, bepalend voor het algemene uitzicht, werden zeer slank gehouden door gebruik te maken van de verhoogde stijfheid en sterkte van Schokbeton, onmogelijk met gewoon geprefabriceerd beton.

Schokbeton in sociale huisvestingsprojecten in Antwerpen

Schokbeton had tijdens de jaren dertig een techniek ontwikkeld om beton mechanisch te verdichten of te schokken in plaats van te trillen met trilnaalden.²⁴ Door middel van een mechanische schoktafel werd een betonnen constructie-element opgetild en plots weer naar beneden gebracht, met een zeer hoge frequentie.²⁵ Volgens de brochures van Schokbeton leidde dit tot een zeer dicht, duurzaam, en kortweg beter beton. De techniek van Schokbeton was voordien reeds toegepast in België, ondermeer in enkele sociale huisvestingsprojecten in Antwerpen in het begin van de jaren vijftig: Jos Smolderen gebruikte Schokbeton voor de gevelpanelen van de drie Y-vormige wohntorens aan de Jan de Voslei; Hugo Van Kuyck paste Schokbeton toe in de wijk 'Luchtbal' voor de bekleding van de kolommen op het gelijkvloers en de borstweringen aan de terrassen. Een derde, gelijktijdig project voor sociale huisvesting in Antwerpen is 'Het Kiel': op schetsen van Renaat Braem werd eveneens melding gemaakt van Schokbeton, maar er zijn geen documenten bewaard die al dan niet bevestigen of Schokbeton daar effectief is toegepast.

In deze projecten hadden de elementen in Schokbeton voornamelijk een decoratieve functie; pas nadien, met het 'Foncolingebouw', zou de decoratieve functie gecombineerd worden met een dragende functie.

Het 'Foncolingebouw' zou als inspiratie gediend hebben voor het ontwerp van het 'BBL-gebouw' in Brussel in 1959-65 door architect Gordon Bunshaft van het Amerikaanse bureau 'Skidmore, Owings & Merrill'.²⁶ De gevel van het 'BBL-gebouw' werd

Brussel, Foncolin, A. Jacqmain (1955-57)

[Advertentie uit *Architecture*, nr. 27, 1959]



Immeuble FONCOLIN à Bruxelles

ARCHITECTE : A. JACQMAIN

Les façades sont constituées d'éléments préfabriqués « Schokbeton » en béton de quatrièm, solide et facile à l'usage. Les éléments principaux sont portants. Ils se présentent sous la forme de cadres dont les montants ont une section de 40 x 16 cm. Ces cadres sont alternativement décorés d'un rebord en bois de chêne et d'une glorieuse face en de la même plastique et lisse par une peinture en polyuréthane. Les éléments en « schokbeton » ne sont pas enduits; l'aspect intérieur de la façade est le même que l'aspect extérieur. Ce sont donc les montants de fenêtres qui portent tout l'édifice. Dépourvus de tout garnissement, ils gardent leur aspect étonnant. Les éléments portants sont également préfabriqués. Seuls les fenêtres sont en béton de chaux.

LES FAÇADES SONT CONSTITUÉES EN ÉLÉMENTS PRÉFABRIQUÉS

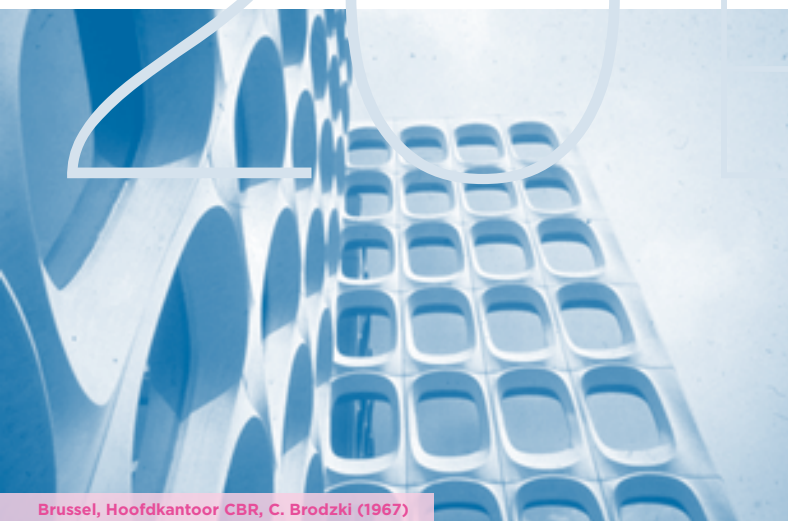
S.P.R.L. **SCHOKBETON** P.B.V.A.

BOSSTRAAT, 2 - HASSELT - TEL. 210.09

opgebouwd met kruisvormige betonelementen (ruim 3 m hoog en 1,4 m breed), eveneens in Schokbeton.²⁷ De horizontale delen werden met elkaar en met de achterliggende vloerniveaus verbonden. Verticaal werden de elementen scharnierend verbonden; de karakteristieke inox scharnieren bevinden zich op halve verdiepingshoogte.

Architectonisch beton werd in het begin van de jaren zestig in België verder ontwikkeld door de Belgische cementproducent CBR. Ergon, een dochterafdeling van CBR, zette een speciale afdeling op om architectonisch beton te ontwikkelen en te fabriceren. Samen met architect Constantin Brodzki onderzochten ze de beste betonsamenstelling, verdichtings- en verhardings-tijd, bekistingsmaterialen en -vormen, verschillende oppervlak-tebehandelingen en de impact van aansluitingen en voegen. De onderzoeksresultaten werden in praktijk gebracht met de constructie van verschillende gebouwen, vb. de kantoorgebouwen van Ergon (Lier), Swift (Terhulpen) en het hoofdkantoor van CBR (Brussel). De meeste gebouwen zijn gebaseerd

20ste EDITIE



Brussel, Hoofdkantoor CBR, C. Brodzki (1967)
[coll. A. Van Acker – Ergon]

op hetzelfde structureel schema: dragende gevelelementen in architectonisch beton (volledig afgewerkt op de werf geleverd, inclusief beglazing) ondersteunen geprefabriceerde vloerelementen in voorgespannen beton; deze vloerelementen overspannen de ruimte van gevel tot gevel (of tot de centrale kern) zonder tussensteunpunten.²⁸

Ergon en Brodzki concentreerden zich zowel op de technische als de vormelijke uitwerking van de gevelelementen. Niet alleen de technische of economische voordelen van industriële prefabricatie werden benadrukt (dankzij de doorgedreven vorm van prefabricatie werd het 'CBR-gebouw' opgetrokken aan het tempo van één verdieping per week); minstens even belangrijk waren de vaste parameters verbonden aan het industriële fabricageproces, bijvoorbeeld productieafmetingen. Aansluitingen en voegen tussen verschillende elementen werden niet als beperking genomen, maar dienden als uitgangspunt om een eigen architectuurtaal of -stijl te ontwikkelen. In de jaren zestig en zeventig kende architectonisch beton een relatief succes; bekende toepassingen zijn ondermeer de kantoorgebouwen van ASLK in Brussel en UCB in Brakel. Toch werd deze evolutie niet door iedereen even zeer geapprecieerd; Geert Bekaert reageerde in *Bouwen in België 1945-1970* tegen deze zogenaamde 'CBR-stijl' en de ongeïnspireerde toepassing van prefabricatie.

Klim- en glijbekisting

Aansluitingsvoegen, onvermijdelijk bij prefabricatie of montagebouw, worden vermeden bij gietbouwprocédés en meer algemeen bij 'in het werk gestort' beton. Zichtbare stortnaden, die vooral bij grote, verticale betonvlakken storend en onesthetisch werken, zijn hiermee niet verdwenen. Klim- en glijbekisting beperken deze tot een minimum.

De 'Boekentoren' van de Gentse Universiteitsbibliotheek, ontworpen in 1933-39 door Henry van de Velde (1863-1957) in

Gent, De Boekentoren van de Gentse Universiteit, H. Van de Velde - G. Magnel (1933-39)
[coll. Universiteitsbibliotheek UGent]



Antwerpen, 'Ahlers House', W. Bresseleers (1968-70)
[coll. ELD partnership - Architects Engineers Projects managers, voormalig kantoor W. Bresseleers]

samenwerking met Gustave Magnel, is wellicht de meest bekende toren, uitgevoerd in zichtbeton. De toren, 64 m hoog en goed voor 2 miljoen boeken, is opgetrokken met een uniek procédé in klimbekisting. De verdiepingshoge stalen bekistingspanelen werden per verdieping hergebruikt en omhoog getrokken nadat de betonnen wanden voldoende uitgehard waren. Het resultaat is een perfect rechte en vlakke toren in zichtbeton.

Het kantoorgebouw 'Ahlers House' in Antwerpen, ontworpen door Walter Bresseleers²⁹ (1927-80) in 1968-70, is opgetrokken met glijbekisting. 'Ahlers House' is ontworpen als een elf-verdiepingen-tellend kantoorgebouw. Doordat het gebouw verschillende maritieme transportbedrijven groepeerde, werd getracht een zo groot mogelijke flexibiliteit en autonomie toe te kennen aan elke verdieping. Dienst- en sanitaire faciliteiten werden ondergebracht in twee afzonderlijke torengedebouwen. Deze torens, in tegenstelling tot de staalstructuur van de kantoorvloeren, werden opgetrokken in gewapend beton. Bresseleers maakte hiervoor gebruik van glijbekisting: stalen panelen werden door middel van vijzels aan een constante, trage snelheid opgetrokken tijdens het continu storten van beton.

SCHAALCONSTRUCTIES

De groeiende appreciatie voor het gebruik van gewapend beton én de uitbreiding van de toepassingsmogelijkheden sinds het einde van de Tweede Wereldoorlog blijken uit de realisatie van talrijke schaalconstructies.

Ingenieur André Paduart (1914-85) wordt nationaal en internationaal erkend als de Belgische autoriteit op gebied van dunne

schaalconstructies in gewapend beton.³⁰ Hij is gekend voor de berekening en uitvoering van verschillende schaalconstructies, zoals de 'Pijl van de Burgerlijke Bouwkunde' op Expo 58. Paduart stelde zijn onderzoeksresultaten, zowel theoretisch als praktisch, voor in internationale literatuur en op internationale congressen en symposia. Vanaf 1959 doceerde hij de eerste Belgische cursus over schaalconstructies in beton aan de 'Université Libre de Bruxelles'. Zijn publicatie *Introduction au calcul et à l'exécution des voiles minces en béton armé*³¹ uit 1961 werd een internationaal referentiewerk.

Voortrekkersrol van André Paduart: opslagloodsen in de Antwerpse haven

De enorme bijdrage die Paduart leverde aan de verspreiding van dit constructietype in België, wordt aangetoond door vele, vaak anonieme, soms verdwenen of vergeten constructies, die steunen op dezelfde principes of uitvoeringsmethodes. Eén van zijn eerste realisaties is de oprichting van een reeks opslagloodsen in gewapend beton in de haven van Antwerpen. Het studie-bureau 'SETRA', onder leiding van Paduart van 1949 tot 1954, was verantwoordelijk voor drie loodsen.³² De eerste en meest bekende loods bevindt zich aan het Albertdok en bestaat uit een opeenvolging van 31 cilindrische schaalconstructies, elk met een overspanning van 15 meter en een maximale dikte van 12 cm.³³



Antwerpen, De constructie van de havenloodsen, A. Paduart (1948)
[Uit: *Concrete Quarterly*, nr. 9, 1950, pp. 3-7]

Antwerpen, Havenloodsen, A. Paduart (1948)
[Uit: SCHIFFMANN, J., *45 ans SETESCO 1957-2002*, Setesco, Brussel, 2002, 36 p.]



Omwille van het repetitieve karakter van de constructie, werd zeer veel aandacht besteed aan het ontwikkelen van herbruikbare bekistingsonderdelen; de schalen werden één na één geconstrueerd met behulp van een speciaal ontworpen mobiele, herbruikbare bekisting. Om het plaatsen van de bekisting te vereenvoudigen, vermeed Paduart in zijn ontwerp het gebruik van horizontale 'trekkers' tussen of onder de schalen (deze trekkers werden traditioneel toegepast om de spatkrachten op te vangen). Aan de uiterste travéeën voorzag Paduart steunberen om de horizontale drukkrachten op te vangen; de spatkrachten van de overige schalen houden elkaar in evenwicht doordat de schalen een wederzijdse, zijwaartse druk op elkaar uitoefenen. Om ook tijdens de constructie de stabiliteit van de schalen te verzekeren, voorzag Paduart een systeem van tijdelijke, schuine trekkers tussen de kolommen aan beide zijden van de schaal in opbouw. Dit systeem had ook een impact op de bekisting: de tijdelijke trekkers maakten het onmogelijk om de bekisting te verplaatsen in de langsrichting van de schaal. De verschillende bekistingsonderdelen van één schaal werden bijgevolg 3 m naar beneden gebracht (tot onder het laagste punt van de schaal), opzij gerold naar de volgende travée en vervolgens weer 3 m omhoog gebracht. De hele procedure (bekisting plaatsen, storten en verharden van het beton en de bekisting naar de volgende travée verplaatsen) nam gemiddeld één week per travée in beslag.

Dezelfde bekistingselementen en -procedure werden nadien toegepast voor de constructie van twee loodsen aan het Leopolddok (1950, telkens een opeenvolging van 17 schalen).

Deze loodsen zijn de enige schaalconstructies in België uit die periode die internationaal bekend waren; in 1959 beschreef de Franse ingenieur Nicolas Esquillan de constructie ervan als volgt: '*Un exemple intéressant et bien conçu d'échafaudage*'.³⁴

Hyperbolische paraboloiden

De expertise van Paduart en de toepassing en verspreiding van schaalconstructies in beton in België wordt verder geïllustreerd aan de hand van enkele hyperbolische paraboloiden, kortweg hypars.

Een hypar is een geometrisch oppervlak dat verschillende verschijningsvormen kent.³⁵ Dit driedimensionaal vlak bestaat uit een reeks (naar beneden gerichte) parabolen die over een reeks parabolen met tegengestelde (opwaartse) kromming geschoven worden, wat een zadeldak oplevert. Een andere, meer eenvoudige manier om een hypar te beschrijven, komt overeen met een blad papier waarvan één of meerdere hoeken opgelicht worden. Op die manier wordt een hypar beschreven door twee reeksen van rechte lijnen. Hierdoor wordt ook de berekening en constructie eenvoudiger; de bekisting kan immers opgebouwd worden uit rechte, houten planken.

Paduart paste de hypar ondermeer toe in de eigen woning van ingenieur Jean-Marie Huberty (*1932). In deze woning (Terhulpen, 1961-64) worden de expressieve en constructieve mogelijkheden van gewapend beton maximaal benut. Het grondplan, een eenvoudige rechthoek, wordt volledig gevat door de experimentele dakstructuur in beton: een combinatie van twee hypars, amper 5 cm dik (traditioneel uitgevoerd op een verloren bekisting van houten latwerk en thermische isolatie).



Genk, Sportcentrum, Isia Isgour (1964-1977)

[© Provincie Limburg]

Andere toepassingsvoorbeelden van de hyperbolische paraboloïde in de Belgische architectuur zijn het sportcomplex te Genk³⁶ (ontworpen door Paduart in samenwerking met architecten Isia Isgour en Henri Montois als een aaneenschakeling van vijf hypars) en het Philipspaviljoen op Expo 58 in Brussel (ontworpen door Le Corbusier en Xenakis). Ingenieur Hoite Cornelis Duyster (1907-87) was verantwoordelijk voor het structurele en constructieve principe van het Philipspaviljoen.³⁷ Duyster, van Nederlandse afkomst, studeerde aan de Gentse universiteit; tussen 1946 en 1959 was Duyster directeur van STRABED ('Société de travaux en béton et dragages') in Brussel, het Belgische filiaal van de Hollandse Beton Maatschappij.³⁸ Ondanks de specifieke voordelen van de hypar met betrekking tot berekening en constructie, werd de bouw van het Philipspaviljoen gekenmerkt door technologische beperkingen: door het steile verloop van enkele delen van de structuur was het onmogelijk de schaalconstructie ter plaatse te construeren met behulp van houten bekistingselementen. Op voorstel van Duyster werd de constructie opgedeeld in panelen van ongeveer 1 m², afzonderlijk gegoten op een zandbed. Nadien werden deze panelen naar de werf gebracht en gemonteerd met behulp van een houten stelling. Ze werden onderling verbonden en onder spanning gebracht door een net van stalen kabels aan binnen- en buitenzijde.

SPUITBETON: WONING HAEGHENS IN ZELE

Spuitsbeton werd in het begin van de 20ste eeuw uitgevonden door Carl Akeley (1864-1926), een Amerikaans taxidermist. Hij ontwikkelde een 'spray-gun' om het verven van maquettes en modellen te vergemakkelijken; in 1907 ontwierp hij een gelijkaardige machine om gips onder hoge druk te verspuiten: een 'plaster-gun'. Niet alleen gips maar ook cement en beton konden hiermee verwerkt worden; vanaf 1910 toonde de betonindustrie interesse voor Akeley's uitvinding. De daaropvolgende decennia werd de techniek toegepast in de bouwnijverheid, eerst in Amerika en nadien ook in Europa. Spuitsbeton of 'shotcrete' vond een ideale toepassing in constructies met een onregelmatige vorm en op moeilijk te bereiken plaatsen: kunstmatige grotten in pretparken en dierentuinen, hoogovens, tunnels, koepels, organische of sculpturale architectuur, restauratie- en renovatieprojecten, ...



Woning Haegens, H. Hoste, Zele (1930-31)

[coll. VA&S]

In België werd de techniek ondermeer toegepast in Woning Haegens te Zele (Huib Hoste, 1931) en in 'l'habitation sculpture' te Angleur (architect Jacques Gillet, beeldhouwer Félix Roulin, ingenieur René Greisch, 1967-68). Het contrast tussen beide woningen is zeer groot: woning Haegens wordt beschouwd als Hoste's eerste werk in de *Internationale Stijl*³⁹; 'l'habitation sculpture' is een toepassing van organische architectuur. Beide

ontwerpers pasten de techniek van spuitbeton toe, maar, mede door de verschillende architectuurtaal, wegens zeer verschillende redenen.

Het ontwerpteam van 'l'habitation sculpture' nam zijn toevlucht tot spuitbeton omdat dit de enige techniek was die hen in staat stelde dergelijke vormen te realiseren, zowel architecturaal als structureel. Om de woning te construeren, werd een driedimensionaal grid van stalen wapeningsstaven uitgezet, 8 mm dik met een onderlinge afstand van 20 cm; deze staven gaven de algemene vorm van de woning aan. Nadien werd een metaal strekmetaal aangebracht, dat diende als drager of verloren bekisting voor het spuitbeton. Alle wanden en dakoppervlakken zijn uitgevoerd in spuitbeton (met een dikte van ca. 5 cm) en hebben een dragende functie; er zijn geen andere structurele of constructieve elementen aanwezig. De architecturale mogelijkheden en structurele eigenschappen van spuitbeton werden gecombineerd en optimaal benut.⁴⁰

De structuur van woning Haegens is opgebouwd met een skelet in gewapend beton. Het skelet laat Hoste toe af te wijken van een traditionele gevelopbouw en ruimte-indeling, maar de skeletstructuur wordt opgenomen in de muren en is bijgevolg niet zichtbaar of leesbaar in het uiteindelijke resultaat.⁴¹ Voor de gesloten delen en wanden tussen de kolommen paste Hoste spuitbeton toe. Deze wanden in spuitbeton zijn, in tegenstelling tot 'l'habitation sculpture', vlak en niet-dragend. *"Het gebouw bestaat inderdaad in hoofdzaak uit een geraamte van gewapend betonpijlers en balken die vloeren van hetzelfde materiaal dragen. Wanneer deze delen van de bouw uitgevoerd zijn dan is het ook afgelopen met het maken van dragende elementen van het bouwwerk; het gaat dan om tussen de verschillende delen van het geraamte de borstweringen der ramen aan te brengen, alsmede deze delen te dichten waar geen ramen voorkomen. De keus van het daartoe te gebruiken materiaal is telkens voor de architect een belangrijk punt van overweging. Het gaat hier inderdaad om het maken van wanden die geen konstruktieve rol toegedeeld zijn: zij spelen alleen de rol van vulling: er is bijgevolg geen enkele reden daarvoor massiefigemetselde muren te gebruiken, die in dergelijke gevallen nutteloos de bouw verzwaren, meer eisen stellen aan grondvesten en gewapend betonbalken. (...) Voor de vullingen van [dit] woonhuis werd steengaas gekozen. Steengaas is een draadgaas met mazen van 2 cm. (...) De steengaas [wordt] gespannen vóór de betonpijlers en voor wandvorming versterkt met de nodige ijzeren staven. Eenmaal het gehele gebouw met steengaas bekleed wordt het aan de buitenzijde met betonspecie bespoten; daarna wordt de binnenzijde van deze buitenwand met asphaltine bespoten. Op deze wijze ontstaat een homogene en waterdichte wand die slechts 5 cm. (sic) Daarna wordt aan de binnenzijde der pijlers en weer erboven op, insgelijks steengaas gespannen welke dan*

*met de hand afgepleisterd wordt (gips, kalk en zand) op een dikte van 3 cm. Zo verkrijgt men een dubbele wand die homogeen is, waterdicht en een zeer luttel gewicht heeft."*⁴²

PERCEPTIE VAN BETON

Het gebruik van beton in de Belgische architectuur heeft doorheen de 20ste eeuw een grote ontwikkeling gekend en verschillende evoluties mee mogelijk gemaakt: grotere of slankere overspanningen, schaalconstructies, nieuwe gebouwtypologieën, rationele bouwmethodes, vormelijke vrijheid, ... Deze nieuwe mogelijkheden zeggen echter niets over hoe het gebruik van beton gepercipieerd werd door architecten, ingenieurs, aannemers, bouwheren en iedereen die betrokken is bij de bouw- of architectuurwereld. Het gebruik van gewapend beton ging vaak gepaard met tegenstrijdige gevoelens: enerzijds konden de voordelen en de nieuwe mogelijkheden niet ontkend worden; anderzijds werden de esthetische eigenschappen, inherent aan het gebruik van beton, niet altijd gewaardeerd. (Gewapend) beton is een kunstmatig vervaardigd en 'uitgevonden' materiaal; dit leidde tot gemeenplaatsen als zou beton goedkoop, lelijk en 'onwaardig' zijn in vergelijking met hout, baksteen of staal.

Twee beschrijvingen gaan dieper in op de perceptie van beton als bouw materiaal. Eerst wordt het 'eerlijk' gebruik van beton besproken aan de hand van een uitvoerig citaat van Renaat Braem. Nadien wordt het gebruik van gewapend beton in kerkbouw besproken, een 'waardevolle' gebouwtypologie bij uitstek.

Eerlijk materiaalgebruik: Renaat Braem

De term 'eerlijk materiaalgebruik' houdt een evaluatie in van de manier waarop of waarom beton toegepast is. Indien beton niet wordt verborgen maar zichtbaar en uitdrukkelijk getoond wordt en bovendien op een correcte manier gebruikt is, wordt de constructie 'eerlijk' genoemd. Vaak wordt beton echter enkel gebruikt omwille van de grotere overspanningen of andere constructieve voordelen en wordt de betonstructuur achter gevels of 'voorzetconstructies' verborgen, omdat de esthetische aspecten nadelig of negatief ervaren worden.

Dergelijke waardeoordelen zijn meestal subjectief en persoonlijk bepaald; de verspreiding van deze meningen en discussies hieromtrent zijn moeilijk te reconstrueren aan de hand van geschreven of wetenschappelijke bronnen. Renaat Braem ging deze discussie niet uit de weg; hij schreef zijn mening neer in een artikel in het tijdschrift *Architectura*. In het artikel lichtte Braem toe waarom hij constructies, 'leugenachtig naar stijl en techniek', veroordeelde; een uitgebreid citaat geeft de ruimere kern van deze discussie of polemiek zeer goed weer.

20ste EDITIE



R. Braem: 'Nieuw gebouw op de Grote Markt te Antwerpen'.

[Architectura, nr. 4/5, 1948, pp. 53-55]

opgetrokken. Naast de Gildehuizen, welke Le Corbusier in zijn boeken reproduceert als voorbeelden van het streven onzer voorouders naar licht, wordt een prachtig betonskelet opgetrokken. Nu meent gij misschien dat dit streven hier door de twintig-eeuwse nazaten tot nog groter ontplooiing zal worden gebracht? (gezien de grote overspanningen welk zonder enige moeite door de balken worden verwezenlijkt). Mis, vóór het gewapend-beton-geraamte, met een zuilenafstand van $\pm 7 - 8$ meter, wordt een Renaissancegevel getoverd, welke met de eigenlijke konstruktie niets te maken

NIEUW GEBOUW OP DE GROTE MARKT TE ANTWERPEN. — Geen restauratie, een nieuw gebouw! Terwille van de harmonie met het bestaande wordt voor de moderne constructie een gevel opgetrokken welke met het innerlijke niets te maken heeft. Het wordt met smaak gedaan wellicht, maar het is een LEUGEN. De culturele erfenis wordt niet geëerbiedigd, maar verraden!

'Waar wij, in het midden der twintigste eeuw, na Berlage, Van de Velde, Le Corbusier en andere pioniers toch wel aan het bestaan van een voor onze tijd karakteristieke, met nieuwe midelen zich uitende architectuur begonnen te geloven, gaan er nu meer en meer van de verantwoordelijke officiële instanties richtlijnen uit welke juist de ontplooiing van zulke eigentijdse bouwstijl aan banden leggen. We denken hier aan de eis van het Antwerps stadsbestuur dat voor de wederopbouw van de Vrijdagmarkt bv. een bouwstijl oplegt met sterk hellende daken, rode baksteen of klampsteen en witte of blauwe hardsteen, en een vertikaal rythme der gevels. Het resultaat is even middelmatig, als de geestesinstelling waar men bij het opleggen van het architectuurkarakter van uitging. We zien dan ook nevens het gelukkig gespaarde Plantijn-museum een reeks pseudo oud-Antwerpse gevels oprijzen welke niets met een eerlijke expressie van onze tijd te maken hebben. Let eens op hoe fraai de betonbalken weggemoffeld worden achter maskerade gevels met smalle boogramen en valse sluitstenen. Praktisch is dit evenwel tijdens de opbouw zelf, want men laat de smalle muurpenanten weg zolang de materialen binnen moeten worden gebracht en nadien bouwt men het baksteenmassief op tot tegen de boog, die in afwachting comfortabel tegen het beton plakt. Een monument van leugen wordt op het ogenblik op de Grote Markt

heeft.'⁴³ Samenvattend, in het bijschrift onder de illustratieve foto van het nieuwe gebouw op de Grote Markt, vermeldt Braem: '(...) Het wordt met goede smaak gedaan wellicht, maar het is een LEUGEN. De culturele erfenis wordt niet geëerbiedigd, maar verraden!'

Beton in kerkbouw: een 'onedel' materiaal?

Het gebruik van gewapend beton en de toepassing van deze toch wel industriële techniek heeft in de vorige eeuw ingang gevonden in de kerkbouw. De keuze voor gewapend beton was niet altijd vanzelfsprekend, vooral in de eerste helft van de 20ste eeuw. In tegenstelling tot baksteen of natuursteen, waren er specifieke regels verbonden aan het gebruik van beton in liturgische gebouwen. Het kerkelijk wetboek vermeldde dat 'een kerk van beton "kan" geconsecreerd worden, doch eist bijzondere voorziening met betrekking tot de kruisen. De twaalf consecratiekruisen en bovendien de zalvingsplaatsen aan de twee deurstijlen van de hoofdingang moeten van natuur- of baksteen zijn.'⁴⁴

Los van deze juridische bepaling, blijkt dat beton vooral af te rekenen had met vooroordelen waarin deze kunstmatige steen als 'onedel' en 'niet waardig' beschouwd werd voor de oprichting van een sacrale ruimte. De polemieken die zich ontwikkelde

tussen voor- en tegenstanders wordt mooi samengevat in enkele artikels verschenen in het tijdschrift *Kunst* in 1935. Onder andere Granpré Molière werd aangehaald, die het gebruik van beton verwierp ¹⁾ omdat zijn vormen denkprodukten zijn, gevonden langs wetenschappelijke weg, door middel van de rekenlat en niet vaststelbaar met een natuurlijk, gaaf intuïtief gevoel, ²⁾ omdat zijn gietvormen de menselijke handeling niet weergeven gelijk b.v. de baksteenmuur wél doet, daar zij in haar uiterlijk aanzien het opstapelen der steenen in herinnering brengt, door menselijke hand verricht, ten ³⁾ omdat de krachtkern (het ijzer) en daarmee zijn functionele werking voor het oog verborgen is, de hoofdvorm aldus onduidelijk en onklaar in tegenstelling met b.v. een uit natuursteenblokken opgebouwde wand, waarbij wij aan alle onderdeelen zien hoe zij elkander dragen en schoren, steunen en in evenwicht houden.’⁴⁵ Jean Van de Voort weerlegde deze beweringen en bouwde zijn argumentatie verder uit in het voordeel van een correct en oordeelkundig gebruik van gewapend beton in kerkbouw. Beton veroordelen omdat het geen natuurlijk materiaal is, kwam volgens Van de Voort neer op het verwerpen van de hele moderne techniek. Hij stelde dat ‘De heele, zoo oppervlakkige veroordeling van het beton is een gevolg van liefdeloosheid en conservatieve arrogantie.’ ... ‘Kiest de architect beton, dan is daar reden toe.’⁴⁶

De eerste betonnen kerk die in België opgetrokken werd is de kloosterkerk van de Zusters Ursulinen te Overpelt. De oorspronkelijke constructie uit 1909-10, met allures van de Engelse

neogotiek, was opgetrokken in beton om de kostprijs te drukken. Wegens vochtproblemen werd amper drie jaar later al besloten om de kerk te omhullen met een tweede wand in metselwerk.⁴⁷ De oorspronkelijke toren, nog deels zichtbaar op zolder, werd afgeknot en het uitzicht van de kerk veranderde volledig.

Het gebruik van beton bood niet alleen economische voordelen; tijdens het interbellum werden stilaan de constructieve voordelen erkend. Het materiaal bood nieuwe mogelijkheden en constructieve voordelen zoals grote overspanningen en slanke pijlers. In een zich vernieuwende liturgie, waarin de nadruk gelegd werd op een algemeen zicht op het altaar en de oprichting van brede zaalkerken, was dit niet onbelangrijk. In bepaalde gevallen werd het materiaal zichtbaar toegepast, waardoor ‘industriële zichtbeton’ ingang gevonden heeft in het toenmalige liturgische klimaat. Het gebruik van beton zou stilaan ook meer en meer invloed uitoefenen op het algemene uitzicht en de architecturale vormgeving van kerken.⁴⁸

De Sint-Jan-de-Doperkerk te Sint-Jans-Molenbeek (Joseph Diongre, 1931-32) wordt gekenmerkt door de opeenvolging van paraboolvormen en claustra in gewapend beton. Het materiaal leent zich uitstekend tot de constructie van deze vorm (de parabool wordt volledig op druk belast), terwijl de opeenvolging een functionele ruimtetoepassing met het oog op de liturgie en de focus op het altaar met zich meebrengt. In de Sint-Suzannakerk te Schaarbeek (Jean Combaz, 1926-28) is de structuur opgebouwd uit Vierendeelliggers en kolommen in gewapend beton, ingevuld met geprefabriceerde betonplaten.

Flor Van Reeth, één van de architecten van de Pelgrimbeweging die zich inzette voor een ‘renouveau’ van de religieuze kunst, koos voor de Annunciatiekapel te Heverlee (1930-31) gewapend beton om de brede kerkruimte te kunnen overspannen zonder tussensteunpunten.

Wegens het specifieke structurele gedrag vond beton een ideale toepassing bij de bouw van schaalconstructies en koepels. Tijdens het interbellum werden enkele koepelkerken opgetrokken in gewapend beton, bijvoorbeeld naar aanleiding van de tweevoudige wereldtentoonstelling in 1930 in Antwerpen en in Luik. De Christus Koningkerk te Antwerpen (Jos Smolderen, 1928-1930) werd gebouwd met drie opeenvolgende koepels in beton. De centrale koepel van de Sint-Vincentiuskerk te Luik (Robert Toussaint, 1928-30) werd ont dubbeld in 2 aparte schalen om zo het materiaal op een ideale manier te gebruiken en te belasten.

In de kerk van het ‘Monument Interallié’ te Luik, eveneens van Smolderen (1924-35), werd de koepel zelfs opgemaakt uit drie verschillende schalen; voor die tijd een zeer vooruitstrevende en technisch hoogstaande constructie.⁴⁹

Na de Tweede Wereldoorlog en vooral in de jaren vijftig en zestig lijkt moderne architectuur in het algemeen en hiermee ook het gebruik van beton aanvaard in de kerkbouw. De combinatie van baksteen en beton, zoals bij Marc Dessauvage en Paul Felix, kende zeer veel navolging en is exemplarisch voor naoorlogse kerkbouw in Vlaanderen. Hiernaast zijn er ook enkele kerken opgetrokken volledig in gewapend beton; de meest opval-



Eisässische Emulsionwerke G.m.b.H. Straßburg i.E.

Kirche der Ursulinerinnen in Overpelt, Belgien
vollständig in Eisenbeton ausgeführt, Deckschicht aus
Kunstsandstein mittelst Asphaltemulsion „Porolith“
1909 gedichtet, Ausführende Firma:
Jan Janssen - Corstjens in Neerpelt.

Overpelt, Prentkaart van de
originele kloosterkerk (1909)
[coll. Zusters Ursulinen Overpelt]

20ste EDITIE



Edelare (Oudenaarde), Kapel
Onze-Lieve-Vrouw-van-Kerselare,
J. Lampens (1961-66)

[coll. VA&S]

moeten op een andere manier gedocumenteerd worden. Private archieven, inventarislijsten, werkverslagen, tekeningen, foto's en proefresultaten van zowel aannemingsbedrijven, studie- en ontwerp bureaus vormen een zeer rijke bron van informatie en een noodzakelijke aanvulling op de architectuurhistorische literatuurstudie; voor de uitvoeringsaspecten, constructiemethode of berekeningswijze zijn deze documenten bovendien vaak de enige bron van informatie. Dit maakt deze constructies niet minder belangrijk - in tegendeel, de zoektocht naar experimentele betonconstructies levert waardevol materiaal op, zoals bovenstaande voorbeelden aantonen.

Het Vlaams Architectuur Instituut (VAI) speelt in op de bewaring van archieven van architecten en ontwerpers; een soortgelijk initiatief ont-

lende voorbeelden zijn wellicht de Sint-Ritakerk te Harelbeke van Léon Stynen (1961, in samenwerking met Paduart) en de Kapel Onze-Lieve-Vrouw-van-Kerselare van Juliaan Lampens te Edelare (1961-66).

BESLUIT

Dit artikel sluit aan bij een lopend doctoraatsonderzoek aan de Vakgroep Architectuur & Stedenbouw, UGent (zie www.architectuur.ugent.be/beton). In dit onderzoek wordt de wederzijdse beïnvloeding tussen architectuur, ingenieurswetenschap, constructie en technologie onderzocht aan de hand van innovatieve en experimentele betonconstructies uit de Belgische architectuurgeschiedenis. De interdisciplinariteit van het onderzoek weerspiegelt zich niet alleen in de ondersteuning vanuit verschillende vakgroepen van UGent (ondermeer Vakgroep Architectuur & Stedenbouw en Laboratorium Magnel voor Betononderzoek van de Vakgroep Bouwkundige Constructies), maar ook in de diversiteit aan bronnen die nodig zijn om het onderzoek te documenteren.

Architectuurhistorisch literatuur- of archiefonderzoek volstaat in vele gevallen niet om het vernieuwende of experimentele karakter, inclusief berekening en uitvoering, van gebouwen of constructies te vatten. Theoretische ontwikkelingen in universitaire laboratoria en de praktische aspecten van de betontechniek

breekt echter voor ingenieurs, aannemers en studie bureaus. Faillissementen en overnames zorgen voor een bijkomende problematiek: de waardebeoordeling en eventuele inventarisatie of (selectieve) bewaring van een archief gebeurt vaak op basis van toevallige argumenten zoals persoonlijke betrokkenheid, omvang of prestige van het project, aansprakelijkheidstermijn en beschikbare archief ruimte. Zo gaat historisch waardevolle informatie vaak onherroepelijk verloren.

Wij lanceren daarom een bijhorende oproep naar ingenieurs, aannemers, architecten, ontwerpers en iedereen die betrokken is of was bij de bouw wereld. Het belang van onze oproep wordt o.a. geïllustreerd door de dramatische redding van het volledige archief van Lipski, met zijn beschrijvingen over de ontwikkeling van de Preflex-balk. Dergelijke informatie, over zowel bekende als tot nu toe onbekende constructies en gebouwen, biedt een nieuw perspectief op de samenwerking tussen betontechniek en de Belgische architectuurgeschiedenis van de voorbije eeuw.

Het Coördinatiecentrum Open Monumentendag Vlaanderen heeft tevergeefs gepoogd de rechthebbende(n) van het copyright van enkele tekeningen en foto's te achterhalen. Indien u meent rechten te kunnen doen gelden, verzoeken wij u contact met ons op te nemen via info@openmonumenten.be

20^{ste} EEUW

Voetnoten

- 2 | DELHUMEAU, G., *L'invention du béton armé: Hennebique, 1890-1914*, Norma, Paris, 1999, 344 p.
- 3 | SIMONNET, C., *Le béton: histoire d'un matériau: économie, technique, architecture*, Parenthèses, Marseille, 2005, 219 p.
- 4 | CHRISTOPHE, P., *Le béton armé et ses applications*, Ch. Béranger, Paris-Liège, 1902, 306 p.
- 5 | TAERWE, L., 'Contributions of Gustave Magnel to the development of prestressed concrete', in: *Proceedings Ned H. Burns Symposium on Historic Innovations in Prestressed Concrete*, November 2005, ACI Special Publication 231, pp.1-13.
- 6 | ROBIN, J., 'Le béton précontraint', *Architecture*, nr. 15, 1955, pp. 606-612.
- 7 | VAN DE VOORDE, S., DE MEYER, R., TAERWE, L., 'Magnels Heizeltoren', *A+*, nr. 198, 2006, pp. 100.
- 8 | Tot het einde van 1957 werd het ontwerp verder uitgewerkt door ingenieurs D. Vandepitte en A.-L. Rorive, collega's van Magnel in het 'Laboratorium voor Gewapend Beton'. In het laboratorium worden enkele tekeningen en technische dossiers bewaard.
- 9 | BAES, L., LIPSKI, A., 'La poutre Préflex: principes et rapports sur essais effectués' en 'La Poutre Préflex: considérations théoriques et méthodes de calculs', in: *Congrès International du Béton Précontraint*, Gent, 1951, pp. 522-538 en pp. 539-563.
- 10 | Het archief van Abraham Lipski is eigendom van Vakgroep Architectuur & Stedenbouw, Universiteit Gent. Het bevat publicaties over nationale en internationale toepassingen van de Preflexbalk, onuitgegeven beeldmateriaal en een film over de constructie van de Zuidertoren (gemaakt door cineast Gustave Magnel jr., zoon van de Gentse ingenieur).
- 11 | NOVGORODSKY, L., 'La Tour du Midi', *La Technique des Travaux*, nr. 11-12, 1966, pp. 322-335.
- 12 | Het principe van de hangstructuur was voordien reeds (uitdrukkelijk zichtbaar) toegepast in het voormalige 'BP-gebouw' van Léon Stynen te Antwerpen (1960, i.s.m. Paul De Meyer)
- 13 | VERKEYN, A., DOBRUSZKES, A., 'Le centre administratif Berlaymont', *Annales des Travaux Publics*, nr. 1/2, 1978, pp.136-140.
- 14 | 'Expérimentation de nouveaux procédés et Matériaux de Construction. Pose de la première pierre', *L'Habitation à bon marché*, nr. 6, 1921, pp. 134-135.
- 15 | In Amsterdam werden 900 woningen opgetrokken, volgens negen verschillende bouwsystemen in beton: Winget, Bron-Occident, Olbertz, Kossel, Hunkemoller, Isotherme, Korrelbeton, Non-Plus, Bims-Beton-Bouw. De systemen Winget, Isotherme en Non-Plus werden ook in Anderlecht toegepast.
- 16 | VAN DAMME, B., *De introductie van beton in de woningbouw: experimenten uit de jaren '20: Het Rad (1921-1922) in Anderlecht en Kapelleveld (1922-1926) in Sint-Lambrechts-Woluwe*, onuitgegeven eindejaarsverhandeling KULeuven, 1998, 243 p.
- 17 | MATTEONI, D. et al, 'Architecture in Belgium 1920-1940', *Rassegna*, nr. 34, 1988, 121 p.
- 18 | SMETS, M. *De ontwikkeling van de tuinwijkgedachte in België*, Mardaga, Brussel, 1977, 223 p.
- 19 | G.B., 'Constructions par système Non Plus', *L'Habitation à bon marché*, nr. 11, 1922, pp. 264-269.
- 20 | Floré, F., *Lessen in Modern Wonen. Een architectuurhistorisch onderzoek naar de communicatie van modellen voor 'goed wonen' in België 1945-1958*, Dissertatie UGent, 2006, pp. 78-99.
- 21 | De 'no-fines' techniek werd na de Tweede Wereldoorlog op punt gesteld en gecommmercialiseerd door George Wimpey & Co. Ltd. Hoe de 'no-fines' techniek van Engeland naar België is overgevaaid, is niet duidelijk. De techniek is in zekere mate vergelijkbaar met 'Korrelbeton', zoals voordien reeds toegepast in het 'Beton-dorp' te Amsterdam.
- 22 | DIAMANT, R.M.E., *Industrialised building 2: 50 international methods*, Iliffe books, London, 1965, 206 p.
- 23 | MOMBACH, M., 'Cités-jardins pour ouvriers mineurs en Belgique. Réalisation d'un important programme de construction d'habitations à l'aide de procédés et de matériaux non traditionnels', *La Technique des Travaux*, nr. 11-12, 1948, p. 330-342.
- 24 | 'Schokbeton', *Habiter*, nr. 18-19, 1962, pp. 165-170.
- 25 | NV Schokbeton te Zwijndrecht, *Werkwijze en machine voor de vervaardiging van betonwaren onder aanwending van schokken*, patent nr. 36029, Nederlandse octrooidatabank, 1935.
- 26 | 'Distinction SBUAM', *Architecture*, nr. 70, 1966, pp. 327.
- 27 | In de jaren negentig werd het gebouw uitgebreid met een tweede kantoorblok en een verbinding tussen beide delen. De uitbreiding werd niet uitgevoerd door Schokbeton, maar door het Belgische betonbedrijf Decomo; zeer veel testen en proefnemingen werden uitgevoerd om het origineel zo goed mogelijk te benaderen.
- 28 | 'Le futur siège social des cimenteries C.B.R. à Boitsfort', *La Maison*, nr. 10, 1969, pp. 405-412.
- 29 | Bresseleers richtte in 1958 een eigen bureau op, gespecialiseerd in industriële gebouwen. Het bureau werd na het overlijden van Bresseleers in 1980 verdergezet onder de naam "ELD partnership - Architects Engineers Projects managers".

20^{ste} EEUW EDITIE

- 30** | ESPION, B., HALLEUX, P., SCHIFFMANN, J., 'Contributions of André Paduart to the art of thin concrete shell vaulting', in: S. HUERTA, *Proceedings of the First International Congress on Construction History*, Madrid, 2003, volume 2, pp. 829-838.
- 31** | PADUART, A., *Introduction au calcul et à l'exécution des voiles minces en béton armé*, Eyrolles, Paris, 1961, 95 p.
- 32** | SCHIFFMANN, J., *45 ans SETESCO 1957-2002*, Setesco, Brussel, 2002, 36 p.
- 33** | 'Shell roofing in Antwerp docks', *Concrete Quarterly*, nr. 9, 1950, pp. 3-7.
- 34** | ESQUILLAN, N., 'General report of the Colloquium on Non Traditional Processes of Shell Structures, Madrid, 16-20 September 1959', *Bulletin of the International Association for Shell Structures*, nr. 1, 1960.
- 35** | ESPION, B., DEVOS, R., PROVOST, M., 'Lichtgewichten. Structuur-innovaties op Expo 58', in: DEVOS, R., DE KOONING, M., *Moderne architectuur op Expo 58*, Mercatorfonds, Brussel, 2006, pp. 100-127.
- 36** | PADUART, A., SCHIFFMANN, J., 'Couverture du complexe sportif de Genk', *La Technique des Travaux*, nr. 365, 1977, pp. 87-94.
- 37** | STERKEN, S., 'Architectuur tussen ambacht en avant-garde. Het Philipspaviljoen van Xenakis en Le Corbusier', in: DEVOS, R., DE KOONING, M., *Moderne architectuur op Expo 58*, Mercatorfonds, Brussel, 2006, pp. 318-335.
- 38** | De firma STRABED werd aan het begin van de jaren zestig opgenomen in de Hollandse Beton Groep (HBG), in 2002 opgenomen in het consortium 'BAM'. De archieven van STRABED zijn zeer waarschijnlijk vernietigd bij de inlijving van het bedrijf in HBG.
- 39** | VERDONCK, A. et al, *Huib Hoste 1881-1957*, Centrum Vlaamse Architectuurarchieven, Antwerpen, 2005, p. 159.
- 40** | VAN DE VOORDE, S., DE MEYER, R. et al, 'Sculpture house in Belgium by Jacques Gillet', in: BREBBIA, C., *Design and nature III*, WIT Press, Southampton, 2006, pp. 49-59.
- 41** | VERDONCK, A. et al, *Huib Hoste 1881-1957*, Centrum Vlaamse Architectuurarchieven, Antwerpen, 2005, p. 159.
- 42** | HOSTE, H., 'Een moderne bouw', *Opbouwen*, nr. 11, 1931, p. 239-240.
- 43** | BRAEM, R., 'Uit het land van de grimlach', *Architectura*, nr. 4/5, 1948, pp. 53-55.
- 44** | P. CONSTANTINUS, *Liturgie en Kerkbouw*, Vox Romana, Schiebroek, 1939, p. 69.
- 45** | 'Modernen kerkbouw', *Kunst*, nr. 3/4/5, 1935, p. 77.
- 46** | VAN DE VOORT, J., 'Gewapend beton en kerkbouw', *Kunst*, nr. 3/4/5, 1935, pp. 78-79.
- 47** | RECKO, E., *100 jaar Zusters Ursulinen Overpelt*, Zusters Ursulinen van Overpelt, Overpelt, 2002, 229 p.
- 48** | VAN DE VOORDE, S., BROOS, T., VERMEIR, J., *Marc Dessauvage en de evolutie van het kerkgebouw*, onuitgegeven eindejaars-verhandeling UGent, 2005, 608 p.
- 49** | 'Le Mémorial Interallié de Cointe à Liège', *La Technique des Travaux*, nr. 11, 1935, pp. 577-600.