

ERFGOED BRUSSEL



Een publicatie van het Brussels
Hoofdstedelijk Gewest



DOSSIER
DE HALLEPOORT

N°002

JUNI 2012

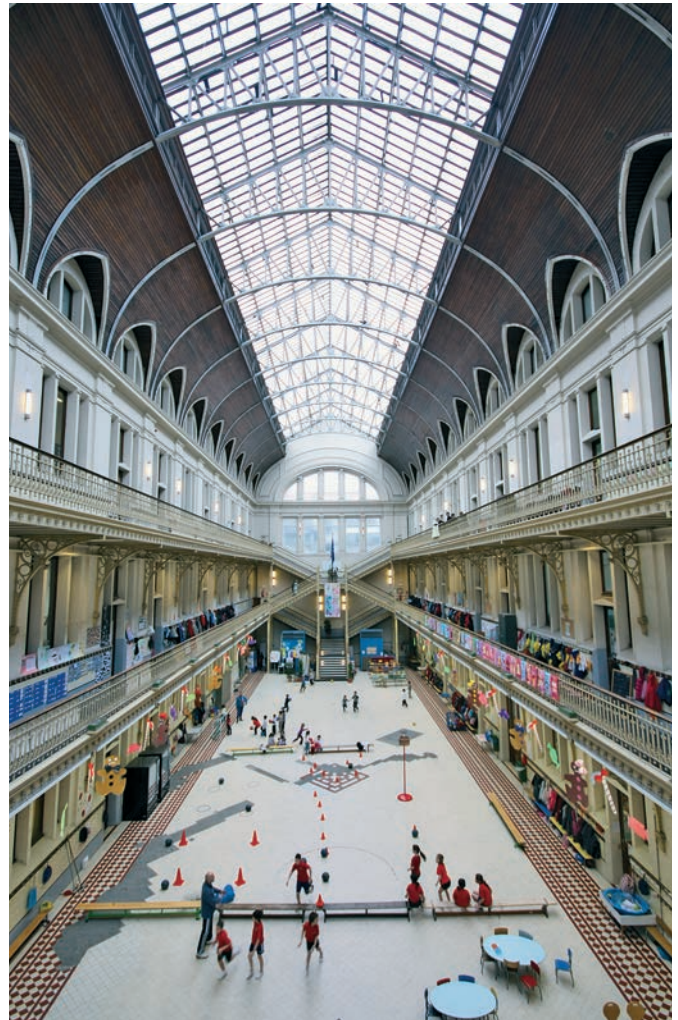


HET ARDANT-SPANT ALS ESTHETISCHE TEGENHANGER VAN HET POLONCEAU-SPANT

M. DE BOUW, DR. IR.-ARCH.

Professor Artesis Hogeschool Antwerpen -
Departement Architectuurwetenschappen,
Projectleider Wetenschappelijk en
Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf

De introductie van ijzer en staal in de 19de- en 20ste-eeuwse (niet-industriële) architectuur gebeurde niet zonder slag of stoot. Sommige prominente figuren, zoals de Belgische ingenieur Arthur Vierendeel (1852-1940), opperden wel dat ijzer tegen het midden van de 19de eeuw al een volwaardig bouw materiaal was geworden, maar de meeste tijdgenoten waren het daar niet mee eens¹.



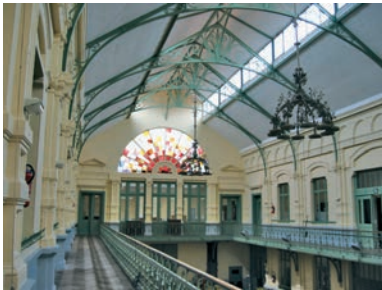
Voormalige lagere school nr. 19 (1904-1907), vandaag een bijhuis van de basisschool Emile Jacquain - Alfred Mabile, Veronesestraat 21 en Corregiostraat 30 in Schaarbeek, zicht op de préau (Ch. Bastin & J. Evrard ©MBHG).

Om economische redenen (kostenbesparing door het kunnen toepassen van grote overspanningen, open plannen, gemakkelijk te monteren geprefabriceerde onderdelen,...) zouden deze nieuwe bouwmaterialen niettemin snel hun intrede doen in industriële gebouwen en constructies. Volgens de vooraanstaande Belgische hoogleraar Paul Combaz (1845-1920) was ijzer tegen 1897 zelfs het basismateriaal

geworden voor de industriebouw². Toch wees hij er onmiddellijk op dat het vanuit esthetisch en structureel oogpunt niet aanvaardbaar was dit materiaal openlijk toe te passen en te tonen aan het brede publiek: de gewone mensen zouden immers oordelen dat deze uiterst slanke constructies minder stabiel en veilig waren dan gebouwen opgetrokken in traditionele materialen zoals hout of steen³.

Het is duidelijk dat er op dat moment

twee strekkingen te onderscheiden waren met betrekking tot de ijzerarchitectuur. In België illustreert de Brusselse modellscholen duidelijk deze tweestrijd tussen efficiëntie en esthetiek. Sommige architecten zagen in deze (semi) publieke gebouwen een middel om de jeugd van die tijd vertrouwd te maken met de architectuur van de toekomst, met name ijzeren skeletstructuren⁴. Een blik op deze scholen verradt inderdaad het veelvuldige gebruik van



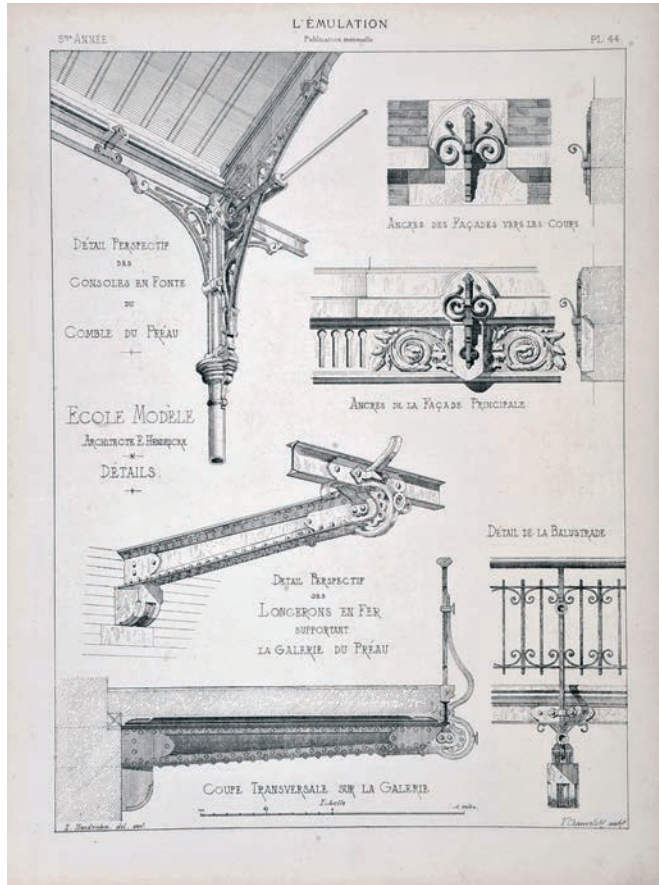
Afb. 1
Gemeenteschool nr. 2 Gallait (1895), Gallaitstraat 131 in Schaarbeek, zicht op het metalen spant, kroonlusters en leuning (2007 © M. De Bouw).

ijzeren en stalen onderdelen voor o.a. trappen, (uitkragende) galerijen, kolommen, balken en dakspanten (afb. 1).

DE BRUSSELSE MODELSCHOLEN EN HUN DAKCONSTRUCTIE

Het concept van de Brusselse model scholen werd ontwikkeld in de periode 1860-1875 onder invloed van de *Ligue de l'Enseignement*, de toenmalige Brusselse burgemeester Charles Buls en de jonge Brusselse architect Ernest Hendrickx⁵. In 1875 werden deze ideeën geconcretiseerd met de bouw van de *École Modèle*⁶ (afb. 2). Dankzij de revolutionaire ideeën en technologieën m.b.t. het sanitair, intelligente verwarmings- en ventilatiesystemen, pedagogische ideologieën,... die hierin werden toegepast, werd deze school snel een icoon, dat op grote schaal in België en het buitenland (bv. Spanje, Frankrijk) werd gekopieerd⁷. In Brussel alleen al werden meer dan 55 scholen volgens dit concept gerealiseerd.

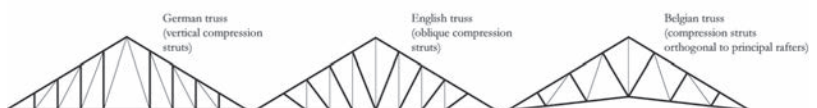
Een van de belangrijkste kenmerken van deze scholen was de centrale overdekte binnenspeelplaats of zogenaamde *préau*. Hiervoor werden verschillende dakconstructies gebruikt (afb. 3). Analyse van de ijzeren dakgebinten toonde aan dat hier zowel zichtbare als verborgen spanten toegepast werden. Deze verborgen spanten bestonden uit rechte, industriële zadeldakspanten zoals het Duitse, Engelse of Belgische spanttype⁸ (afb. 4). Vanuit esthetisch oogpunt werden deze echter niet aanvaard in niet-industriële gebouwen.



Afb. 2
École Modèle, Brussel (1875), details van enkele metalen structuren, (*L'Emulation*, 1879, pl. 44).

Brussels model schools' préau roof construction					
solid		frame			
brick		wood		iron	
barrel vaults	concrete flat	industrial - straight	architectural - curved	industrial - straight	architectural - curved
		hidden	visible	hidden	visible
				bar roof trusses	Polonceau
					visible Ardant

Afb. 3
Typische constructietypes voor het dak van de préau van de model scholen.



Afb. 4
Schematische voorstelling van het Duitse, Engelse en Belgische spanttype.



Afb. 7

Gemeenteschool nr. 12
"Les Jardins d'Elise" (1906),
Elizastraat 12 in Elsene, zicht
op het Polonceau-spant van
de préau.



Afb. 8

Gemeenteschool nr. 5 en 6
"Les Etangs" (1880), Gulden
Sporenlaan 16 in Elsene, zicht
op het Ardant-spant van
de préau.

driescharnierspant (afb. 13d), die beide voor het eerst gebruikt werden tijdens de wereldtentoonstellingen van Parijs in respectievelijk 1879 en 1898, wordt in dit artikel Ardant-spant genoemd. In de loop van de geschiedenis is dit spant zeer populair geworden bij prestigieuze openbare gebouwen zoals overdekte markten, warenhuizen, stations en schoolgebouwen¹³.

De dualiteit binnen de modelscholen

Ten tijde van de modelscholen werd de prijs van ijzeren structuren bijna uitsluitend bepaald door de benodigde hoeveelheid ijzer of staal. Om te bepalen of een structuur efficiënt/economisch was, richtte men zich daarom vooral op de verhouding van het eigengewicht t.o.v. de gerealiseerde overspanning. C. Polonceau schreef daarom in 1839 in het Franse tijdschrift *Revue Generale de l'Architecture et des Travaux Publics* dat het benodigde materiaal in zijn spantconfiguratie zeer beperkt was, hetgeen bijgevolg resulteerde in een zeer licht en dus goedkoop spant¹⁴.

Volgens deze definitie lijken de Ardant-spanten van de eerste modelscholen gelijke tred te houden met de Polonceau-spanten (afb. 13): de verhouding eigengewicht - overspanning van de twee vroegste Ardant-spanten (0.31 en 0.39 kN/m) komt dicht in de buurt van deze van de Polonceau-spanten (constante

waarde van 0.33 kN/m). Ook wanneer men de tussenafstand van twee parallelle spanten in rekening brengt (om het eigengewicht te relateren aan de gedragen oppervlakte) wordt deze tendens bevestigd: waar het Polonceau-spant een verhouding van 0.08 kN/m² heeft, laten de twee vroegste Ardant-spanten waarden optekenen van 0.10 en 0.11 kN/m². Volgens deze resultaten zou het Ardant-spant dus zeer efficiënt zijn en bovendien ook nog goede esthetische kwaliteiten bezitten. Kortom, op het eerste gezicht een perfecte vervanging voor het Polonceau-spant.

Toch roepen deze bevindingen enkele vragen op. Zo gebruikt het Polonceau-spant wel elk materiaal en elke component in (quasi) optimale omstandigheden (enkel trek en druk), maar het Ardant-spant niet. Hoe kunnen ze dan even efficiënt zijn? Bovendien valt het op dat het eigengewicht van het Ar-

De Ardant- en Polonceau-spanten van de modelscholen weerspiegelen duidelijk het toenmalige debat over de esthetiek en efficiëntie van ijzerarchitectuur.

dant-spant vanaf 1890 plots sterk toeneemt, ondanks dat de overspanning gelijk blijft: de verhouding stijgt naar 0.81 à 1.12 kN/m (0.19 à 0.28 kN/m² indien men de gedragen oppervlakte in

rekening brengt). Deze waarden staan in schril contrast met de eerste Ardant-spanten en het feit dat deze waarde bij het Polonceau-spant wel constant bleef tijdens dezelfde periode. Bovendien zochten ingenieurs en architecten steeds naar een betere efficiëntie. Waarom lijken de recentere Ardant-spanten dan minder efficiënt te zijn ontworpen? Tot slot kan men zich, met deze laatste bemerking in het achterhoofd, de vraag stellen waarom er zich in de modelscholen dan toch een verschuiving van de Polonceau- naar de ogenschijnlijk minder efficiënte Ardant-spanten manifesteerde vanaf 1900.

Historische aanwijzingen

Om op deze vragen en ambiguïteiten een antwoord te formuleren, moet men dieper ingaan op de constante wisselwerking tussen de esthetiek, de evolutie van de berekeningsmethoden en het streven naar standaardisatie.

Aangezien industriële staafwerkspanten vanuit esthetisch oogpunt niet gewaardeerd werden, werd dit spanttype steeds achter een vals

plafond verborgen. De enige uitzondering was het Polonceau-spant. Hoewel ook dit spant vaak bekritiseerd werd om zijn industriële uitstraling en het verlies aan ruimte wegens de trekstangen¹⁵,



Afb. 14 (links)

Voormalige gemeenteschool Sint-Gillis – Brussel, vandaag Athénée royal Victor Horta (1880), Reticistraat, Louis Moricharplein, Studentenstraat in Sint-Gillis, detail van de oplegging van het Polonceau-spant.

Afb. 15 (rechts)

Athénée royal Serge Creuz (1920), Voorspoedstraat 14 in Sint-Jans-Molenbeek, zicht op de préau en het industrieel ogende Ardant-spant.

werd het toch vaak gebruikt. Toch bleef de gebogen vorm tot de verbeelding van architecten en ingenieurs spreken en werd er menig experiment uitgevoerd¹⁶. In tegenstelling tot de Polonceau-spanten konden de Ardant-spanten bij het ontstaan van de modelscholen echter nog niet nauwkeurig berekend worden. Bij gebrek aan een geschikt alternatief verfraaiden architecten en ingenieurs dus in eerste instantie het Polonceau-spant door het aanbrengen van gebogen versieringen aan de opleggingen. Op deze manier konden ze toch de gewenste gebogen vorm imiteren en benaderen. Deze techniek werd vaak toegepast voor prestigieuze(re) bouwwerken (afb. 14).

Dat er geen degelijk alternatief was, bewees A. Vierendeel door in zijn publicatie van 1902 kritiek te uiten op de gangbare methodiek om Ardant-spanten te berekenen, die de structurele interactie tussen de bovenspantbenen en de onderliggende boog niet in rekening bracht¹⁷. Hij was echter van mening dat een weldoordacht en goed berekend Ardant-spant, waarbij deze interactie wel in rekening werd gebracht, bijvoorbeeld zelfs tot 40% efficiënter kon ontworpen worden dan een de Dion-spant. Daarom presenteerde hij in diezelfde publicatie voor het eerst in België een aangepaste berekeningsmethode die de (gebogen) verbindingscomponenten

die voor deze interactie zorgden mee in rekening bracht¹⁸. Voor 1900 treft men in de modelscholen dan ook vooral Polonceau-spanten aan, maar nadat Vierendeel zijn berekeningsmethode had gepubliceerd, namen de Ardant-spanten het voortouw in de modelscholen (zie afb. 9).

Als derde en laatste argument kan de opkomst van de standaardisatie aangehaald worden. Vanaf 1900 draaide de productie van ijzer en staal immers op volle toeren. Productiekosten en prijzen daalden fors en smederijen begonnen catalogi te maken met standaardprofielen. Vanaf dat ogenblik werd de kost vooral bepaald door de arbeidsduur in plaats van de materiaalhoeveelheid. Hierdoor werd het vervaardigen van speciale stukken (typisch bij Polonceau-spanten om alle onderdelen met elkaar te kunnen verbinden) ineens een groot nadeel¹⁹. Deze evolutie speelde duidelijk in het voordeel van het Ardant-spant, aangezien dit volledig uit standaardprofielen, platen of platijzers kon vervaardigd worden.

Structurele vergelijkende analyse

Ten tijde van de modelscholen bestonden nog geen geverifieerde berekenings- en ontwerpregels. Er waren slechts een beperkt aantal vage en uiteenlopende richtlijnen in omloop. Meestal echter waren de ideeën en

ervaring van de ontwerper doorslaggevend. Literatuur- en archiefonderzoek heeft voor de spanten van de modelscholen geen authentieke berekeningsnota's opgeleverd. Bijgevolg zijn de ontwerpwaarden van deze spanten niet gekend. Daarenboven kon – zoals eerder vermeld – een belangrijk verschil in efficiëntie (volgens de historische definitie) vastgesteld worden tussen de eerste en de latere Ardant-spanten. Om na te gaan of deze bevindingen een rol van betekenis spelen m.b.t. het structurele gedrag van de spanten en in welke mate, werd een structurele analyse volgens de huidige gangbare normen, namelijk de Eurocodes, uitgevoerd. Hierbij werden achtereenvolgens de reactie- en spatkrachten, de interne spanningen, de doorbuigingen en vervormingen, en ten slotte de sterkte en stabiliteit getoetst²⁰.

Volgens de historische definitie van efficiëntie benaderen de eerste twee Ardant-spanten de Polonceau-spanten, en dit ondanks een minder optimaal gebruik van de componenten (naast trek en druk ook buiging). De hedendaagse analyses wijzen voor deze twee vroegste spanten echter op ernstige stabiliteitsrisico's. Recente visuele inspecties van deze spanten hebben evenwel (nog) geen problemen aangetoond. Toch pleiten de verontrustende resultaten voor verder diepgaand onderzoek.

**Afb. 17**

Alfred Mabilille, Veronesestraat 21 en Corregiostraat 30 in Schaarbeek, zicht op de préau (Ch. Bastin en J. Evrard © MBHG).

**Afb. 18**

Modellschool Alfred Mabilille, detail van het Ardant-spant.

**Afb. 19**

Modellschool Alfred Mabilille, detail van het Ardant-spant.

een houten vals plafond, maar het centrale deel niet. Op die manier kan het zonlicht de centrale speelplaats rijkelijk verlichten. Dit spant, en zeker dat van de laatste modellschool - het Atheneum Serge Creuze, 1920 (afb.15) - die eveneens zijn industrieel ogende Ardant-spant openlijk toont, zijn duidelijk voorbodes van een nieuwe economische situatie, waar standaardisatie en prefabricatie het zouden halen van esthetische kwaliteiten en waar makkelijker berekenbare en bouwbare opstellingen geïntroduceerd zouden worden in niet-industriële gebouwen.

De verschillende componenten van het Ardant-spant evolueren (afb. 16). Door de bouwtechnieken van de bovenspantbenen, de tangentiële boog, de verticale zijstaven, de verbindingsstaven en -platen te combineren op de figuur kan deze grafiek helpen bij het bepalen van de bouwperiode van een Ardant-spant. In de bouwperiode van de Mabilille-school

worden doorgaans dubbele L-vormige profielen gebruikt voor de bovenspantbenen, de tangentiële boog en zijstaven, dubbele T-vormige profielijzers voor de verbindingsstaven, en kleine of geen platen voor de connectiepunten. Foto's van een recente visuele inspectie bevestigen dit (afb. 17, afb. 18, afb. 19).

Het volgende schema (afb. 20) is een weergave van de locaties met de hoogste interne spanningen (rode aanduiding op het linkerdeel van elk spanttype) en knikfactoren (blauwe aanduiding op het rechterdeel van elk spanttype) van zes Ardant-spanttypes die werden geanalyseerd. Deze figuur is een handig hulpmiddel tijdens onderzoek in situ: het geeft op een grafische manier weer welke locaties en componenten speciale aandacht nodig hebben bij de visuele inspectie. Het spanttype van de Mabilleschool is (nog) niet opgenomen in dit overzicht, maar vertoont wel sterke gelijkenissen met het in grijs aangeduide spanttype. Bij dit type worden vooral mogelijke problemen met het bovenspantbeen, het onderste deel van de tangentiële boog en met de platijzers van de verbindingsstaven aangegeven. Een visuele inspectie van het spant van de Mabilleschool toont aan dat er net bij het bovenspantbeen en bij de boog gebruikgemaakt is van schoringen uit het vlak en dat ook de verbindingsstaven aangepast zijn naar dubbele T-profielen in plaats van platijzers. Op het eerste gezicht lijkt het er dus op dat het spant van de Mabilleschool - een van de latere Ardant-spantbenen - een verdere en verfijnde evolutie is van het aangegeven spanttype, met een verbeterd structureel gedrag. Een verdere analyse van dit spant werd in het academiejaar 2009-2010 uitgevoerd door de studenten van de afdeling *Architectural Engineering* aan de Vrije Universiteit Brussel in het kader van de lessen renovatietechnieken. Deze analyse bevestigt dat bovenvermelde wijzigingen een verbetering van het structureel gedrag veroorzaken, waardoor dit spant zelfs voldoet aan de huidige normen die door de Eurocodes worden opgelegd. Deze uitkomst bevestigt ook de trend dat de Ardant-spantbenen ten tijde van de Brusselsese modelscholen nog volop in ontwikkeling waren en dat hun structureel gedrag continu verbeterde.

CONCLUSIES

De metalen dakspantbenen van de Brusselsese modelscholen die tussen 1875 en 1920 gebouwd werden, schetsen een goed beeld van de fascinatie en de zoektocht van architecten en ingenieurs naar een architecturale vormtaal voor de nieuwe bouwmaterialen ijzer en staal. Voor 1900 was de efficiëntie van doorslaggevend belang, waardoor ze vaak hun toevlucht zochten tot het gekende en efficiënte maar industriële ogende Polonceau-spant. Maar aangezien ze dergelijke industrieel ogende spantbenen niet graag openlijk aan het publiek toonden in niet-industriële gebouwen, zetten ze hun zoektocht naar een gepaste architecturale en esthetische oplossing verder. In eerste instantie werd dit probleem opgelost door het Polonceau-spant op te smukken met gekromde decoratieve opleggingen. Maar na 1900, toen de berekeningsmethodes gekend waren en standaardisatie opkwam, verkozen de architecten van de modelscholen duidelijk de esthetische tegenhanger van het Polonceau-spant, namelijk het Ardant-spant.

In de evolutie van de Ardant-spantbenen konden drie hoofdfasen vastgesteld worden. Bij de oudste voorbeelden van de modelscholen leken deze spantbenen een perfecte vervanger van het Polonceau-spant: volgens de oude definitie van efficiëntie (de verhouding van het eigengewicht tot de overspanning) leken deze twee spanttypes immers even efficiënt, maar het Ardant-spant had een veel decoratiever aanzicht.

De tweede fase neemt een aanvang aan het begin van de 20ste eeuw, wanneer de verhouding eigengewicht - overspanning van de Ardant-spantbenen plots sterk stijgt. Ondanks dit ogenschijnlijk verlies in efficiëntie werd in het grootste deel van de modelscholen na 1900 gekozen voor dit spanttype. Deze evolutie kan verklaard worden door het ontstaan van nauwkeuriger berekeningstechnieken, het opkomen van standaardisatie en het belangrijker worden van de arbeidskosten ten opzichte van de materiaalkosten door de ontwikkeling van nieuwe ijzer- en staalproductietechnieken. Analyse volgens de Eurocodes heeft aangetoond dat deze verandering in het ontwerp en de daaruit voortvloeiende toename van

het materiaalgebruik (en het schijnbare verlies van efficiëntie) een goede zet waren. Moderne analyses toonden immers belangrijke tekortkomingen aan bij de vroegste Ardant-spantbenen in de modelscholen, terwijl de latere voorbeelden de eisen van de huidige Eurocodes redelijk goed tegemoetkamen.

De derde en laatste fase wordt gekenmerkt door het feit dat - ondanks dat het Ardant-spant ontstaan is uit het idee om een esthetisch spant met veel decoratieve mogelijkheden te creëren - standaardisatie, prefabricage en massaproductie het haalden van esthetiek: zo kon er in de laatste modelscholen - waarschijnlijk omwille van het gemak van berekening, productie en assemblage - vastgesteld worden dat het eens zo slanke, gebogen en decoratieve alternatief voor de industriële dakspantbenen plaats moest ruimen voor industrieel ogende Ardant-spantbenen met rechte componenten.

Tot slot voorziet dit artikel nog in drie overzichtelijke schema's die ingenieurs, architecten, historici, ambtenaren, enz. begeleiden bij de eerste beoordeling van een Ardant-spant. Een eerste schema gaat in op de bouwtechnieken van de dakconstructie, het tweede is een grafiek die de evolutie van de onderdelen van het Ardant-spant weergeeft, en het laatste schema geeft een overzicht van de cruciale punten die moeten gecontroleerd worden in functie van het Ardant-spanttype.

DANKWOORD

De resultaten van dit artikel zijn afkomstig van het doctoraatsproefschrift van de auteur, dat werd uitgevoerd op de afdeling Architectural Engineering van de Faculteit Ingenieurswetenschappen van de Vrije Universiteit Brussel en gefinancierd werd door het Fonds voor Wetenschappelijk Onderzoek - Vlaanderen (FWO).

REDACTIECOMITÉ

Jean-Marc Bасыn, Stephane Demeter, Paula Dumont, Cecilia Paredes en Brigitte Vander Brugghe, met de medewerking van Anne-Sophie Walazyc voor het kabinet van Charles Picqué, minister-president belast met Monumenten en Landschappen

COÖRDINATIE PRODUCTIE

Koen de Visscher

REDACTIE

Dossier: Blaise Beaume, Marco Bollen, Sylvianne Modrie, Philippe Sosnowska, Wolfgang Vahsen

Varia: Françoise Boelens, Thomas Coomans, Michael De Bouw

News: Ann Degraeve, Paula Dumont, Myriam Goblet, Elisabeth Gybels, Michèle Herla, Michèle Kreutz, Harry Lelièvre, Isabelle Leroy, Cecilia Paredes, Brigitte Vander Brugghe

VERTALING

Hilde Pauwels, Eric Tack, Gitracom

NALEZING

Mia Verstraete, Harry Lelièvre en de leden van het redactiecomité

VORMGEVING

Jean-Marc Klinkert

DRUK

Dereume Printing

VERANTWOORDELIJKE UITGEVER

Philippe Piéreuse, Directie Monumenten en Landschappen van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, CCN - Vooruitgangstraat 80, 1035 Brussel

De artikelen zijn gepubliceerd onder de verantwoordelijkheid van de auteurs. Alle rechten voor het reproduceren, vertalen of herwerken zijn voorbehouden.

HERKOMST VAN DE FOTO'S

De meeste iconografische documenten werden ter beschikking gesteld door de auteurs en zijn afkomstig van verschillende verzamelingen (referentie vermeld bij elke illustratie).

Mochten er ondanks onze inspanningen om alle reproductierechten te betalen toch nog gerechtigden zijn die niet gecontacteerd werden, dan worden zij verzocht zich kenbaar te maken bij de Directie Monumenten en Landschappen van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

FOTO OMSLAG

Park van de Hallepoort (foto A. de Ville de Goyet, 2012 © MBHG)

LIJST MET AFKORTINGEN

ARB - Académie royale de Belgique
ASB - Archief van de Stad Brussel
KBR - Koninklijke Bibliotheek van België
KIK - Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium
KMGK - Koninklijke Musea voor Kunst en Geschiedenis
KMSKB - Koninklijke Musea voor Schone Kunsten van België
MBHG - Ministerie van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest - Documentatiecentrum van het Bestuur Ruimtelijke Ordening en Huisvesting
MSB - Museum van de Stad Brussel

ISSN

2034-578X

WETTELIJK DEPOT

D/2012/6860/11

Cette revue paraît également en Français sous le titre BRUXELLES PATRIMOINES