

Talking Structures

Mouton
and the Under-Order
in Architecture

5	Foreword <small>Bernard Wittevrongel</small>	159	De Krook Multimedia Library, Ghent
7	Introduction <small>Mouton</small>	175	Material Village Vergotedok, Brussels
11	Crematorium Hofheide, Holsbeek	189	Boiler House, Transfo Site, Zwevegem
25	Fragile Lab, Antwerp and Urban Camping	201	Westerpunt, De Panne
37	Royal Belgian Sailing Club, Zeebrugge	211	Bruges Meeting & Convention Centre
47	Youth and Recreation Domain De Boerekreek, Sint-Jan-in-Eremo	225	House Binnen
57	CC De Grote Post, Ostend	235	Green Ark, Meise Botanic Garden
67	Silos, Kanaal Site, Wijnegem	245	Mortsel City Hall
79	Zwin Nature Park, Knokke-Heist	257	Entrance Pavilion, Zoo Planckendael
89	Intertwined <small>Jolien Naeyaert</small>	273	Lexicon
131	Port House, Antwerp		
151	Care Centre Het GielsBos, Gierle		

Foreword

by Bernard Wittevrongel

The conception of a structural system is a creative action only partly based on scientific data; static sensitivity entering in this process, although deriving from equilibrium and strength considerations, remains, in the same way as aesthetic sensitivity, an essentially personal aptitude.

Pier Luigi Nervi in *Science or Art of Building*

I first met Guy back in 2016, when he accepted our invitation to participate in a workshop at the Faculty of Architecture at UCL in Tournai. Every two years, engineers from both Belgium and abroad are invited to collaborate with the master's students. Guy was following in the footsteps of Laurent Ney, Jürg Conzett and Klaas de Rycke of Bollinger & Grohmann. There had been earlier contact with his office in the context of an architectural competition and the subsequent construction of a school in Sint-Lievens-Houtem, in which tectonics formed an essential part of the project.

What struck me during the discussions with the students was his willingness to listen, his ability to grasp the essence of the story and translate it into structure. Structural principles were explored with the greatest freedom, treating structure as something to be rediscovered each time, guided by structural intuition, while consciously setting aside routine and dogma. Starting points were refined and combined, sometimes moving towards the hybrid, insofar as the architecture demanded it.

In the discussion held at the time, a range of themes were addressed. Beyond his work with the students, we considered the tools of the engineer, confronted structural logic with architectural logic, and touched on the spirit of materials, project scale and, of course, durability. In tackling the first theme, education, it became clear to me how important it is for an engineer/lecturer to divide his activity between practice and teaching, two aspects that are inseparably linked and mutually reinforcing. A kind of cross-pollination is at work, in which education and practice question and nourish each other: the practical laws and constraints of the building site are brought into the academic sphere, while theory is placed in a real-world context and teaching affords the necessary distance to reflect upon practice.

Later in the discussion, Guy spoke of translating engineering into the language of architecture. The 'words' we—architects and engineers—use, refer to certain elements: walls, beams, columns, materials. What transforms a building project into architecture lies in the specific way these elements are assembled, the care invested in them, and the underlying idea that drives the project and must be given form. Mies van der Rohe speaks of the 'grammar' of a project. What is remarkable about the work of Mouton is that their structural design does not originate from the engineer's discipline as such,

Mijn eerste contact met Guy dateert van 2016, wanneer hij onze uitnodiging aanvaardt voor een workshop aan de architectuurfaculteit van de UCL in Doornik. Tweejaarlijks werden ingenieurs van binnen- en buitenland uitgenodigd om samen te werken met de master studenten. In dat kader was Guy de opvolger van Laurent Ney, Jürg Conzett en verder Klaas de Rycke van het bureau Bollinger & Grohmann. Er waren wel eerder contacten geweest met het bureau in het kader van een architectuurwedstrijd en de daaropvolgende uitvoering van een school in Sint-Lievens-Houtem waar de tektoniek een essentieel gegeven was van het project.

Wat opviel tijdens de discussies met de studenten was de bereidwilligheid tot luisteren, de capaciteit om de essentie van het verhaal te vatten en dit om te zetten in structuur. Hierbij werden structurele principes geëxploreerd met de grootste vrijheid. Er werd omgegaan met structuur alsof het steeds maar opnieuw wordt herontdekt, steunend op het statisch gevoel, waarbij routine en dogma's zorgvuldig worden opzij geschoven. Uitgangspunten worden bewerkt en gecombineerd, gaan soms over naar het 'hybride' voor zoverre de architectuur het vergt.

In het interview, dat toen werd afgenomen, kwamen diverse items aan bod. Naast het werk met de studenten werden de middelen van de ingenieur bevestigd, de structurele logica met de architecturale logica geconfronteerd en werden de geest van de materialen, de schaal van de projecten en uiteraard de duurzaamheid behandeld. Bij het aanhalen van het eerste thema, onderwijs, wordt het mij duidelijk hoe belangrijk het is voor de ingenieur-docent om zijn activiteit te kunnen opdelen tussen praktijk en onderwijs, twee aspecten die onlosmakelijk verbonden zijn en convergeren. Het gaat om een soort kruisbestuiving waarbij onderwijs en praktijk elkaar bevragen en voeden: de praktijk en zijn wetmatigheden worden in de academische wereld binnengebracht, de wetenschap wordt in situatie gebracht en het lesgeven biedt de nodige afstand om te reflecteren over de praktijk.

Verder in het interview spreekt Guy van vertaling van *engineering* in architectuurtaal. De 'woorden' die wij, architecten en ingenieurs, gebruiken, refereren naar een aantal elementen: muren, balken, kolommen en materialen. Wat een bouwproject tot architectuur maakt, zit in de specifieke manier waarop deze elementen worden samengebracht, de zorg die eraan wordt besteed,

but rather from the grammar of the project. That grammar becomes the framework for the dialogue between architect and engineer that develops and enriches the design.

This book traces the genesis of the projects: the patient search for something ‘better’. The parallel with what unfolded with the students in the workshop is no coincidence. It is about exploring new pathways within the discipline of structure, finding the precise point of contact with architecture and establishing the backbone of the project—its ordered structural system, that which remains when function, envelope and fittings are stripped away.

Both architecture and structure are concerned with matter, with the deployment of matter that becomes material in the construction process.

The choice of material—its relation to its broader environment, its history and cultural background, its questioning by artists, and its relation to the structural principles developed through time—all contribute to the project’s meaning. This essential choice enjoys the utmost attention at Mouton.

The French engineer Marc Mimram speaks in this regard of *matière à penser*—‘matter for thought’, indeed (or precisely perhaps).

het onderliggend idee dat het project draagt en dat dient te worden vormgegeven: Mies van der Rohe spreekt over de grammatica van het project. Het bijzondere aan het werk van het bureau Mouton is dat het structureel ontwerp niet vertrekt vanuit de discipline van de ingenieur, maar wel vanuit de grammatica van het project. Die grammatica wordt het kader waarbinnen de dialoog tussen architect en ingenieur plaatsvindt en het ontwerp zich verder ontwikkelt en verrijkt.

In dit boek volgen we het ontstaan van de projecten, het geduldig zoeken naar het ‘betere’, een parallel met wat met de studenten werd opgezet tijdens de workshop is hier niet vreemd. Nieuwe paden bewandelen van de discipline structuur, het juiste raakpunt vinden met architectuur en het installeren van de ruggengraat van het project, de geordende structuur, wat overblijft wanneer functie, omhulsel en uitrusting verdwijnen.

Zowel architectuur als structuur gaan over materie, over het inzetten van materie, die materialen worden in het bouwproces. De keuze van het materiaal, de relatie van het materiaal tot de omgeving in de ruime zin, zijn geschiedenis en cultuur, zijn bevraging door kunstenaars, alsook zijn relatie tot de structurele principes die doorheen de tijden zijn ontwikkeld, dragen bij tot de zingeving van het project. Deze essentiële keuze geniet bij het bureau Mouton eveneens de grootste aandacht. De Franse ingenieur Marc Mimram spreekt van “*matière à penser*”. Is er een mooiere vertaling dan “stof tot nadenken”?

Introduction by Mouton

In good, sustainable architecture, structure is not merely structure, but also architecture.
And sometimes, architecture is nothing but structure.

Guy Mouton

This adage runs like a red thread through the work of Guy Mouton and the office that bears his name. It expresses how structure and architecture can mutually reinforce one another—not as separate disciplines, but as interwoven design layers that together give a project direction.

Architecture emerges in the dialogue between engineer and architect, idea and construction, the load-bearing and the visible—or, in the words of philosopher Willem Koerse, ‘under-order’ and ‘upper-order’. The under-order is the fundamental, load-bearing order of a design. Although usually not immediately visible, it largely determines how a building functions and acquires meaning. Just as an urban master plan establishes an under-order upon which architectural projects form the upper-order, structure can be understood as a fundamental underlying layer of architecture. The upper-order is the recognisable, visible order: an additional layer that completes the project and gives the design its identity and appearance. “Under- and upper-order may be distinguished, but not separated”, states Willem Koerse, emphasising that the quality of architecture arises in the tension and coherence between the two. In structural design, the focus lies on the under-order, which must be carefully conceived—sufficiently functional and rational, but also meaningful and aesthetic. As a qualitative foundation for architecture, it thus provides the best guarantee of flexibility and durability in design.

Within this approach, structural concepts are never neutral. They organise, reinforce, materialise and render the architectural idea sustainable. By searching together with architects for a shared design framework, a creative exchange emerges. Each architectural concept prompts a structural approach, which in turn influences the architecture. The outcome is always different: sometimes the structure remains discreetly in the background; in other cases, it explicitly drives the architectural form.

The distinctiveness of the bureau lies above all in its willingness and determination to think beyond conventional logic as well as in its firm conviction of the significance of structure in relation to architecture. Understanding the architectural idea and questioning standard lines of reasoning form the basis for design-driven research. Structural thinking is not reduced to calculation and verification, but is embraced as an essential component of the design process. Openness, curiosity and dialogue with architects and with all other building partners throughout the entire design and construction process are just as crucial as determination.

To make this dialogue possible, not only architectural but also structural concepts must be shared

Dit adagium loopt als een rode draad door het werk van Guy Mouton en van het bureau dat zijn naam draagt. Het geeft aan hoe structuur en architectuur elkaar wederzijds kunnen versterken. Niet als gescheiden disciplines, maar als verweven ontwerplagen die samen richting geven aan een project.

Architectuur ontstaat in dialoog tussen ingenieur en architect, tussen idee en constructie, tussen het dragende en het zichtbare – of om het met de woorden van filosoof Willem Koerse te zeggen – tussen ‘onderorde’ en ‘bovenorde’. De onderorde is daarbij de fundamentele, dragende orde van een ontwerp. Ze is meestal niet onmiddellijk zichtbaar, maar bepaalt in hoge mate hoe een gebouw functioneert en betekenis krijgt. Zoals een stedenbouwkundig plan een onderorde aanbrengt waarop architecturale projecten de bovenorde vormen, kunnen we structuur beschouwen als een fundamentele onderlaag voor architectuur. De bovenorde is de herkenbare, zichtbare orde, een extra laag die het project afmaakt en het ontwerp zijn identiteit en uitstraling geeft. “Onder- en bovenorde kunnen worden onderscheiden, maar niet gescheiden,” zegt Willem Koerse, en hij benadrukt dat de kwaliteit van architectuur ontstaat in de spanning en samenhang tussen beide. De focus bij het structureel ontwerp ligt op de onderorde, die goed doordacht moet zijn, voldoende functioneel en rationeel, maar ook betekenisvol en esthetisch. Als kwalitatieve onderlaag van de architectuur vormt ze zo de beste garantie voor flexibiliteit en duurzaamheid van het ontwerp.

Structurele concepten zijn in die benadering nooit neutraal. Ze ordenen, versterken, materialiseren en verduurzamen het architecturale idee. Door samen met de architecten te zoeken naar een gedeeld ontwerp kader ontstaat een creatieve wisselwerking. Elk architecturaal concept geeft de aanzet voor een structurele insteek, die op zijn beurt weer de architectuur beïnvloedt. Het resultaat is telkens anders, waarin de structuur soms discreet op de achtergrond blijft of in een ander geval expliciet de architecturale vorm aanstuurt.

De eigenheid van het bureau ligt vooral in de bereidwilligheid en gedrevenheid om verder te denken dan de gangbare logica, in de sterke overtuiging van de betekenis van structuur in verhouding tot architectuur. Het begrijpen van het architecturale idee en het in vraag stellen van standaardredeneringen vormen de basis voor ontwerpend onderzoek. Structureel denken wordt niet gereduceerd tot rekenen en controleren, maar opgevat als een essentieel onderdeel van het ontwerpproces.

and communicated in an accessible manner. This aligns with what Guy did for many years as a lecturer to architects-in-training: making structural principles intelligible in relation to architecture. His passion for architecture and his drive to tell stories about the relationship between structure and architecture form the seed of this publication. Entirely in the spirit of Mouton, the book is the result of co-creation, written by many hands. As such, it constitutes a collective reflection on our practice.

The nineteen projects presented illustrate this across diverse contexts and scales. They show how structural thinking helps to shape design trajectories and how structures can carry architectural meaning. Each project was selected on the basis of engagement and conviction—for a small but provocative idea, an exceptional collaboration or a specific structural approach, always grounded in the belief that structure enriches architecture.

Alongside the projects, this publication also offers an external, reflective perspective. In ‘Intertwined’, Jolien Naeyaert—drawing on her background as an artist, dancer, poet and architect—explores our design practice with a particular interest in the creative process. Her approach is rooted in *embodied knowledge*, the experience of space through the body as a source of insight. She seeks the shared sense of inspiration between architect and engineer through dialogue, and reflects on the work, identity and driving forces of the bureau. The entanglement of structure and architecture, and the intriguing facets of their interweaving, come clearly to the fore.

This book seeks to unravel the process of structural design for an interested readership. It describes not only challenges and outcomes, but also inspirations, intermediate steps and dialogues. Technical elaborations alternate with architectural reflections, resulting in a layered reading experience. The illustrated narratives are the outcome of a design and construction process in which structural thinking is explored within an architectural context.

A lexicon (→ *lexicon*) enables the reader to delve deeper into structural concepts and terminology, further unpacking the technical narratives. It also provides an opportunity to briefly highlight a number of additional projects.

With this book, we seek to underscore our conviction that structure not only serves as a support, but also that it carries architectural meaning.

Openheid, nieuwsgierigheid en dialoog met architecten en met alle andere bouwpartners doorheen het volledige ontwerp- en bouwproces zijn daarbij even cruciaal als vastberadenheid.

Om deze dialoog mogelijk te maken, moeten niet alleen architecturale, maar ook structurele concepten gedeeld worden en begrijpelijk overgebracht worden. Het sluit aan bij wat Guy jarenlang deed als lesgever aan architecten-in-spe: het inzichtelijk maken van structurele principes in verhouding tot de architectuur. Zijn bezieling voor architectuur en passie om verhalen te brengen over de band tussen structuur en architectuur, vormen de kiem voor deze publicatie. Volledig in de geest van Mouton is het boek het resultaat van cocreatie, waar met velen aan geschreven is. Zo vormt het een gemeenschappelijke reflectie over onze praktijk.

De negentien projecten die aan bod komen tonen dit in uiteenlopende contexten en schaalniveaus. Ze illustreren hoe structureel denken ontwerplijnen mee uitzet en hoe structuren architecturale betekenis kunnen dragen. Elk project werd gekozen uit betrokkenheid en overtuiging: omwille van een klein en prikkelend idee, een bijzondere samenwerking of een specifieke structurele aanpak, maar steeds gebracht vanuit het geloof dat de structuur de architectuur verrijkt.

Naast de projecten bevat deze publicatie ook een reflectieve blik van buitenaf. In ‘Intertwined’ verkent Jolien Naeyaert – vanuit haar achtergrond als kunstenaar, danseres, poëet en architect – onze ontwerppraktijk met een bijzondere belangstelling voor het creatieve proces. Haar benadering vertrekt vanuit belichaamde kennis of *embodied knowledge*: de ervaring van ruimte door het lichaam als bron van inzicht. Ze zoekt naar de gedeelde begeesting tussen de architect en de ingenieur door met hen in gesprek te gaan, en reflecteert over het werk, de eigenheid en de drijfveren van het bureau. De verstrengeling van structuur en architectuur en de boeiende facetten van het verweven zijn, komen daarin naar voor.

Dit boek wil het proces van structureel ontwerp ontrafelen voor een geïnteresseerd publiek. Het beschrijft niet alleen de uitdagingen en de resultaten, maar ook inspiraties, tussenstappen en dialogen. Technische uitwerkingen worden afgewisseld met architecturale beschouwingen, waardoor een gelaagd leeswerk ontstaat. De geïllustreerde verhalen zijn de neerslag van een ontwerp- en bouwproces waarbij het structureel denken in een architecturale context wordt belicht.

Een lexicon (→ *lexicon*) geeft de lezer de mogelijkheid om dieper te graven in structurele concepten en begrippen en zo de technische verhalen verder uit te spitten. Het biedt ons ook de kans om nog een aantal projecten kort in de kijker te zetten.

Met dit boek willen we onze overtuiging in de verf zetten dat structuur niet alleen ondersteunt, maar ook architecturale betekenis draagt.

Fragile Lab, Antwerp and Urban Camping

28 Bracing frame in an open facade /
Windbok in een open gevel

32 A vertical camping /
Een verticale camping

architect:
import.export Architecture
client:
Natale
contractor:
L&S Projects and
Gebr. Doms
location:
Antwerp, Kammenstraat
completed in 2007

architect:
import.export Architecture
client:
import.export Architecture
contractor:
Victor Buyck Steel
Construction
location:
different locations
completed in 2009

The way in which bars are arranged and oriented is a design exploration where the work of architects and engineers converges. This is all the more true when the aim is to keep the structure as light as possible, using only a minimum of slender members. It is not merely a compositional exercise, but a precise study of structural statics.

How is it possible to free the facade of a shop from classic wind-bracing elements by arranging inclined columns into a structurally stable configuration? Nathalie Vleeschouwer, the designer behind 'Fragile' maternity fashion, sought to expand her shop in Antwerp's Kammenstraat with an extension that would reflect the attitude and aesthetics of her brand. A slender, transparent structure was conceived for the small plot, as light and ephemeral as a bamboo construction. This project became an exercise in out-of-the-box structural thinking. It resulted in a load-bearing system that feels unconstrained, like a delicate bundle of slender stems. Just behind the glazed facade stands the wind-bracing system, a bundle of precisely positioned columns that traverse three floor slabs and brace the structure. They weave around each other, creating a three-dimensional effect, but since they provide lateral stability in only one direction, parallel to the facade, we refer to this as '2.5D'. This intricate puzzle of bars became the starting point for a new, playful investigation.

What if this principle were expanded into a full 3D system, where a bundle of crisscrossing bars forms a stable entity in all directions? A minimum of six strategically placed tension-compression members (*→ six oblique struts*) are required to connect two autonomous parts into a stable structure (*→ strength, stiffness*). Together with the architects, a 'vertical campsite' was conceived: a lightweight, demountable steel structure that campers can climb using a ladder to pitch their tents nearly ten metres above ground. The bars are entirely hinged and, through their specific arrangement, turn the four platforms into a stable entity. The construction is anchored by three counterweights that absorb wind forces and even allow for a slight forward inclination. The oval platforms are reinforced on their underside with welded steel ribs, fanning out like the veins of a leaf—or forming, for the imaginative camper gazing upwards, an abstract constellation.

Years later, following a presentation on these projects, Wim Goes Architectuur approached us—while working on the Zeebrugge Sailing Club—to apply this principle to the design of a steel table.

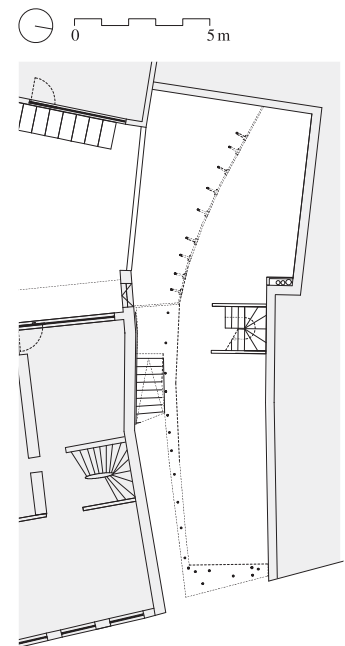
De wijze waarop structurele elementen geschikt worden, is een zoektocht waar het werk van architecten en ingenieurs samenkomt. Dat is des te meer het geval als het de bedoeling is om de structuur zo licht mogelijk te houden, met een minimum aan slanke staven. Het is niet enkel een compositorische oefening, maar ook een secuur spel van statica.

Hoe kan de gevel van een winkel bevrijd worden van klassieke windverbanden door schuine kolommen tot een stabiel geheel te schikken? Nathalie Vleeschouwer ontwierp 30 jaar lang zwangerschapskleding onder de naam 'Fragile' en wenste voor haar winkel in de Kammenstraat in Antwerpen een uitbreiding die de attitude en uitstraling van haar mode reflecteerde. Op het kleine perceel wordt een slank en transparant gebouw bedacht, ijel en efemer als een bamboe-constructie. Het wordt een oefening in out-of-the-box denken om tot een dragende structuur te komen

die ongedwongen is, als een bosje slanke stammen. Net achter de beglaasde voorgevel staat de windbok, een bundeling van nauwkeurig ingeplante kolommen die doorheen drie vloerplaten lopen en de constructie schoren. Ze lopen langs elkaar heen en geven een 3D-achtig beeld. Gezien zij feitelijk slechts in één richting laterale stabiliteit garanderen (evenwijdig met de gevel), noemen we het '2,5D'. Deze stavenpuzzel is de aanzet tot een nieuw speels onderzoek.

Wat als we dit principe uitbreiden naar een 3D-werking waarbij een bundel kriskras lopende staven in alle richtingen een stabiel geheel moet vormen? Minimum zes oordeelkundig gekozen trek-druk staven (*→ six oblique struts*) zijn nodig om twee autonome delen te verbinden tot een stabiel geheel (*→ strength, stiffness*). Samen met de architecten wordt een 'verticale camping' ontworpen: een lichte, demonteerbare staalstructuur die kampeerders met een ladder kunnen beklimmen om hun tent op bijna 10 m hoogte op te zetten. De staven worden volledig scharnierend gekoppeld en zorgen, door hun schikking, dat de vier platformen een stabiel geheel vormen. De constructie staat gemonteerd op drie tegengewichten, die enerzijds de wind opvangen en anderzijds toelaten dat de structuur licht naar voren helt. De ovale kampeerplatformen worden aan de onderzijde verstijfd door gelaste stalen vinnen, die als de nerven van een boomblad uitwaaien. De starende kampeerder met een rijke fantasie kan er denkbeeldige sterrenbeelden in zien.

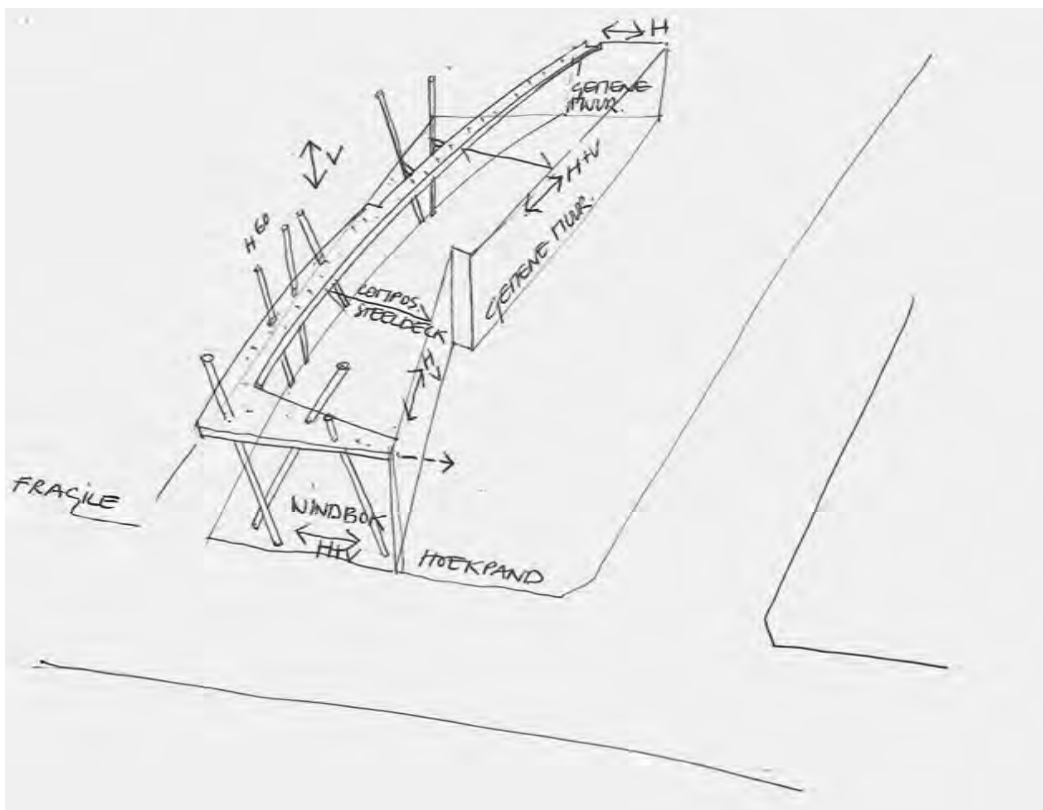
Jaren later, na een presentatie over deze projecten, benaderde Wim Goes Architectuur ons, die toen werkten aan de Zeeclub van Zeebrugge, om op basis van dit principe een stalen tafeltje te ontwerpen.



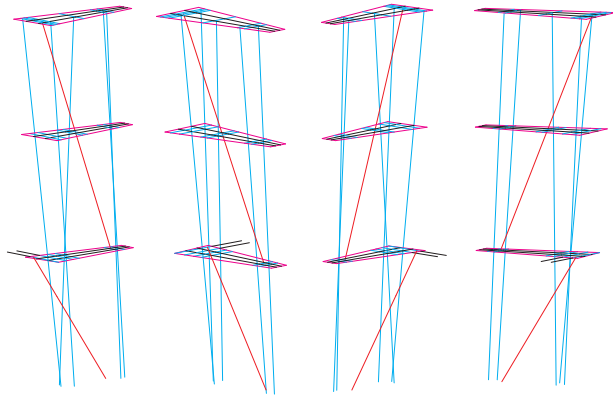


Bracing frame in an open facade / Windbok in een open gevel

The ground floors of traditional terraced houses are often stripped of structural elements. Internal walls are removed and large openings appear in both front and rear facades. This eliminates all lateral stability, leaving the altered dwelling to rely on neighbouring buildings for support. This is an approach that carries considerable risks. That is why we aim to design each building as a self-stabilising structure. | De gelijkvloerse verdiepingen van bestaande rijwoningen worden vaak maximaal vrijgemaakt van structuur. Binnenwanden verdwijnen en grote openingen verschijnen in voor- en achtergevel. Hierdoor ontbreekt alle zijdelingse stabiliteit en vertrouwt de verbouwde rijwoning stilzwijgend op de naburige panden, met alle risico's van dien. Daarom proberen we elk gebouw autostabiel te ontwerpen.

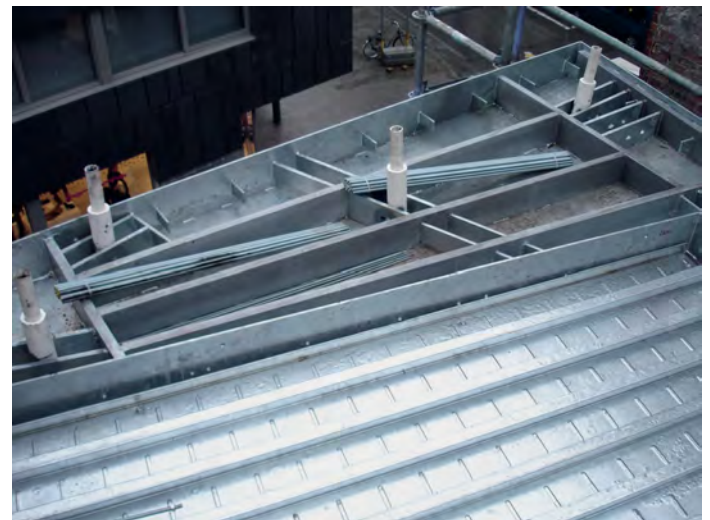


The new construction is stabilised horizontally: in the depth direction by the party walls to the right, and crosswise by the rear party wall and the new wind bracing system at the front. | De nieuwbouw wordt horizontaal stabiel gehouden: in de diepterichting door de mandelige muren rechts en in de breedterichting door de gemene muur achteraan alsook door de nieuwe, zogenaamde 'windbok', vooraan.



This wind bracing system consists of a cluster of hinged columns in the facade that not only support floor slabs but also provide lateral stability (\rightarrow bracing) along the facade. In principle, only three columns are required to achieve static equilibrium in one direction. Despite achieving equilibrium, however, deformations may still occur within the individual elements. That is why the arrangement of the struts must be carefully designed. Because not all struts are in the same plane (2.5D) and to limit the force per strut, more than three struts are provided here. | De windbok is de bundel scharnierende kolommen in de voorgevel die de vloerplaten draagt, maar ook de constructie horizontaal in de gevelrichting schoort (\rightarrow bracing). In principe zijn er slechts drie kolommen nodig om in één richting een statisch evenwicht te bekomen. Maar ondanks dat evenwicht kunnen er nog steeds aanzienlijke vervormingen optreden in de elementen zelf. Daarom moet de schikking van de staven oordeelkundig gekozen worden. Omdat niet alle staven zich in hetzelfde vlak bevinden (2,5D) en om de kracht per staaf te beperken, worden hier meer dan drie staven voorzien.

The left diagram illustrates the axial forces within the system, while the right one shows the horizontal displacements of the wind bracing system. The most steeply inclined struts are not duplicated and thus bear the highest loads. The columns used are CHS 70 / 12 or CHS 70 / 10, while the steepest ones are CHS 82.5 / 16 or 88.9 / 12.5. | De linkerfiguur toont de normaalkrachten en de rechterfiguur de horizontale verplaatsingen van de windbok. De schuinste staven zijn niet ontdubbeld en worden het zwaarst belast. De kolommen hier zijn CHS 70 / 12 of CHS 70 / 10, de schuinste zijn CHS 82,5 / 16 of 88,9 / 12,5.



Significant shear forces (\rightarrow shear force) arise in the zones between the columns of the wind bracing. The entire shop floor consists of concrete steeldeck slabs, but these alone are insufficient in these areas. Therefore, the section of the slab surrounding the columns was executed as a composite steel-concrete structure: a steel base plate with welded ribs that simultaneously serves as formwork for the concrete. | Er treden relatief grote dwarskrachten (\rightarrow shear force) op in de zones tussen de kolommen van de windbok. De verdiepingvloeren worden uitgevoerd met opgestorte steeldeckplaten. Omdat deze onvoldoende stijf zijn, is het gedeelte rond de kolommen als een gecombineerde staal-beton-constructie uitgevoerd, een stalen onderplaat met verstijvingen die tegelijk de bekisting voor het beton is.



The adjacent buildings have limited inherent lateral stability. To address this, they were structurally linked to the new shop for additional support. A horizontal steel fin extends across the stairwell to connect the wind bracing system to the neighbouring structure. | De aanpalende panden hebben weinig eigen horizontale stabiliteit. Daarom wordt er voor gezorgd dat ze kunnen rekenen op de horizontale stabiliteit van de nieuwe winkel. Om de windbok te koppelen met het aanpalende pand, loopt een horizontale stalen vin overheen de trappenpartij.



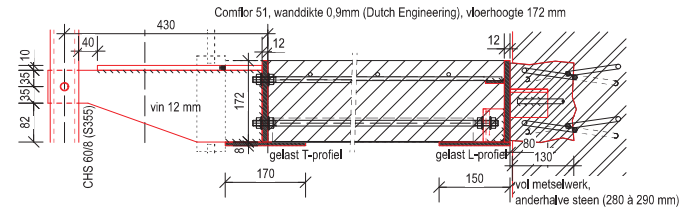
The choice of this specific structural solution was also architectural. Both the inclined position and slenderness of the columns appear disproportionate to their load-bearing function. Any reference to a conventional support structure is lost. The structure's function is not immediately legible, reinforcing the architects' pursuit of a fragile equilibrium. | De keuze voor het concept van de windbok is, naast structureel, ook architecturaal. De schuine positie en de slankheid van de kolommen lijken niet in verhouding te staan tot wat ze dienen te dragen. Iedere referentie naar een conventionele draagstructuur verdwijnt. Het functioneren van de structuur is niet direct leesbaar, wat bijdraagt tot een perceptie van broos evenwicht of fragiliteit, zoals door de architecten nagestreefd.



Like a bamboo grove, the columns stand closely spaced and slightly inclined. In the rear extension, they serve purely as vertical load-bearing elements. With a spacing of just 1 to 1.5 m, the typical axial load on the columns is 72 kN in ULS (\rightarrow *limit states*). | Net als in een bamboeveld staan de kolommen dicht bij elkaar en lichtjes schuin. Hier in het achterhuis hebben ze enkel een structurele functie in verticale richting. Met een tussenafstand van slechts 1 tot 1,5 m is de typische axiale belasting op de kolommen 72 kN in UGT (\rightarrow *limit states*).



Since the floor spans never exceed 4 m, a concrete steeldeck floor with a thickness of 172 mm suffices. Underfloor heating is embedded within the floor, which is finished by scattering white aggregates into the concrete surface before polishing. | De overspanning van de vloer bedraagt nooit meer dan 4 m, waardoor een staalbetonvloer van 172 mm dik volstaat. De vloerverwarming wordt hierin voorzien. In de bovenste laag worden witte granulaten in het beton gestrooid. Het uithardende beton wordt vervolgens gepolierd.

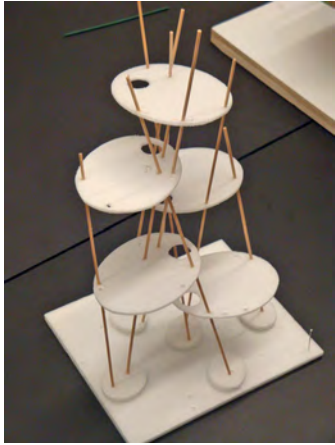


The sense of delicacy and fragility extends to the connection (\rightarrow node) between the columns and the floor slab. An inverted, steel T-profile runs along the facade, supporting the steeldeck and anchoring it to the concrete with tie rods. Welded to this T-profile are 12 mm thick steel fins, positioned at the same inclination as the columns. These fins were clamped into the floor slab, acting as an extension of the slab up to the columns. The round steel columns were then pin-connected to the thin, 8 cm high ends of the cantilevered fins. This way, only axial forces were transferred to the columns, even if the floor deforms under service loads or creep (\rightarrow creep). To ensure lateral stiffness, the fins were arranged in a T-shape. | Het delicate en het fragiele zet zich door in de verbinding (\rightarrow node) tussen kolommen en vloerplaat. Daartoe wordt de staalbetonvloer in het vlak van de gevel begrensd door een omgekeerd, stalen T-profiel waarop de steeldeck rust. Het T-profiel wordt met draadstangen aan het beton gekoppeld. Hieraan worden stalen vinnen van 12 mm dikte gelast, in dezelfde schuine positie als de kolom. De vinnen zijn ingeklemd op de vloerplaat en trekken structureel de vloer verder door tot aan de kolom. Zo kunnen de ronde staalkolommen scharnierend aan de slechts 8 cm hoge uiteinden van de console gekoppeld worden. Zo worden enkel langskrachten overgebracht op de kolom, ook wanneer de vloer nog zou vervormen onder de gebruiksbelasting of door kruip (\rightarrow creep). Om de laterale stijfheid van de vinnen te garanderen worden deze in T-vorm uitgevoerd.

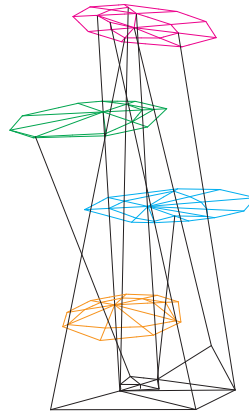


The structure must have a fire resistance of 60 minutes. Since the exterior steel cools down more rapidly than the interior, fire-resistant coating was not required for the outdoor sections. The different segments of the columns are fitted together by sliding in an intermediate piece. | De structuur moet een brandweerstand hebben van 60 minuten. Omdat het staal in een buitenklimaat sneller kan afkoelen dan binnen, is buiten geen brandwerende laag nodig. De verschillende segmenten van de kolommen worden met een smaller tussenstuk in elkaar geschoven.

A vertical camping / Een verticale camping



The core design concept is a lightweight structure that is easily transportable and simple to assemble. Various platforms are positioned between the columns, ensuring that each has partial exposure to the open sky. The back-and-forth between the structural calculation model and a whole series of physical models formed a unique part of the design and development process. | Als basisconcept schuiven de ontwerpers een lichte constructie naar voor die eenvoudig verplaatsbaar en opbouwbaar moet zijn. Verschillende platformen worden geschikt tussenin de kolommen zodat ze allemaal deels onder de blote hemel liggen. Het heen-en-weer gaan tussen het structurele rekenmodel en een hele reeks maquettes vormde een uniek onderdeel van het ontwerp- en ontwikkelingsproces.

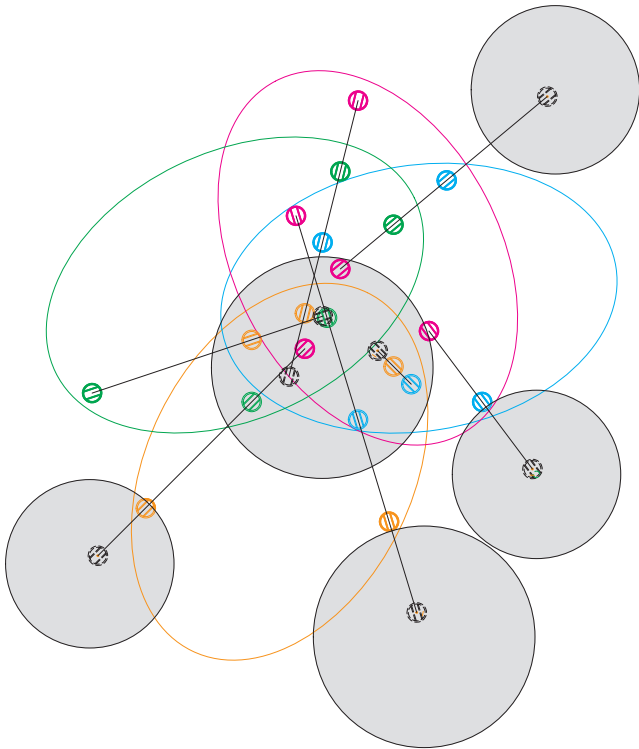
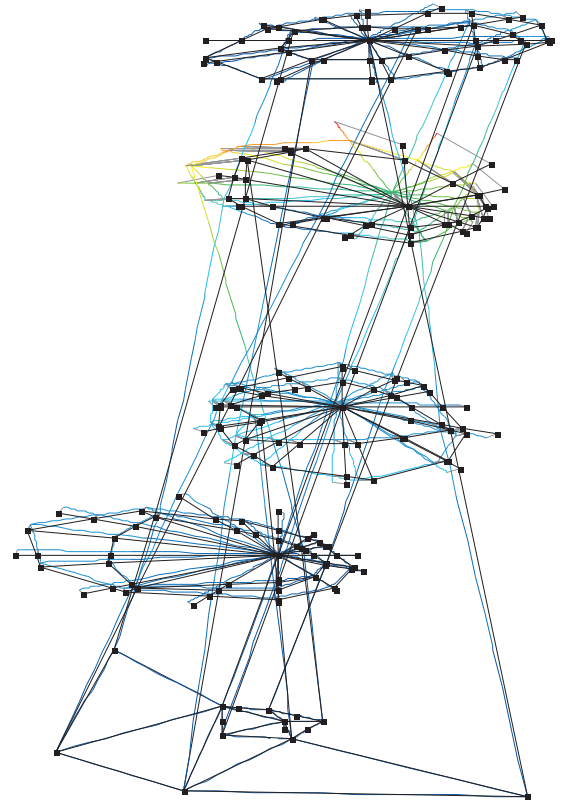


The columns in the wind bracing system of Fragile Lab brace only in the direction of the facade. The steel structure of Urban Camping extends this principle into a second direction, creating a fully 3D system. Despite its entirely pinned connections, the structure remains stable due to the precise arrangement of its inclined columns. | De schuine staven in de windbok van Fragile Lab dienen om de voorgevel in één richting te schoren. De stalen constructie van Urban Camping is in vele opzichten een uitbreiding van deze werking, in een tweede richting. Het geheel wordt als een volledige 3D-constructie ontworpen die overal scharnierende verbindingen heeft, maar toch een stabiel geheel is. De schuine stand van de kolommen is enerzijds een architecturale geste, maar anderzijds ook de voorwaarde voor dit stabiel geheel.



The four platforms each measure 10.6 m² and are designed for an edge load of 2 kN/m, equating to a total live load (\rightarrow load) of 23.2 kN per platform. House rules limit occupancy to eight people per platform and mandate evacuation when wind speeds exceed 6 Beaufort. The steel columns and ladder are CHS 60.3 / 8.8, except for the two columns spanning the first platform, which are CHS 76.1 / 16. The total mass of the steel structure is 7615 kg. | De vier platformen hebben een oppervlakte van 10,6 m². Hier wordt gerekend op een belasting op de randen van 2 kN/m of een totale gebruikslast (\rightarrow load) van 23,2 kN per platform. De huisregels voor de Urban Camping staan een maximum van 8 personen per platform toe en eisen evacuatie bij een windkracht groter dan 6 beaufort. De staalkolommen en trapladder hebben een sectie van CHS 60,3 / 8,8 gekregen, uitgezonderd de twee kolommen die het eerste platform overslaan. Deze hebben een sectie van CHS 76,1 / 16. De totale massa van de staalstructuur bedraagt 7615 kg.

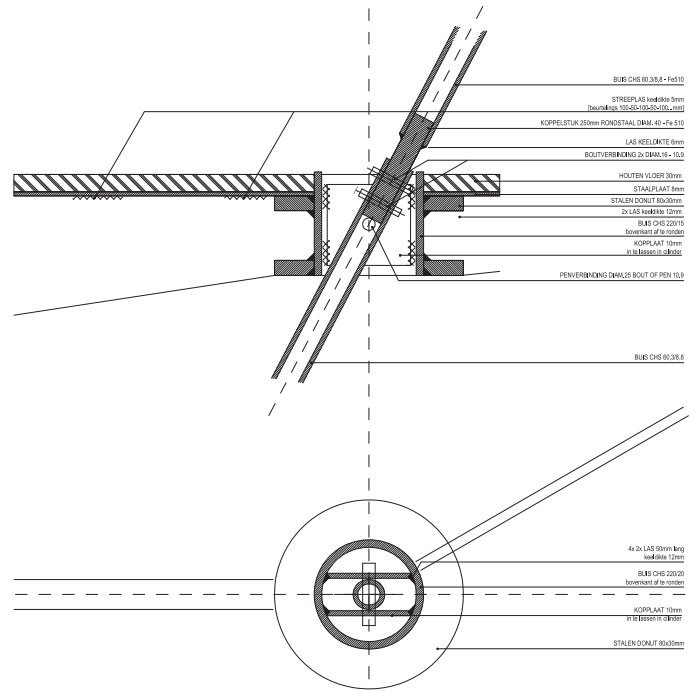
The diagram shows the displacement caused by wind forces coming from the right side, with red indicating the areas experiencing the greatest movement. The arrangement of six hinged struts can form a structurally stable entity (\rightarrow *six oblique struts*). Since structures are subject to deformations and imperfections, achieving mere static equilibrium is insufficient—rather, the goal is to create the stiffest possible structure (\rightarrow *strength, stiffness*) from inherently flexible elements. A computational model is used to determine the optimal configuration that minimises deformation. | De tekening toont de verplaatsing door de windkracht komende van de rechterzijde (rood toont de grootste verplaatsingen). De schikking van zes scharnierende kolommen kan leiden tot een statisch geheel (\rightarrow *six oblique struts*). Omdat constructies onderhevig zijn aan vervormingen en imperfecties, volstaat het niet een louter statisch geheel te ontwerpen, maar moet er gezocht worden naar een zo stijf mogelijk geheel (van onstijve elementen) (\rightarrow *strength, stiffness*). Met een rekenmodel wordt getest wat een optimale schikking is om de vervorming zo minimaal mogelijk te houden.



The plan view illustrates the seven inclined columns and the points where they pierce through the platforms, with the ladder not depicted. There are four circular bases, each supporting a single column, and one central base from which three columns and the staircase emerge. Each of the four platforms is supported by exactly five bars, with the ladder acting as a sixth column, ensuring that six columns are present at all times (\rightarrow *six oblique struts*). | Het planzicht toont de zeven schuine kolommen en de plaats waar ze de platformsschijven doorprikken, de ladder staat niet getekend. Er zijn vier ronde funderingsschijven van waar telkens één kolom vertrekt en één centrale basis waar drie kolommen en de trap vertrekken. Elk van de vier platformen wordt gesteund door exact vijf staven en de ladder die een zesde kolom vormt. Zo zijn er telkens zes kolommen (\rightarrow *six oblique struts*).

To pin-connect the columns to the platforms, an opening was provided in each platform using a CHS 220 / 15 tube, reinforced with 30 × 80 mm rings. The column passes through this opening and is pin-connected to the plate via a pin connection (\rightarrow *detail*). | Om de kolommen scharnierend te koppelen aan de platformen, wordt een opening in het platform voorzien door middel van een buis CHS 220 / 15 die versterkt wordt door ringen 30 × 80 mm. De kolom loopt doorheen deze opening en wordt met een penverbinding scharnierend gekoppeld aan de plaat (\rightarrow *detail*).

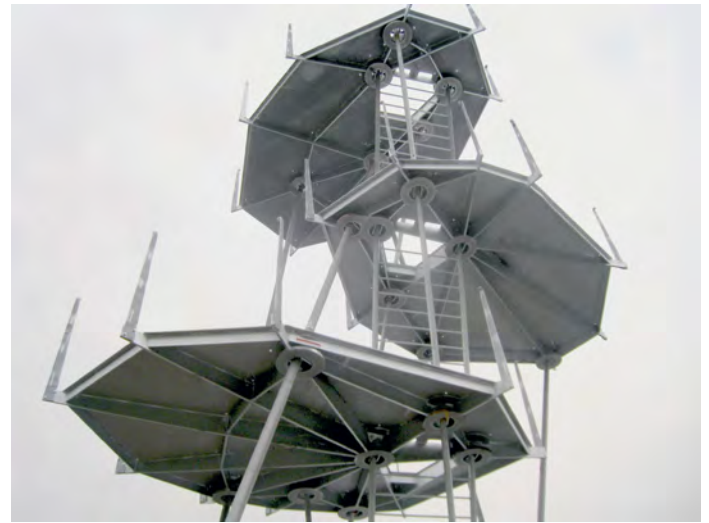




The columns are fabricated in segments to facilitate assembly (\rightarrow *remountability*). The detachable connection consists of a tube-in-tube system, where a narrower tube is welded inside the upper segment and slides into the lower column, secured with a pin. | De kolommen worden in segmenten uitgevoerd om de opbouw te vereenvoudigen (\rightarrow *remountability*). De los te koppelen verbinding bestaat uit een buis-in-buis systeem waarbij een smallere buis in de bovenste gelast zit en in de onderste kolom geschoven wordt en met een pen vastgezet.



Urban Camping was first assembled in Antwerp along the River Scheldt, where strong winds are common. When subjected to wind loads, significant tensile forces can develop in the columns. To counteract this, the columns are anchored to counterweights—concrete cylinders 30 cm in height. The three smaller cylinders have a diameter of 190 cm and a mass of 2125 kg. The two larger cylinders have a diameter of 250 cm and a mass of 3680 kg, with an additional 4000 kg of soil added to the most heavily loaded cylinder. The cylinders are interconnected with SHS 50 / 5 steel sections to absorb the horizontal component of the axial forces in the columns. | De Urban Camping is eerst opgezet in Antwerpen langs de Schelde, waar de wind krachtig is. Wanneer wind de structuur belast, kan er aanzienlijke trek optreden in de kolommen. Daarom worden deze verankerd op tegengewichten: betonnen cilinders van 30 cm hoog. De kleinste drie cilinders hebben een diameter van 190 cm en een massa van 2125 kg. De twee grote cilinders hebben een diameter van 250 cm en een massa van 3680 kg, wat bij de zwaarst belaste cilinder nog wordt vermeerderd met 4000 kg grond. De cilinders zijn onderling verbonden door middel van stalen kokers SHS 50 / 5 om de horizontale component van de staafkracht op te vangen.



The platforms consist of 8 mm thick steel plates and experience significant bending stresses. Instead of increasing the plate thickness, stiffening fins were welded to the underside. This not only reduces weight but also creates a distinct pattern, like the veined structure of leaves. | De platformen bestaan uit een staalplaat van 8 mm dik en worden aanzienlijk in buiging belast. In plaats van de staalplaat te verdikken, worden verstijvende vinnen op de onderzijde gelast. Niet alleen bespaart dit gewicht, ze vormen ook een lijnenspel dat verwijst naar gedefrèzde bladeren.



The Urban Camping was designed to be easily transportable and has already stopped in Antwerp, Copenhagen, Berchem, Amsterdam and Kasterlee. | De Urban Camping is ontworpen om vlot transporteerbaar te zijn en hield reeds halt in Antwerpen, Kopenhagen, Berchem, Amsterdam en Kasterlee.

Royal Belgian Sailing Club, Zeebrugge

- 40 An interwoven
structure /
Een verstrengelde
structuur
- 42 Connections /
Verbindingen
- 44 A glass enclosure /
Een glazen omhulsel

architect:
Wim Goes Architectuur
client:
Royal Belgian Sailing Club
contractor concrete:
Furnibo
contractor steel:
Lootens
contractor wood:
Hoebeek
site:
Zeebrugge, Omookaai
completed in 2012

The sailors' clubhouse stands on the outermost buildable point of the old harbour in Zeebrugge, amid cranes towering over the docks like giant sentinels. It is the embodiment of simplicity. Wim Goes Architectuur envisioned a construction kit in which each material plays a specific role.

An underground space was covered with a concrete slab, ground to a granito finish. The timber walls were carefully mounted on top, forming a heated interior space measuring 12 x 12 m. Surrounding this square volume, a curtain wall was set at a distance of 3 m, encapsulating a semi-insulated intermediate space. This slender window-frame structure protects the sailing club while allowing the rugged seaside climate to remain perceptible.

With its square footprint and uniform facades, the architects sought to design a building without a preferred orientation. This multilateral aesthetics extends to the structural expression. Identical beams of seemingly equal depth extend uniformly in all directions, eliminating the traditional layering of structures that typically develop in opposing orientations. Instead, a puzzle-like assembly emerges, interweaving (→ *weaving*) beams and walls through joints and recesses. The result is an interlocking structure where the conventional hierarchy between primary and secondary directions disappears.

Just as logs are notched to construct a cabin, beams are pre-cut with recesses and grooves. Unlike solid CLT constructions, the laminated timber blocks of the sailing club are stacked in a log-cabin joint system, forming a striking structural detail that reinforces the symmetrical expression on all four sides.

The window frames extend above the facade, forming the balustrade of a rooftop terrace covered in crushed shell sand. Initially, two 18-metre-high wind turbines were intended to rise from the corners of the terrace. However, these were ultimately not permitted. The turbines would have been mounted on the foundation slab and horizontally braced by the wooden construction.

Fourteen years after completion, the building must make way for the new Visart Lock. Its construction method allows for the timber structure to be dismantled and reassembled (→ *remountability*) in a new location — a form of sustainability!

Op het uiterste bebouwbare punt van de oude haven in Zeebrugge, tussen de kranen die als mastodonten over de haven waken, staat het clubhuis van de zeilers. De zeilclub straalt eenvoud uit. Wim Goes Architectuur bedenkt een bouwdoos waarin elk materiaal een specifieke rol wordt toebedeeld.

Een ondergronds volume wordt afgedekt met een betonplaat, geslepen tot een granito oppervlak. De houten wanden zijn hier nauwkeurig op gemonteerd en vormen een verwarmde binnenruimte van 12 x 12 m. Op een afstand van 3 m rondom deze vierkante ruimte wordt een vliesgevel gedrapeerd die als een stolp een extra, half-geïsoleerde tussenruimte afbakent. Dit slanke, stalen schrijnwerk beschermt de zeilclub, zonder het ruige van het zeeklimaat volledig te verdringen.

Met een vierkant plan en homogene gevels zijn de architecten op zoek gegaan naar een gebouw zonder voorkeursrichting. Deze multilateraliteit toont zich ook in de structurele expressie. In beide richtingen wordt gewerkt met gelijkvormige balken van ogenschijnlijk dezelfde hoogte en aan alle zijden gelijk uitkragend. Zo is er niet langer sprake van een traditionele stapeling waarbij de structuur zich in verschillende lagen, in tegengestelde richtingen, ontplooit. Hier ontstaat een

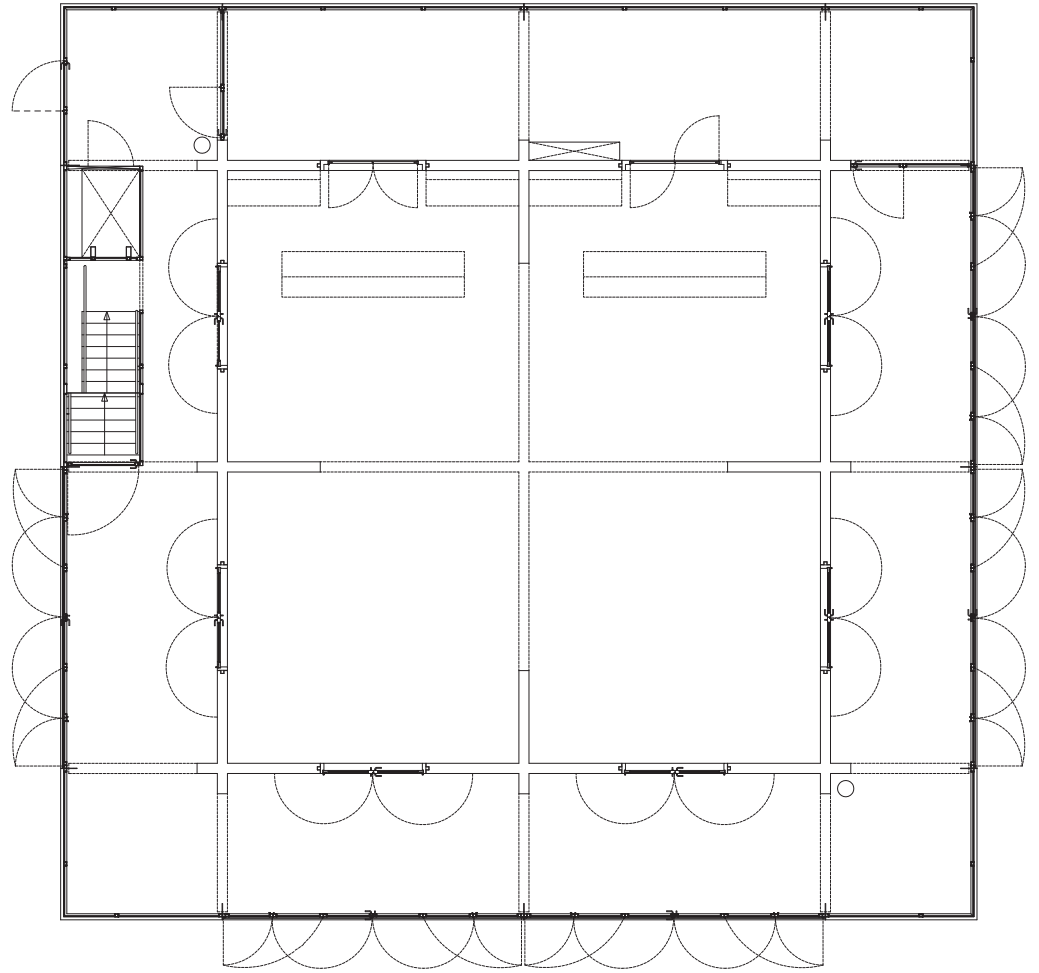
'puzzelconstructie' van koppelingen en uitsparingen, die zowel wanden als balken in elkaar verweeft (→ *weaving*). De stapeling wordt een verstrengeling waarin de hiërarchie tussen primaire en secundaire richting verdwijnt.

Zoals boomstammen inkepingen krijgen om een blok hut te bouwen, zo worden de balken op voorhand bewerkt en van uitsparingen en gleuven voorzien. In tegenstelling tot massieve CLT-constructies, kunnen de gelamelleerde blokken van de zeilclub gekruist in elkaar worden gestapeld tot een prachtig constructief detail dat de spiegeling van de vier zijden onderstreept.

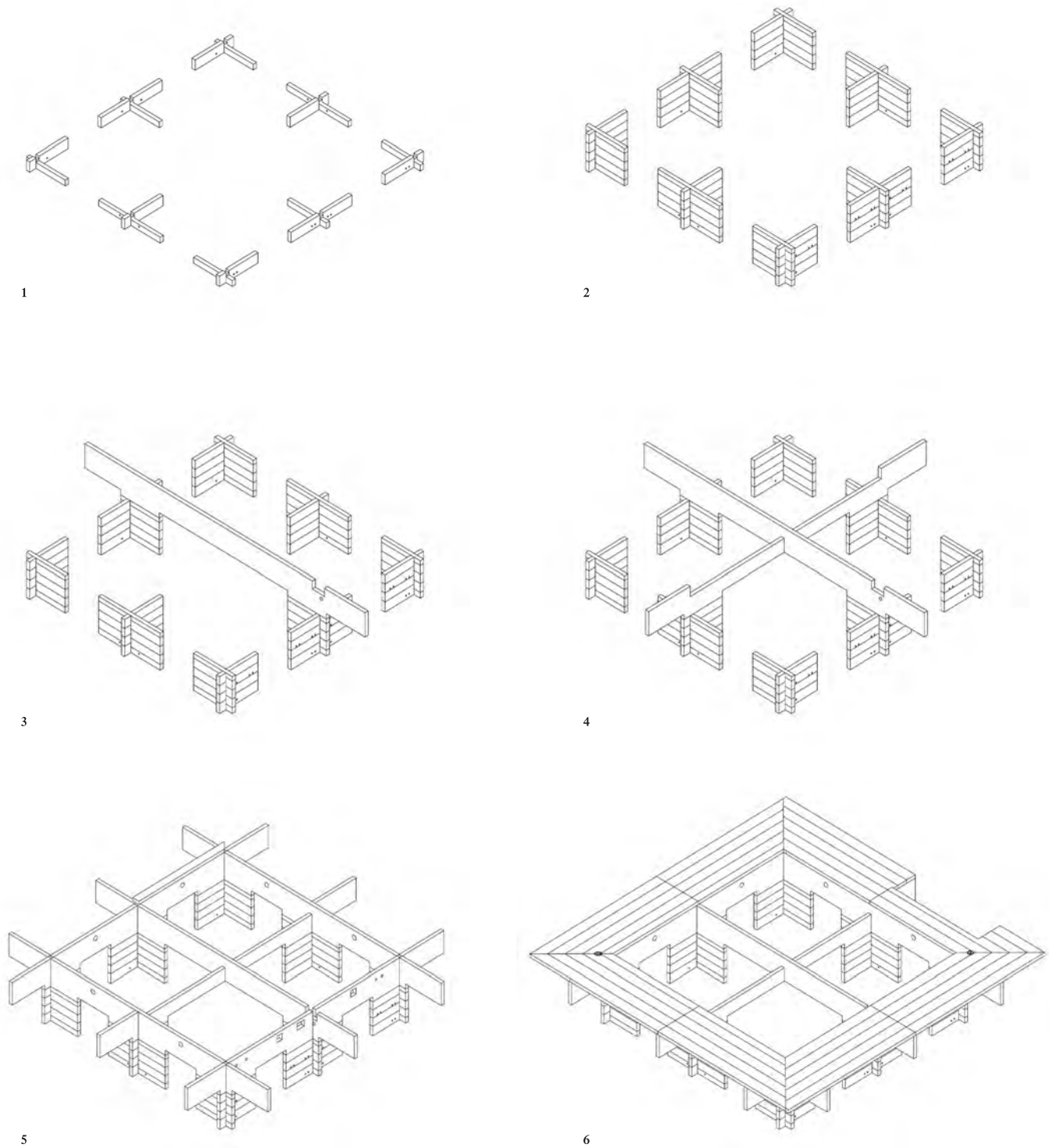
Het stalen schrijnwerk steekt boven de gevel uit en vormt zo de balustrade rondom een dakterras met schelpenzand. In de hoeken van het terras zouden twee windmolens van 18 m hoog boven het volume torenen, maar deze worden uiteindelijk niet vergund. Ze zouden op de funderingsplaat worden gemonteerd en horizontaal worden vastgehouden door de houtconstructie.

Veertien jaar na de oplevering moet het gebouw plaats ruimen voor de nieuwe Visartsluis. De bouwwijze maakt het mogelijk de houten constructie te ontmantelen en op een nieuwe plaats herop te bouwen (→ *remountability*). Een vorm van duurzaamheid!



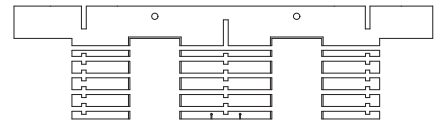
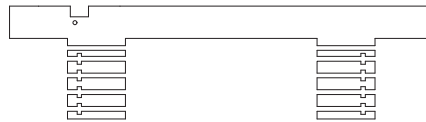
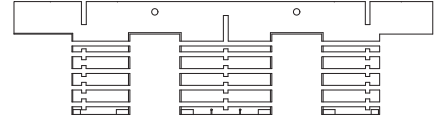
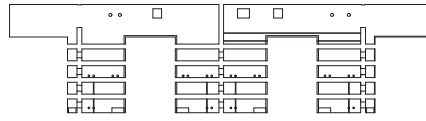
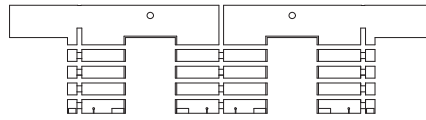
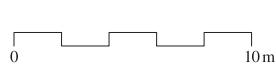


An interwoven structure / Een verstrengelde structuur



1. The bottom layer of wooden blocks is mounted on steel pedestals rising out of the concrete slab. 2. Timber blocks 200 mm wide are stacked to form interlocking wooden walls. 3. The primary beam (200 x 1360 mm) is placed. 4. The secondary beam (200 x 780 mm) is mounted against the primary beam using a concealed end joint. 5. Perimeter beams (200 x 1360 mm) are installed, cantilevering 2430 mm on all sides. 6. The walkway is covered with laminated beams (200 x 600 mm) turned horizontally to form a 200 mm thick floor.

1. Op de voetstukken die uit de betonplaat steken, wordt de onderste laag houtblokken gemonteerd. 2. Houtblokken van 200 mm breed worden gestapeld tot in elkaar hakende houten wanden. 3. De hoofdbalk (200 x 1360 mm) wordt geplaatst. 4. De tweede balk (200 x 780 mm) wordt tegen de hoofdbalk gemonteerd met een onzichtbare kopse verbinding. 5. De randbalken (200 x 1360 mm) worden geplaatst en kragen aan alle zijden 2430 mm uit. 6. De rondgang wordt afgedekt met dezelfde gelamelleerde balken (200 x 600 mm) die nu horizontaal worden gestapeld tot een 200 mm dikke vloer.

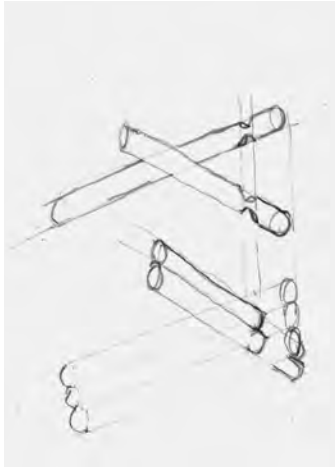


The walls and beams are constructed from laminated solid spruce timber, 200 mm thick. All recesses were pre-cut (\rightarrow prefabrication)—both for technical equipment and for the log cabin joints that allow the elements to interlock. The roof beams have an overall length of 17.56 m and a height of 1360 mm. / De wanden en balken zijn opgebouwd uit gelamelleerd massief vurenhout van 200 mm dik. Vooraf worden alle uitsparingen aangebracht, zowel deze voor de onderlinge verbindingen, als deze voor de technieken (\rightarrow prefabrication). De dakbalken hebben een totale lengte van 17,56 m en een hoogte van 1360 mm.



The central space of 12 by 12 m is covered by timber beams of 160 × 580 mm, with an intermediate, classic, wooden grid of 70 × 180 mm beams. | De centrale ruimte van 12 bij 12 m wordt afgedekt door houten balken van 160 × 580 mm met een tussenliggende, klassieke, houten roostering van 70 × 180 mm.

Connections / Verbindingen



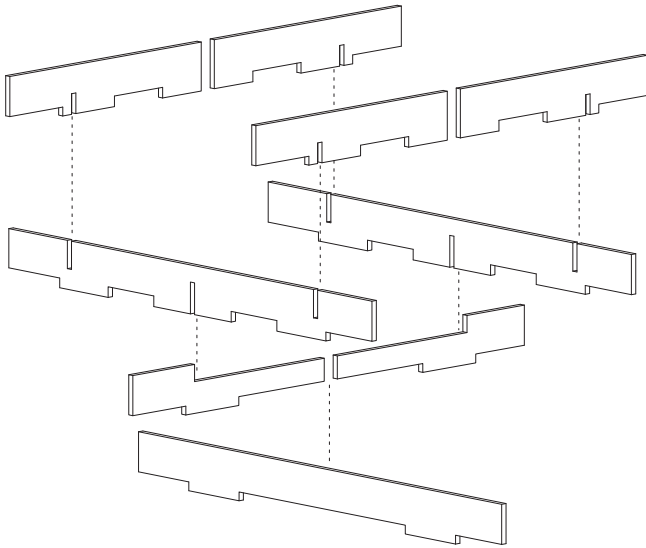
When working with timber structures, the connection (→ *node*) between elements is fundamental. This has been the case throughout the entire history of architecture. | Bij het werken met houten structuren vormt de verbinding (→ *node*) van de elementen een essentieel punt. Dit is zo doorheen de hele architectuurgeschiedenis.



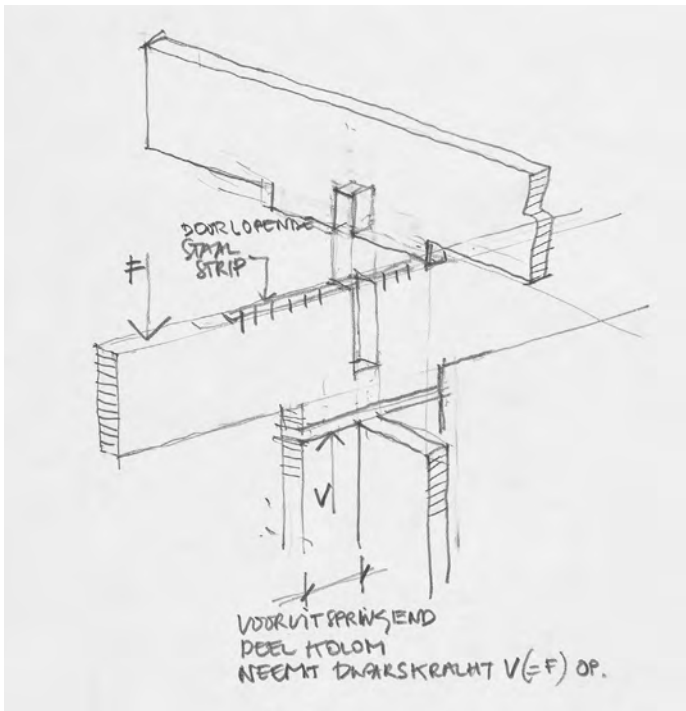
HEB 140 steel profiles are placed on top of the load-bearing concrete slab, flush with the granito floor. These profiles form the boundary between warm and cold spaces. The wooden walls rest on these profiles and are secured with 6 mm thick steel fins, which slide into pre-cut grooves in the walls. | De bovenzijde van de vloerplaat wordt opgeschuurd tot een granito oppervlak. HEB 140 profielen worden mee ingestort en vormen de scheidingslijn tussen het warme en het koude deel van de betonplaat. De houten wanden steunen op de bovenzijde van deze profielen en worden vastgezet met 6 mm dikke stalen vinnen die in een ingefreesde sleuf schuiven.



The stacked blocks fit tightly together, featuring a glued tongue-and-groove joint to ensure a rigid connection between the crossing walls. This stiffens (→ *bracing*) the structure to resist lateral forces and prevents buckling. | De stapelblokken passen nauwgezet in elkaar en zijn in het aansluitvlak met de volgende blok voorzien van een gelijmde pen en groef. Zo worden de beide gekruiste wanden zeer stijf verbonden opdat ze schorend (→ *bracing*) de krachten opnemen en worden verhindert zijdelings uit te knikken.



To avoid a visible hierarchy between the two load-bearing directions, a puzzle-like assembly (\rightarrow *constructability*) is used. The six roof beams are installed at the same level and interlock via notched slots. At the central node, a concealed end joint is used. | Om geen zichtbare hiërarchie tussen de twee draagrichtingen te hebben, wordt er gepuzzeld (\rightarrow *constructability*). De zes dakbalken liggen op gelijke hoogte en haken met sleuven in elkaar. Enkel voor de knoop in het midden van het gebouw wordt een onzichtbare kopse verbinding gebruikt.



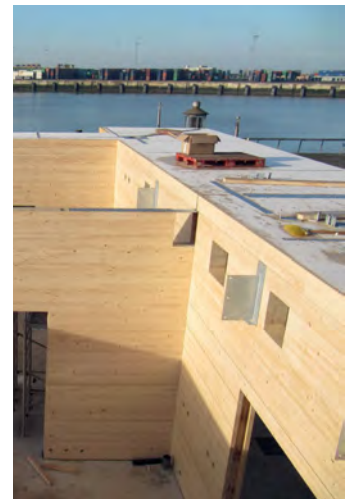
At the crossing corners, the walls extend 40 cm beyond each other, creating a support point for the cantilevered beams. Some of these beams are deeply notched to interlock, reducing their capacity to resist shear forces (up to 157 kN in ULS) (\rightarrow *limit states*) (\rightarrow *shear force*). Therefore they need a support point, making the architectural cross detail structurally necessary. | Doordat de wanden in de kruisende hoeken 40 cm voorbij elkaar steken ontstaat een oplegpunt voor de uitkragende balken. Sommige van deze balken worden immers diep uitgesneden om ze onderling in elkaar te kunnen haken. De dwarskrachten (\rightarrow *shear force*) kunnen oplopen tot 157 kN in UGT (\rightarrow *limit states*). Deze kunnen niet meer opgenomen worden door het stuk hout onder de insnijding, waardoor een oplegpunt nodig is. Het architecturaal kruisdetail is dus ook structureel.



Nevertheless, a subtle, structural hierarchy is visible in the middle of the building: among the central beams, only one is continuous. The secondary beam consists of two sections that connect at the primary beam. Since these span only 6 m, they can be less high. The height difference between the primary and secondary beams is hidden behind the acoustic ceiling. | In het middelpunt van het gebouw is er toch een subtiele structurele hiërarchie zichtbaar: bij de centrale balken is er slechts één die continu is. De secundaire balk bestaat uit twee delen die centraal gekoppeld worden op de primaire balk. Omdat deze maar 6 m overspannen, kunnen deze bijgevolge minder hoog zijn. Het verschil in hoogte tussen de primaire en secundaire balken zit verborgen achter het akoestisch plafond.

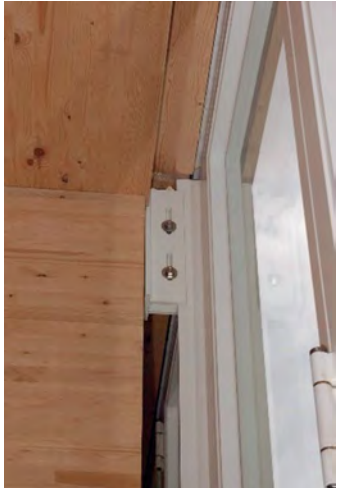


Any sharp height transitions in the beams create local stress concentrations (\rightarrow *stress*). Because timber is weaker perpendicular to the grain, the corner beyond the upper recess is more sensitive to cracks. Consequently, steel reinforcement rods are glued into the drilled holes to counteract tensile stresses perpendicular to the grain. | Zowat elke bruske verspringing in de hoogte van de balk veroorzaakt plaatse-lijke spanningen (\rightarrow *stress*). Omdat hout loodrecht op de vezelrichting veel zwakker is, is de hoek voorbij de bovenste uitsparing in de balk gevoelig voor langse scheuren. In de gaten, zichtbaar op de foto, worden daarom verticale wapeningsstaven ingelijmd om de trek loodrecht op de vezelrichting op te vangen.



Where a beam has an upper recess, the lost tensile strength is restored by placing a flat steel plate across the notch after assembly. | Wanneer een balk een uitsparing aan de bovenzijde heeft, wordt de verloren trekkracht (die zich bovenaan de uitkragende balk bevindt) opgevangen door, na montage, een platstaal overheen de uitsparing te plaatsen.

A glass enclosure / Een glazen omhulsel



During drying, the wood does not shrink along the length of the fibre, but it does shrink considerably across the fibre. As the fibres lie horizontally in the walls and beams of the sailing club, they will gradually settle by several centimetres in vertical direction. A steel connection with vertical slotted holes holds the facade in place, allowing the wooden structure to settle without imposing additional loads on the facade. | Bij het drogen krimpt het hout niet in de lengterichting van de vezel maar wel aanzienlijk dwars op de vezel. De boom(stam) wordt dus bij het drogen niet korter maar wel smaller. In de wanden en balken lopen de houtvezels horizontaal, waardoor de constructie doorheen de tijd dus enkele centimeters in de hoogte zal krimpen. Een stalen verbinding met verticale sleufgaten houdt de gevel op zijn plaats en laat tegelijk de houten structuur zakken zonder de gevel te belasten.



The transparent facade reveals and encloses the exposed timber structure. At the bottom, the profiles rest on the floor slab and at roof level they are only horizontally secured. | De transparante gevel omhult én onthult de in het zicht gebleven houten structuur. De stalen gevelprofielen steunen onderaan op de vloerplaat en worden ter hoogte van de dakplaat enkel horizontaal vastgehouden.



The folding windows are mounted on a rail at roof level. To support this rail, the balustrade—a continuation of the window profiles—is reinforced as a truss, incorporating diagonal braces. | De vouwramen van het schrijnwerk hangen op aan een rail ter hoogte van de dakplaat. Om deze rail te dragen wordt de balustrade – een voortzetting van de gevelprofielen – tot een vakwerk omgevormd door diagonalen toe te voegen.



Silos, Kanaal Site, Wijnegem

70 Living in a former
silo / Wonen in een
voormalige silo

74 Switching between
two grids / Schakelen
tussen twee grids

architect:
BEEL Architecten
client:
Vervoordt r.e.
contractor:
Besix & Vanhout
site:
Wijnegem, Stokerijstraat
completed in 2015

The industrial buildings of a former liqueur distillery in Wijnegem were transformed into a unique residential and working site by various architectural teams. The 40-metre-high grain silos along the Albert Canal form a defining feature of both the project and the wider landscape. Together with BEEL Architecten, we examined which parts of this remarkable industrial structure could be preserved and repurposed.

The silos were built in two phases. The eight grey silos from 1975 are the widest, and their concrete is still in good condition. They represent an early application of slipform construction. Originally used for barley storage, they have proven strong enough to support at least nine residential floors. Each apartment balances the intimate, enclosed character of the cylindrical rooms with a more open, rectangular space. To achieve this, two silos were partially removed and replaced by transparent, square volumes.

The most intriguing challenge was cutting openings into a cylindrical structure that derives its strength and stiffness from a continuous shell. When a cylinder is cut open longitudinally, it effectively becomes a C-profile that can rotate about its longitudinal axis (→ *torsion*). By introducing bridges to merge multiple silos into single apartments, the cylinders are also structurally linked, preventing individual torsion.

Dating from 1962, the white silos are narrower and were in much worse condition. After a thorough analysis, only the striking unloading space at their base was retained. This ‘karnak’ space features a dense grid of concrete columns and was repurposed as the substructure for nine new floors. The challenge is in harmonising this under-order of the karnak with a more suitable column rhythm for the new upper storeys.

This transition between two distinct structural systems became both a challenge and an inspiration for a remarkable intermediate level. In this double-height space, exceptionally slender diagonal columns connect the two grids. Their inclined positioning also provides bracing (→ *bracing*), transforming this necessary transition floor into a breathtaking, almost immaterial space, suspended between old and new.

De industriële gebouwen van een oude likeurstokerij in Wijnegem worden door verschillende architectenteams omgevormd tot een bijzondere woon- en werksite. De 40 m hoge graansilo's langs het Albertkanaal zijn een beeldbepalend gebouwcomplex op de site en in de ruime omgeving. Samen met BEEL Architecten onderzochten we welke delen van deze bijzondere industriële structuur kunnen behouden en hergebruikt worden.

De silo's werden in twee fases gebouwd. De acht grijze silo's uit 1975 zijn de breedste en blijken in goede staat. Ze zijn een vroege toepassing van glijbekisting. Als vroegere opslagplaats voor gerst blijken ze voldoende sterk om tenminste negen woonverdiepingen te dragen. In elk appartement wordt het intieme, gesloten karakter van de ronde kamers gecombineerd met een meer open, rechthoekige ruimte. Hiervoor worden twee silo's deels vervangen door transparante, vierkante volumes.

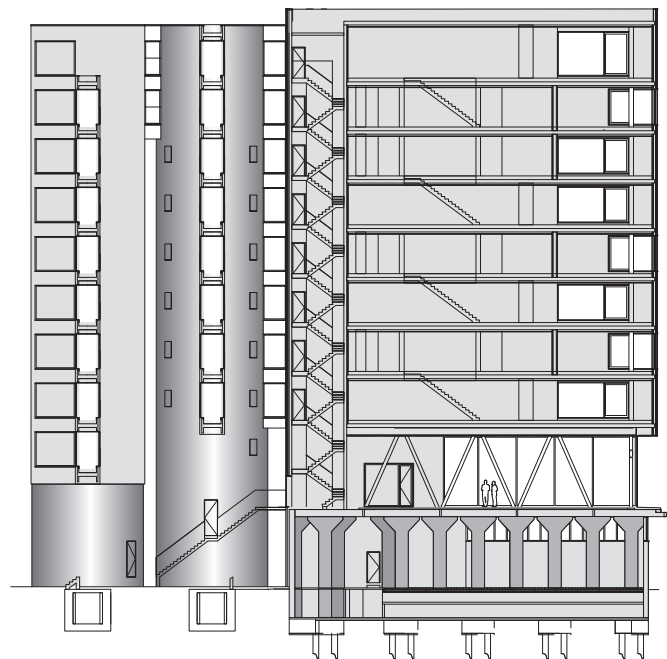
De interessantste uitdaging bestond erin openingen te maken in een cilindervormige structuur die zijn sterkte en stijfheid haalt uit een intacte kokerwand. Doorgesneden wordt een cilinder een C-profiel dat kan wegdraaien om zijn

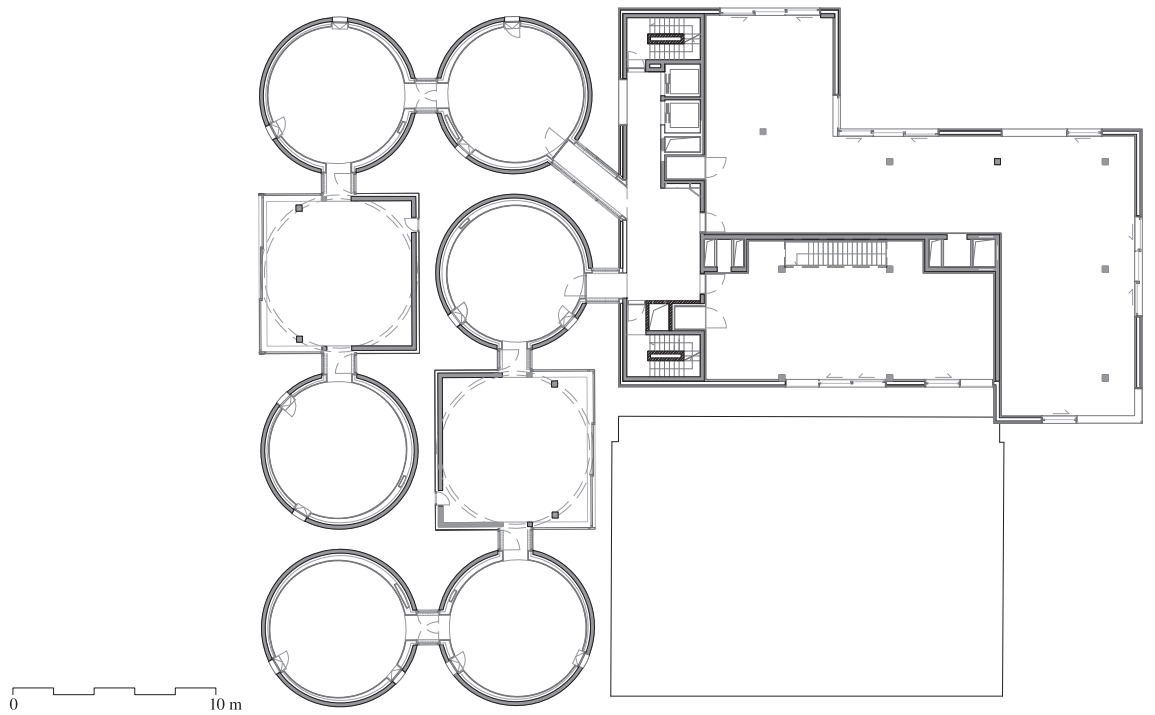
lengteas (→ *torsion*). Nieuwe bruggetjes verbinden verschillende silo's tot een appartement, maar houden de cilinders ook onderling vast en verhinderen zo individuele torsie.

De witte silo's uit 1962 zijn smaller en blijken in veel slechtere staat. Na onderzoek en afweging wordt enkel de indrukwekkende losruimte onderaan de silo's bewaard. Deze ‘karnak’-ruimte heeft een dichte grid van betonnen kolommen en wordt hergebruikt als onderstructuur voor negen nieuwe bouwlagen. Er wordt gezocht hoe de onderorde van de ‘karnak’ kan samengaan met een kolomritmering die passend is voor de verdiepingen erboven.

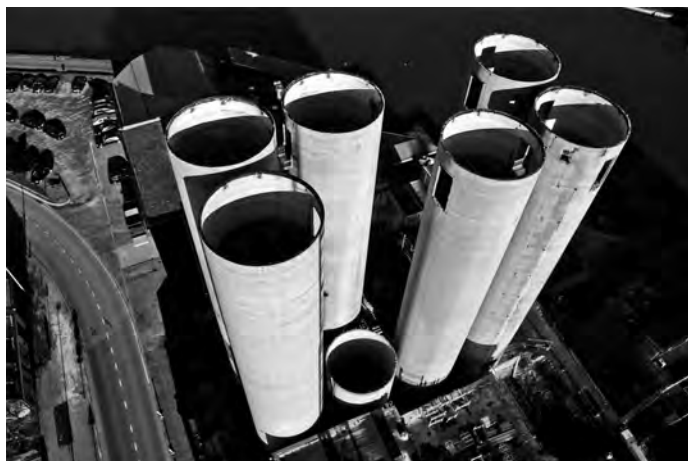
Net deze overgang tussen twee verschillende structurele systemen vormt een uitdaging en tegelijkertijd de inspiratie voor een fascinerende schakelverdieping. In deze dubbelhoge ruimte verbinden heel slanke, schuine kolommen het onder- en bovenliggend grid. Door hun schuine plaatsing werken ze ook schorend (→ *bracing*), waardoor deze noodzakelijke tussenverdieping verandert in een adembenemende, quasi-immateriële spatie, gespannen tussen oud en nieuw.

0 10 m





Living in a former silo / Leven in een voormalige silo

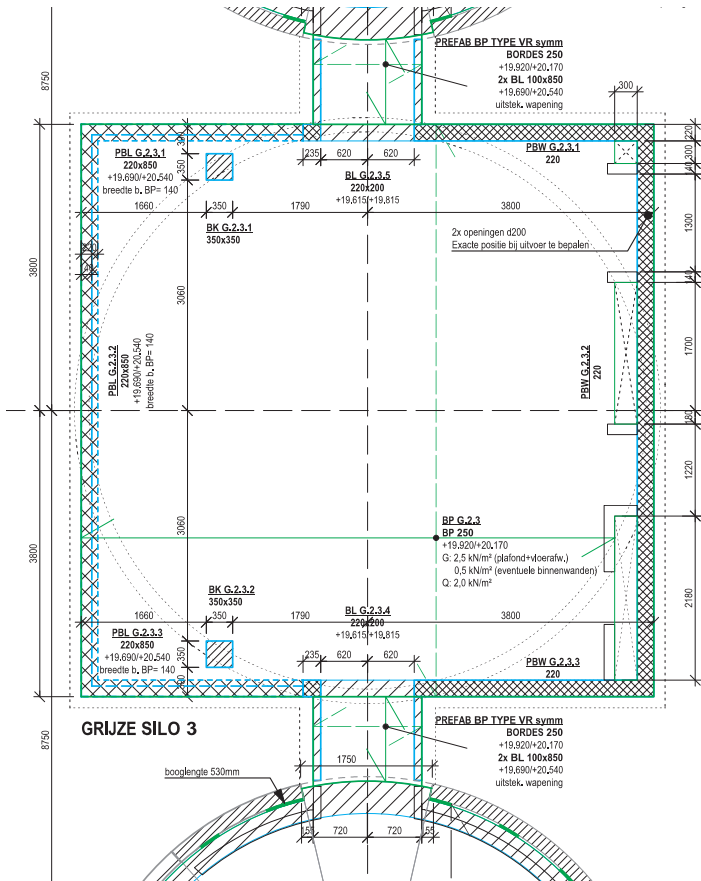


Standing along the Albert Canal in Wijnegem are eight grey grain silos of a former distillery, built in 1975. These hollow concrete cylinders have an outer diameter of 7.4 m, a wall thickness of 190 mm and a height of 39 m. Structural analysis revealed a reinforcement cover of 35 to 45 mm and a carbonation depth of 15 mm. The reinforcement consists of FeB 400 vertical rebars ($\text{\O}10$ mm every 200 mm) and horizontal rebars ($\text{\O}12$ mm every 250 mm) on both sides of the walls. | Langs het Albertkanaal in Wijnegem staan acht grijze graansilo's van een oude stokerij uit 1975. Dit zijn holle, betonnen cilinders met een buitendiameter van 7,4 m, een wanddikte van 190 mm en een hoogte van 39 m. Onderzoek toonde een wapeningsdekking van 35 à 45 mm en een carbonatatie diepte van 15 mm. De wapening FeB 400 bestaat uit verticale staven $\text{\O}10$ mm alle 200 mm en horizontale staven $\text{\O}12$ mm alle 250 mm aan beide wandzijden.



The silos were built for barley storage, for which a bulk density of 700 kg/m^3 can be assumed. Consequently, each silo can support a total variable load of 11,440 kN, with the foundation being the critical factor in the overall load-bearing capacity (\rightarrow existing situation). This upper limit was respected in the six retained silos, where new floor slabs were installed. Two silos were shortened and rebuilt as square volumes, also staying within the maximum load of the original condition. | De silo's zijn gebouwd voor de opslag van gerst, waarvoor een volumegewicht van 700 kg/m^3 aangenomen mag worden. Bijgevolg kan elke silo een totale variabele last van 11 440 kN aan, waarbij vooral de fundering bepalend is in de draagkracht van het geheel (\rightarrow existing situation). Deze bovengrens werd gerespecteerd voor de zes integraal bewaarde silo's, waar tussenvloeren in worden voorzien. Twee silo's zijn ingekort en heropgetrokken als vierkante volumes en blijft binnen de maximale belasting van de oorspronkelijke toestand.

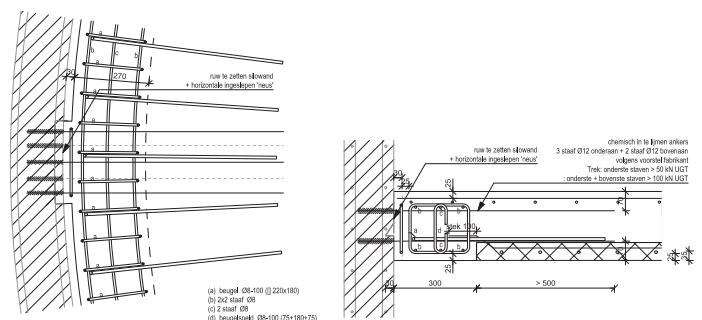




Two grey silos were for a large part replaced by open, square volumes with external dimensions of 7.60 × 7.60 m. The structure consists of 250 mm thick concrete floor slabs, 220 mm thick concrete walls and two 350 mm square concrete columns on the original contour of the round silo. A transition slab between the circular and square walls ensures the point loads are sufficiently distributed along the remaining silo wall. | Twee grijze silo's zijn over een groot deel van de hoogte vervangen door een open, vierkant volume met buitenmaat 7,60 × 7,60 m. De structuur bestaat uit betonplaten van 250 mm dik, betonwanden van 220 mm dik en twee vierkante betonkolommen van 350 mm die steunen op de contour van de ronde silo. Een overgangsplaat tussen de cirkelvormige en vierkante wand zorgt voor spreiding van de puntlasten over voldoende lengte van de silowand.



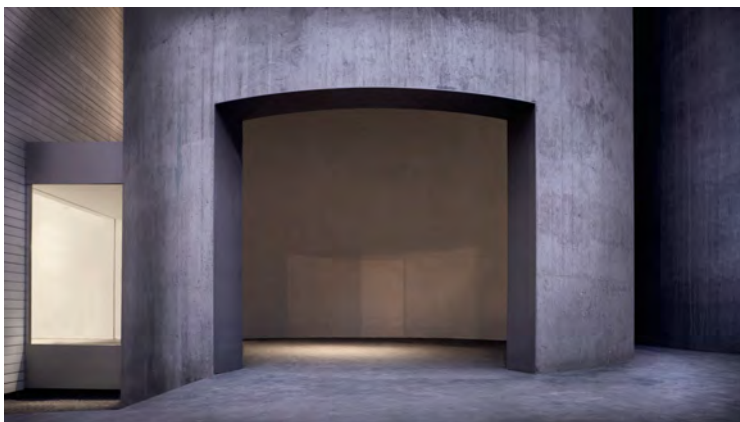
Nine new floor slabs and a roof slab were installed in the existing silos. These are 250 mm thick precast concrete slabs, supported by the existing silo walls. | In de bestaande silo's worden negen nieuwe vloerplaten en een dakplaat voorzien. Het zijn breedplaatvloeren van 250 mm dik die afdragen in de bestaande silowand.



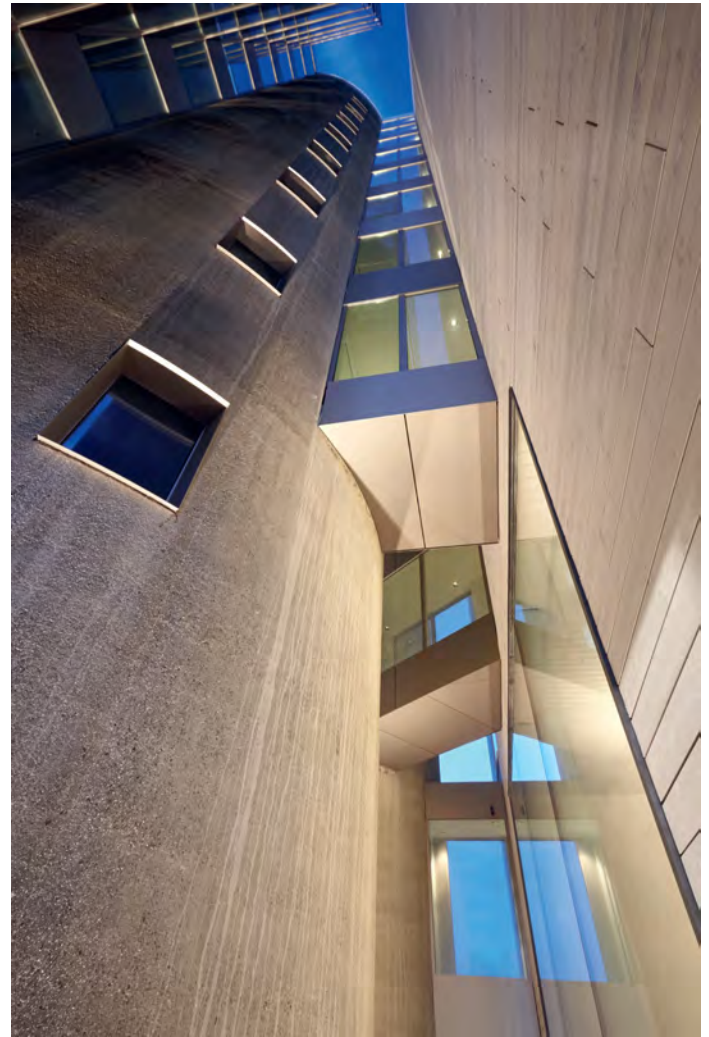
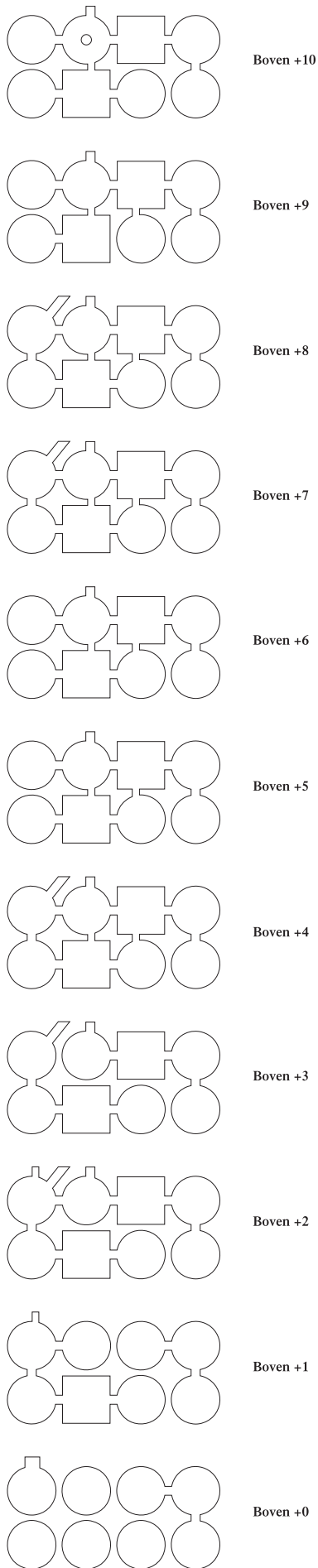
The walls of the grey silos are insulated on the inside. To prevent continuous thermal bridging, the new floor slabs only make contact with the walls at one-metre intervals, passing through the insulation layer. | De wanden van de grijze silo's zijn langs binnen geïsoleerd. Omdat de nieuwe vloerplaten geen doorlopende koudebrug zouden vormen, steunen ze slechts om de meter in de silowand teneinde de isolatie alleen plaatselijk te onderbreken.



The original silos were torsionally rigid cylinders due to their continuous walls (\rightarrow *torsional stiffness*). Now, small window openings were distributed across the cylindrical surface to maintain continuity, ensuring minimal impact on structural performance. | De originele silo's zijn torsiestijve cilinders dankzij de ononderbroken wand (\rightarrow *torsional stiffness*). Kleinere raamopeningen worden gespreid over het cilinderoppervlak om continuïteit te behouden en hebben bijgevolg weinig tot geen invloed op het constructief gedrag van het geheel.



Larger openings, such as the entrance lobby, were made possible by relying on the new structural connections between the silos. | Grotere openingen, zoals in de inkomlobby, zijn mogelijk gemaakt door te rekenen op de onderlinge verbinding van de silo's in hun nieuwe toestand.

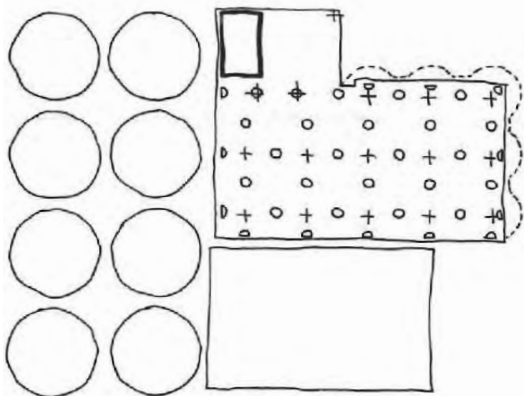


The integration of passages on every floor means that the silos were almost entirely transected, threatening their inherent torsional stability (\rightarrow *torsional stiffness*). This negative effect was counteracted by the reinforced concrete floor slabs, which also serve to structurally link the silos. These connecting walkways are 250 mm thick prefabricated concrete slabs, monolithically bonded to the floor slabs inside the silos. On each floor, the slabs of all eight silos work together with these walkways as diaphragms (\rightarrow *diaphragm action*), preventing any single silo from rotating about its longitudinal axis. In this way, they mutually stabilise one another. | Passages op elke verdieping hebben tot gevolg dat de silo's quasi-continu doorgesneden worden en zo hun inherente torsiestijfheid (\rightarrow *torsional stiffness*) verliezen. Dit effect wordt gecounterd door de betonnen verdiepingvloeren, die de silo's onderling verbinden. Deze passerelles zijn geprefabriceerde betonplaten van 250 mm dik die monolithisch verbonden zijn met de betonplaten in de silo's. Per verdieping werken de vloerplaten van de acht silo's samen met de passerelles als diafragma (\rightarrow *diaphragm action*) en verhinderen dat een individuele silo kan roteren rond zijn verticale as. Ze houden elkaar op die manier in evenwicht.

Switching between two grids / Schakelen tussen twee grids



The narrow white silos from 1962 were far less structurally sound than the grey silos. Their concrete walls were only 140 mm thick, with a carbonation depth of 25 mm and a reinforcement cover of just 8 to 10 mm, leading to significant corrosion. With an internal diameter of only 4 m, they were also far more challenging to convert into residences than the grey silos, which have an internal diameter of more than 7 m. It was ultimately decided to replace the white silos with a new volume, while retaining the lower storey, the so-called 'Karnak'. | De smalle witte silo's uit 1962 zijn veel minder performant dan de grijze silo's: de betonwand is slechts 140 mm dik, de carbonatiediepte bedraagt 25 mm en de dekking op de wapening is slechts 8 à 10 mm, met roestvorming als gevolg. Met een binnendiameter van slechts 4 m zijn ze ook moeilijker om te vormen tot woningen dan de grijze silo's met hun binnendiameter van meer dan 7 m. Er wordt besloten om het witte siloblok te vervangen door een nieuw volume, met behoud van de onderste verdieping, de zogenaamde 'Karnak'.

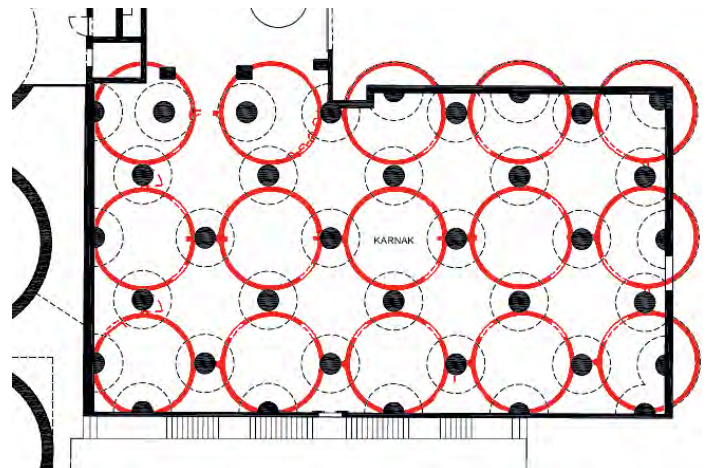


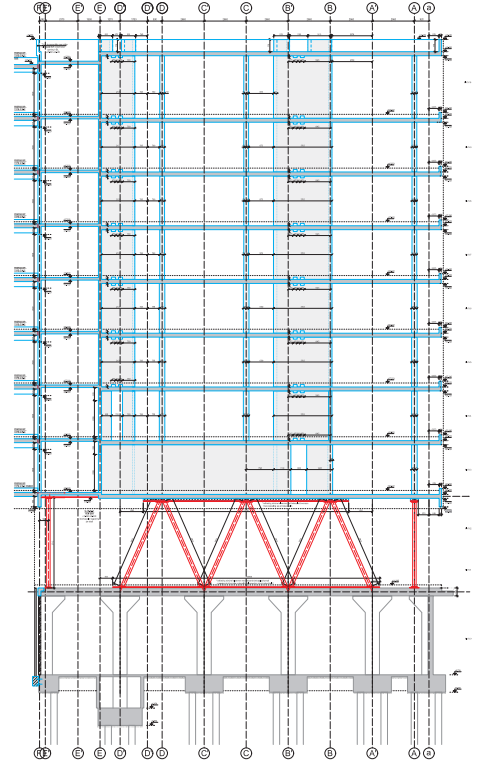
As the structural foundation for the new apartments above, the architects designed a more widely spaced grid that fits within the existing 'Karnak' grid. The misalignment of the columns between the old and new structures necessitated a pronounced intermediate level. | Als basis voor de appartementen in de nieuwe bovenbouw tekenden de architecten een grid met een ruimer ritme dat past binnen het bestaande Karnak-grid. Het verspringen van de kolommen tussen onder- en bovenbouw geeft aanleiding tot een geaccentueerde schakelverdieping.



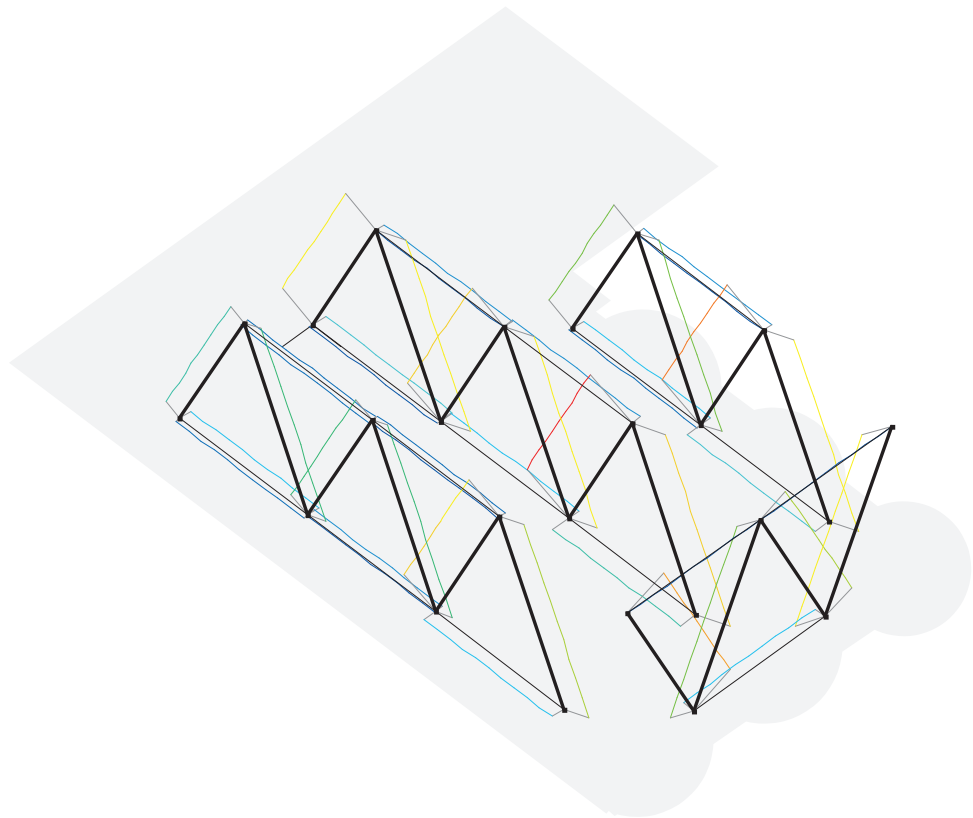
The space underneath, where the barley silos were emptied, was preserved. Each column originally supported two quarters of a silo as well as the grain-filled spaces between them. This space was named Karnak, highlighting how a purely utilitarian structure can gain new architectural significance. The big loads it must support are expressed through a dense grid of robust, round concrete columns. Removed from the original industrial context, these columns assume a new presence as monumental pillars with their conical widenings becoming capitals. The raw, expressive structure—the under-order of the building—has now become architecture itself. | De ruimte onderaan, waar de gerstsilos konden geleegd worden, blijft behouden. Iedere kolom draagt twee maal een kwart van een silo, alsook de ruimtes tussenin de silos die eveneens als graanopslag dienden. Deze ruimte wordt tot de zogenaamde Karnak gedoopt en toont aan hoe een oorspronkelijk louter utilitair gebouw een nieuwe status krijgt. De grote last die moet gedragen worden, wordt vertaald in een dichte grid van expressieve, ronde kolommen. Onttrokken aan hun oorspronkelijke utilitaire context worden deze kolommen zuilen en de conische verbreding verwordt tot een kapiteel. De naakte expressieve structuur, de onderorde van het gebouw, wordt architectuur.

Karnak consists of a diagonal grid of 90 cm diameter round columns with mushroom heads. Just as table legs are rigidly fixed to a tabletop, these columns are rigidly connected to the 500 mm thick upper slab (→ *clamping*). A continuous clerestory window runs along the perimeter, meaning that the outer walls provide no bracing effect. | De Karnak bestaat uit een diagonaal grid van ronde kolommen van 90 cm diameter met een paddenstoel-kop. Zoals de poten van een tafel zijn ingeklemd op het tafelblad, zijn de kolommen stijf verbonden met de 500 mm dikke bovenplaat (→ *clamping*). Bovenaan de buitenmuren loopt een bandraam, deze muren hebben bijgevolg geen schorende werking.





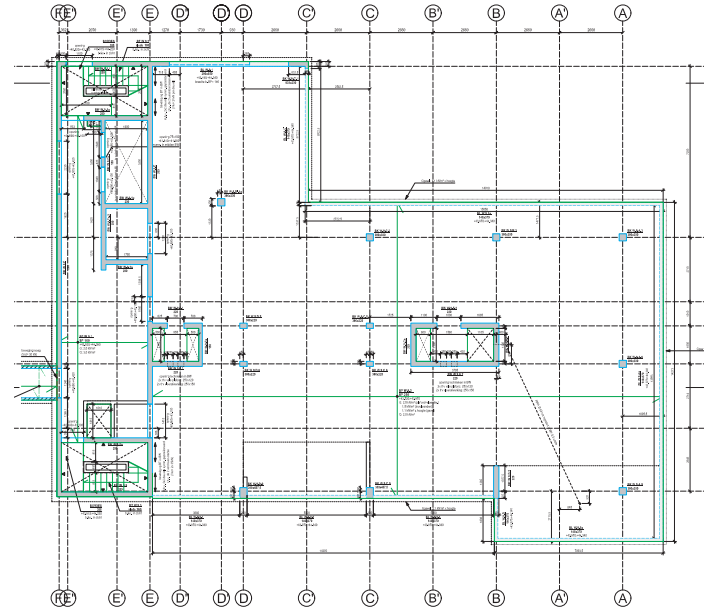
The intermediate level consists of 20 inclined columns, spanning between the existing 500 mm thick Karnak slab and a new 250 mm thick concrete slab under the apartments. The columns are precisely centred to avoid eccentric loading in these slender elements (→ *eccentricity*). | De schakelverdieping bestaat uit 20 schuine kolommen, die lopen tussen de bestaande betonnen afdekplaat van de Karnak van 500 mm dik en een nieuwe betonplaat van 250 mm dik onder de appartementen. De kolommen staan perfect gecentreerd om excentrische belastingen in de slanke elementen te vermijden (→ *eccentricity*).



The double-height space of the intermediate level is structured by four rows of slender solid steel columns with a diameter of 220 mm. The figure shows the axial force in each diagonal, varying up to 2800 kN in SLS (→ *limit states*) | De dubbelhoge ruimte van de schakelverdieping bestaat uit vier lijnen van slanke massief-stalen kolommen met een diameter van 220 mm. De figuur toont de langskracht in elke diagonaal, variërend tot 2800 kN in BGT (→ *limit states*).



The inclined columns function independently. They are connected only by upper and lower chords to resist horizontal thrust forces, but do not form a spanning truss. The lower chord consists of a 30 × 600 mm flat steel plate, while the upper chord is a 35 × 500 mm plate. | De schuine kolommen werken als individuele kolommen. Ze hebben enkel een onder- en bovenregel om horizontale spatkrachten op te vangen en vormen bijgevolg geen overspannend vakwerk. De onderregel is een platstaal van 30 × 600 mm en de bovenregel een platstaal van 35 × 500 mm.



The upper-storey apartments are stabilised (→ *bracing*) by selected walls and enclosed in a lightweight facade. | De bovenliggende appartementen worden door een aantal wanden horizontaal geschoord (→ *bracing*) en met een lichte gevel omhuld.



The office floor can be fully transparent, as the inclined columns also provide horizontal bracing over the entire floor height. Standing in stark contrast to the massive Karnak, these exceptionally slender columns appear to suspend the upper residential structure, defying gravity. | De kantooververdieping kan volledig transparant zijn omdat de schuine kolommen ook als horizontale schoring werken over de verdiepingshoogte. De uiterst slanke kolommen – volledig in contrast met de massieve Karnak – lijken het bovenliggend appartementsgebouw aan de zwaartekracht te onttrekken.

Zwin Nature Park, Knokke-Heist

82 Bracings in a sinusoidal shape / Schoren in een sinusvorm

architect:
Cousseé & Goris
architecten with GAFPA
client:
Provincie
West-Vlaanderen and
Agentschap voor Natuur
en Bos
contractor:
Artes Depret
site:
Knokke-Heist,
Graaf Leon Lippensdreef
completed in 2015

The Zwin lies at the northernmost point of the Belgian coastline. It is a precious natural landscape where seabirds nest and migratory birds take a brief respite. This nature reserve has now been enriched with several educational huts (→ *built-up section*), a viewing centre and an extensive visitor centre.

The visitor centre was designed by the architects as a composition of long, dark volumes, primarily constructed from timber. The central wing, spanning two storeys and accommodating reception and administrative functions, was built as a rigid unit comprising concrete walls and a ribbed concrete floor. The pronounced ribs introduce a strict rhythm to the interior. On the southern side, a single-storey wooden wing houses the restaurant and picnic area. This structure consists of a sequence of timber portal frames (→ *portal frame*), braced against the central concrete wing. The final sixteen metres of this wing stand independently, with the columns clamped into the foundation to provide wind bracing (→ *bracing*).

The northern wing accommodates the exhibition hall. How can a tall, open volume withstand the strong coastal winds without transverse internal walls? Structurally, the exhibition hall is a continuation of the Boerekreek sports centre, where the trusses created a sense of spatial dynamism. A similar ambition was pursued in the Zwin project.

A diagonal brace was introduced in each frame of the exhibition hall. To ensure that these braces act purely in tension and to distribute the load efficiently across all braces, they alternate in direction—leaning left and right—like a row of trees shaped by prevailing winds. This sequence of dark-stained columns traces a meandering path, forming a perfect sinusoidal pattern across the ceiling, subtly guiding visitors through the space. The structure thus becomes the foundation of the exhibition scenography.

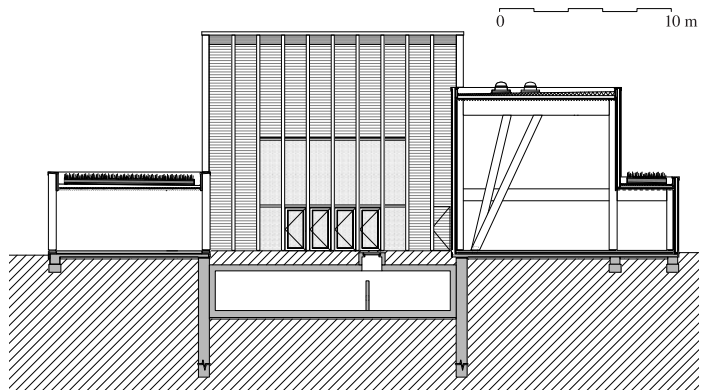
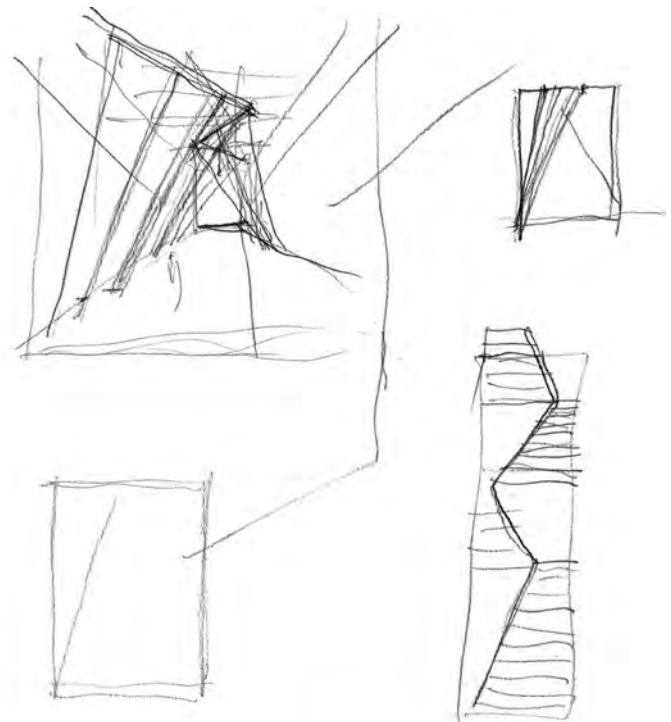
Op het meest noordelijke punt van de Belgische kustlijn bevindt zich het Zwin, een kostbaar natuurlandschap waar zeevogels broeden en trekvogels even halt houden. Dit natuurgebied is nu verrijkt met verschillende educatieve hutjes (→ *built-up section*), een kijkcentrum en een omvangrijk bezoekerscentrum.

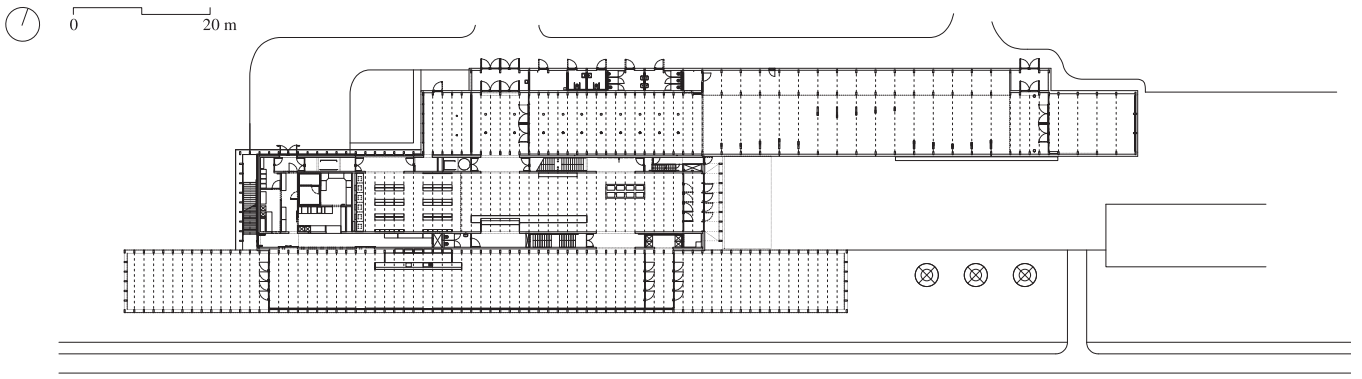
Het bezoekerscentrum is door de architecten ontworpen als een geheel van lange, donkere volumes voornamelijk in hout opgetrokken. De middelste beuk met twee bouwlagen, dienstig voor ontvangst en administratie, is opgebouwd als een stijf geheel van betonnen wanden en een betonnen ribbenvloer. De ribben zijn hoog en uitgesproken en geven het interieur een strak ritme. Aan de zuidzijde loopt een houten éénlaagse beuk waarin het restaurant en de picknickruimte zijn ondergebracht. Deze bestaat uit een enfilade van houten portieken (→ *portal frame*) die geschoord staan tegen de centrale beuk. Maar in de laatste 16 m staat deze beuk autonoom en worden de kolommen als windschoring ingeklemd in de fundering (→ *bracing*).

In de noordelijke beuk is onder meer de tentoonstellingshal ondergebracht. Hoe moet een hoog volume, zonder dwarse binnenwanden, de zeewind trotseren? De tentoonstellingshal is op vele vlakken een vervolg op de manege van het sportcentrum Boerekreek waar de spanten een ruimtelijke dynamiek creëren. In het Zwin koesterden we eenzelfde ontwerp-ambitie.

In elke portiek van de tentoonstellingshal plaatsen we een schorende diagonaal. Om de schoor enkel in trek

te laten werken en de belasting beter te kunnen verdelen over alle schoren, kantelen ze afwisselend naar links en naar rechts, als een door de wind schuin gegroeide bomenrij. De opeenvolging van donker gebeitste kolommen legt een meanderend tracé af dat zich op plafond en vloer als een gave sinuslijn aftekent en de bezoeker doorheen de ruimte leidt. De structuur legt hiermee de kiem voor de scenografie.

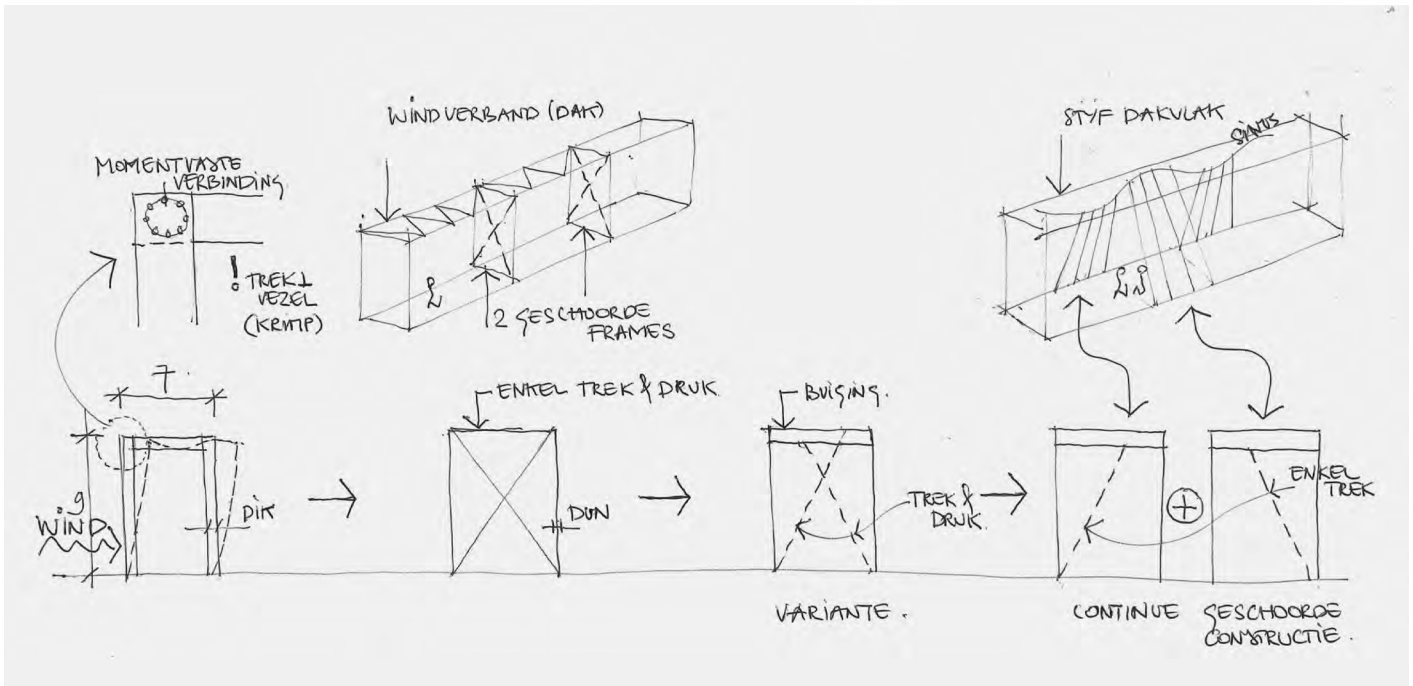




Bracings in a sinusoidal shape / Schoren in een sinusvorm

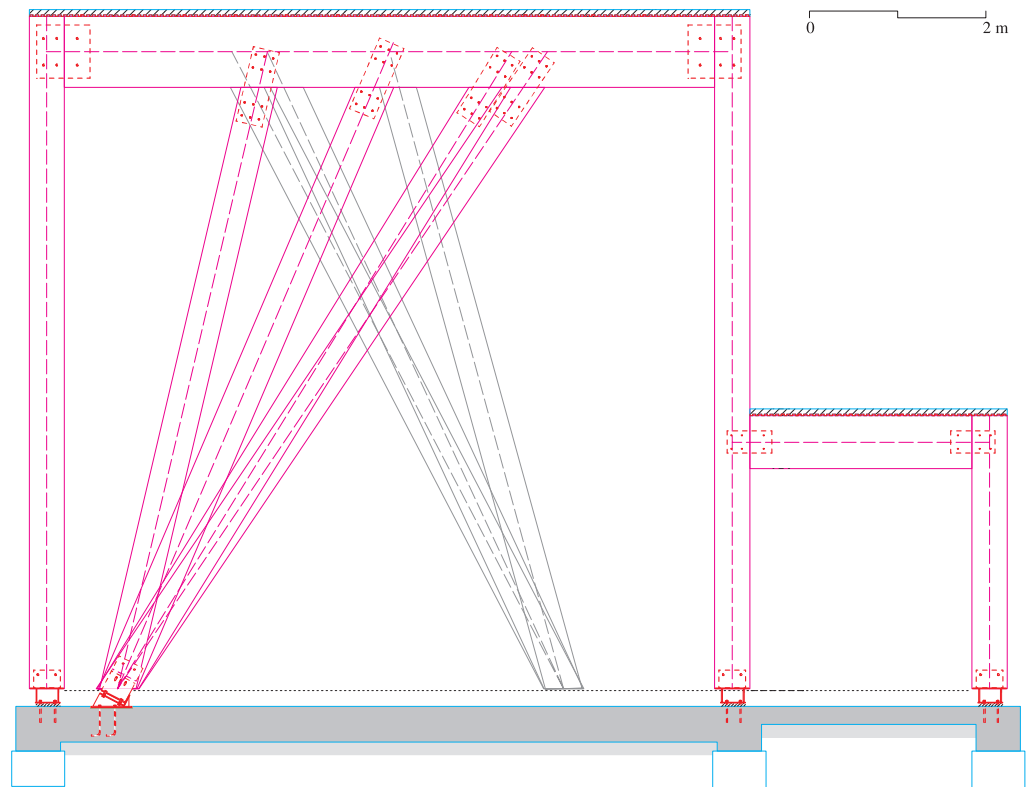


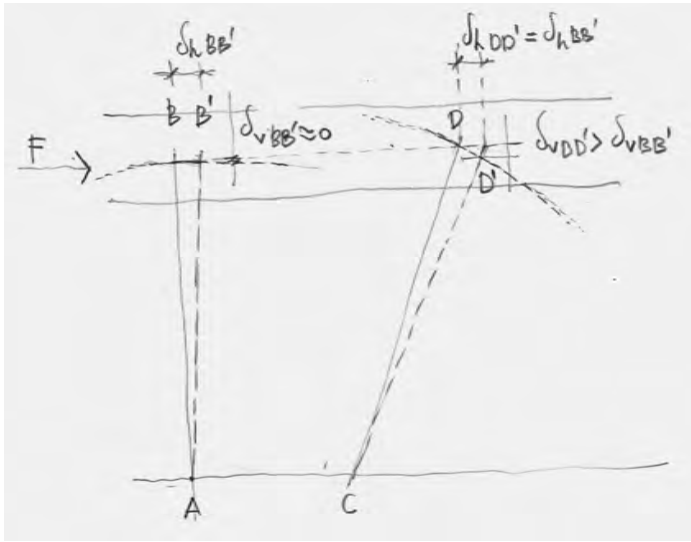
On the right, the northern wing houses the exhibition hall. During the competition phase, this space measured 116 m in length, 7.5 m in width and 10 m in height, and could only be partially braced against the central concrete wing (in the middle). However, the majority of this volume extended beyond the central wing and required an alternative method of horizontal stabilisation. After the competition phase, adjustments were made to the programme, leading to a reduction in overall floor area and volume. | Rechts staat de noordelijke beuk met daarin de tentoonstellingshal. Deze had in de wedstrijdphase een lengte van 116 m, was 7,5 m breed en 10 m hoog en kon slechts deels geschoord worden tegen de betonnen middenbeuk, centraal op de foto. Het grootste deel van dit volume loopt ver voorbij die middenbeuk en moest dus op een andere manier horizontaal verstijfd worden. Na de wedstrijdphase is het programma bijgesteld en zijn oppervlaktes en volumes in omvang verminderd.



Various structural principles for bracing were explored. A preliminary test involved a single wind bracing system—a single diagonal brace within each portal frame. Since these diagonals experience both compression and tension, they require considerable cross sections to prevent buckling. What if the bracing elements alternated in direction, ensuring they only act in tension? This approach also introduces a distinctive visual rhythm to the space. | Er werden verschillende schoringsprincipes overwogen. Een test met een enkelvoudig windverband – één schuine diagonaal in elk portiek – vormt een interessant uitgangspunt. Omdat de diagonalen zowel trek als druk opvangen, moeten ze een aanzienlijke sectie hebben om niet uit te knikken. Maar wat als hun richting alterneert, zodat ze alleen nog maar onder trek moeten werken? Dit levert bovendien een interessante vorm en ruimtelijkheid op.

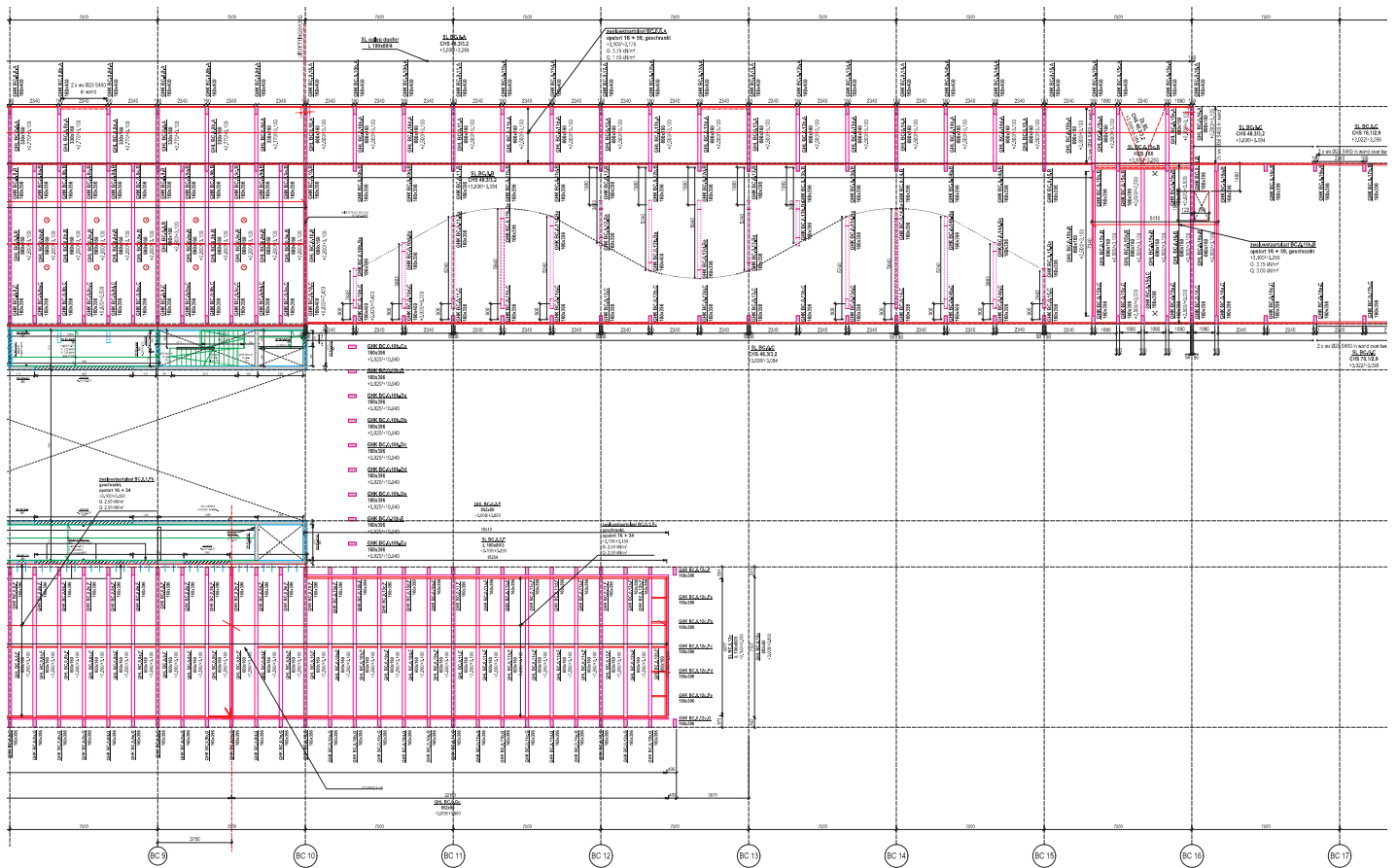
A typical bay of the exhibition hall consists of two timber columns measuring 160 mm × 400 mm, supporting a roof beam of 160 mm × 800 mm. This pinned portal frame is braced by an inclined column with a section of 160 mm × 400 mm. On the northern facade, a small functional volume was added using the same structural system. All connections are pinned, incorporating steel plates embedded in the timber and secured with dowels. They are therefore not 'portal frames' in the structural sense (→ *portal frame*). | Een typische travee van de tentoonstellingshal bestaat uit twee kolommen van 160 mm × 400 mm met daarop een dakbalk van 160 mm × 800 mm. Deze scharnierende portiek wordt geschoord door een schuine kolom met een sectie van 160 × 400 mm. Aan de noordzijde wordt een klein functioneel volume toegevoegd met dezelfde opbouw. Alle verbindingen zijn scharnierend voorzien, door middel van een ingefreesde staalplaat, door deuvels verbonden met het hout. Het zijn dus geen 'portieken' in de structurele betekenis (→ *portal frame*).

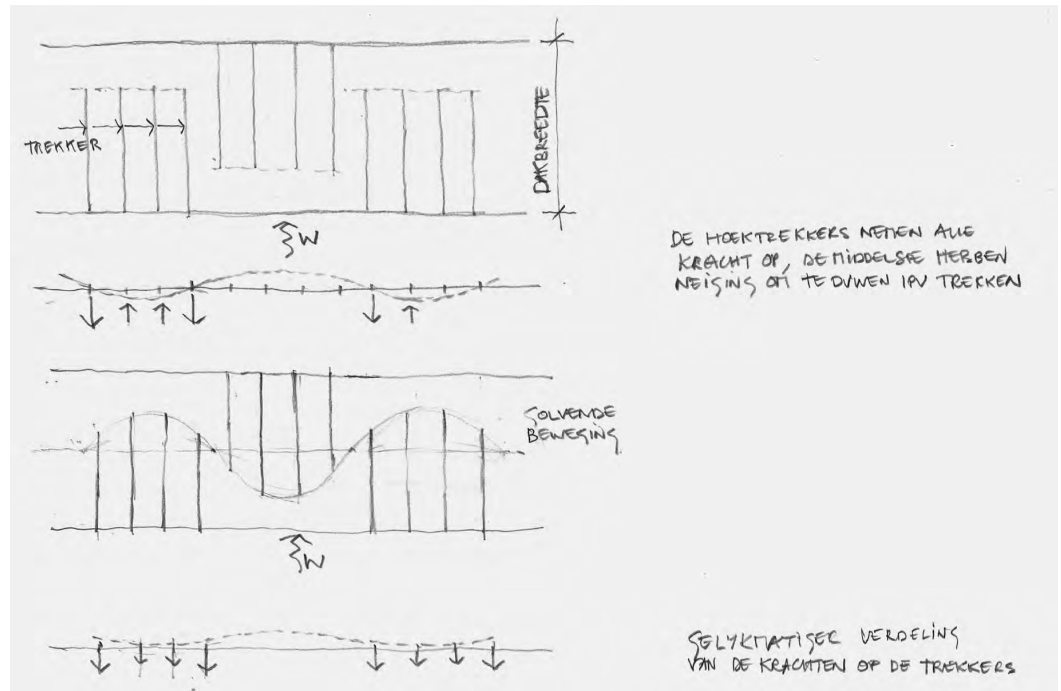




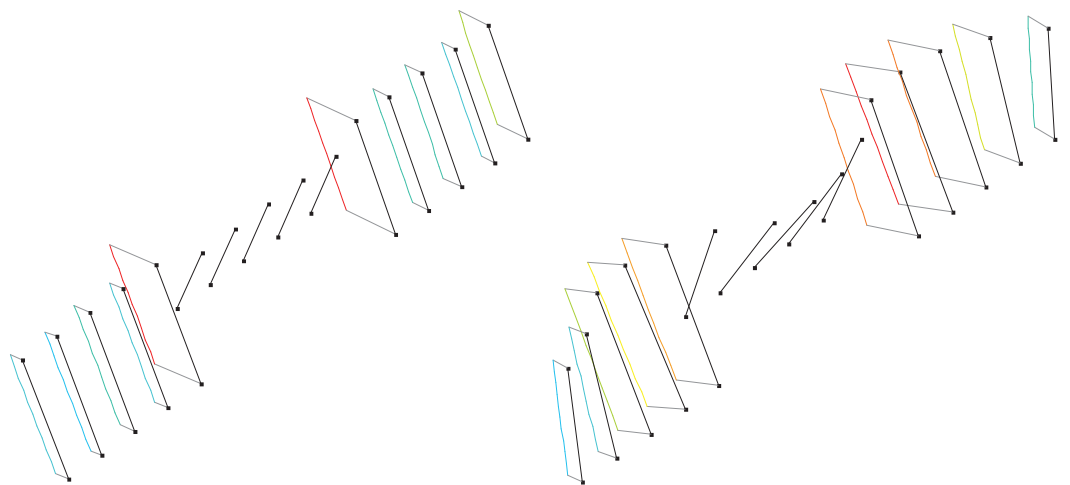
A frame with vertical, pinned columns cannot resist horizontal loads. As a result, the whole system will sway horizontally in the direction of the applied force. A third, vertical, pinned column offers no remedy either. However, when that column is inclined—as shown in the figure—it will, during the lateral sway of the frame, pull on the beam. The figure illustrates that the vertical displacement at the third column is much greater than at the other columns. Making the frame beam sufficiently stiff so that it can hardly deflect will counteract this vertical displacement and stiffen the system as a whole (→ *strength, stiffness*). | Een portiek met verticale, scharnierende kolommen kan geen horizontale kracht opnemen. Het geheel wijkt dan horizontaal uit in de richting van de optredende kracht. Een derde, verticale, scharnierende kolom brengt dan ook geen soelaas. Wanneer die echter schuin staat – zoals op de figuur – zal bij het uitwijken van de portiek die kolom trekken aan de balk. De figuur toont immers dat de verticale verplaatsing ter hoogte van de derde kolom veel groter is dan bij de buitenste kolommen. De balk van de portiek voldoende stijf maken zodat ze nog nauwelijks kan doorbuigen, zal de verticale verplaatsing tegengaan en het geheel verstijven (→ *strength, stiffness*).

0 10 m



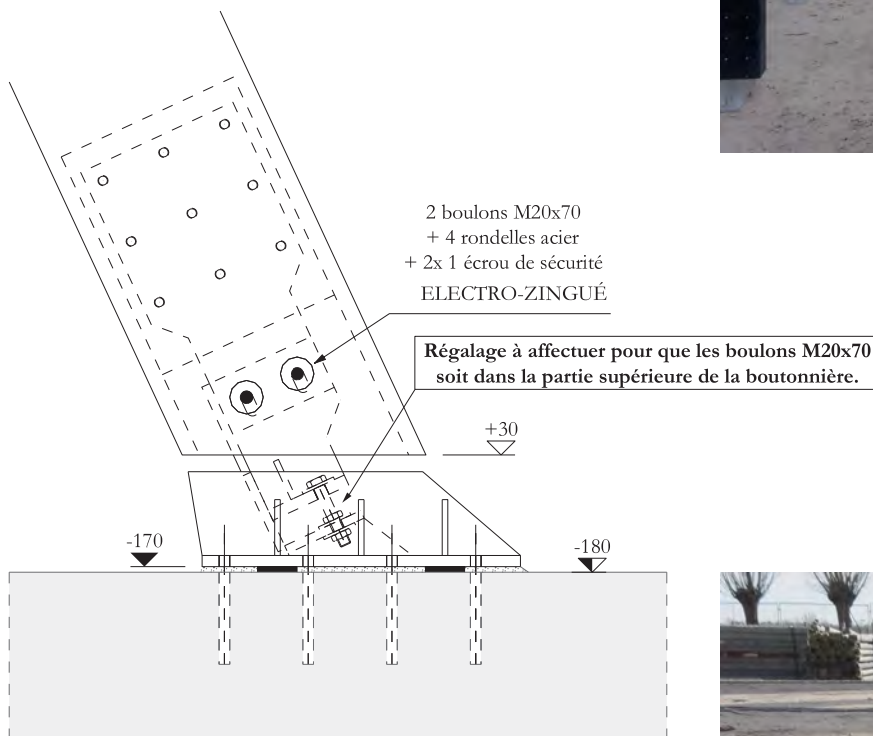
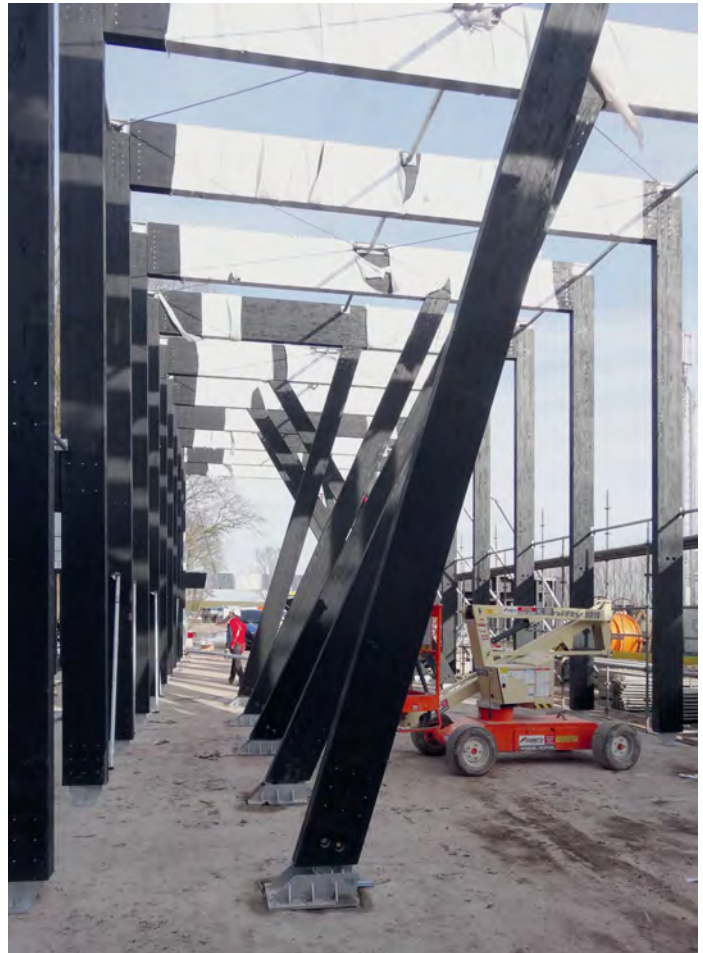


The inclined columns in the exhibition hall were arranged through an iterative design process, alternating direction to create three distinct zones of wind bracing. | De schuine kolommen in de tentoonstellingszaal worden na ontwerpend onderzoek alternerend links en rechts gegroepeerd. Ze vormen zo drie zones van windverbanden.



The figures above illustrate the axial forces within the diagonal braces when the wind comes from the bottom right. The left-hand figure shows all braces inclined at a uniform angle, while the right-hand figure reflects the final design, where inclinations vary. If all tension members were inclined at the same angle, the outermost braces in each zone would bear the highest wind loads and would need to be significantly larger than those at the centre. By fanning out the tension members, they trace a sinusoidal pattern along the ceiling. The outer columns, with shallower angles, absorb less wind load than those centrally positioned within each zone. This arrangement allows for a gradual redistribution of wind forces towards the middle of each bracing zone. | Bovenstaande figuren tonen de langskracht in de diagonalen wanneer de wind van rechtsonder komt. Op de linkerfiguur staan de diagonalen volgens een identieke helling, op de rechterfiguur is de helling variërend, zoals het uitgevoerd is. Wanneer alle trekkers onder dezelfde hoek gekanteld zouden staan, pakken de buitenste trekkers per zone het meeste wind. Deze zouden dan groter gedimensioneerd moeten worden dan de middelste trekkers. Door de trekkers te laten waaiëren tekenen ze een sinusvorm af op het plafond. De kolommen, die aan de buitenzijde van de zone staan, zijn minder hellend en kunnen zo minder windkracht opnemen dan de kolommen die centraal in de zone staan. Zo verschuift de windbelasting gradueel naar het midden van elke zone.

The inclined columns define the interior aesthetic of the exhibition hall. The initial idea was to connect the underside of the diagonal brace to the base of the columns. However, the architects saw greater spatial potential in positioning the braces more inwards, detaching them from the columns to create alcoves. A transverse foundation beam transfers the force from the diagonal braces to the facade foundation. | De schuine kolommen zijn beeldbepalend voor het interieur van de tentoonstellingshal. Het initiële idee was om de onderzijde van de schuine trekker te koppelen met de voet van de kolommen. Maar de architecten zagen een groter potentieel in het positioneren van de trekkers centraal in de ruimte. Zo trekken de kolommen zich los van de gevel en ontstaan er nissen. Een dwarse funderingsbalk brengt de kracht van de diagonaal over naar de gevelfundering.



To prevent buckling, the inclined columns must never be subjected to compression. A custom-designed steel shoe secures each laminated column. An embedded steel plate within the column is bolted to the shoe using two M20 bolts. This allows the column to exert tension on the foundation via the baseplate. Additionally, a counter-nut on the bolts enables up to 50 mm of controlled movement in the baseplate, preventing potential compressive forces. | Om uitknikken te voorkomen, mag de schuine kolom niet onder druk komen. Hiervoor wordt een stalen schoen ontworpen waarin de gelamelleerde kolom wordt bevestigd. Door een ingefreesde staalplaat in de kolom met twee M20-bouten aan de schoen te bevestigen, kan de kolom trek uitoefenen op de fundering via de voetplaat. Door op de bouten een tegenmoer te gebruiken, kan de kolom bij eventuele druk tot 50 mm in de voetplaat schuiven.





Intertwined

by Jolien Naeyaert

the second of the two handed-down riddles of the sphinx asks to name the identity of two sisters who are silent: one of them gives birth to the other and she, in turn, gives birth to the first. the transition of the intertwined carries the glow, makes birds sing and me talking foolishly

Heide Hinrichs, 2013. Fragment of *Silent Signs*. Villa Romana, Florence and Argos Books, Berlin, p.3

Foxylane

As I stroll through Ghent's Voskenslaan, I keep my eyes peeled for number 171. I follow the movement along the sandy brick building that stands in the bend, opposite Schoonmeersstraat. Numerous memories surface as I make my way down this street, from my student days at Ghent University. My sister was in digs here and that very building, number 171, was amongst her favourites. With renewed excitement, I follow the passage leading to a particular residence, hidden away from the hustle and bustle of the street: Mouton's *heimat*.

Jonas Apers welcomes me into the kitchen, where coffee awaits. I ask him about the office's history in this building. Suddenly, my memories of the place come flooding back. I remember that the bands Foxylane and The Subs once had their recording studios in this very area. The road is full of creative energy. As we walk, I ask him about the textile art on the walls of the meeting rooms. At that moment, Guy Mouton arrives and says, "You can't attribute these textiles to a single person or artist, since they were collectively created." A myriad beautiful threads are interwoven in this piece. Anne Botte joins us just as we sit down. She mentions that it's sunny out, and we promptly agree to move to the long wooden table in the garden, surrounded by summer foliage. It's late August, or to be precise, 28 August 2024. Here we are. Guy opposite me, Anne to my left, and Jonas to my right. The conversation has begun.

Wandelend doorheen de Voskenslaan in Gent, zoek ik naar nummer 171. Ik word meebewogen langs het zandgelige bakstenen gebouw dat in de bocht staat, tegenover de Schoonmeersstraat. Tal van herinneringen komen opduiken wanneer ik me door deze straat begeef, uit de tijd dat ik aan de Universiteit van Gent studeerde. Mijn zus zat hier op kot en toeval moet weten dat nummer 171 net dat gebouw is dat destijds één van haar favorieten was. Verwonderd door deze gedachte, wandel ik langs de doornit die mij leidt naar een bijzonder achterhuis; de heimat van Mouton.

Jonas Apers verwelkomt mij en neemt me mee naar de keuken waar koffie op me wacht. Ik vraag hem hoe lang het bureau hier al gevestigd is? Mijn herinneringen rond deze plek blijven de vrije loop gaan en ik moet denken aan muziekgroepen 'Foxylane' en 'The Subs' die ergens hier in de buurt hun opnamestudio hadden. Aan creatieve energie in deze laan alvast geen te kort en terwijl we verder wandelen vraag ik naar de textielen kunstwerken die in de vergaderzalen aan de muur hangen. Net op dat moment komt ook Guy Mouton erbij staan en hij laat me weten; "Je kan er geen één naam of kunstenaar op plakken, deze textielen zijn op collectieve wijze tot stand gekomen." Mooi hoe de veelheid aan draden met elkaar verweven zijn in dit werk en terwijl we plaats nemen in het lokaal komt ook Anne Botte erbij. Ze maakt er ons van bewust dat de zon schijnt en al snel beslissen we ons naar de lange houten tafel buiten te begeven die er neergepoot staat te midden van het nazomerse groen. We zijn eind augustus – 28 augustus 2024 om exact te zijn – en daar zitten we dan, Guy recht tegenover mij, Anne links van me, Jonas rechts van me. Het gesprek is ingezet.

A Convivial Table

Guy's profound respect for education shines through, especially in his decades-long collaboration with Klaas Goris at Sint-Lucas. They co-taught the course 'structural poetry and poetic structures', blending structure and architecture. "We highlighted it from two angles. Klaas was constantly discussing poetry

Wat meteen opvalt is Guy's grote waardering voor pedagogie, in het bijzonder voor Sint-Lucas en zijn langdurige samenwerking met Klaas Goris. Zo gaven ze samen de elective 'Structurele poëzie en poëtische structuren', waarbij de structuur en architectuur zich met elkaar vermengen. "We belichtten dat van

and artists, while I tried to provide students with recipes and encourage them to refine the designs structurally,” Guy recounts. For years, he also co-taught a design workshop with Klaas, Marie-José Van Hee and Paul Robbrecht. He emphasizes the significance of ‘communal lunches’, which fostered a collaborative environment where ideas were exchanged, leading to the development of an educational framework in which architecture and structure coalesced. “I’m captivated by the very idea of Sint-Lucas. The design studio is a true wellspring of inventiveness,” says Guy. Both he and Dirk Jaspaert were instrumental in integrating engineering into architectural design. Guy points out that art and architecture education share a common core, with the entire curriculum based on a tripartite structure of design studio, hard sciences, and humanities. The Sint-Lucas curriculum is now embedded at the University of Leuven in the Faculty of Architecture, within the hard sciences. He ponders whether it might have been more advantageous for the Sint-Lucas programme to align with the humanities. This way, architecture could have developed in two distinct directions, with independent research paths. Indeed, both faculties are now required to collaborate on research, which excludes certain opportunities. As he discusses his ideas, the blank sheet of paper on the table does not remain empty for long. Using bold strokes of his pencil, he draws what he seeks to express. Between his sketches and reflections, a deep respect emerges, particularly for the architects with whom he has closely collaborated. We explore the concept of the pencil line, and Guy expounds upon it: “Architects create a line, and that line is rich. With experienced architects, the line is the result of great deliberation.” He describes it as a ‘reasoned’ line. Later in the conversation, I catch him contradicting himself. For example, he suddenly speaks of “an unreasoned pencil line, if you will”. This remark occurred while Guy was praising Le Corbusier’s Ronchamp chapel. He mentioned the anchoring of the building in the landscape, its human proportions, and the transition from inside to outside. “How the interior and exterior of that chapel relate to one another, I have no words to describe it. It lacks reason, so to speak. The design is a work of art. Ronchamp is a place of almost unparalleled beauty,” Guy emphasizes. The merging of engineering, art and architecture in the conversation is extremely compelling. I’m gradually starting to understand why I feel at ease at the table.

twee kanten. Klaas was altijd maar bezig over poëzie, over kunstenaars en ik probeerde recepten aan te bieden en studenten te triggeren om het structureel scherper te stellen,” getuigt Guy. Ook heeft hij lang een ontwerpatelier samen gedoceerd met Klaas, Marie-José Van Hee en Paul Robbrecht. Al snel wijst Guy op het belang van het ‘samen lunchen’ waarbij ze veel ideeën onder elkaar uitwisselden om een pedagogisch kader te creëren waar architectuur en structuur bijna niet meer van elkaar te onderscheiden vallen. “Ik ben begeistert door het idee van Sint-Lucas. Het ontwerpatelier is werkelijk een vat van inventiviteit,” gaat Guy verder. Zowel hij als Dirk Jaspaert vormden belangrijke spilfiguren om het ingenieurschap binnen te brengen in het architectuurontwerp. Guy merkt op dat het onderwijs in de kunsten op dezelfde manier is gestoeld als in de architectuur waar de driepoot, ontwerpatelier, exacte wetenschappen én menswetenschappen de gehele opleiding omvat. Vandaag is de Sint-Lucas-opleiding ingekanteld aan de Universiteit van Leuven in de faculteit Architectuur binnen de exacte wetenschappen. Hij vraagt zich af of het niet goed was geweest dat de Sint-Lucas-opleiding binnen de menswetenschappen was terechtgekomen. Dan had architectuur zich langs beide zijden kunnen ontplooiën met onderzoek dat zich apart kan ontwikkelen. Vandaag is het onderzoek immers verplicht samen voor beide faculteiten, wat mogelijkheden uitsluit. Terwijl hij mij over zijn projecten vertelt, valt op dat het witte blad papier op tafel niet lang blanco blijft. Met krachtige potloodstrepen maakt hij al schetsend duidelijk wat hij onder woorden tracht te brengen. Tussen zijn schetsen en gedachtes door, komt zijn grote bewondering naar boven voor de architecten met wie hij nauw heeft samengewerkt. We gaan dieper in op de potloodlijn en Guy specificeert; “De architecten trekken een lijn, die lijn is rijk. Bij een geoefende architect is die lijn een reflectie van lang nadenken.” Hij omschrijft het als een ‘beredeneerde’ lijn. Even later in het gesprek, betrap ik hem erop dat hij zichzelf ook wel eens graag tegenspreekt. Zo spreekt hij plots over “een potloodlijn waar bij wijze van spreken geen enkele beredenering in zit”. Het komt naar boven wanneer hij vol lof over Le Corbusier’s kapel van Ronchamps spreekt; de verankering in het landschap, de verhoudingen tot de menselijke schaal en de overgang van binnen naar buiten. “Hoe de binnen- en buitenruimte van die kapel zich tot elkaar verhouden, daar heb ik geen woorden voor. Daar zit als het ware geen enkele beredenering in. Het ontwerp is een kunstwerk. Ronchamps getuigt van een schoonheid die weinige keren nog overtroffen werd,” benadrukt Guy. Krachtig hoe tijdens dit gesprek ingenieurschap, kunstenaarschap en architectuurschap in elkaar overlopen. Ik begin stapsgewijs te begrijpen waarom ik me hier op mijn gemak voel aan de tafel.

Synchronicity

I find myself captivated by the pencil line, pondering its place in the era of digital draughtsmanship. In 2018, I wrote an essay, entitled ‘Ontwerpen van binnenuit’ [Designing from the Inside Out], exploring

De potloodlijn intrigeert me en ik vraag me af wat de rol is van de handgemaakte schets vandaag binnen een tijdperk waar het digitaal tekenen de bovenhand neemt. Ik schreef er een tekst over in

this very topic. I also debated the subject with Marie-José Van Hee and Paul Robbrecht. The architect's hand, like a dancer's body, traces an unseen choreography on a sheet of paper. In this respect, sketching is a form of improvisation during the design process. Because how can you draw something that you do not yet know? How can you write about something that you cannot yet express? How can you move in an unprecedented way?¹ At the garden table, I concentrate on how precisely Guy Mouton's hands move across the paper. I ask him: how does one attain such richness in a pencil line? "Twenty years of life experience," he laughs. "Looking around. Poking around. Surround yourself with craftsmanship and practical knowledge. But also, by culture and the arts. Have contact with all kinds of influences coming from everywhere and move amongst them." Travel is also a huge part of that experience. Guy recounts a moment of synchronicity during his collaboration with NU architectuuratelier. For the Green Ark project, their goal was to construct a wooden version of Candela's hyperbolic paraboloid, the '*Pabellón de Rayos Cósricos*' at the UNAM university in Mexico. At that moment, Guy was in Mexico, and he picked up the phone and reacted. "Candela? I'm right next to a Candela building!" It couldn't have been more serendipitous.

2018, getiteld 'Ontwerpen van binnenuit' en ging hierover in gesprek met Marie-José Van Hee en Paul Robbrecht. De hand van de architect die lijnen maakt op een blad papier, is verwant aan het lichaam van de danser die zoekt naar een ongeziene choreografie. In dat opzicht is schetsen tijdens het ontwerpproces een vorm van improviseren. Want hoe kun je tekenen wat je nog niet kent? Hoe kun je schrijven wat je nog niet kunt verwoorden? Hoe kun je anders bewegen dan voordien?¹ Aan de tafel buiten, focus ik me op de handen van Guy Mouton die zeer nauwkeurig over het blad papier bewegen en ik stel hem de vraag wat een mens moet doen om tot een dergelijke rijke potloodlijn te komen? "Twintig jaar levenservaring opdoen", antwoordt hij lachend. "Rondkijken. Rondneuzen. Je laten omringen door vakmanschap en praktische kennis. Maar ook door cultuur én de kunsten. Contact hebben met allerlei soorten invloeden die van overal komen en je daarin bewegen." Reizen maakt ook een groot deel uit van dat ervaren en zo vertelt Guy over een moment van synchroniciteit tijdens zijn samenwerking met NU architectuuratelier. Voor het ontwerp van de Groene Ark wilden ze een hyperbolische paraboloid maken zoals Candela, het paviljoen '*Pabellón de Rayos Cósricos*' op de universiteit UNAM in Mexico, maar dan in hout. Op dat moment was Guy in Mexico. Hij nam de telefoon op en reageerde; "Candela? Ik sta net naast een gebouw van Candela." Het kon niet mooier samenkomen.

Back, and go and come to the present

Architecture is directed towards the use of space, yet it is not space itself. This assertion leads to a broader reflection: that a fundamental aspect of architecture is order—that emerges through the ordering of spatial forms. The need for such ordering stems from a fundamental anthropological truth: as bodily spirits, we humans literally take up space, a reality that is undeniable and unavoidable. By necessity, we have a spatial relationship with the objects that surround us, as well as with each other, since we are also "spatial things" to each other. However, these spatial relationships are translated into actual things: we arrange the objects in our surroundings and create an ordered environment. I now believe that this principle is the foundation of all architecture. The aim is to arrange spatial forms to facilitate the use of space, use being understood in its broadest sense.

Willem Koerse, 1975. Terug, en gaan en komen naar heden. Een keuze uit de artikelen 71-81 uit het tijdschrift (wonen-) TA/BK, Van Loghum Slaterus, Deventer, p.284

I have decided to follow Guy's advice and life lessons, which will help me draw closer to his pencil line. Or let's say, who Guy is as a person, his attitude and that of his office. He expands on this, stating, "I collaborate with architects. I don't design on my own, barring a few exceptions. Stability is a part of it. I focus on the architecture of the structure." Mouton values structure as a key component of architecture, as it keeps the thing upright, it shapes the architecture, it structures the architecture. "I feel like an architect of the under-order," says Guy, referring to a 1981 text by Willem Koerse entitled 'Terug, en gaan en komen naar heden' [Back, and Go and Come to the Present]. "This text had a profound impact on me, as Koerse discusses

Ik besluit alvast de raad van Guy op te volgen en levenservaringen op te doen, om zo dichterbij zijn potloodlijn te komen. Of laten we zeggen, tot wie Guy is als mens, zijn attitude en dat van zijn bureau. Zo gaat hij verder: "Ik werk met architecten. Ik ontwerp niet alleen, op een paar uitzonderingen na. En de stabiliteit is daar een onderdeel van. Ik hou me bezig met de architectuur van de structuur." Mouton beschouwt de structuur als een belangrijk deel van de architectuur. Het houdt het ding recht, het vormt de architectuur, het structureert architectuur. "Ik voel me als een architect van de onderorde," waarbij Guy verwijst naar een tekst van Willem Koerse uit 1981, getiteld 'Terug, en gaan en komen naar heden'. "Het lezen van die tekst was een open-

the concepts of the under-order and the upper-order.” The under-order is more than the structure. In Mouton’s projects, architecture and structure are so intertwined that the structure simultaneously shapes the architecture. When talking about an under- and upper-order, the distinction between architecture and structure becomes blurred. What you’re speaking of, instead, is a certain backbone, something that characterizes the building and gives it an identity. When a structure tells a story, it creates an under-order, permanence, beauty and a sense of timelessness. In this respect, you could say that Mouton does not have a single attitude, but rather a myriad attitudes. Mouton is distinguished by its capacity to immerse itself in the way architects think, to follow their story. Not just as a pure listener, but as a fully-fledged partner in the conversation. The interaction between architects and engineers is a symbiotic relationship, and this is evident in the buildings that are born from this dialogue.

baring voor mij. Koerse spreekt over onderorde en bovenorde.” De onderorde is méér dan de structuur. Architectuur en structuur zijn in de projecten van Mouton vaak zo met elkaar verweven, dat de structuur tegelijk de architectuur vormgeeft. Wanneer je spreekt over een bovenorde en een onderorde, spreek je niet langer over een opsplitsing tussen architectuur en structuur. Je spreekt eerder over een zekere ruggengraat, iets dat het gebouw kenmerkt en identiteit geeft. Wanneer een structuur een verhaal vertelt, en mede een onderorde schept, dan getuigt een ontwerp vaak van een zekere duurzaamheid, schoonheid én tijdloosheid. Je zou kunnen stellen dat Mouton niet één attitude heeft, maar een veelheid aan attitudes. Mouton kenmerkt zich door hun capaciteit om bij projecten in de denkwijze van de architect te kunnen stappen, mee te gaan in hun verhaal. Niet als een pure luisteraar, maar als een volwaardige gesprekspartner. De dialoog die zo ontstaat tussen architect en ingenieur werkt kruisbestuivend en dat merk je aan de gebouwen die eruit voortkomen.

Distinguishable but Indivisible

The construction plays an important role in the under-order, not only to guarantee the solidity of the building, but also as a form-giver: at such a moment, construction is identical with design. It will be argued here that in the construction, the one, the solidity, cannot be separated from the other, the design. That is entirely correct – indivisible but distinguishable – both aspects are present at the same time. Solidity is an important requirement of overall functionality, but designing through construction requires a special focus and goes against the mindset that the architect ‘devises’ the form and the construction office then generates the constructions, for example.

Willlem Koerse, 1975. Terug, en gaan en komen naar heden. Een keuze uit de artikelen 71-81 uit het tijdschrift (wonen-) TA/BK, Van Loghum Slaterus, Deventer, p.284

I’m no longer sitting at the table outside Mouton’s office, but rather soaking up a wealth of life experiences as I write this text. As I stroll from Sint-Lucas to De Krook in Ghent, I make a pit stop at the Mokabon café. While ordering a coffee with whipped cream, I delve deeper into Willem Koerse’s words. He also noted that if form arises from order, and/or is coherent with it, then the spatial designer’s formal language and intuition for form are crucial. However, he emphasizes that the spatial designer does not operate in isolation, but rather is shaped by their education and experiences, making them a ‘child of their time’. “In other words, the under-order is influenced just as much by the zeitgeist as it is by the designer’s personal vision. It is rooted in a particular period and is not universal. However, this does not exclude the possibility of certain generalities, which can also be called intersubjectivity. Only by this characteristic can the under-order ‘tolerate’ several upper-orders,”²² Koerse writes. The word ‘intersubjectivity’ intrigues me. I’m filled with anticipation for the conversations I will have over the coming days with several of the architects Guy has worked closely with. Which tales will emerge from those discussions? What might their experiences of collaborating with Mouton have in common? As I sip my coffee, a sudden realization strikes me: my meeting with Guy

Ondertussen zit ik niet langer aan de tafel buiten bij Mouton, maar ben ik volop levenservaringen aan het opdoen tijdens het schrijven van deze tekst. Wandelend van Sint-Lucas richting De Krook in Gent, beslis ik even halt te houden in café de Mokabon. Terwijl ik een koffie met slagroom bestel, verdiep ik me verder in de woorden van Willem Koerse. Zo stelt hij ook dat als de vorm voortkomt en/of samenhangt met ordening, dat betekent dat de vormtaal en vormintuïtie van de ruimtelijke vormgever belangrijk zijn. Wel wijst hij erop dat die vormgever nooit vanuit een geïsoleerde positie werkt, maar via zijn/haar opleiding en ervaring ook een ‘kind van zijn/haar tijd’ is. “De onderorde is met andere woorden debet aan de ‘tijdsgesest’ als aan de persoonlijke opvattingen van een ontwerper en is derhalve tijdgebonden en niet universeel. Wat overigens niet verhindert dat er een zekere algemeenheid, die ook intersubjectiviteit genoemd kan worden, aanwezig moet zijn – want slechts door dat karakter kan een onderorde meerdere bovenorden ‘gedogen’,”²² schrijft Koerse. Het woord ‘intersubjectiviteit’ intrigeert me. Mijn verbeelding gaat uit naar de gesprekken die ik de komende dagen zal voeren met enkele van de architecten met wie Guy nauw heeft samengewerkt. Welke verhalen zullen in die gesprekken naar boven komen? En wat zal elk van hun afzonderlijke

in the Voskenslaan wasn't my first encounter with him. In fact, I had previously come across Mouton's work. In 2019, while working at Robbrecht en Daem architecten, I wrote the competition text for the 'Friendly Tower' in Houthulst, a joint design with Mouton. Once home, I take the competition book from my filing cabinet and decide to re-read the chapter entitled 'Een verweven circulatie—de helix als beweging, energie en dans' [An interwoven circulation—the helix as movement, energy and dance].

ervaringen met Mouton mogelijks met elkaar gemeen hebben? Terwijl ik mijn koffie leegdrink, beseft ik dat mijn ontmoeting met Guy in de Voskenslaan, niet mijn allereerste ontmoeting is geweest. Ik kwam reeds eerder in aanraking met het werk van Mouton. In 2019 schreef ik vanuit Robbrecht en Daem architecten aan de wedstrijdtekst voor de 'Vriendelijke Toren' in Houthulst; een ontwerp in samenwerking met Mouton. Eens thuis, neem ik de wedstrijd bundel uit mijn archiefkast en beslis het hoofdstuk getiteld 'Een verweven circulatie – de helix als beweging, energie en dans' nog eens opnieuw te lezen.

The Helix as Movement, Energy and Dance

The tower's primary activity, which is known, consists of ascending, looking out and admiring. But for us, meeting, gathering and experiencing were just as important. All of these layers were integrated into the design from the start. This is why you will find a double circulation system at the core of this structure. Unlike traditional observation towers, where a single path leads to the summit, this one features two staircases, providing a feeling of autonomy and freedom of choice. One staircase could perhaps be seen as inherently asocial. Someone may walk in front of or behind you, but rarely next to you, step by step. With the two staircases, it is different. They interweave a social character with the tower, in fact. They also allow people to ascend and descend simultaneously, from landing to landing. The double circulation makes each visit to the tower very special. The way forward is not necessarily the way back, so you keep discovering and rediscovering the tower. You don't need to retrace your steps; it is, as it were, an infinite walk. The helix's movement is like a spark jumping, radiating energetic power. Spinning around each other, like a dance. As though it were a waltz, which you commence with prudence, with the correct distance between both steps, to ultimately arrive, just before the top, in an intense convergence, at one unified staircase, in a final turn towards the view. This dual rotation, which I propose we call the 'poetic heart' of the tower, not only embodies a profound sense of artistry, but is also structurally important. Intertwining the two circulations results in a very stable yet extremely elegant construction. The two staircases are interwoven evenly with the tower and may appear identical, but are visually distinct from each other.

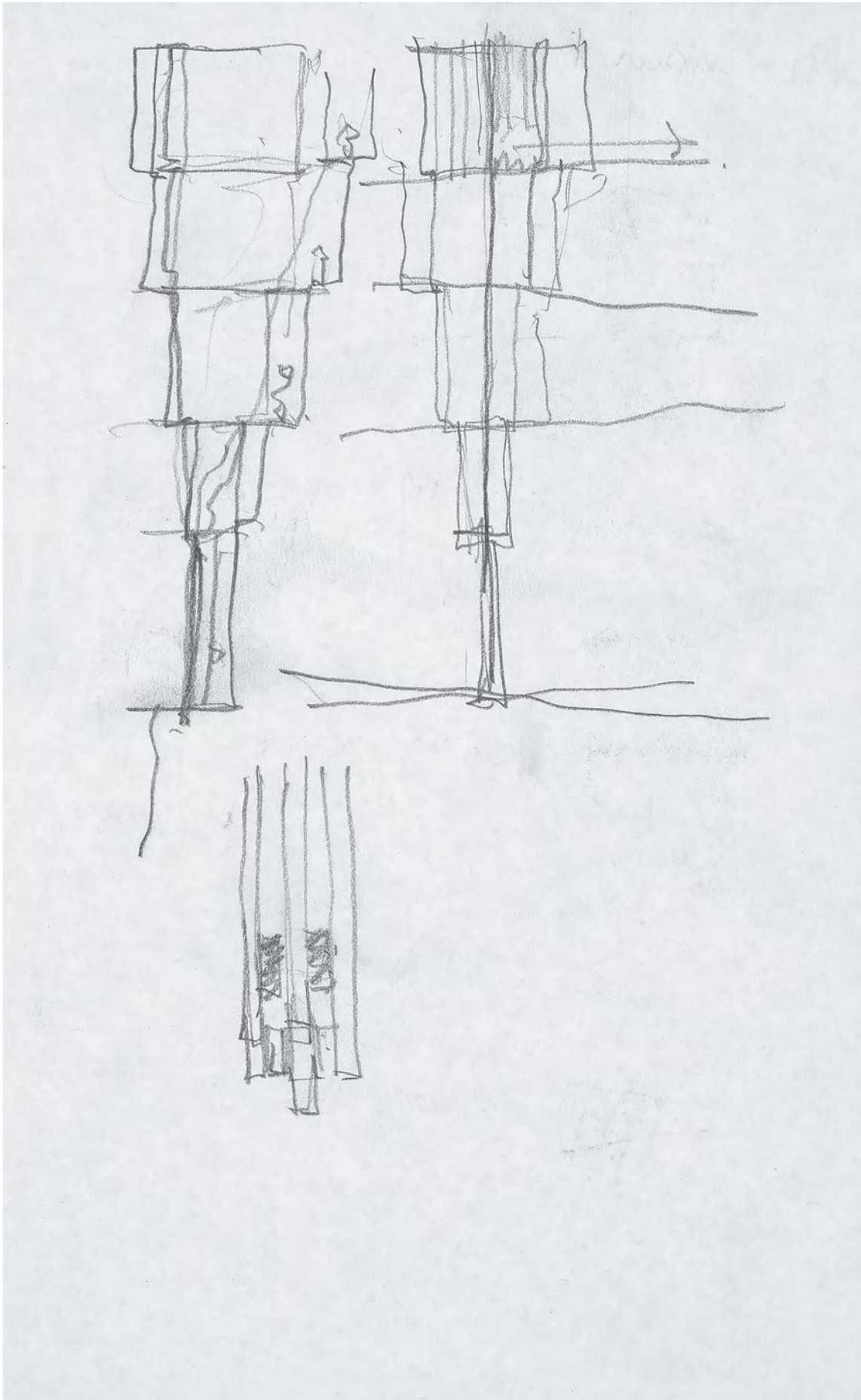
Jolien Naeyaert, commissioned by Robbrecht en Daem Architecten & Mouton, 2019. *Vriendelijke Toren*. Wedstrijdbundel uitkijktoren Houthulst, p.15

It takes me back to an inspiring time with my former colleague, Jonas Vanbelle. Back then, along with Paul, he spoke to Guy the most. I remember Jonas praising him, saying that he would never forget their dialogues. I'm touched by how accurately the competition description for the project captures Mouton's attitude. The double circulation seems like a metaphor for the architecture-structure dialectic. The combination of words such as 'admiring', 'meeting', 'gathering', 'experiencing', 'socialising', 'infinity', 'moving', 'energetic power', 'poetic heart', 'structure' and 'intertwining' captures the layered heart of what makes Mouton Mouton. The two staircases, which revolve around each other, symbolize a harmonious relationship, evoking a sense of sisterhood. Or to take it further, it recalls a sense of twinship. This also came up during our conversation on synchronicity, which took place in Voskenslaan. The instant Guy reveals to me that

Meteen word ik terug geponeerd naar de bijzondere tijd met mijn voormalig collega Jonas Vanbelle. Het was vooral hij en Paul die met Guy destijds in dialoog gingen. Ik herinner me nog dat Jonas lovend sprak over Guy en hoe hun dialogen hem altijd zouden bij blijven. Mij raakt het ook dat de woorden die het ontwerp in wedstrijd fase verbeelden, zowat de essentie bevatten van de attitude die Mouton in zich draagt. De dubbele circulatie lijkt wel metafoor te zijn voor de dialectiek architectuur-structuur. Evenals de woorden "bewonderen, ontmoeten, samenkomen, beleven, sociaal, oneindig, beweging, energetische kracht, poëtisch hart, structuur, verweven" raken aan de gelaagde kern van wat Mouton tot Mouton maakt. De twee trappengedaantes die rond elkaar cirkelen, verbeelden een symbiose die doet denken aan een vorm van zusterschap. Of om het nog verregaander te stellen, doet het denken aan tweelingen. Het kwam trouwens aan bod tijdens ons gesprek



Jolien Naeyaert, *Untitled*, 2024, November 1. Pencil on paper, Level Five Brussels, Ganshoren



Guy Mouton, *Rusland*, 2021, October 29. Pencil on paper, elective 'Poetic Stability—Stable Poetry' at KUL, Ghent

he has not just one older sister, Erna, but also twin sisters Dina and Gerda, I remark that twins have regularly crossed my path lately. I inquire what this might mean? There is no answer for the time being, but the question lingers in my mind and consumes my thoughts.

I mention my love of dance and how it relates to architecture and stability. For me, it's very much about being connected with your body. I currently incorporate many different forms of embodied knowledge into my artistic practices. These include handmade drawings, dance, poetry and musical improvisation. Last year, in a debate³ with Dirk Jaspaert at Sint-Lucas, I talked about the master's studio, which I both initiated and teach there, entitled: 'Eros and embodied knowledge. Towards the reinvention of the architecture practice'⁴. Each year we begin with Audre Lorde's essay 'Uses of the Erotic: The Erotic as Power'. I lead dance workshops for students and take them to the Sonian Forest to interact with trees. Dirk asked me why we went to the forest instead of a café? I can understand his suggestion of putting dialogue first. But for me, it is just as important to be in touch with your own body, with that erotic, life-giving and creative force. Countless people are chronically stressed all day long. But how can you understand gravity, let alone stability and load path analysis, if you're not grounded yourself? Guy responds, "You're telling me, quite literally, what my younger sister says. Her name is Dina. She is deeply immersed in the world of dance, alongside her twin sister, Gerda, who practises Tai Chi. She's an architect and more reasoned, if you will. Dina, on the other hand, is artistic and spiritual. She's unreasoned, in a manner of speaking. Sometimes they swap roles. Each of them possesses both qualities. Dina does everything except writing. We are four, but I'm not sure any of us can write well," Guy says. "I certainly can't," he adds. I reply, "Then I will." So it came to pass, and my role was shaped. I transform myself into the writing sister, and I take this role to heart. At the same time, I choose not only to let my own voice reverberate, but also those of the other sisters. As if they're echoes holding the space for the language of poets.

It reminds me of the double circulation in the 'Friendly Tower'. Today, the design has evolved in such a way that only one staircase remains. It gives me a strange feeling, as if I am experiencing the emptiness of the stairs that once existed during the competition phase. It brings me to another thought, which is the 'Vanishing Twin Syndrome'. This happens when a twin dies early in pregnancy. It can happen as soon as six or eight weeks, and has a profound effect on the other half. People go looking for their missing part without knowing what they are seeking.

in de Voskenslaan toen we het over synchroniciteit hadden. Op het moment dat Guy me laat weten dat hij naast zijn oudere zus Erna, ook tweelingzussen Dina en Gerda heeft, liet ik hem weten dat de laatste tijd tweelingen vaak mijn pad kruisen. Ik stel de vraag wat dat zou kunnen betekenen? Het antwoord blijft voorlopig uit. Maar het zindert na en het houdt me bezig.

Ik sprak toen ook over mijn liefde voor dans en wat dat mogelijks met architectuur en stabiliteit te maken heeft. Voor mij gaat het heel hard over geconnecteerd zijn met je lichaam. In mijn huidige artistieke praktijk omarm ik lichamelijke kennisvormen; tekenen met de hand, dansen, poëzie schrijven en muziek improviseren. In een debat³ met Dirk Jaspaert op Sint-Lucas vorig jaar, vertelde ik over de masterstudio die ik er geef en initieerde, getiteld: 'Eros and embodied knowledge. Towards the reinvention of the architecture practice'⁴. Elk jaar vertrekken we van een essay van Audre Lorde, 'Uses of the Erotic, The Erotic as Power.' Ik geef er dansworkshops aan de studenten en neem ze mee naar het Zoniënwoud om in contact te treden met bomen. Dirk stelde me de vraag waarom we niet gewoon op café gaan in plaats van naar het woud? Ik kan zijn voorstel begrijpen in het vooropstellen van de dialoog. Maar voor mij is het evenzeer belangrijk om in contact te staan met je eigen lichaam, met die erotische kracht die een soort levensenergie is en bron van creativiteit. Veel mensen lopen hele dagen gestresseerd rond. Maar als je zelf niet geaard bent, hoe kan je dan de zwaartekracht, laat staan stabiliteit en een lastendaling begrijpen? Waarop Guy reageert: "Jij vertelt letterlijk wat mijn jongste zus ook zegt. Dina. Ze werkt veel met dans en heeft een tweelingzus die Tai Chi doet, Gerda. Zij is architect en is meer beredeneerd laten we zeggen, terwijl Dina kunstzinnig en spiritueel is. Onberedeneerd als het ware. Al wisselen ze soms ook in die rol. Ze hebben werkelijk beide kwaliteiten in zich. Dina doet vanalles, alle vormen van kunst met uitzondering van schrijven. Ik weet niet of iemand van ons vier goed kan schrijven. Ik zeker niet," specificeert Guy. Waarop ik antwoord; "Dan zal ik dat doen." En zo ging het, mijn rol werd vormgegeven. Ik transformeer tot de schrijvende zus en neem deze rol ter harte. In datzelfde moment beslis ik niet alleen mijn stem maar ook die van andere zussen te laten weergalmen, als waren het echo's die de ruimte vasthouden voor de taal van poëten.

Het doet me terugdenken aan de dubbele circulatie in de 'Vriendelijke Toren' van Houthulst. Vandaag is het ontwerp zodanig geëvolueerd, dat er slechts één trap meer overblijft. Het geeft me een vreemd gevoel, alsof ik de leegte ervaar van de trap die er in wedstrijd fase ooit geweest was. Het brengt me tot een andere gedachte, die van het 'Vanishing Twin Syndrome'. Dit komt voor wanneer één tweeling verloren gaat in de zeer vroege stadia van de zwangerschap. Dat kan al vanaf zes tot acht weken zijn en het effect op de andere helft is groot. Mensen gaan op zoek naar hun ontbrekende deel zonder te weten wat ze zoeken.

Boiler House, Transfo Site, Zwevegem

192 New skin for the old
boiler house / Nieuwe
huid voor het oude
ketelhuis

198 Bridge between two
walls / Brug tussen
twee wanden

architect:
Coussée & Goris
architecten and RCR
Aranda Pigem Vilalta
arquitectes
client:
Municipality of
Zwevegem
contractor:
Monument
contractor steel:
Verhofsté
site:
Zwevegem, Blokellestraat
completed in 2019

The former industrial site along the canal in Zwevegem was powered by a vast boiler house—an enormous coal-fired power station, a true steel masterpiece! The boiler house consists of two steam boilers that simultaneously serve as the load-bearing structure of the building, around which a thin steel truss facade was constructed, infilled with half-brick masonry. While the power station was operational, the continuous heat generation kept the delicate facade sufficiently dry. After decommissioning, however, the building fell into decay.

The restoration process began with the removal of corrosion and the treatment of the steel structure. In the second phase, measures were taken to prevent further deterioration. The architects decided to encase the existing facade within a glass envelope. This new glass facade elevates the building's status, transforming it into a carefully preserved artefact of industrial heritage, shielded from the ravages of time.

To minimise structural intervention, a lightweight facade system was developed. By suspending the new facade, the vertical mullions are subjected to tensile forces, allowing for an extremely slender, buckling-free structure (→ *buckling*). A glasses-like structure was installed at the top of the boiler house, from which the window frames, suspension rods and glass profiles are suspended in a carefully orchestrated sequence.

More than just a mechanical assembly, these components are intricately interwoven (→ *weaving*)—one element hangs from another, simultaneously connecting the previous element, clamping the next, or serving as the window profile for yet another. The result is a refined, artisanal and sharply detailed construction, in dialogue with the riveted steel framework of the boiler house.

A new pedestrian bridge spans 26 metres, providing access to the boiler house. Rust-brown plate girders rise above eye level, creating a seamless extension towards the canal of the new concrete corridors within the complex. The fully welded bridge in weathering steel shows how it was constructed. Transverse ribs, plate girders and stiffening ribs enclose the pedestrian. The bridge succeeds in connecting nicely to the existing technical service ducts.

De oude fabriekssite langs het kanaal in Zwevegem had als energievoorziening het grote ketelhuis: een reusachtige stookcentrale op steenkool, een waar stalen kunstwerk! Het ketelhuis bestaat uit twee stoomketels die tegelijk de dragende structuur van het gebouw vormen en waarrond een dunne, stalen vakwerkgevel is opgetrokken, gevuld met halfsteens metselwerk. Door de werking van de energiecentrale ontstond er genoeg warmte om de kwetsbare gevel droog te houden. Na de stopzetting van de energieproductie raakte het gebouw in verval.

Voor de restauratie is in een eerste fase de opgetreden corrosie weggewerkt en het staal behandeld. In een tweede fase moest nieuwe schade voorkomen worden. De architecten besloten om een glazen stulp rondom de bestaande gevel te plaatsen. De nieuwe glazen gevel verleent het gebouw een bijzonder architecturaal statuut. Het wordt verheven tot een kostbaar artefact uit een industrieel verleden, dat zorgvuldig beschermd wordt tegen de tand des tijds.

Om zo minimaal mogelijk in te grijpen is gezocht naar een zeer lichte gevelconstructie. Door de nieuwe gevel op te hangen, worden de gevelstijlen in trek belast en kon een

uiterst slanke, knikvrije structuur (→ *buckling*) bekomen worden. Bovenaan het ketelhuis is een brilvormige structuur voorzien waaraan de raamkaders, trekkers en glasprofielen in specifieke volgorde zijn opgehangen.

Meer dan louter een meccano, zijn de componenten onderling verstrengeld (→ *weaving*). De ene hangt aan de andere, koppelt intussen de vorige, klemt de volgende in, of is de glaslat voor nog een andere. Er ontstaat een samengestelde, ambachtelijke en scherpe constructie, die aansluiting vindt bij de staalstructuur van het ketelhuis met haar karakteristieke klinknagels.

Een nieuwe voetgangersbrug biedt, met zijn overspanning van 26 m, toegang tot het ketelhuis. Roestbruine wandliggers zijn opgetrokken tot boven ooghoogte, waardoor de brug een verlenging is van de nieuwe, betonnen gangen in het complex, in de richting van het kanaal. De volledig gelaste brug in weervast staal toont hoe ze is opgebouwd. De dwarse ribben, de wandliggers en de verstijvingsribben omsluiten de voetganger op de brug en tegelijk gaat de brug een dialoog aan met de bestaande techniekenkanalen.

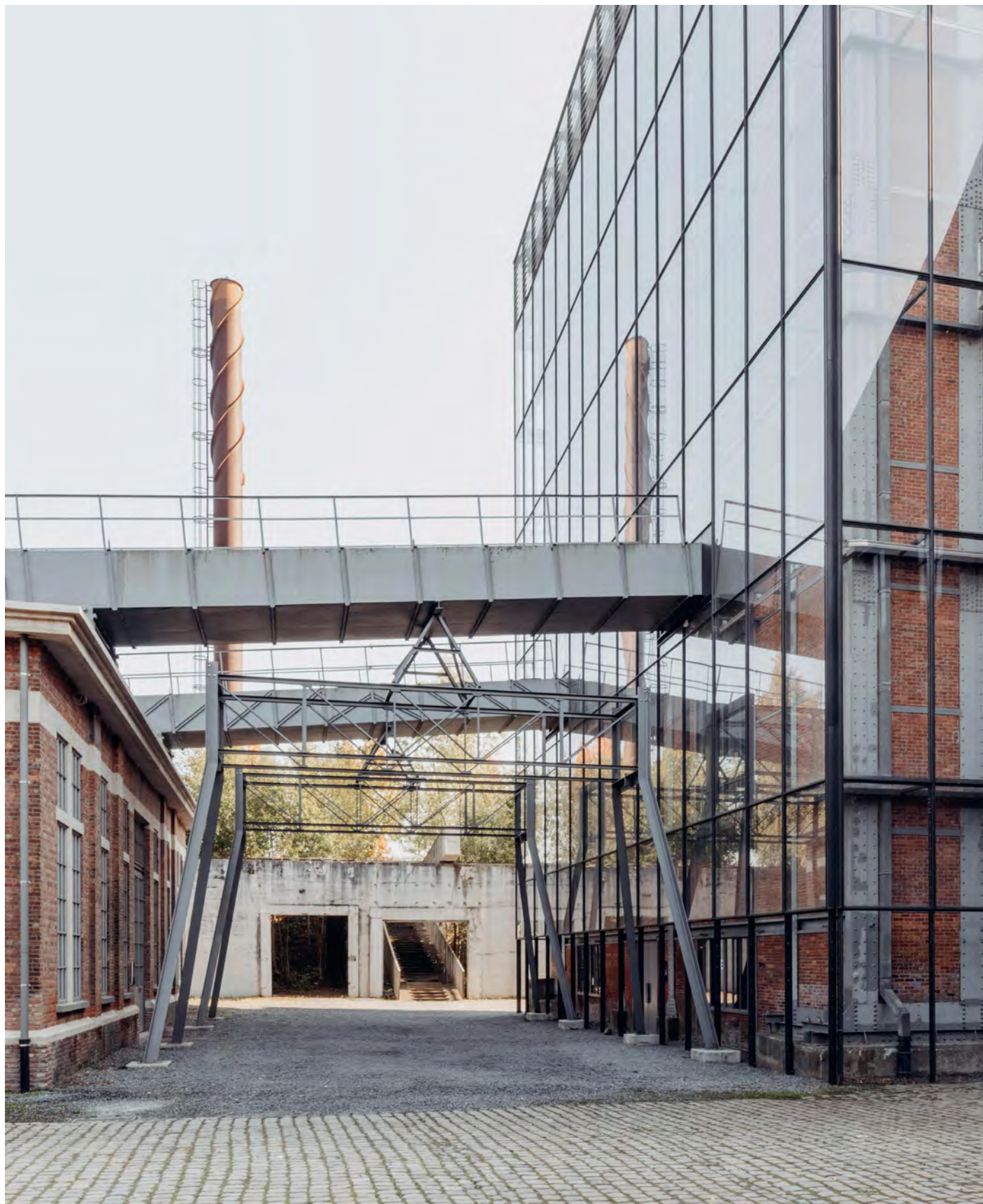


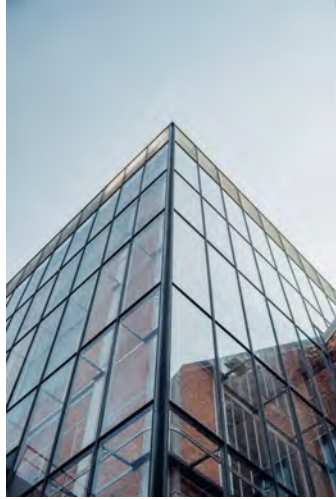


0 10 m

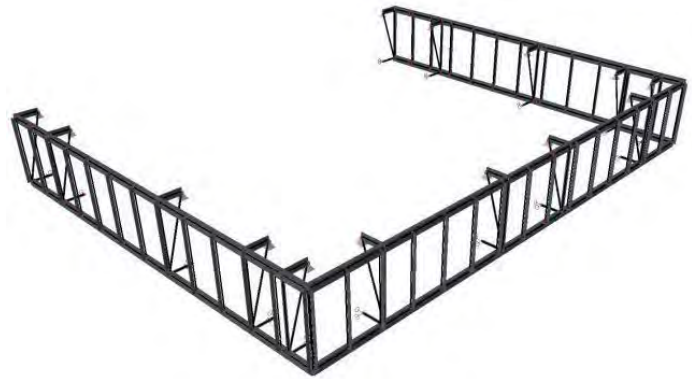


New skin for the old boiler house / Nieuwe huid voor het oude ketelhuis





The glass facade is positioned 0.8 to 1.2 m in front of the restored brickwork facade. Comprising 1.65 m wide by 4.00 m high modules, it envelops the 30 m high structure like a second skin. Encased in slender steel profiles, the glazing forms a fine enveloping filter that not only contrasts with the massive brick facade, but also enhances its presence. | De glasconstructie wordt met een tussenruimte van 0,8 tot 1,2 m voor de gerestaureerde bakstenen gevel geplaatst. De nieuwe gevel bestaat uit modules van 1,65 m breed en 4,00 m hoog en is als een tweede huid om het 30 m hoge gebouw gewikkeld. Het glas, gevat in ranke stalen profielen, vormt een fijne, omhullende filter, die met de massieve bakstenen gevel niet enkel contrasteert, maar hem ook versterkt.

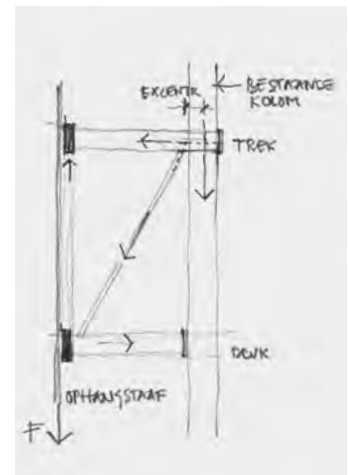


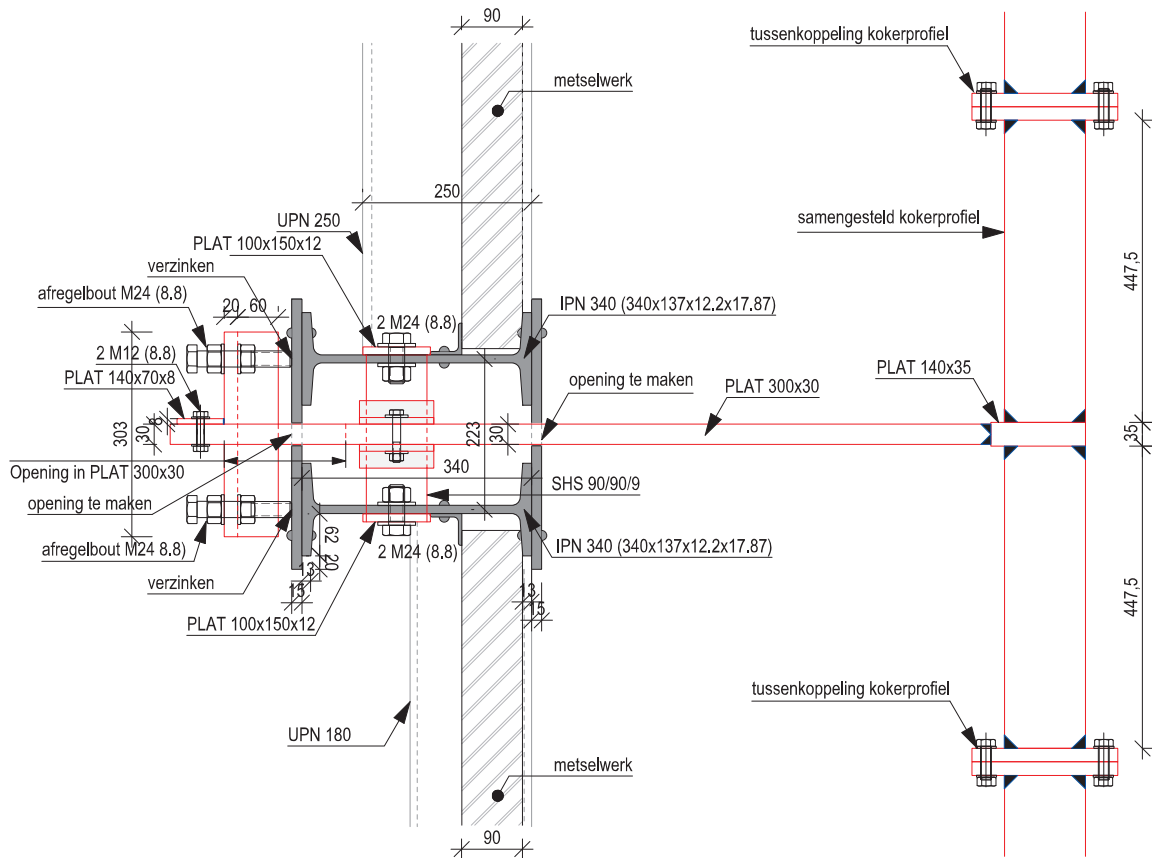
The suspension system is anchored to a cantilevered framework at the top of the boiler house, situated 24 m above ground level. The cantilever is formed by 14 single-cell trusses mounted on each existing facade column. Because the spacing between the supports in the existing building varies considerably (between 1.88 m and 8.14 m), a solid 120 × 320 mm bottom beam is provided to distribute the loads. Vertical tie rods connect this to a 120 × 320 mm top beam to prevent excessive deflection and to stabilise (→ *strength, stiffness*) the upper facade section. | Het ophangstelsel bestaat uit een uitkragende constructie ter hoogte van de bovenste verdieping van het ketelhuis (op 24 m hoogte). De uitkraging wordt gevormd door 14 ééncellige vakwerken die op iedere bestaande gevelkolom worden gemonteerd. Omdat de afstanden tussen de steunpunten in het bestaand gebouw sterk variëren (tussen 1,88 m en 8,14 m), wordt een massieve onderregel 120 × 320 mm voorzien die de lasten verdeelt. Verticale trekkers verbinden deze met een bovenregel 120 × 320 mm om te grote doorbuigingen te voorkomen en om het bovenste gevelgedeelte te stabiliseren (→ *strength, stiffness*).



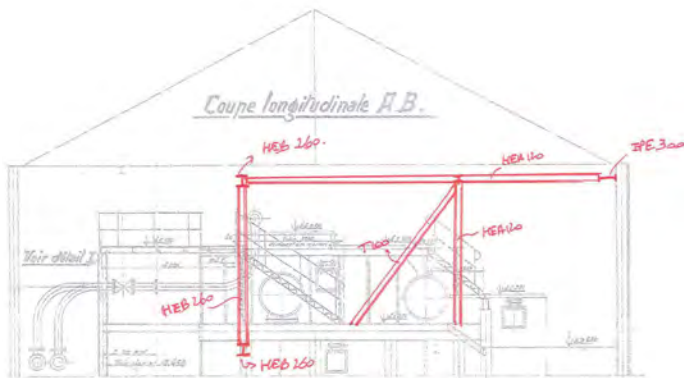
The 24 m high facade structure adds only approx. 1500 kg/m of vertical load. This can be absorbed by the existing facade columns. The images, taken from the inside and outside of the facade column, illustrate how the suspension system extends its 'legs' through the existing column into the interior. | De 24 m hoge gevelconstructie verhoogt de verticale belasting met benaderend slechts 1500 kg/m wat via de bestaande gevelkolommen afgedragen kan worden. De foto's, genomen aan de binnen- en buitenzijde van de gevelkolom, tonen hoe het ophangstelsel als een bril is waarvan de benen doorheen de bestaande kolom naar binnen steken.

It was not possible to suspend the entire facade from a single line cantilevered, however, as this would have created excessive bending moments in the existing column. By designing a single-cell truss, these bending moments were converted into tensile and compressive forces, respectively transferred via the upper and lower beams. The tensile force in the upper beam is transferred to the internal boiler framework. The compressive force in the lower beam is directed towards the floor slab. | Het was niet mogelijk om de hele gevel op één lijn uitkragend op te hangen omdat dit een te groot buigmoment op de bestaande kolom zou uitoefenen. Door een ééncellig vakwerk te ontwerpen kan het buigmoment opgesplitst worden in een trek- en drukkracht, respectievelijk doorgegeven via de bovenste en onderste regel. De trekkracht in de bovenste regel wordt met bijkomende trekkers naar de ketelconstructie afgedragen. De drukkracht in de onderste regel wordt naar de vloerplaat afgeleid.

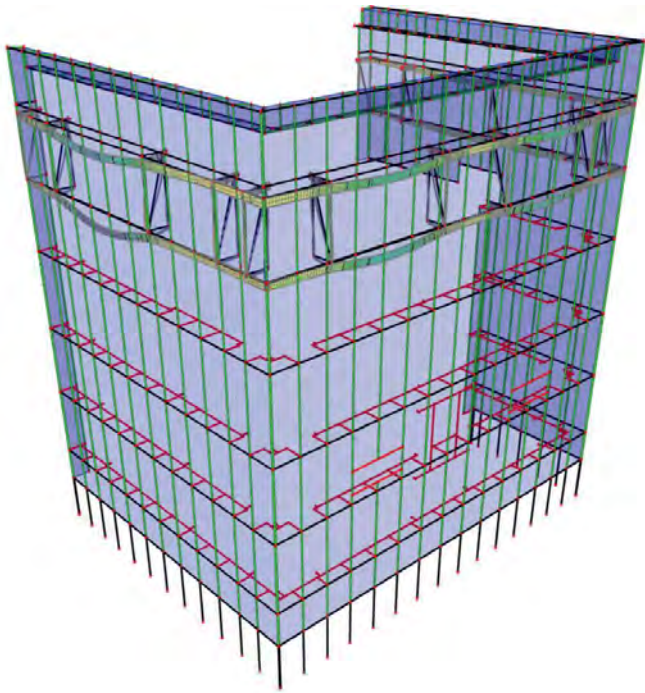




The upper legs of the glasses-like structure pass through the columns of the boiler house. These historic columns consist of two IPN340 profiles, riveted together with a steel plate. A slot was cut through this connection plate, and a steel box section and Teflon serve as a bearing surface. This allows the new facade's steel beams (30 × 300 mm flat steel) to slide inwards. A U-shaped profile with two bolts (see image on the previous page) enables fine adjustments to level the trusses. De bovenste benen van de 'bril' steken doorheen de kolommen van het ketelhuis naar binnen. Deze oude kolommen bestaan uit twee IPN340 profielen die met een staalplaat en klinknagels zijn verbonden. In die verbindingenplaat wordt een sleuf geslepen en een koker met teflon geplaatst om als oplegpunt te fungeren. Zo kunnen de regels (platstaal 30x300 mm) van de nieuwe gevel naar binnen schuiven. Door middel van een U-vormig profiel voorzien van twee bouten (zie foto op vorige pagina) kan de regel waterpas gezet worden.



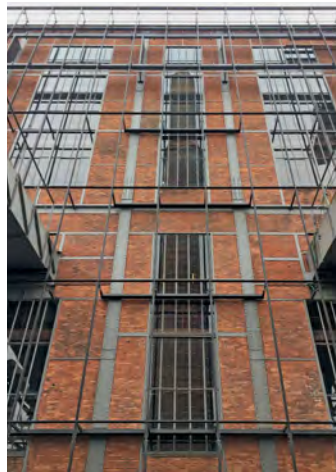
Since the boiler house is a listed monument, all structural interventions within the interior are reversible and executed in untreated steel, matching the existing framework. The upper beam of the glasses-like structure exerts a horizontal tensile force of up to 60 kN (SLS) (→ *limit states*) on the existing facade column, which was not designed originally to accommodate such forces. The east and west facades pull in opposite directions, so by linking these two facades with tension rods, the tensile forces are largely neutralised. The horizontal forces from the north facade are ultimately transferred to the robust boiler structure via new tension members. Aangezien het ketelhuis een beschermd monument is, zijn alle structurele ingrepen in het interieur omkeerbaar en uitgevoerd in onbehandeld staal (het staal vooraan op de foto), gelijkwaardig aan de bestaande structuur. De bovenste regel van de bril-structuur oefent een horizontale trekkracht uit (tot 60 kN BGT) (→ *limit states*) op de bestaande gevelkolom, die hier niet op voorzien is. De oost- en westgevel liggen tegenover elkaar en trekken dus in tegengestelde richting. Door deze twee gevels met trekkers te verbinden kunnen we de trekkrachten grotendeels wegwerken. De horizontale krachten uit de noordgevel worden tenslotte met nieuwe trekkers overgezet op de robuuste ketelstructuur.



The mullions are steel suspension rods, each 24 m in length, suspended from the glasses-like structure. To transfer wind loads to the facade, these 130 × 15 mm vertical tension rods are braced against the facade every 4 m with a pinned spacer. | Stalen trekkers van 24 m lengte worden aan de bril-structuur opgehangen. Om windlasten naar de gevel te kunnen doorgeven worden deze 130 × 15 mm verticale trekkers met een scharnierende afstandhouder om de 4 m tegen de gevel afgesteund.



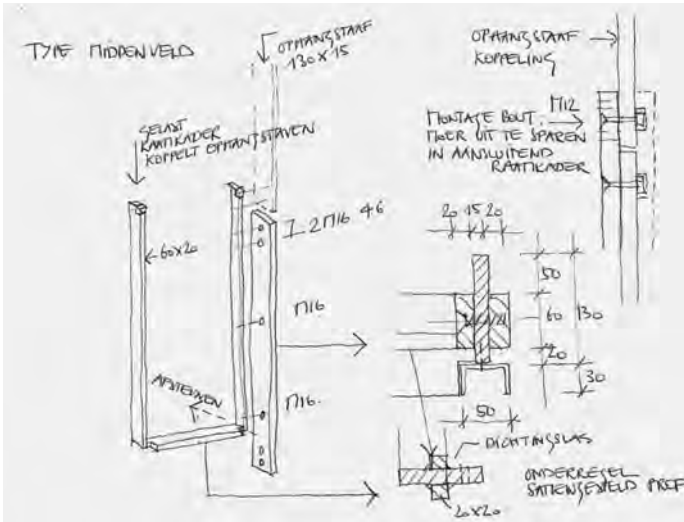
After installing the glasses-like structure and the 136 wind braces distributed across the facade, the mullions and window frames were simultaneously suspended from top to bottom. These elements are intricately interwoven: the window frames are hung from the mullions while also acting as the connecting elements between rod segments. | Na montage van de bril-structuur en de 136 windsteunen verspreid over de gevel, worden trekkers en raamkaders gelijktijdig van boven naar beneden opgehangen. Ze vormen immers een vervlochten geheel: de raamkaders hangen op aan de trekkers, maar zijn tegelijk ook de koppelstukken tussen twee trekker-segmenten.



The frictional effect of the wind on the glass facade is transferred to the brick wall using horizontal comb structures. These consist of a UPN profile with rigidly welded flat-steel brackets. The 22 m wide steel facade will expand 11.6 mm (5.8 mm at each end) at a temperature variation of 40 degrees. The position of the comb structures is carefully chosen to accommodate this expansion while maintaining the integrity of the facade. | Het wrijvend effect dat de wind uitoefent op de glashuid, wordt door middel van horizontale kammen overgebracht naar de bakstenen wand. Deze kammen zijn samengesteld uit een UPN-profiel waarop momentvast platstalen stekers zijn verbonden. De ruim 22 m brede stalen gevel zal bij een temperatuurverschil van 40 graden 11,6 mm uitzetten (5,8 mm aan ieder uiteinde). De horizontale kam houdt de glasgevel vast en de positie van de kam wordt dus oordeelkundig gekozen om uitzetting van elke gevel toe te laten.



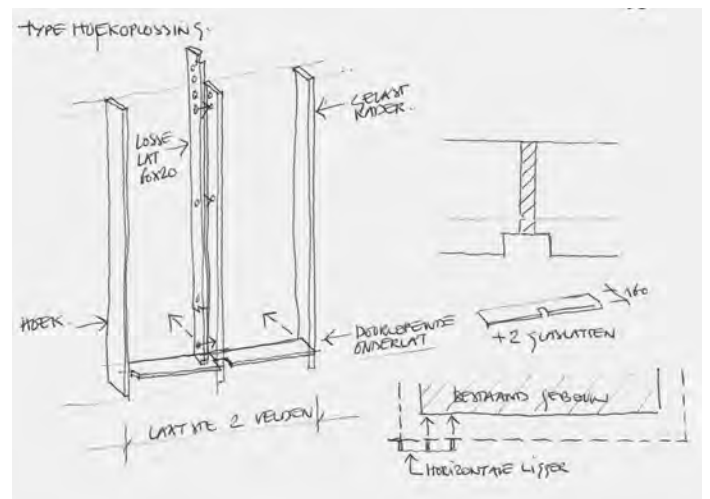
The vertical mullions extend down to ground level, not for structural reasons, but to make the structure less unsettling. As the architect put it, 'to give the structure a sense of grounding'. | De gevelstijlen worden doorgetrokken tot op het maaiveld, niet omwille van structurele redenen, maar om de hangende gevelconstructie minder bevreemdend te maken, of met de woorden van de architect gezegd: 'om de structuur grond te geven'.



The window frame consists of a U-shaped assembly of welded 60 × 20 mm steel slats. Additional flat steel sections form a rebate against which the glass is placed. Once installed, an external hot-rolled U-profile is mounted as an outer glass bead. Het raamkader is een U-vorm van aan elkaar gelaste latten 60 × 20 mm. Met afzonderlijke platstalen latten wordt een slag gemaakt, waartegen het glas geplaatst kan worden. Na plaatsing, wordt een bijkomend warmgewalst U-profiel, als buitenliggende glaslat gemonteerd.



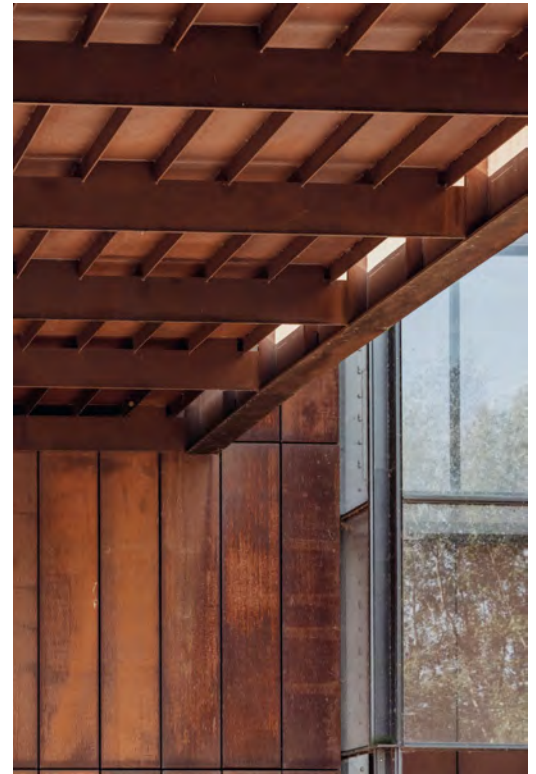
To prevent damage to the painted profiles when tightening the bolt heads, standard bolts are used in recessed cavities instead of counter-sunk bolts. The connection between two tie rods via a window frame is made using conventional protruding bolt connections. This creates a hierarchy between the types of bolts: those used for assembling the flat steel sections and those used for connecting the modules. The latter reference the historic rivets in the original facade. Om bij het aandraaien van de kop van de bout beschadiging aan de verf van de profielen te vermijden, worden geen verzonken, maar klassieke bouten in uitgespaarde kamers voorzien. De koppeling van twee trekkers via een raamkader, gebeurt met klassieke, uitstekende boutverbindingen. Zo treedt een hiërarchie op tussen de bouttypes, met name deze gebruikt voor het samenstellen van de platstalen latten en deze om de modules te verbinden. Die laatste verwijzen naar de historische klinknagels in de oude gevel.



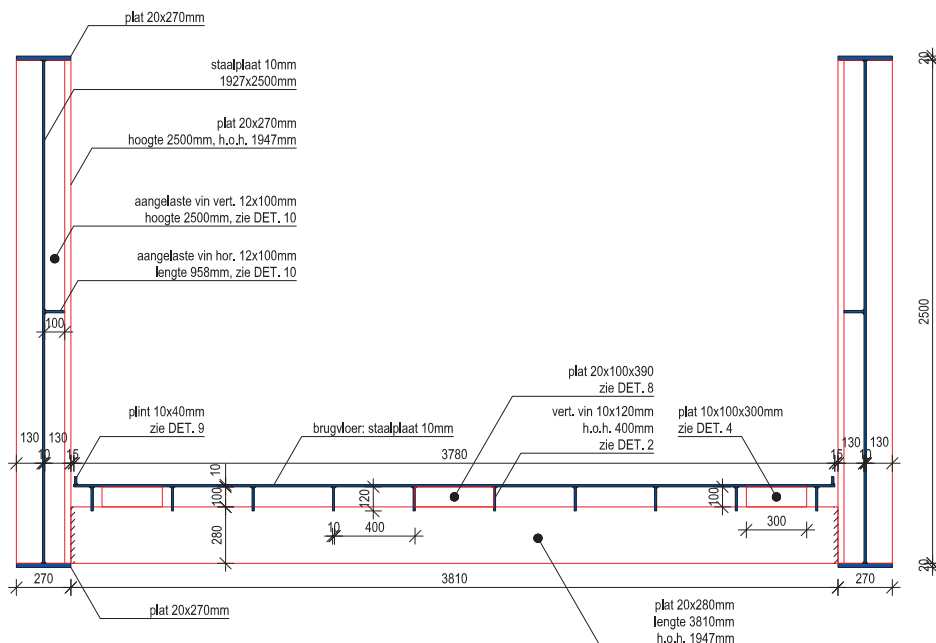
At the building's corners, the window frames can no longer be horizontally supported by the facade. To address this, a horizontal slat extends from the penultimate window frame, onto which an additional module is attached. This approach gives the corner a very slender detailing. Op de hoeken van het gebouw kan het raamkader niet meer horizontaal gesteund worden tegen de gevel. Vanuit het voorlaatste raamkader loopt een horizontale lat door waarop een extra module aanzet. Zo kunnen de hoeken slank gedetailleerd blijven.



The U-shaped ribs prevent the upper flange of the plate girder from buckling (→ *lateral-torsional buckling*), exaggerated in the drawing. | De U-vormige ribben voorkomen dat de bovenregel van de wandligger zou uitkippen (→ *lateral-torsional buckling*).



On the bottom profile of the U-shaped ribs, vertical fins (10 × 120 mm) are positioned at 40 cm intervals. The bridge deck consists of a 10 mm steel plate which, by resting within the U-shaped ribs, allows for a subtle gap at the edges, permitting natural light to filter through. | Op de onderregel van de U-vormige ribben liggen om de 40 cm opstaande vinnen van 10 × 120 mm. Deze dragen het brugdek, een staalplaat van 10 mm dikte. Doordat deze in de U-vormige rib ligt, ontstaat aan beide zijkanten van de staalplaat een mooie lichtdoorlatende spatie.



The steel deck ensures the bridge's horizontal stability. It is connected to the bottom profile of the U-shaped ribs via welded plates (10 × 100 × 300 mm). A centrally welded plate (100 × 20 mm) prevents lateral buckling (→ *lateral-torsional buckling*) of the lower flange. | De staalplaat van het vloerdek zorgt voor de horizontale stabiliteit. Ze is verbonden met de onderregel van de U-vormige ribben dankzij opgelaste plaatstalen latten van 10 × 100 × 300 mm aan de randen van het vloerdek. De middelste opgelaste plaat van 100 × 20 mm verhindert dat de onderregel van de rib zou kippen (→ *lateral-torsional buckling*).

Westerpunt, De Panne

204 A pentagonal cantilever /
Een vijfhoekige
uitkraging

architect:
studio MOTO
client:
Municipality of De Panne
contractor:
Furnibo
site:
De Panne
completed in 2024

Belgium's coastline stretches 65 kilometres from the Zwin estuary in Knokke-Heist to De Panne, near the French border. At the westernmost point of the promenade in De Panne, studio MOTO conceived a viewing platform that elevates walkers six metres above ground. From here, a striking panorama unfolds—along the seam where sea, sand and dunes interlace.

A ring-shaped concrete staircase guides visitors upward and downward, transforming the Westerpunt into more than a terminal point; it becomes the suggestion of a continuous movement. The entire structure tilts outwards over the beach, which is fully submerged during high tide. The ring is composed of five stair segments, one of which is kinked. Each segment being rotated by 108°, they form an elongated pentagon in plan. Much like climbing a dune, the path takes a sloped trajectory, spiralling around a hollow centre that frames the maritime horizon or, when facing the opposite way, the undulating dunescape.

The structure is subject to a markedly varying distribution of forces, prompting variation in the cross-sections of the stair segments. At the base, where wave action is most intense, torsional and bending moments (→ *bending moment*) are greatest and must be resisted accordingly. Higher up, these forces diminish. Hidden within the dyke, a beam anchored with tension piles stabilises the entire structure. The pile foundation prevents differential settlement caused by potential underwashing.

Its golden hue and board-marked concrete surface blend seamlessly into the sandy, bunker-strewn landscape. Special attention to detailing and generous concrete cover ensure the structure's durability in the aggressive maritime environment.

The sculptural staircase elevates walkers above the surf, its lowest steps being swallowed by the tide at high water. Realising this design required meticulous preparation to maintain continuity of works throughout storm-laden winter months. The complex geometry demanded that all reinforcement steel be digitally modelled and that sequencing be thoroughly simulated. This allowed the carefully considered structure to be assembled in harmony with the rhythmic ebb and flow of the tides.

De Belgische kustlijn loopt over 65 km van het Zwin in Knokke-Heist tot De Panne, aan de Franse grens. Studio MOTO ontwerpt op het meest westelijke punt van de dijk in De Panne een uitkijkpunt dat de wandelaar 6 m naar boven leidt. Hier ontvouwt zich een boeiend uitzicht, op de snijlijn van zee, strand en duinen, daar waar verschillende landschappen tegen elkaar aan schurken.

Een ringvormige, betonnen trap voert de wandelaar omhoog en omlaag en maakt van het Westerpunt geen eindpunt, maar de suggestie van een oneindige beweging. De trapconstructie kraagt uit over het strand, dat bij vloed volledig overspoeld wordt. De ring is opgebouwd uit vijf trapsegmenten, waarvan één geknikt. In plan vormen ze een uitgerokken vijfhoek met indentieke hoeken van 108°. Net zoals bij het opwandelen van een duin, volgt het pad een schuin traject. Ze wentelt rondom een leeg midden en kadert zo een maritiem vergezicht of – in de andere richting – een duinzicht.

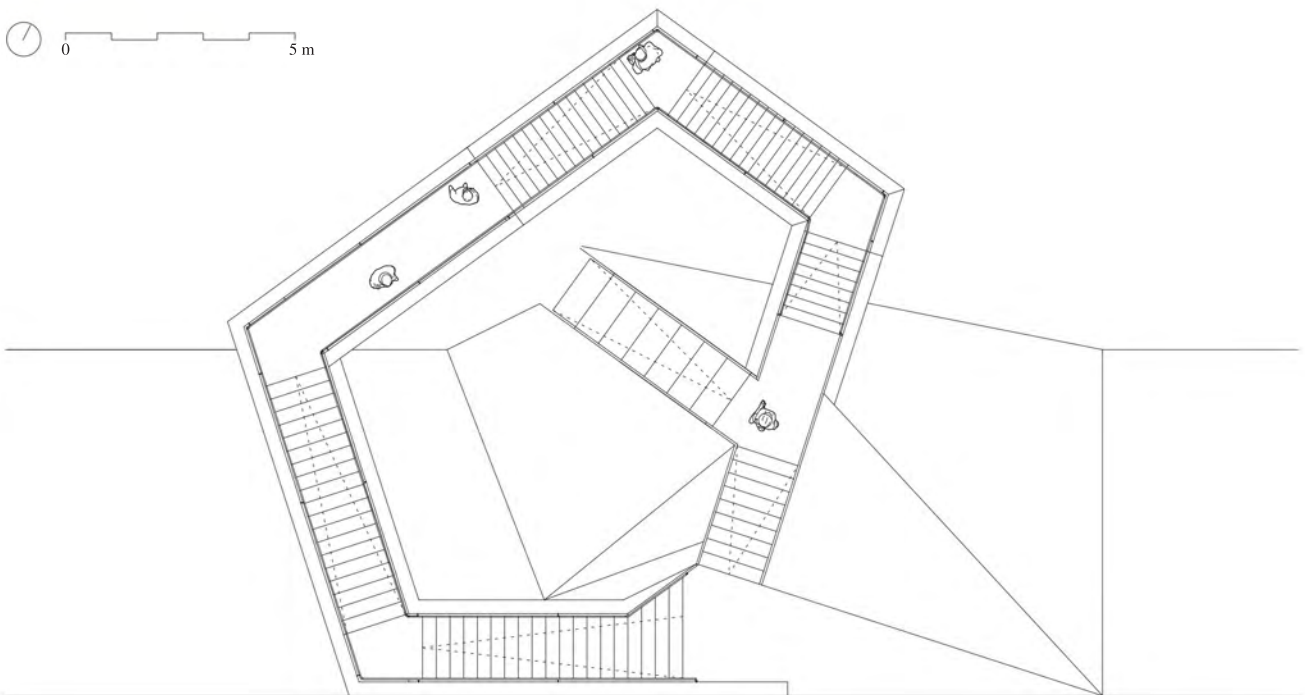
De structuur heeft een sterk variërend krachtsverloop waarop de dwarssecties van de trapsegmenten zijn ontworpen. Onderaan moet de nodige weerstand geboden

worden aan golfslag en zijn er hoge torsie- en buigmomenten (→ *bending moment*), terwijl deze hogerop afnemen. Verborgen in de dijk houdt een balk met trekpalen het geheel in evenwicht. De paalfundering voorkomt dat het betonnen Westerpunt zou scheefzakken door onderspoeling.

Met zijn goudgele kleur gaat het met planken bekiste beton op in de zandrijke, met bunkers bezaaide omgeving. Bijzondere aandacht voor de detaillering en een ruime betondekking garanderen de duurzaamheid van de constructie in het agressief maritiem milieu.

De sculpturale trap brengt de wandelaars tot boven de golven, wanneer deze bij hoogwater de voet van de trap overspoelen. De uitvoering vergde een grondige voorbereiding om de continuïteit van de werf tijdens de stormachtige wintermaanden te verzekeren. Om de uitdagende geometrie in elkaar te puzzelen, is alle wapeningsstaal vooraf digitaal gemodelleerd en is de plaatsingsvolgorde intensief gesimuleerd. Zo kon de uitgekende structuur tot stand komen, op het ritme van de getijden.

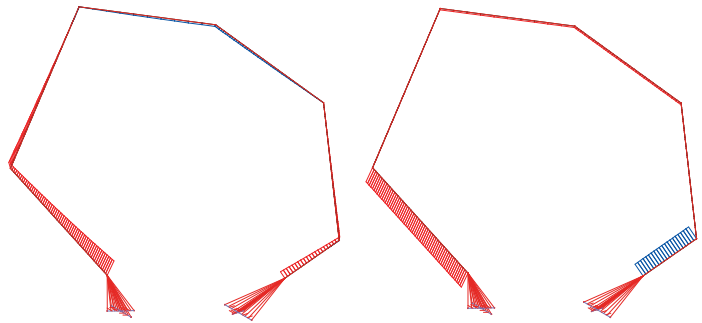




A pentagonal cantilever / Een vijfhoekige uitkraging

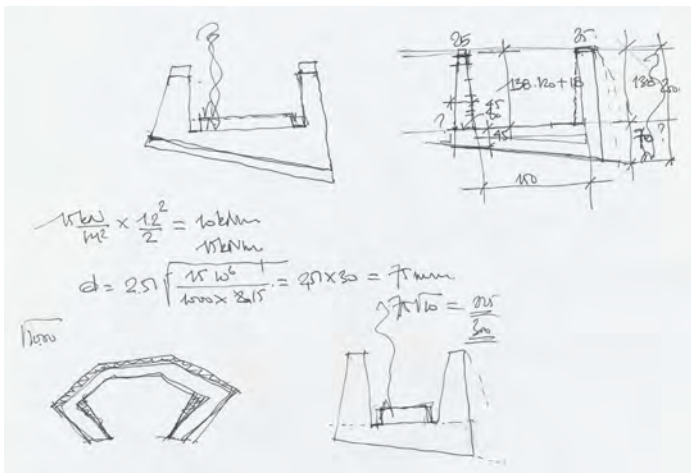


The structure can be conceived as two strong arms bent to support a kinked bridge, represented by a book. | De structuur kan opgevat worden als twee sterke, gekromde armen die een geknikte brug, voorgesteld door een boek, omhoog houden.

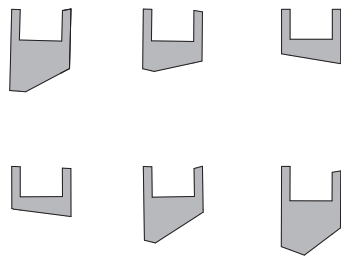


The bending moment diagram (\rightarrow *bending moment*) reveals that such reactions are largest at the base and gradually decrease towards the top. At the uppermost bridge section, the underside is in tension, like in a beam spanning two supports. In the arms, the upper side is in tension, much like a cantilevered beam. These moments are primarily resisted through a combination of rebars and increased structural depth, which is why the concrete sections beneath the stairs are tallest at their base. | Het diagram met buigmomenten (\rightarrow *bending moment*) toont hoe deze het grootst zijn aan de voet en naar boven toe afnemen. In de brug, helemaal bovenaan, is de onderzijde zelfs in trek zoals bij een balk op twee steunpunten. In de armen zit de bovenzijde in trek zoals in een uitkragende balk. Het buigmoment wordt opgenomen door de wapening te combineren met een grotere structurele hoogte, waardoor de betonsecties onder de trap vooral in de onderste segmenten hoog zijn.

The combination of inclination and kinks in the landings generates the greatest torsional moments (\rightarrow *torsion*) at the base. These are absorbed within the concrete volume below the tread surface and transferred to the underground beams. | Aan de voet van de constructie, veroorzaakt de combinatie van overhellen en knikken ter hoogte van de bordessen, de grootste torsiemomenten (\rightarrow *torsion*). Deze torsiëkrachten worden opgenomen in het massieve gedeelte onder het loopvlak en opgevangen in de ondergrondse balken.



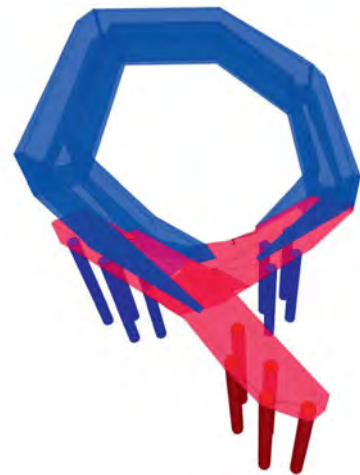
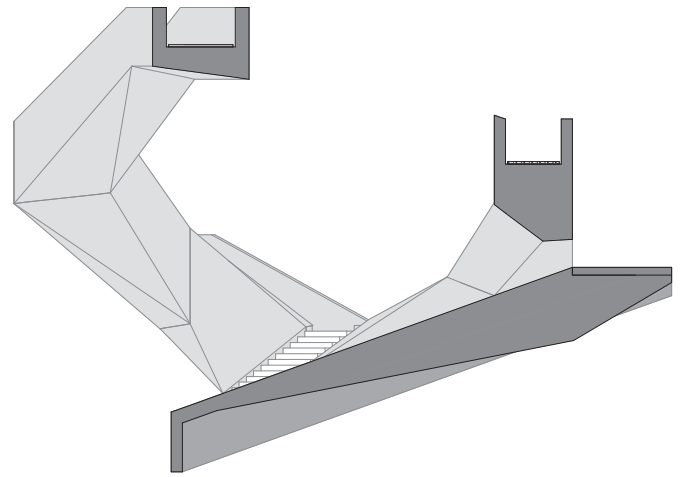
By shaping the concrete cross-section beneath the stair as a triangle, the structural mass beneath the tread remains relatively slender on one side. In this early competition-phase sketch, the side face was drawn as sloping. This ultimately proved unnecessary and straight, thinner sidewalls were preferred for reasons of design clarity and constructibility. | Door de betonsectie onder de trap driehoekig te maken, kan de structurele massa onder het loopvlak aan één zijde relatief slank blijven. Op deze schets uit de wedstrijdphase is de zijkant hellend getekend. Dit bleek uiteindelijk niet nodig en het was interessanter naar vormgeving en uitvoering om met rechte, dünnere zijkanten te werken.



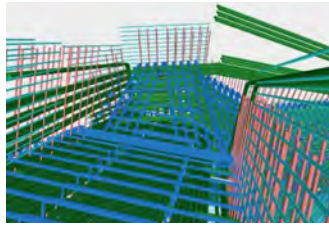
The 3D modelling process sought a form that unites the spatial and structural optimum. For instance, it seemed interesting to alternate the high side in the lower segments, thus creating a diagonal fold in the underside. This lends the construction a sculptural and faceted character, its appearance shifting with the light and the visitor's viewpoint. | Met de modellering in 3D werd gezocht naar een vorm die het ruimtelijke en structurele optimum samenbrengt. Zo bleek het interessant om in de laagste segmenten de hoge zijde van kant te laten wisselen, waarop het laagste punt diagonaal over de onderzijde verloopt. De geometrie krijgt zo een meer sculpturaal en gefacetteerd karakter, dat verandert naargelang de stand van de zon of wanneer men er langsheen beweegt.



At high tide, the sea level—excluding the extra wave height—may rise to 5.6 m above mean low water level. For all concrete works situated below this level, a watertight steel tub is welded to the tubular piles. This barrier holds back the sea, sand and seaweed as much as possible during construction. | Bij hoogwater kan de zeespiegel (zonder de extra golfhoogte) typisch tot 5,6 m boven het gemiddelde laagwaterniveau komen. Voor de betonwerken onder dit niveau wordt een waterdichte stalen werkkuip aan de buispalen gelast die de zee, het zand en het zeewier zo veel mogelijk tegenhoudt.



Initially, the foundation was conceived as shown in the section, the cantilevered gesture being stabilised by an inclined foundation block. This option was not pursued, however, because its execution would require a substantial cofferdam or sheet-pile wall to keep the construction site dry during high tide. Instead, the design aimed to minimise the use of concrete below the high-water line. The model shows the foundation solution ultimately implemented. It consists of both compression and tension piles, constructed as open-ended steel tubes with a diameter of 600 mm and a length of some 7 m. The Y-shaped foundation (in red) connects two clusters of four compression piles (in blue) with a group of five tension piles (also in red). The result is a fully independent foundation system. As such, any future refurbishment or undermining of the promenade wall will have no effect on the structural stability of the platform. | Initieel was de fundering bedacht zoals op de snede, waarbij de uitkragende geste wordt gestabiliseerd met een hellend funderingsmassief. Dit is echter niet weerhouden omdat voor de uitvoering hiervan een aanzienlijke dam of damwand nodig is die bij vloed de werfzone droog houdt. Er is gekozen om zo weinig mogelijk beton onder de hoogste waterlijn te voorzien. Op het model is de uitgevoerde diepfundering weergegeven. Dit zijn druk- en trekpalen uitgevoerd als open stalen buizen van 600 mm diameter en ongeveer 7 m lang. De Y-vormige fundering (in het rood) verbindt twee groepen van vier drukpalen (in het blauw) met een groep van vijf trekpalen (in het rood). Het resultaat is een volledig onafhankelijke fundering. Zo zullen eventuele onderspoelingen of een herstelling van de wanddijk geen invloed hebben op de stabiliteit van de constructie.

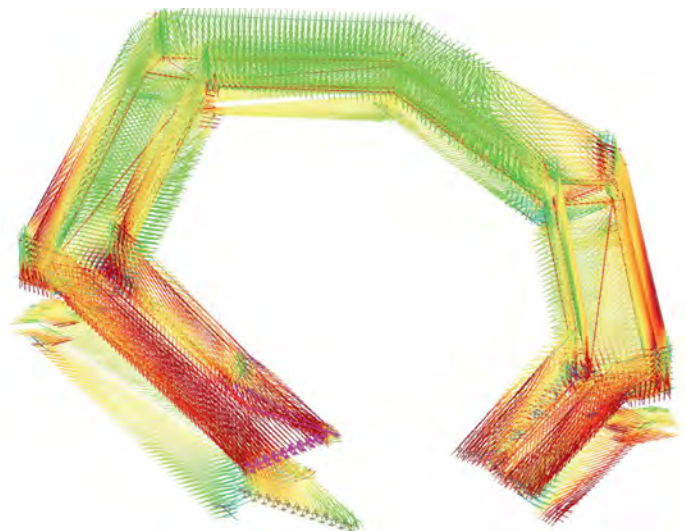


The nodes beneath the stair landings are the most complex, as all reinforcement converges where the stairs change direction. Reinforcement cages from adjoining segments overlap and tension bars from multiple directions had to be carefully anchored to each other. | De knopen onder de bordessen zijn het meest

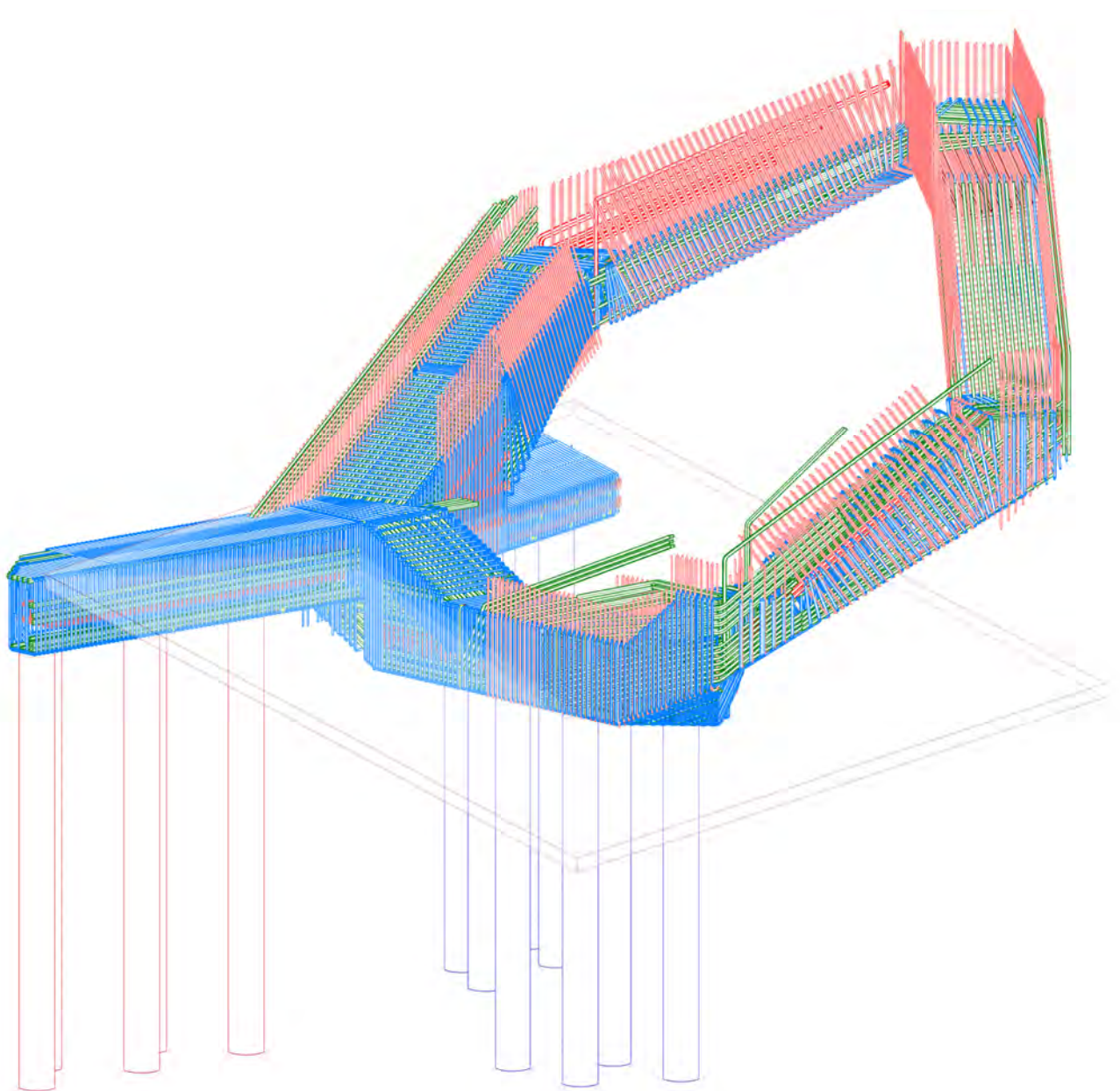
complex omdat alle wapening samenkomt waar richtingverandering optreedt. De wapeningskorven van aansluitende secties overlappen elkaar. Trekwapening uit verschillende richtingen moet erin worden verankerd.



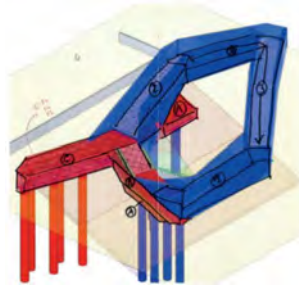
Above the predicted waterline, a temporary working platform was erected to support the formwork. It was only a matter of time before the first autumn storms began battering the platform. | Boven het te verwachten waterpeil is een tijdelijk platform opgebouwd om de bekisting te dragen. Al snel beukten de golven van de eerste herfststormen erop in.



A stress diagram highlights the orientation and location of the highest tensile forces (in red). This model informed the placement of additional fine surface reinforcement, which helps to control cracking at the surface and improves the durability of the structure in its aggressive marine environment. | De tekening toont de positie en richting van de grootste trekspanningen (in het rood). Aan de hand van dit model wordt de verdeling van bijkomende fijne huidwapening bepaald. Deze wapening beperkt de breedte van scheuren in het betonoppervlak, waardoor de wapening beter beschermd blijft tegen corrosie in het zoute klimaat.



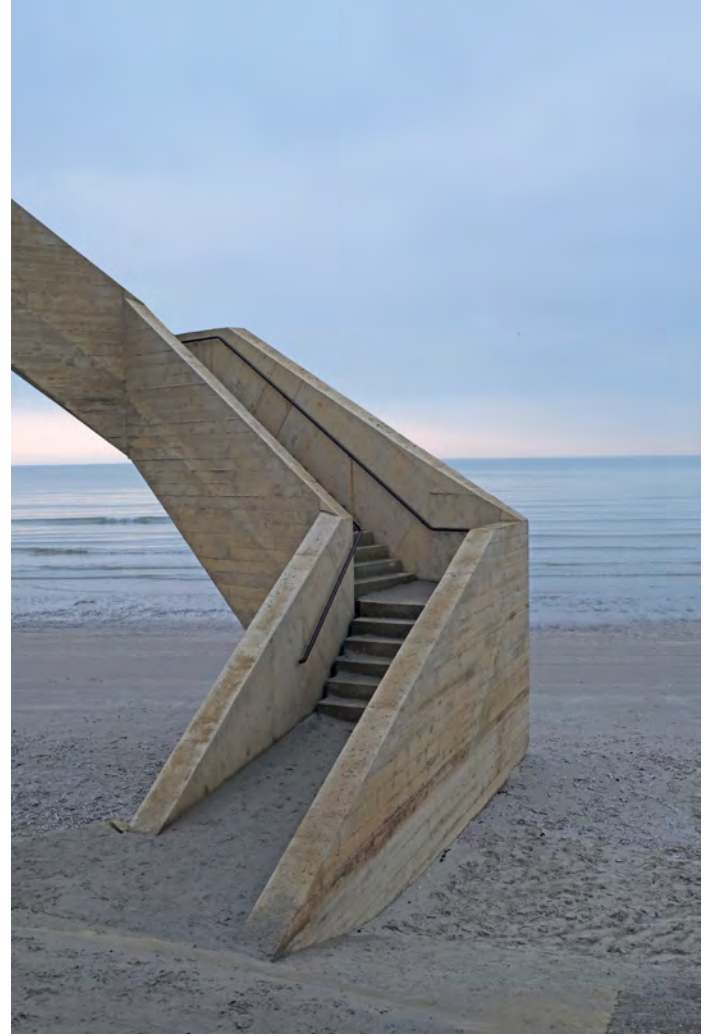
Due to the high forces, the required overlap of reinforcement cages and the inclined geometry of the structure, the rebar layout became a true three-dimensional puzzle. All reinforcement and formwork was modelled in 3D, as seen in the drawing. The contractor developed a precise construction schedule, consisting of 24 reinforcement plans describing each stage in detail. A mock-up (\rightarrow *prototype*) of the most complex reinforcement node was even built in advance to test the assembly method. | Door de grote krachten, de nood aan overlappende korven en de schuine hoeken wordt het vlechtwerk van de wapening een driedimensionele puzzel. De wapening en bekisting zijn in 3D uitgetekend, zoals te zien op bovenstaande tekening. Door de aannemer is een draaiboek opgemaakt met 24 wapeningsplannen die de verschillende stappen beschrijven. Een proefstuk (\rightarrow *prototype*) van de moeilijkste wapening is vooraf gemaakt om de uitvoeringsprincipes te testen.



Taking into account the tide schedules and reinforcement complexity, the foundation pour was divided into three phases. The timber board formwork was fully erected at the start of the project. The U-shaped stair structure above was also cast in three successive stages. The balustrade followed, the stair treads being poured last, like a carpet being unrolled in a U-shape. The pattern of the timber board formwork helps to disguise the construction joints, giving the overall structure a monolithic appearance reminiscent of the concrete bunkers scattered along the coast. | Rekening houdend met de getijtafels en de complexe wapeningspuzzel, wordt de stort van de fundering in drie fasen opgesplitst. De plankenbekisting wordt bij aanvang van de werf volledig opgebouwd. Ook de trapsledes van de bovenbouw worden in drie stortfasen uitgevoerd. Vervolgens worden de borstweringen aangebracht. De treden worden als laatste gestort, als een betonnen loper. De stortnaden vervagen door het patroon van de plankenbekisting. Hierdoor krijgt de structuur een monolithisch karakter dat refereert naar de bunkers in de omgeving.



The concrete mix contains 1.5% yellow pigment and was specified as strength class C35/45 for durability. The aggressive marine environment with tidal action is classified as ES4, which is highly unfavourable for concrete, characterised by wet-dry cycles in combination with salts. To facilitate the inclined pours, a lower workability concrete (consistency class S2) was selected, ensuring precise placement without segregation. | Het betonmengsel bevat 1,5% geel pigment en is omwille van duurzaamheid uitgevoerd in een sterkteklasse C35/45. De agressieve zee-omgeving met getijdenwerking wordt geklasseerd als ES4, dat een zeer betononvriendelijke omgeving is, gekenmerkt door droog/nat-cycli in combinatie met zouten. Er wordt gebruik gemaakt van minder vloeibaar beton (consistentieklasse S2) om het storten in helling mogelijk te maken.



The interior faces of the walls are smooth, as if the space had been carved out from a solid mass. | De binnenzijde van de wanden is glad, alsof het binnenvolume uitgesneden is uit een omhullend volume.



Green Ark,
Meise Botanic Garden

238 Gridshell

240 Conceived from the
plank / Vanuit de plank
ontworpen

architect:
NU architectuurstudio
and Archipelago
Architects
client:
Agentschap Plantentuin
Meise
contractor:
Bouwbedrijf Van Poppel
wood contractor:
De Keyser Wood Industry
site:
Meise, Nieuwelaan
completed in 2024

Plants from around the globe are cultivated and conserved within the 7500 m² expanse of greenhouses at Meise Botanic Garden. These climate-controlled structures are entirely sealed off from their external environment. To nonetheless offer visitors a glimpse into this hidden botanical world, the Green Ark was constructed.

The concrete T-shaped elements of the platform are a continuation of how NU architectuurstudio realised the garden's entrance building (→ *modularity*). A grid of distinctive structural elements generates spatial compositions that can be articulated in a multitude of ways. In the entrance building, these frames define an educational canopy, a shop and a reception area while reasserting a historical axis. In the Green Ark, they articulate a central nave flanked by two narrower side aisles. A timber lattice structure rests on the T-elements, forming a raised platform from which visitors can admire the diverse flora of the greenhouse. Around the central void, the wooden grating becomes denser to form a reinforced edge supporting a hyperbolic dome—an interwoven timber structure that rises from the platform to form the sculptural roof of the double-height hall.

Transversely across the functional complex of sloped glazed roofs of the greenhouses, a self-supporting plastic form unfolds, a hyperbolic paraboloid. While such shell structures are traditionally executed in reinforced concrete, here they were realised in timber. A continuously flowing form is transformed into a web of intersecting ribs—a gridshell.

The geometry of the Ark was tested and refined through parametric modelling (→ *parametric design*). With a full-scale fragment (→ *prototype*) of the central, strongly twisted part, it was possible to test the intended construction method. Although the ribs of a hypar are straight, they must be rotated along their longitudinal axis. For this reason, the entire structure and its assembly were broken down into elements that could be twisted manually: planks measuring 20 × 120 mm. Laid over a wooden mould, the hypar roof was constructed plank by plank. The ribs interlock as though it were a three-dimensionally laminated sculpture.

Planten vanuit alle hoeken van de wereld worden bewaard en gekweekt in serres, in totaal 7500 m², in Plantentuin Meise. Deze zijn volledig afgesloten van hun buitenomgeving, maar om bezoekers toch een inkijk te kunnen geven is de Groene Ark gebouwd.

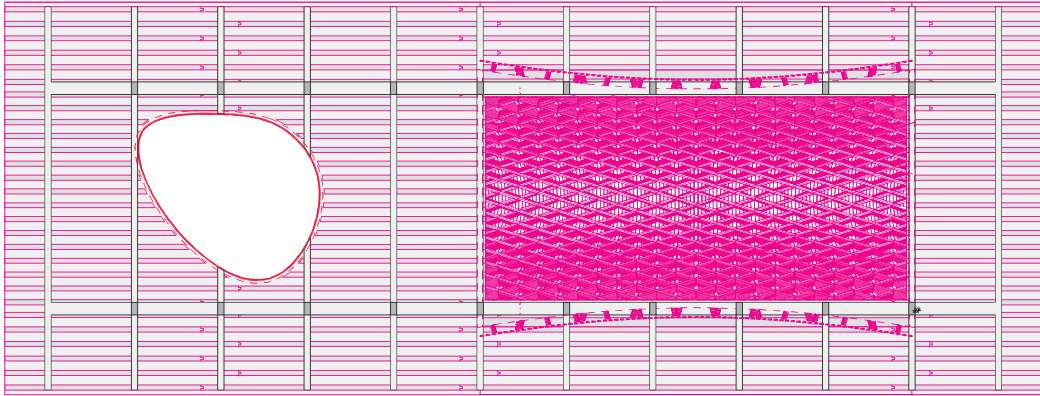
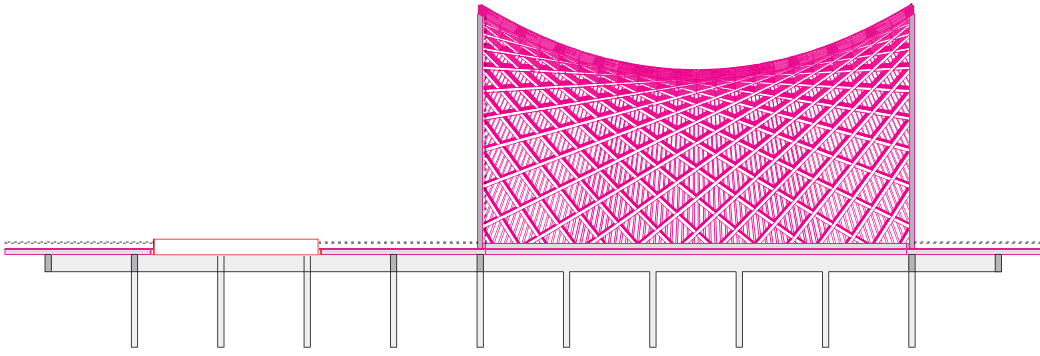
De betonnen T-vormige elementen van het bezoekerscentrum zijn een verderzetting van hoe NU architectuurstudio het inkomgebouw van de plantentuin hebben gerealiseerd (→ *modularity*). Een grid van typische structuurelementen genereert ruimtelijke composities die op talloze manieren invulling kunnen krijgen. In het inkomgebouw geven ze vorm aan een educatieve luifel, een winkelruimte, een balie en reconstrueren een historische as. In de Groene Ark markeren ze een centrale beuk, geflankeerd door twee smallere zijbeuken. Een houten roostering dekt de T-elementen af en vormt het platform van waarop bezoekers de serre-flora kunnen bewonderen. Rondom de centrale vide wordt de houten roostering denser om een versterkte rand te vormen voor een hyperbolische koepel, een vervlochten houten structuur die vanuit het platform groeit tot het sculpturale dak van een dubbelhoge zaal.

Dwars op het functioneel geheel van hellende glazen serredaken ontplooit zich een zelfdragende plastische

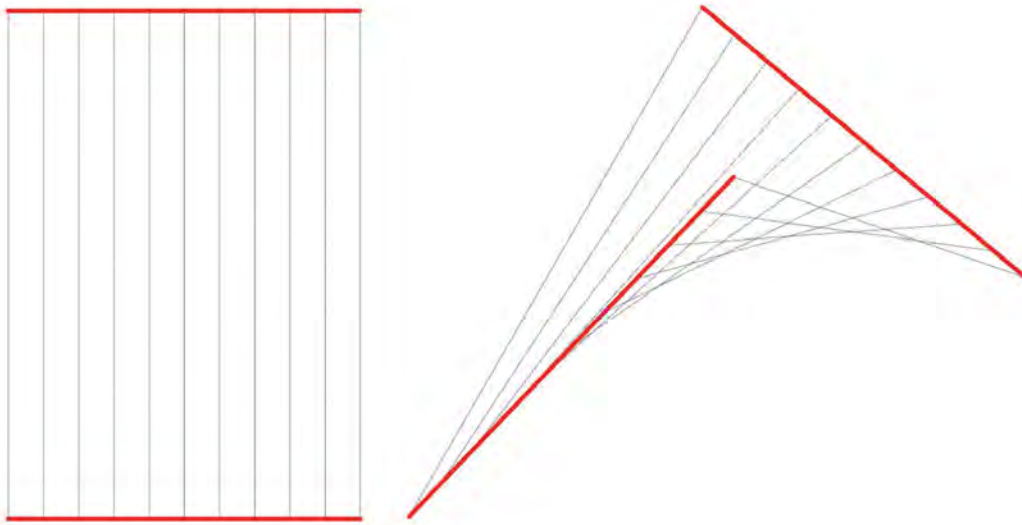
structuur, een hyperbolische paraboloid. Het gewapend beton waarin dergelijke schaalconstructies doorgaans worden opgetrokken, wordt hier vervangen door hout. Een continue vloeiende vorm wordt nu een geheel van elkaar kruisende ribben: een gridshell.

De geometrie van de Ark wordt in een parametrisch model (→ *parametric design*) verfijnd en uitgewerkt. Met een fragment op ware grootte (→ *prototype*) van het centrale, sterk getorste deel was het mogelijk om de beoogde uitvoeringswijze uit te testen. De ribben van een hypar zijn dan wel recht, ze worden getorst om hun lengte-as. Daarom is de volledige constructie en montage ontleed tot onderdelen die manueel getorst kunnen worden: planken van 20 × 120 mm. Over een houten mal gelegd krijgt het dak van deze hypar, plank per plank, vorm. De ribben grijpen in elkaar als ware het een driedimensionaal gelamelleerde sculptuur.

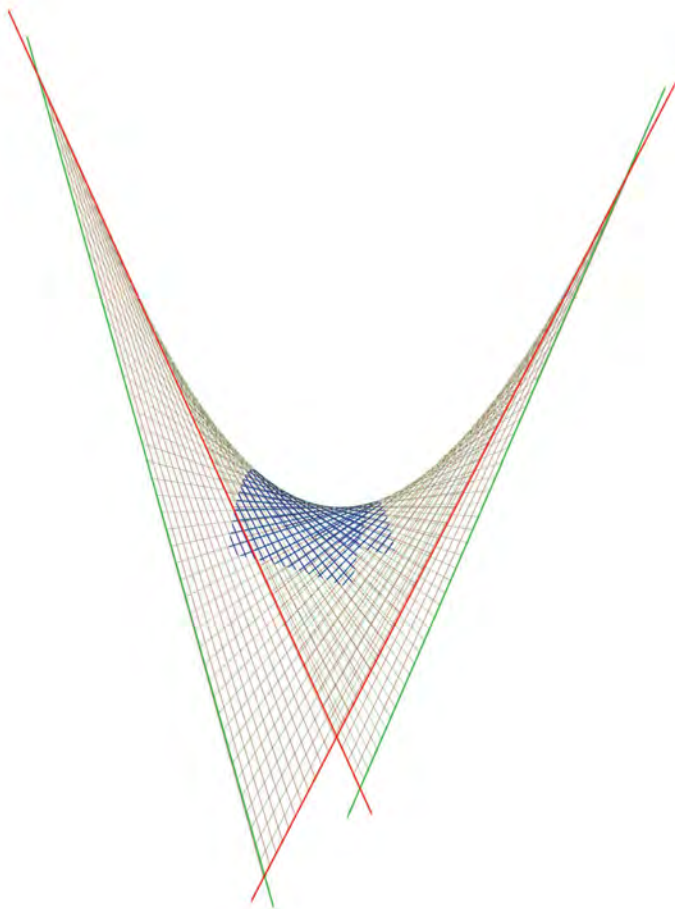




Gridshell



A hyperbolic paraboloid—hypar for short—is a three-dimensional surface that can be generated by straight lines. These lines *generatrices* rest on two non-intersecting guide lines (*directrices in red*) and remain parallel to a plane that is not parallel to those guide lines. The plan and perspective views illustrate how the *generatrices* together form the characteristically doubly curved surface of a hypar. | Een hyperbolische paraboloid (of kortweg hypar) is een driedimensionaal oppervlak dat beschreven kan worden door rechten. Deze rechten (looprechten) steunen op 2 kruisende rechten (draaglijnen in rood) en blijven evenwijdig met een vlak dat niet evenwijdig is met die kruisende rechten. Het bovenaanzicht en perspectiefzicht tonen hoe de looprechten samen het kenmerkende dubbel gekromde oppervlak van een hypar vormen.



From a rectangle formed by two green and two red load-bearing lines, two opposite corners are lifted, creating a grid of intersecting lines that form a hypar. The diagram illustrates how both the green and red bearing lines define the same hypar surface. The blue area marks the truncated geometry used in the Ark. The ribs of the Ark are defined by straight *generatrices* departing from the bearing lines at intervals of 173 cm—resulting in varying centre-to-centre spacing between 68 and 114 cm within the structure. | Van een rechthoek gevormd door twee groene en twee rode draaglijnen worden twee tegenovergestelde hoeken opgetild, waardoor een grid van gekruiste lijnen ontstaan die een hypar vormen. Op de figuur is te zien hoe de groene én de rode draaglijnen dezelfde hypar vormen. De blauwe zone is de uitgesneden geometrie die voor de Ark is gebruikt. De ribben van de Ark zijn bepaald door looprechten die op de draaglijn vertrekken met een asafstand van 173 cm, wat in de Ark tussenafstanden geeft die variëren tussen 68 en 114 cm.



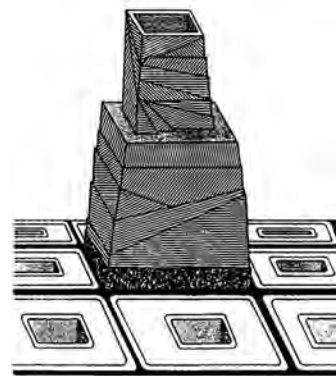
This shell structure by Felix Candela is a double-curved construction designed to resist loads primarily through tensile and compressive forces acting within the plane of the shell. In order to keep stresses low, the shape of the shell and its degree of curvature must be adapted as closely as possible to the force effects at play. Since shell structures are primarily designed for uniform loading, it is likely that Candela asked the construction workers to stand evenly spaced for the photo. | Deze schaalconstructie van Felix Candela is een dubbelgekromde constructie die ontworpen is om belastingen hoofdzakelijk op te nemen door middel van trek- en drukkrachten in het vlak van de schaal. Om de spanningen laag te houden dient de vorm van de schaal en de krommingsgraad zoveel mogelijk aangepast te zijn aan de optredende krachtwervingen. Omdat schaalconstructies voornamelijk op een uniforme belasting zijn voorzien, zal Candela voor deze foto de bouwvakkers ongetwijfeld gevraagd hebben om zich gespreid op te stellen.



By chance, during the design competition for Meise, we first discussed the hyper form on the phone with the architects while standing beside Candela's pavilion. Designed for the UNAM university in Mexico City, it is a double hyper of roughly the same size as the structure in Meise. To cast the concrete shell, the double-curved surface was first built up from intersecting ribs—forming what is known as a grid-shell. | Tijdens de wedstrijd voor het bezoekerscentrum in Meise stonden we heel toevallig naast het paviljoen van Candela op de universiteit UNAM in Mexico, toen de architecten aan de telefoon het woord hyper lieten vallen. Ze heeft ongeveer dezelfde grootte als de constructie in Meise. Als bekisting voor de betonnen schaalconstructie, werd het dubbelgekromd oppervlak eerst opgebouwd uit kruisende regels. Dit wordt een 'gridshell' genoemd.

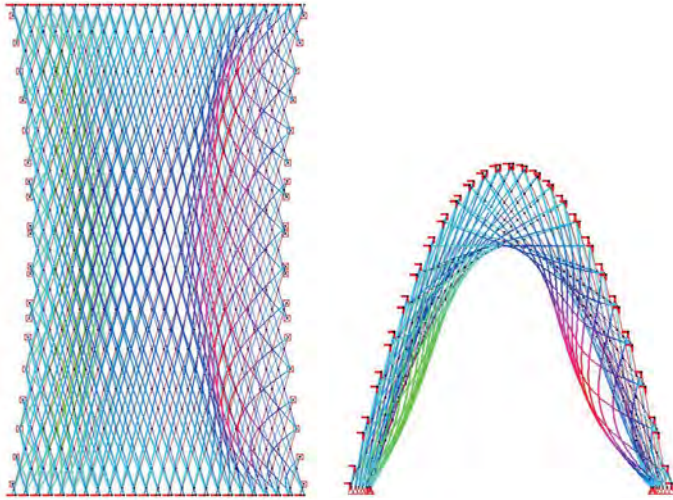


Why aren't more such shell structures built today? Though they require less material and result in lighter constructions, they are labour-intensive and non-standard. The calculations involved are also less common and not as widely codified. In countries or periods where labour costs are lower, shell structures are more prevalent—like this reinforced masonry shell by Eladio Dieste from 1960 in Uruguay. | Waarom worden er niet meer schaalconstructies gebouwd? Men bouwt slanker en bespaart materiaal en gewicht. De constructiemethode is evenwel arbeidsintensiever en niet voor de hand liggend. Ook de berekeningsmethodes zijn niet eenvoudig en minder gebruikelijk: ze zijn bijgevolg minder genormeerd. In landen of periodes waar arbeidsuren minder doorwegen, treft men vaker schaalconstructies aan: zoals deze constructie van Eladio Dieste uit 1960 met gewapend metselwerk in Uruguay.



The interwoven nature of a grid-shell shows clear parallels with the internal composition of timber itself. The microscopic wood fibres that form a wooden beam are made up of multiple cross-layered strands. This layering gives timber both high strength and dimensional stability along the direction of the grain. | De verweving tot een gridshell toont analogieën met hoe hout is samengesteld. De minuscule kleine houtvezels uit een houten balk zijn opgebouwd uit verschillende lagen die kruislings geordend zijn. Deze verweving zorgt voor een grote sterkte en maatvastheid in de lengterichting van de vezel.

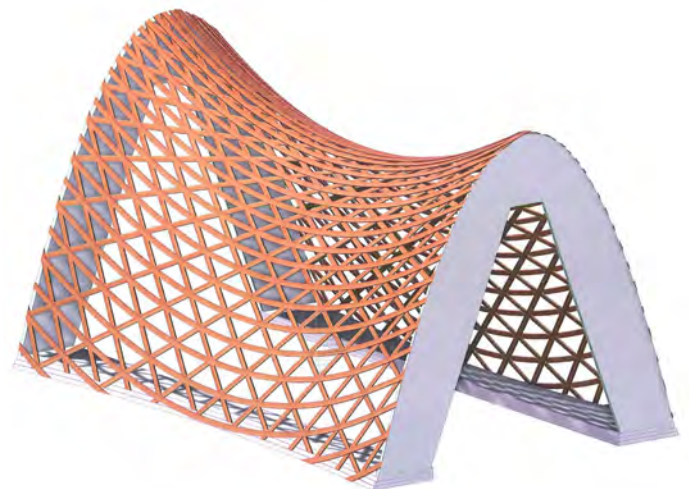
Conceived from the plank / Vanuit de plank ontworpen



The hyper structure measures 13.7 m in length and 8.8 m in width, reaching a height of 7.8 m at its apex. Using a digital parametric model (\rightarrow *parametric design*), both the form-finding and structural analysis were conducted simultaneously. The image illustrates the horizontal deformation in the transverse direction. The pavilion was initially intended to be clad in heavy natural stone and is calculated as such, but was later clad in much lighter timber shingles. This roofing system can easily follow the curved geometry. Each rib is composed of six planks, each 2 cm thick. The ribs extend in both directions—even at intersecting nodes—requiring the planks to be stacked into a 12-layer bundle. In this way, the material is used optimally in accordance with its intrinsic qualities. | De hyperconstructie is 13,7 m lang en 8,8 m breed en op de uiteinden 7,8 m hoog. Met een digitaal, parametrisch model (\rightarrow *parametric design*) is het mogelijk om de reken- en vormstudie simultaan uit te voeren. Op het beeld is de horizontale vervorming in de dwarse richting zichtbaar. Het paviljoen zou aanvankelijk een zware bekleding met natuursteen krijgen en is hierop berekend. Uiteindelijk is gekozen voor een bekleding met veel lichtere houten shingles. Deze dakbedekking kan eenvoudig de gebogen geometrie volgen. Elke rib is samengesteld uit zes planken van 2 cm dik. De ribben moeten in beide richtingen doorlopen, ook ter plaatse van de kruisingen. Daarom worden de planken gestapeld gelegd en ontstaat een pakket van 12 planken hoog. Zo wordt het materiaal optimaal ingezet volgens zijn intrinsieke kwaliteiten.



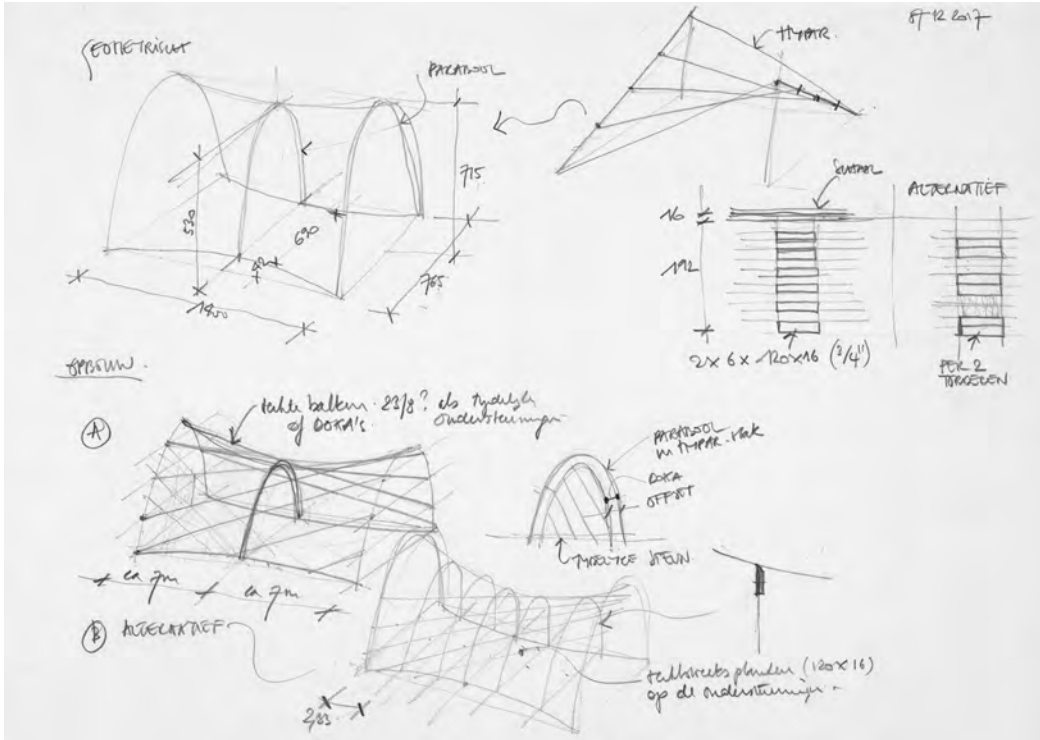
By definition, the generatrices of a hyperbolic paraboloid are straight. However, in order for the flat face of each rib to follow the curvature of the surface, it must be twisted along its longitudinal axis. The torque (\rightarrow *torsion*) required to twist a beam increases with the cube of its thickness: torsional stiffness $I(t) = 1/3 \times b \times t^3$. This means that doubling the thickness of a rib requires eight times more force to twist it by the same angle. The laminated ribs of the hyper roof are thus too thick to be twisted as a single unit—they would fail under the stress imposed on the timber. Instead, thinner planks are twisted individually before being fixed together with screw nails and glue. The interior surface is a perfect hyper plane. However, the structural thickness of 24 cm means the exterior surface is no longer a perfect hyper plane. Consequently, the top planks are slightly curved in the lateral direction. | De loopperechten van een hyperbolische paraboloid zijn per definitie recht. Maar opdat de platte kant van de rib het glooiende oppervlak zou volgen, moet ze om haar lengteas getorst worden. Het torsen (\rightarrow *torsion*) van een balk is evenredig met haar dikte tot de derde macht: vormstijfheid $I(t) = 1/3 \times b \times t^3$. Dit wil zeggen dat als een rib in dikte verdubbelt, een achttmaal grotere kracht moet uitgeoefend worden om over dezelfde hoek te kunnen torsen. De samengestelde ribben van de hyperconstructie zijn te dik om als geheel getorst te worden. Ze zouden bezwijken onder de spanning in het hout. Daarom worden dunnere planken eerst apart getorst en nadien op elkaar gefixeerd met draadnagels en lijm. Het binnenoppervlak is een volmaakte hyper, maar de structurele dikte van 24 cm maakt van het buitenoppervlak geen volmaakte hyper meer. Bijgevolg worden de bovenste planken licht gekromd in de breedterichting.



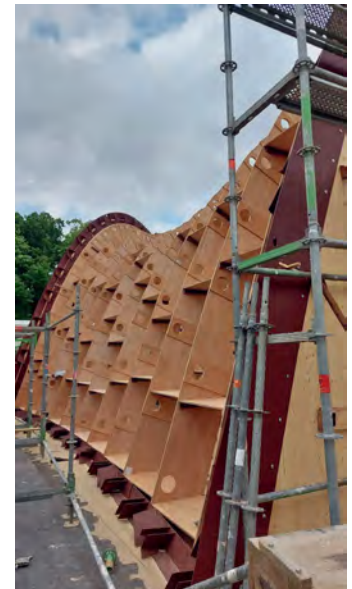
Two intersecting ribs create deformable quadrilaterals, meaning the hyper surface is not inherently rigid in its surface. An additional set of ribs can generate rigid triangles. However, it is virtually impossible to introduce a third set of exactly intersecting diagonals, as these would have to be bent excessively in width. A continuous layer of planking therefore covers the ribs. Although it was intended to bend the planks transversely across the shell, they were ultimately installed in an alternative, more arbitrary manner. | Twee kruisende ribben geven vervormbare vierhoeken waardoor het hypervlak niet vormvast is in het eigen vlak. Een extra set ribben kan vormvaste driehoeken genereren. Het is echter quasi-onmogelijk om die derde set van diagonalen exact kruisend aan te brengen, omdat deze buitenmatig in de breedte zouden moeten geplooid worden. Daarom wordt overheen de ribben een deklaag van planken gelegd. Hoewel was voorzien om ze dwars over de schaal te plooiën, zijn de planken uiteindelijk op een alternatieve, meer arbitraire manier uitgevoerd.



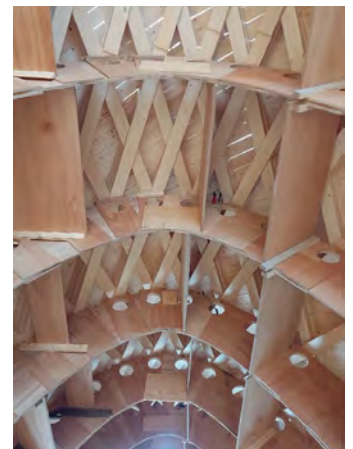
A full-size mock-up (\rightarrow *prototype*) was produced to test the assembly of the 20×120 mm planks. The gaps between the planks were filled for fire safety reasons, resulting in a slight loss of visual lightness. By the contractor a 1:10 scale model was built to clarify for everybody the node geometry and edge detailing. | Er wordt een fragment op ware grootte gemaakt om te testen hoe de 20×120 mm planken op elkaar gemonteerd kunnen worden. De ruimte tussen de planken wordt vanwege brandveiligheid opgevuld, waardoor de structuur iets van zijn lichtheid verliest. Door de aannemer wordt ook een model (\rightarrow *prototype*) op schaal 1/10 gemaakt waarop alle knooppunten en randdetaileringen voor iedereen duidelijk worden.



Transverse timber moulds (\rightarrow *mould*) follow the parabolic shape of the hypar, allowing the planks to be laid over and twisted into shape. | Dwarse mallen (\rightarrow *mould*) volgen de parabolische vorm van de hypar en maken het mogelijk de planken eroverheen te leggen en te torsen.



Owing to the geometry of the hypar, a graceful curved line is traced on the ground. The ends of the ribs are anchored both at the base and in the gable walls using steel brackets. | Door de geometrie van de hypar tekent zich op de grond een mooie, gebogen lijn af. De uiteinden van de ribben worden zowel onderaan als op de kopgevels vastgezet in stalen consoles.



Every vertical section perpendicular to the hyperbolic paraboloid's longitudinal axis describes a parabola. The front and rear facades of the Green Ark are likewise parabolic, constructed from a 160 mm thick CLT panel. | Iedere verticale doorsnijing loodrecht op de lengte-as van een hyperparabolisch vlak is een parabool. Zo zijn ook de voor- en achtergevel van de Groene Ark parabolisch, uitgevoerd in een 160 mm dikke CLT-plaat.



Mortsel City Hall

248 Splinted structure /
Gespalkte structuur

254 Double-height hall /
Dubbelhoge zaal

architect:
Eagles of Architecture
client:
City of Mortsel
contractor:
Monument Goedleven
site:
Mortsel, Stadsplein 1
completed in 2025

Eagles of Architecture has endowed the town hall of Mortsel with a distinctly urban character and with room for an administrative centre, a *grand café*, a multipurpose hall and the municipal library. The original building by Maurice De Vocht, dating from the 1960s, had by now secured a place in the collective memory, which is why the designers resolutely opted to preserve it.

Due to inadequate archiving, much knowledge about structures is frequently lost, such as the composition of floors and walls, the reinforcement of concrete elements, the execution method of foundations, etc. In this case too, precise knowledge of the existing structures had to be pieced together gradually and came to steer the design to a significant degree. Concrete slabs and ribs were 'splinted' with blue, steel beams. Concrete beams were strengthened with bonded steel strips and plates. Interventions in the masonry were patched with red glazed bricks. Concrete repairs were deliberately left visible, forming a decorative pattern. In this way, the various techniques register as legible gestures that transform and acknowledge the existing under-order.

A new multipurpose hall on the lowest floor represents the most striking intervention in the under-order. Because of limited ceiling height and taking into account the existing column grid, floors and columns were removed locally. The resulting double-height structural crater was bridged by inserting a system of steel portal frames (→ *portal frame*).

New staircases form the connective tissue between the new functions. Cast in plank formwork, they spiral upwards around an open core, intersected with diagonal footbridges. The attic floor, formerly a storage area, has been converted into a bright office landscape. The floor beams, which are now required to carry greater loads than before, are suspended by a steel tie at the roof ridge. These ties structure the space and provide a framework onto which technical services such as lighting and ventilation are anchored.

In the streetscape, alterations to roof and facade reveal that the old city hall has been transformed. Their scale and composition radiate the care and affection with which every intervention was carried out, enabling the city hall, anchored in both past and present, once again to serve as a focal point for the community.

Eagles of Architecture geeft het stadhuis van Mortsel een duidelijk stedelijk karakter, met plaats voor het administratief centrum, een grand café, een polyvalente zaal en de bibliotheek. Het oorspronkelijke gebouw van Maurice De Vocht uit de jaren '60 heeft intussen een plek in het collectieve geheugen veroverd, waardoor de ontwerpers resoluut voor behoud kiezen.

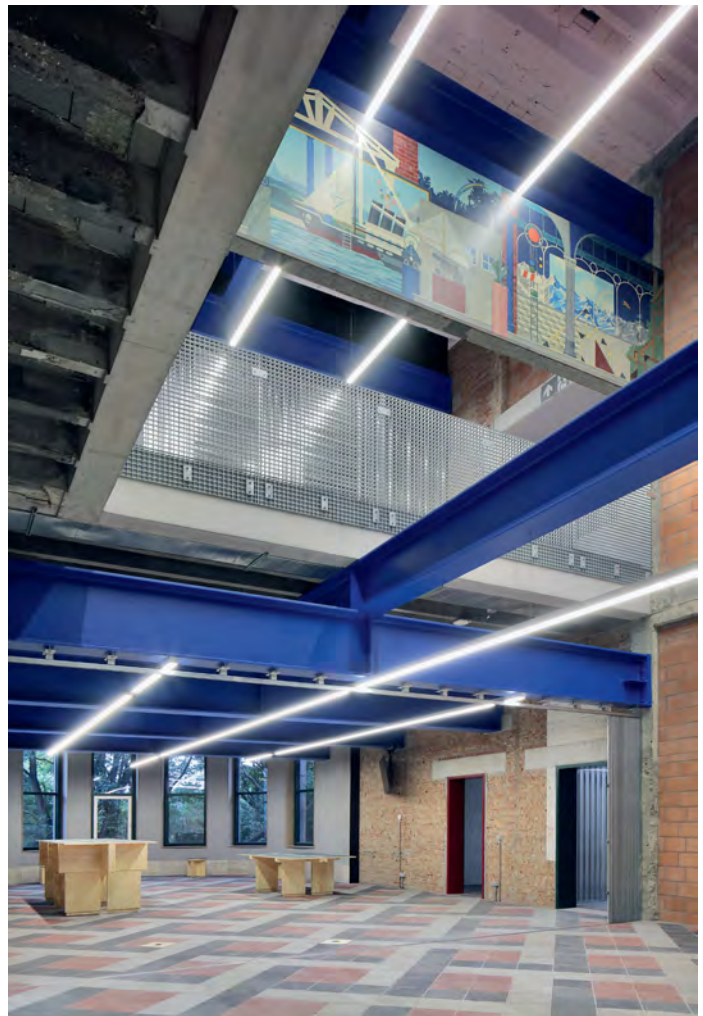
Door gebrekkige archivering gaat dikwijls veel kennis over constructies verloren: de samenstelling van vloeren en wanden, de wapening van betonelementen, de uitvoeringswijze van de funderingen, ... Ook in dit geval wordt de preciese kennis van de bestaande structuren gaandeweg verzameld en gaat dit in belangrijke mate het ontwerp sturen. Bestaande betonplaten en betonribben worden 'gespalkt' met blauwe, stalen balken. Betonnen balken worden versterkt met opgelijmde staalstrips en -platen. Ingrepen in bestaand metselwerk worden gedicht met rode, geglazuurde bakstenen. Betonherstellingen worden bewust zichtbaar gelaten en vormen een decoratief patroon.

Zo tekenen de verschillende technieken zich af als duidelijk afleesbare gebaren die de bestaande onderorde transformeren en accentueren.

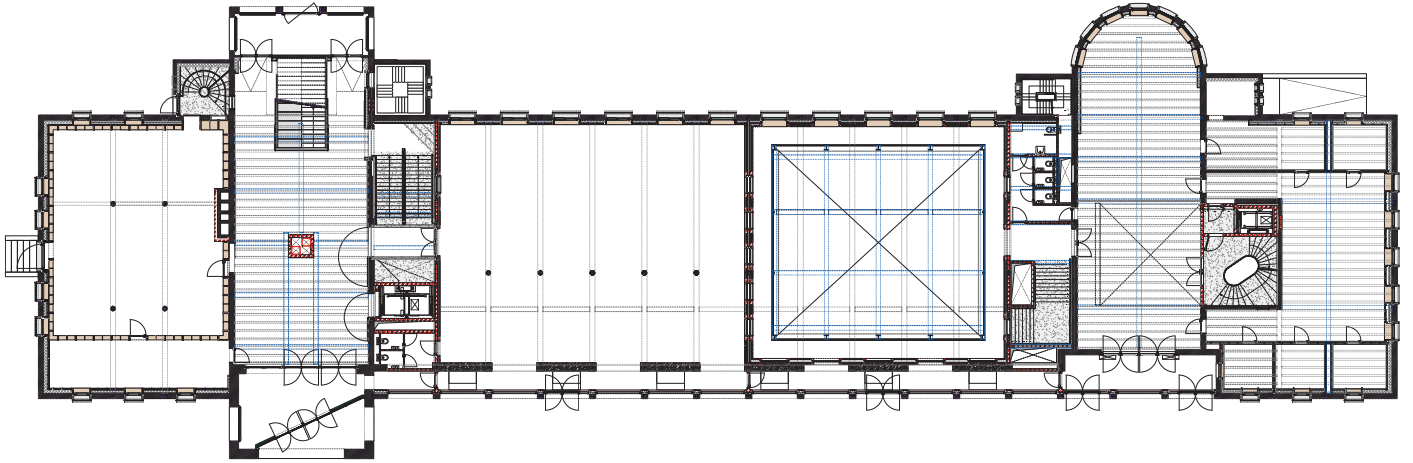
Een nieuwe polyvalente zaal op de onderste verdieping vormt de meest in het oog springende ingreep op de onderorde. Omwille van de beperkte plafondhoogte en het aanwezige kolommengrid worden plaatselijk vloeren en kolommen verwijderd. De dubbelhoge, structurele krater die zo ontstaat, wordt opgevangen door er een geheel van stalen portieken (→ *portal frame*) in te schuiven.

Nieuwe trappen vormen het 'cement' tussen de nieuwe functies. Ze wentelen zich in met planken bekist beton omhoog rond een open middendeel, doorkruist met diagonale passerelles. De dakverdieping wordt van een opslagruimte omgevormd tot een lichtrijk kantoorland-schap. De vloerbalken, die een grotere last dragen dan voordien, worden met een stalen trekker opgehangen in de nok van het dak. Deze trekkers structureren de ruimte en bieden een basis waarop technieken zoals verlichting en ventilatie zich enten.

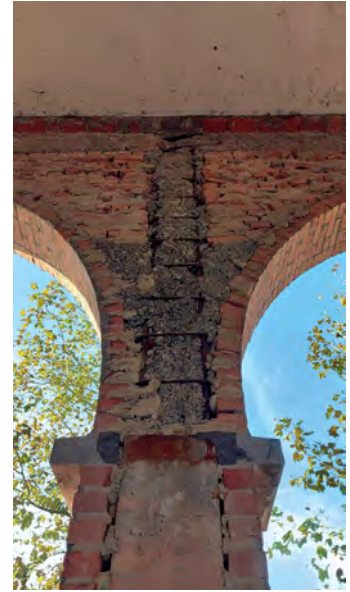
In het straatbeeld verraden aanpassingen in dak en gevel dat het oude stadhuis getransformeerd is. Hun schaal en compositie stralen de zorg en liefde uit waarmee alle ingrepen zijn gebeurd en waardoor het stadhuis nu, verankerd in heden én verleden, opnieuw een ankerpunt kan vormen binnen de gemeenschap.



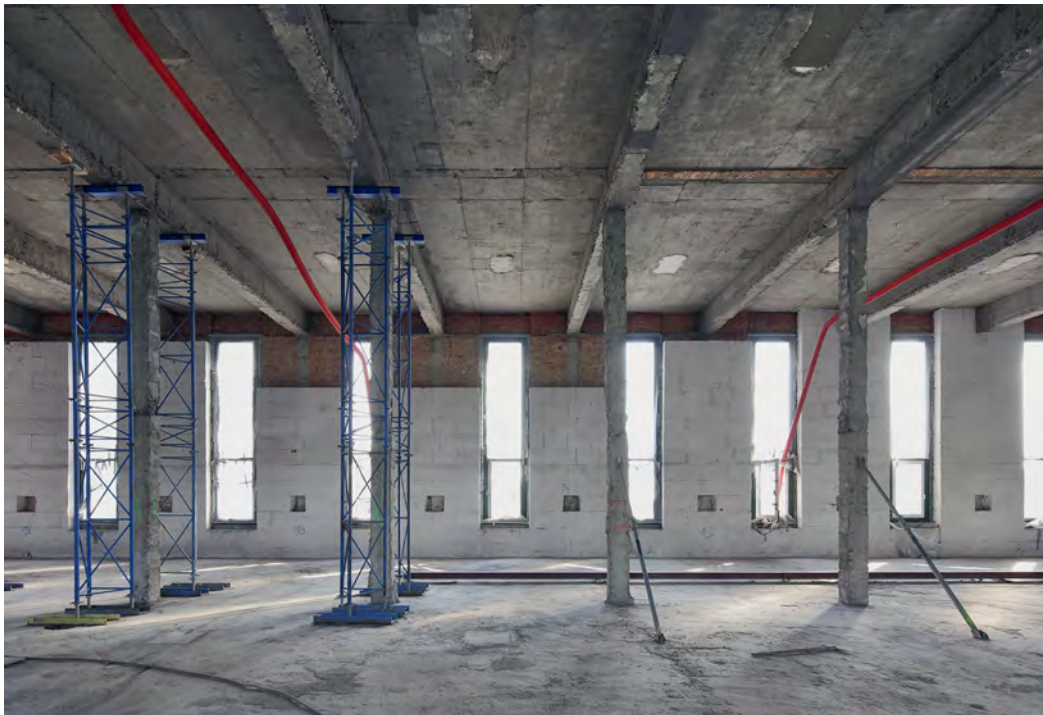
0 20 m



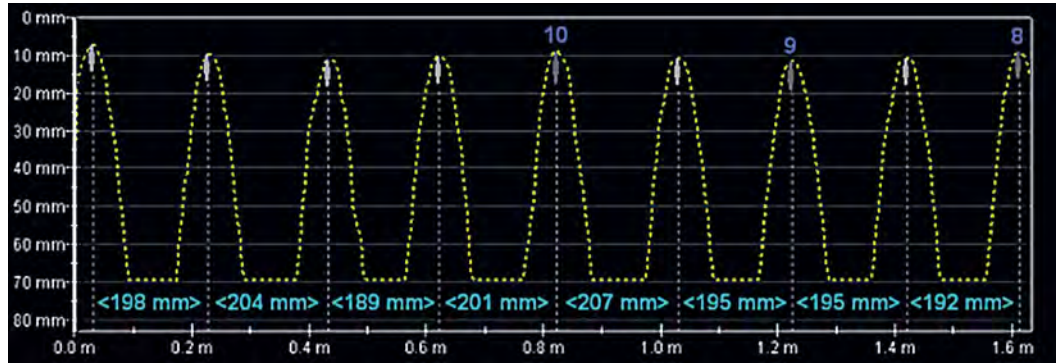
Splinted structure / Gespalkte structuur



Research shows that many of the cast-in-place columns present structural issues. The original construction method, in which the concrete was cast into a recessed cavity in the masonry, resulted in concrete elements with many irregularities and substandard quality. The removal of the inner masonry layer is therefore necessary to allow the column to be repaired. | Onderzoek wijst uit dat veel omhulde betonkolommen problematisch zijn. De oorspronkelijke uitvoering, waarbij het beton werd gegoten in een uitgespaarde holte in het metselwerk, resulteerde in betondelen met veel onregelmatigheden en ondermaatse kwaliteit. Het wegnemen van de binnenste metselwerklaag is noodzakelijk om de kolom te kunnen herstellen.



On the basement and attic levels, the concrete of the original structure was classically cast in formwork. It is therefore of distinctly better workmanship than the intermediate floors, where the concrete structure was executed in recesses within the masonry or using lost formwork, making it difficult to control the quality of the work. | Op de kelder- en zolderverdieping is het beton van de oorspronkelijke structuur klassiek bekist. Het is daardoor duidelijk van betere uitvoeringskwaliteit dan de tussenliggende verdiepingen waar de betonstructuur uitgevoerd werd in uitgespaarde holtes in het metselwerk of met verloren bekistingen, waardoor de uitvoeringskwaliteit nauwelijks controleerbaar was.



Scanning techniques can provide an indication of the reinforcement present in a beam, wall, column or slab. The image indicates the depth and spacing at which steel reinforcement is detected. The concrete cover turns out to be insufficient in many cases. Scanning techniques also provide an indication of the diameter of the reinforcing bars, albeit with a certain tolerance. Such non-destructive testing must therefore always be combined with local destructive tests that expose the reinforcement. This makes it possible to calibrate the device more accurately and to verify the yield strength. | Door middel van scanningstechnieken kunnen we een indicatie krijgen van de aanwezige wapening in een balk, wand, kolom of vloerplaat. In de afbeelding wordt weergegeven op welke diepte en met welke tussenafstanden staal wordt gedetecteerd. De betondekking blijkt in vele gevallen onvoldoende. Scantechnieken geven ook een aanduiding van de diameter van de wapeningsstaven, weliswaar met een zekere tolerantie. Dergelijk niet-destructief onderzoek moet dus altijd gecombineerd worden met lokale destructieve onderzoeken die de wapening blootleggen. Hierdoor is het mogelijk om het toestel beter te ijken en de staalsoort te verifiëren.



Destructive testing reveals steel types with different strength grades. Smooth bars have in general a yield strength of 220 N/mm^2 (\rightarrow stress) and are no longer used in new construction. Ribbed bars have a higher yield strength of 400 N/mm^2 and, today, typically 500 N/mm^2 . | Destructief onderzoek toont staalsoorten met verschillende sterktes. Gladde staven hebben doorgaans een vloeigrens van 220 N/mm^2 (\rightarrow stress) en worden in nieuwe constructies niet meer gebruikt. Geribde staven hebben een hogere vloeigrens van 400 N/mm^2 en vandaag typisch 500 N/mm^2 .



By gradually applying a load (with limited ULS safety margin, applied for safety reasons) and monitoring the deformation behaviour, sufficient confidence can be obtained regarding the strength of an element. In this case, tubs placed on the floor were gradually filled with water. | Door een belasting (met beperkte UGT-toeslag in functie van de veiligheid) geleidelijk aan te brengen en het vervormingsgedrag te monitoren, kan voldoende zekerheid bekomen worden over de sterkte van een element. Hier worden kuipen op de vloer langzaam met water gevuld.



Carelessly executed concrete columns were replaced with steel columns painted in traffic blue. | De onzorgvuldig uitgevoerde betonkolommen worden vervangen door staalkolommen die in 'verkeersblauw' worden geschilderd.



In case of fire, the concrete cover ensures a slower heating of the reinforcement, causing it to lose its strength more slowly. Elements with insufficient concrete cover are treated with intumescent fire-protective paint (pink zones on picture). | Bij brand zorgt de betondekking voor een tragere opwarming van de wapening, waardoor deze haar sterkte minder snel verliest. De elementen met een te kleine betondekking worden behandeld met brandwerende zwelverf (roze zones op de foto).



Where reinforcement in concrete beams proved insufficient, additional bonded reinforcement is applied. In this project, steel is used—although carbon is sometimes preferred—in order to work with a single material for all interventions. The steel strips and plates are bonded to the beam, with bolts used to prevent delamination. Plates applied to the sides of the beam increase the shear capacity (\rightarrow *shear force*), while the steel strips on the top and bottom compensate for the lack of longitudinal reinforcement and thus provide the required moment resistance (\rightarrow *bending moment*). A consistent choice was also made to avoid drilling through the existing beams and to weave and bend the service ducts between the old and new structure. | Wanneer de wapening in betonbalken niet volstaat, wordt extra opgelijmde wapening aangebracht. In dit project wordt gebruik gemaakt van staal – soms wordt de voorkeur gegeven aan koolstof – om bij alle ingrepen met eenzelfde materiaal te kunnen werken. De staalstrips en -platen worden op de balk gelijmd, bouten worden gebruikt om delaminatie tegen te gaan. De platen op de zijkant van de balk verhogen de dwarskrachtcapaciteit (\rightarrow *shear force*), terwijl de stalen latten op de boven- en onderzijde het tekort aan langswapening opvangen en dus zorgen voor de nodige momentweerstand (\rightarrow *bending moment*). Er is ook consequent gekozen om geen doorboringen te maken in de bestaande balken en de technieken te plooiën en te vlechten tussen oude en nieuwe structuur.



Where honeycombs and damage occur, the inadequate concrete is removed, reinforcement is treated, and a new finishing layer is applied. Where the concrete remains exposed, repairs are executed in rectangular patches. | Bij grindnesten en beschadigingen wordt het ondermaatse beton verwijderd, de wapening behandeld en een nieuwe afwerklaag aangebracht. Als het beton in het zicht blijft, worden de herstellingen in rechthoekige zones uitgevoerd.



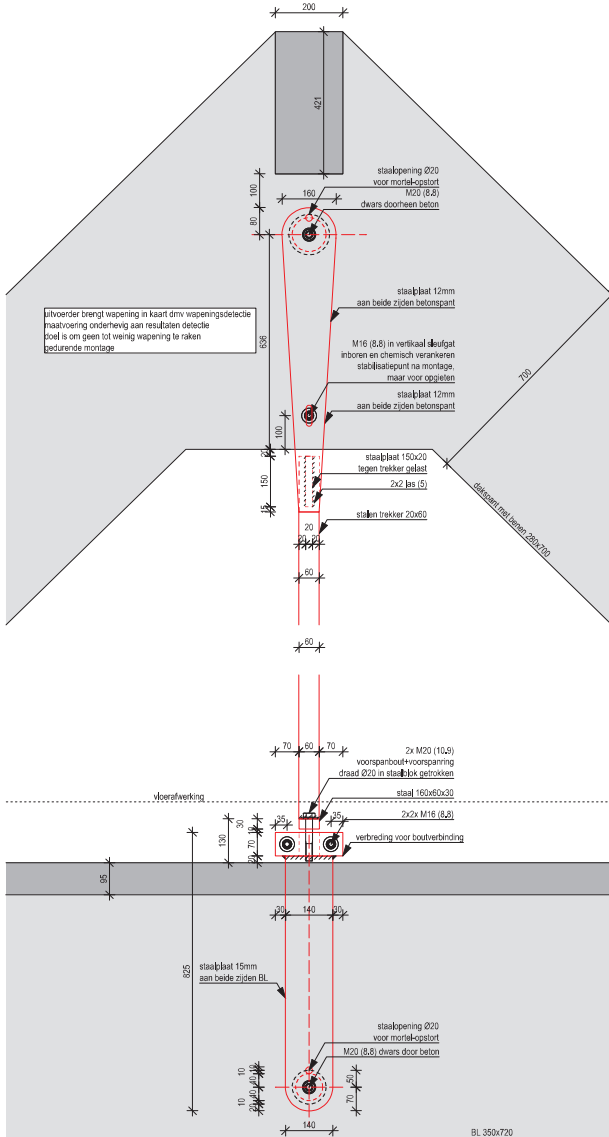
In terms of both construction and calculation (according to current standards), the ribbed floors no longer met their future function. Initially, they were intended to be removed and replaced with a new structure. However, out of a design ethos of maximum preservation, the ribbed floors were splinted by introducing a stiff steel structure. What were once primary structural elements are now secondary, their spans halved, supported by a new primary steel frame. | Zowel constructief als rekentechnisch (volgens de huidige bouwnormen) voldoen de ribbenvloeren niet voor hun toekomstige functie. De ribbenvloeren zouden initieel weggehaald en vervangen worden door een nieuwe structuur. Om redenen van maximaal behoud en de daaraan gekoppelde ontwerphouding van 'spalken en ondersteunen' worden deze vloeren bewaard en ondervangen door een stijve staalstructuur. Waar de ribben oorspronkelijk een primaire structuur waren, worden zij nu secundaire met een gehalveerde overspanning afdragend op een nieuwe primaire staalstructuur.



One or two rows of steel beams support the ribbed floors and transfer their loads to beams that span parallel to the ribs. The longitudinal and transverse steel beams are arranged in two layers, creating an inverted stacking. This results in a space between the ribs and the heavy beams placed parallel to them, preventing the two structural elements from visually competing with one another. | Eén of twee rijen stalen liggers ondersteunen de ribbenvloeren en dragen af op liggers die evenwijdig met de ribben de overspanning maken. De betonnen ribben liggen als kinderbalken op een rooster van stalen moerbalken. De stalen langs- en dwarsbalken worden in twee lagen aangebracht waardoor een omgekeerde stapeling ontstaat. Hierdoor ontstaat er een ruimte tussen de ribben en de evenwijdig geplaatste zware liggers, waardoor beide structurelementen visueel niet met elkaar gaan concurreren.

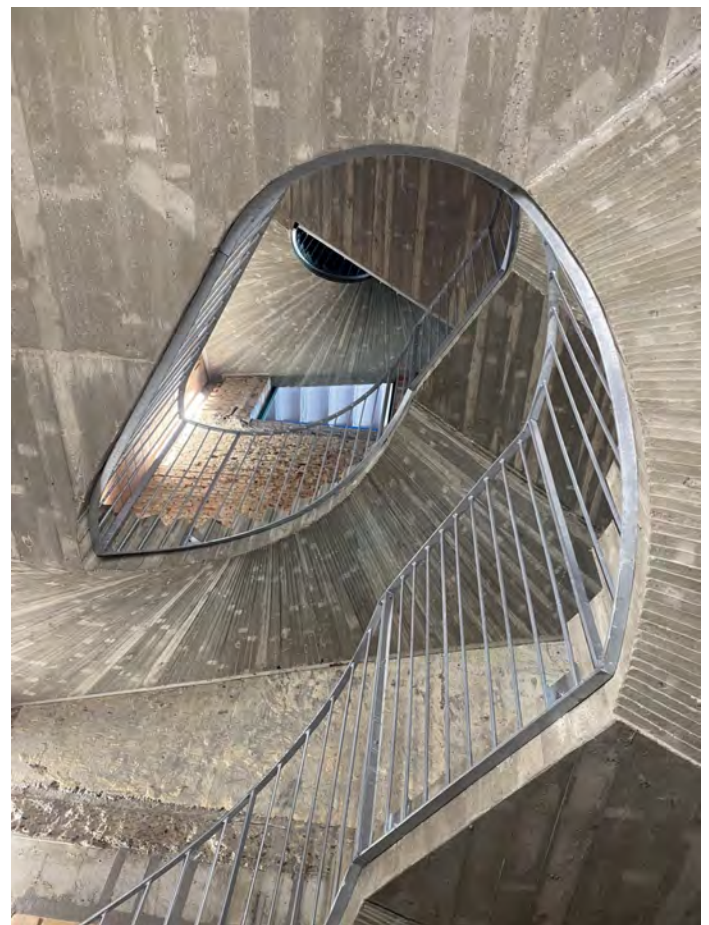


To manoeuvre the splinting girders between the existing masonry walls, a separate console was bolted onto the girder during placement. This detail allows for a visual gap between the wall and the steel, similar to the detailing used in the De Krook Library. | Om de spalkende staalliggers tussenin de bestaande metselwerkwanden te kunnen plaatsen, wordt een aparte console op de ligger gebouwd. Dit detail laat een visuele spatie tussen muur en staal toe, gelijkaardig aan de detailing in bibliotheek De Krook.



The attic, originally unused, was transformed into office space. Consequently, the loadbearing structure is subject to greater imposed loads, while permanent loads remain roughly constant. The floor beams are suspended from the roof ridge by a steel tie at the junction of the rafters. The tie has a modest section of 20 × 60 mm. As it only supports imposed loads, it does not require fire resistance. | De zolder, oorspronkelijk geen gebruikruimte, wordt omgevormd tot kantoor. Daardoor krijgt de dragende structuur een hogere mobiele belasting te verwerken, terwijl de permante belasting ongeveer gelijk blijft. De vloerbalken worden met een stalen trekker opgehangen aan de nok van het dak, daar waar de dakspanten elkaar ontmoeten. Deze trekker krijgt een relatief kleine afmeting van 20 × 60 mm, draagt enkel de gebruiksbelasting en heeft geen brandweerstandseis.

The vertical ties were embraced as elements structuring space and serve to hang the ventilation and lighting. The tensile force in the vertical ties is resolved at the ridge into two compressive components (→ *resolution of forces*), which are absorbed by the rafters, thereby increasing their susceptibility to buckling (→ *buckling*). Steel buckling restraints were therefore installed between the rafters. Coupled with some cross-bracing, they also serve as wind bracing. | De verticale trekkers worden omarmd als ruimte-structurende elementen en dienen als kapstok voor zowel ventilatie als verlichting. De treklast van de verticale trekkers wordt in de nok opgesplitst als twee drukcomponenten (→ *resolution of forces*) die in de spantbenen worden opgenomen, waardoor hun knikgevoeligheid (→ *buckling*) verhoogt. Daarom zijn stalen knikverkorters tussen de spantbenen aangebracht. Gekoppeld aan enkele kruisverbanden dienen ze ook als windverband.

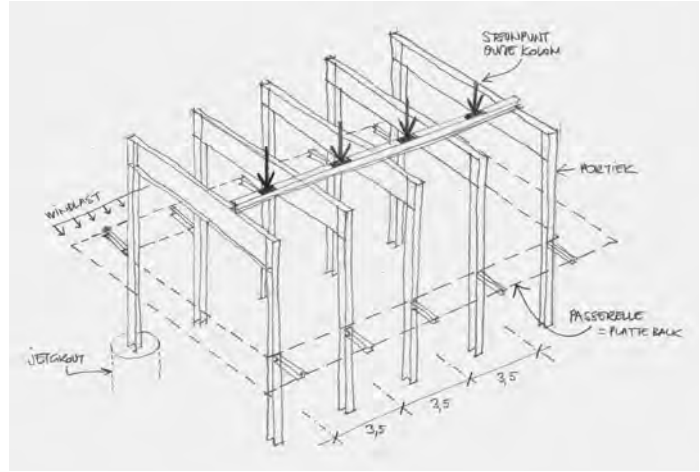


The new internal staircases were cast on-site in plank formwork, spiraling around an open core. | De nieuwe binnentrappen zijn ter plaatse gestort in een plankenbekisting en wentelen zich rond een open midden.

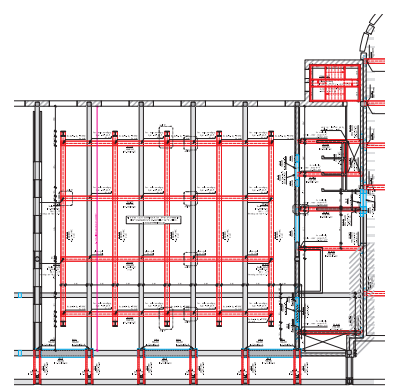
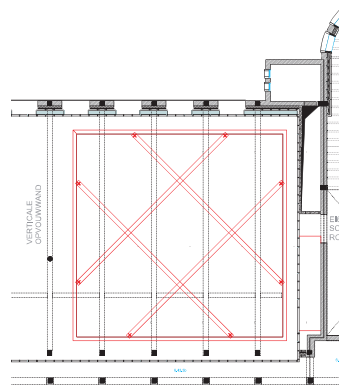
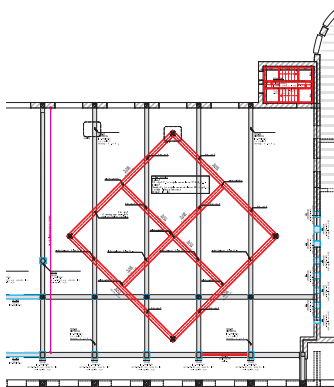
Double-height hall / Dubbelhoge zaal



To create a double-height multipurpose hall across a span of 17.5 m, the ground-floor slab was removed, together with the columns above and below. These columns were replaced by a new structure, keeping the hall more open. | Om een dubbelhoge polyvalente zaal te maken wordt de vloer van het gelijkvloers verwijderd over een breedte van 17,5 m, samen met de onder- en bovenstaande kolommen. De kolommen worden vervangen door een nieuwe structuur die de zaal volledig vrij houdt.



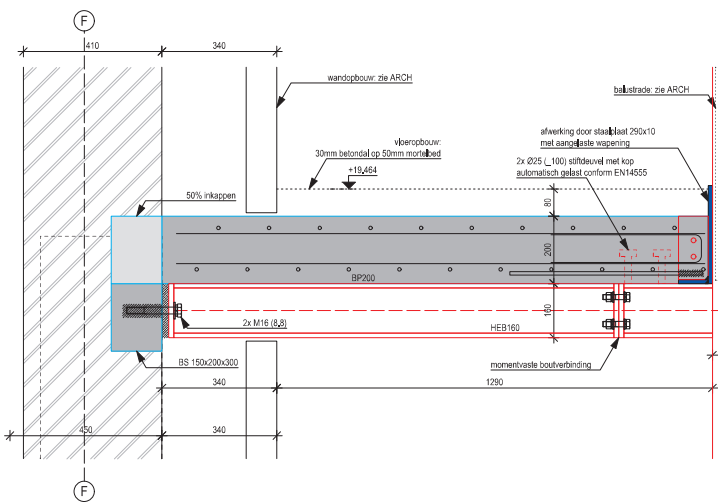
The sketch above depicts the new portal frame structure that replaces the removed columns and slab. The existing concrete beams are supported by the steel frame at the points where the concrete columns once stood. At these supports, a flat jack is installed to pre-stress the new structure. The other three steel girders located at the top (not shown in the sketch) form horizontal supports and prevent lateral-torsional buckling (\rightarrow lateral-torsional buckling). | Bovenstaande schets toont de nieuwe portiekstructuur die de weggenomen kolommen en plaat vervangt. De bestaande betonbalken worden door de staalstructuur ondersteund op de plaats waar vroeger een betonkolom stond. In deze steunpunten worden de staalliggers met behulp van platte vijzels onder spanning gebracht. De andere drie staalliggers die bovenaan liggen (niet getekend op schets), vormen horizontale kip-steunen (\rightarrow lateral-torsional buckling).



Various beam configurations were assessed to support the concrete beams optimally at the positions of the former columns. Ultimately, portal frames with an intermediate spacing of 3.5 m were adopted, positioned midway between the main axes. As a result, they could be installed without any prior demolition. Together with the new service ducts and the existing structure, the portal frames appear to form a Scottish tartan pattern. | Verschillende balkconfiguraties worden ontwerpmatig getest om op de posities van de voormalige kolommen de betonbalken zo optimaal mogelijk te ondersteunen. Finaal wordt gewerkt met portieken met tussenmaat 3,5 m, gesitueerd in het midden tussen de hoofdassen. Deze kunnen bijgevolg zonder voorafgaande afbraak geplaatst worden. De portieken lijken samen met de nieuwe techniekenkanalen en de bestaande structuur een Schots tartan-patroon te vormen.



A footbridge encircling the double-height hall (see drawing) unites two levels within a single space. The town square and the *grand café* connect to the hall via the footbridge. Doors at the level below open onto outdoor spaces and Fort 4 of the Brialmont fortifications. | Een passerelle rondom de dubbelhoge feestzaal (zie schets) laat twee niveaus in één ruimte samenkomen. Het gemeenteplein en het *grand café* komen via de passerelle uit in de zaal. Deuren op het niveau eronder geven uit op de buitenruimtes en Fort 4 van de Brialmont-versterking.



In the original condition, the front and rear facades are laterally supported by the intermediate floor. Removing this floor doubles the effective height of the facades, which is problematic in terms of buckling, wind loading and soil pressure. On the street side, the difference in ground level also comes into play, as the soil exerts pressure against the lower facade section. The new concrete slab of the footbridge acts as a deep beam, transferring loads to both sides of the hall. In addition, the footbridge functions as a buckling restraint (\rightarrow *buckling*) for the new steel columns. Thus, an element with an architectural function assumes an essential structural role. | De voor- en achtergevel worden in de oorspronkelijke toestand horizontaal gesteund door de tussenvloer. Door deze weg te nemen worden de gevels dubbel zo hoog, wat problematisch is voor zowel de knik, de windbelasting als de gronddruk. Aan de straatzijde speelt immers het niveauverschil in het terrein mee: de grond drukt er immers tegen het onderste geveldeel. De nieuwe betonnen plaat van de passerelle werkt als een balk op zijn kant, die de lasten afdraagt naar beide zijden van de zaal. Daarnaast werkt de passerelle ook als knikverkort (\rightarrow *buckling*) voor de nieuwe staalkolommen. Zo neemt een architecturaal functioneel element een essentiële structurele rol op.



Lexicon

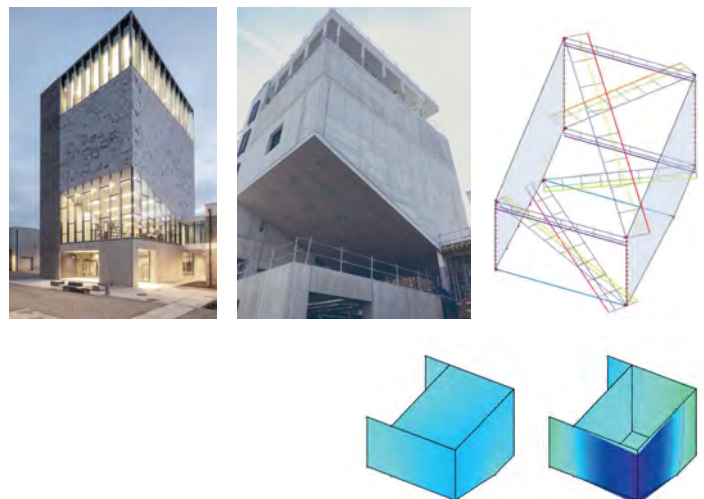
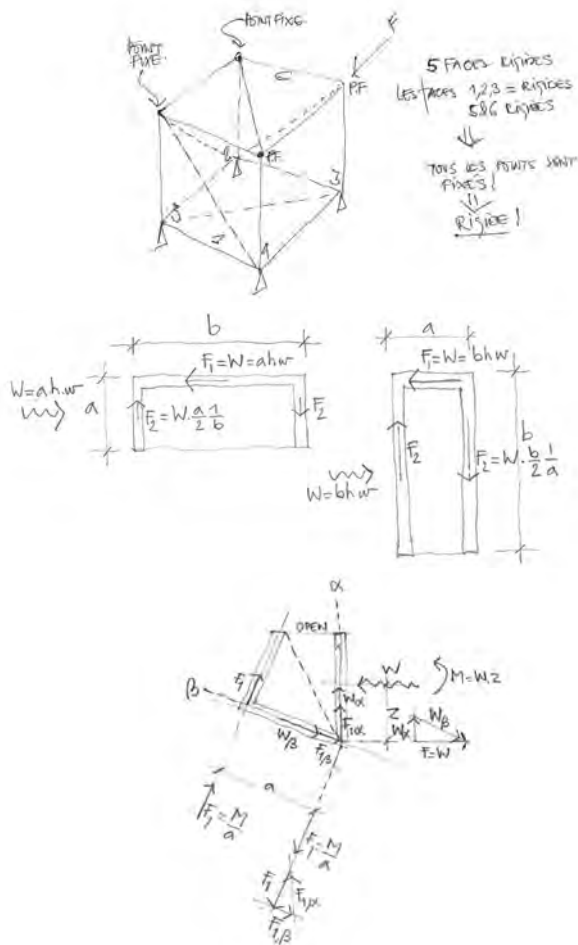
5 planes stiff / 5 vlakken stijf

A fundamental principle for ensuring the dimensional stability of a box-shaped volume is the concept of '5 planes stiff'. When one plane is restrained (most commonly the foundation slab), the diaphragm action (\rightarrow *diaphragm action*) in four of the five remaining planes of an 'empty box' can be sufficient to stabilise the whole without the need for additional bracing elements. In general, it suffices to stiffen the ground and roof planes together with three vertical planes, provided these do not intersect along a single line. Geometry plays a decisive role in estimating deformations. In the case of a beam-shaped building, it is often both architecturally elegant and structurally logical to leave the long side open. The wind load on the shorter, closed side is lower, and so the forces and deformation in the transverse, open plane are also reduced. For very large volumes, however, this sixth open face must be treated with caution: even a minor deformation in the stiffened planes can lead to substantial deflections in the open plane. This theory naturally also applies to atypical geometries.

6 planes stiff / 6 vlakken stijf

A cardboard box with one open side will not be stiff unless four corners have been restrained (\rightarrow *5 planes stiff*). One can generally assume that the 4 vertices of the ground plane act as founded, fixed points, thereby supporting the base plane perpendicular to its surface. In such a case, five planes are sufficient to create a stable unit, allowing either the top plane or a side plane to remain open.

A new public tower (Architecten Achtergael) was developed on the site of the Hydraulic Engineering Laboratory in Borgerhout. The transparent areas housing the reception, library and meeting rooms were arranged around a suspended concrete volume housing a 130-seat auditorium. Although the front corner of the auditorium cantilevers more than 10 m in two directions, it is not clamped into the circulation core, but only bears on its concrete wall (which serves as two supports) and a single steel column. One support is therefore missing for the volume to achieve stability with five planes. If a side plane were left open, the walls at the corners would be forced into torsion. Without a top slab, the walls would inevitably topple over—as shown in the bottom figure, where the darkest colour indicates the greatest vertical deformation. With six planes, however, the auditorium gains the geometric rigidity of a concrete box. In the top figure, the planes of the auditorium are represented by a perimeter outline with a diagonal inserted, simulating the diaphragm action (\rightarrow *diaphragm action*).



Een fundamenteel principe om een doosvormig volume vormvast te maken is het principe van '5 vlakken stijf'. Wanneer één vlak wordt vastgehouden (meestal de funderingsplaat), kan de schijfwerking (\rightarrow *diaphragm action*) in vier van de vijf andere vlakken van een 'lege doos' volstaan om het geheel stabiel te houden zonder extra schorende elementen. In het algemeen is het voldoende om het grond- en dakvlak te verstijven samen met drie (verticale) vlakken, die niet door één snijlijn gaan. Geometrie speelt een cruciale rol bij het begroten van de vervormingen. Bij een balkvormig gebouw is het vaak architecturaal mooi en tegelijk structureel logisch om de lange zijde open te laten. De windkracht op de korte, gesloten zijde is immers kleiner en dus zullen de optredende krachten en vervorming in het dwarse, open vlak kleiner zijn. Bij zeer grote volumes moet deze zesde open zijde met voorzichtigheid benaderd worden. Een kleine vervorming in de stijve vlakken kan immers leiden tot grote vervormingen in het open vlak. Deze theorie geldt uiteraard ook voor atypische geometrieën.

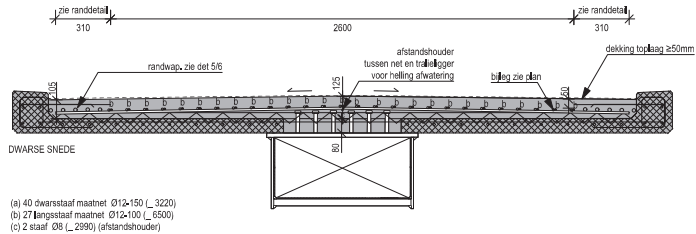
Een kartonnen doos met één open zijde is niet vormvast tenzij 4 hoeken worden vastgehouden (\rightarrow *5 planes stiff*). Men kan er meestal vanuit gaan dat de 4 hoekpunten van het grondvlak gefundeerde, vaste punten zijn, zodat het onderste vlak gesteund is loodrecht op zijn vlak. In dat geval volstaan vijf vlakken voor een stijf geheel en kan het bovenvlak of een zijvlak 'open' zijn.

De site van het Waterbouwkundig Laboratorium in Borgerhout krijgt een nieuwe publiekstoren (Architecten Achtergael). De transparante gedeeltes met onthaal, bibliotheek en vergaderruimtes organiseren zich rondom een zwevend, betonnen volume met een auditorium voor 130 personen. Hoewel de voorste hoek van het auditorium in twee richtingen meer dan 10 m uitkraagt, wordt deze niet ingeklemd in de circulatiekern, maar steunt enkel op de betonwand (dit geldt als twee steunpunten) en een staalkolom. Dit is dus één ondersteuningspunt te weinig om het volume te kunnen stabiliseren met 5 vlakken. Bij een open zijvlak zouden de wanden in de hoeken op torsie werken. Zonder bovenplaat zouden de wanden gevoelig kantelen (zie onderste figuur, waar de donkerste kleur de grootste verticale vervorming toont). Met 6 vlakken verkrijgt het auditorium de vormvastheid van een betonnen box. Op de bovenste figuur zijn de vlakken van het auditorium vervangen door een contour met een diagonaal in als modellering van de schijfwerking (\rightarrow *diaphragm action*).

composite section / samengesteld profiel

In addition to assembling a section from elements made of the same material (→ *built-up section*), it can also be of interest to combine different materials to enhance strength, stiffness or stability.

To connect the centre of Veurne with the new residential district built on the site of the former sugar factory, a pedestrian and cycle bridge was designed, the Suikerbrug (architect ZJA). By providing a 200-mm-thick concrete deck on top of a welded steel box girder and ensuring an appropriate connection between both components, a composite section is created that is roughly three times stiffer than just the steel box. The on-site concrete topping cast over the prefabricated concrete segments anchors the concrete component to the shear studs of the steel girder. For composite profiles, it is essential to correctly assess the forces acting within the connection between the elements. In the case of the Suikerbrug, the connection was designed primarily on the basis of the shear force, the force tending to make the concrete slide over the steel along the longitudinal axis of the bridge. The varying number of studs—visible in the detail photograph—illustrates the variation in shear force.



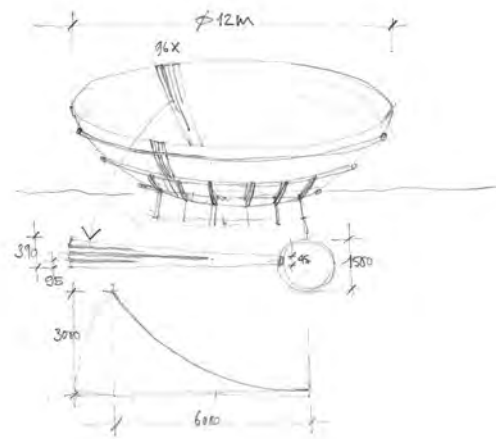
Naast het samenstellen van een profiel met elementen uit eenzelfde materiaal (→ *built-up section*) kan het ook interessant zijn om verschillende materialen te combineren en zo de sterkte, stijfheid of stabiliteit te verhogen.

Om de nieuwe woonwijk op het voormalige Suikerfabriekterrein te verbinden met het centrum van Veurne, is een voetgangers- en fietsersbrug gerealiseerd (architect ZJA). Door bovenop een gelaste stalen koker een betonnen wegdek van 200 mm dik te voorzien en te zorgen voor een passende onderlinge verbinding, ontstaat een samengesteld profiel dat ongeveer driemaal stijver is dan de stalen koker op zich. De opstortlaag op de geprefabriceerde betonsegmenten verankert het betongedeelte aan de deukels van de staalkoker. Bij samengestelde profielen is het van belang de krachten in de verbinding tussen de elementen correct te begroten. Bij de *Suikerbrug* werd de verbinding hoofdzakelijk ontworpen op basis van de afschuifkracht (de kracht waarmee het beton over het staal wil glijden, in de lengterichting van de brug). Het variërend aantal deukels, zoals te zien op de detailfoto, toont de variatie in afschuifkracht.

constructability / bouwbaarheid

During the design phase already, it is essential to consider how a structure is to be assembled. Prefabrication (→ *prefabrication*), connection detailing (→ *detail*), materiality and assembly can all influence the design in various ways: transport, material availability, speed of construction, cost.

On the Planetenpad in Genk (NU architectuurstudio), a steel shell with a 15 m diameter is being built as a representation of a scaled fragment of the sun. How can one create, in a simple and cost-effective manner, a shell structure in which everything is doubly curved? To realise this surface, slender strips of galvanised steel were first deeply notched once and then divided into four fingers, making them easier to curve across their width. The 96 steel strips, each 5 mm thick, are sufficiently flexible to be draped over a series of rings made of welded CHS 48.3 / 6.3 mm tubes positioned at different heights. Each finger of the steel strip is fastened with screws to the tube of the ring; together they form a *Vierendeel* effect (→ *Vierendeel truss*) that imparts in-plane stiffness.



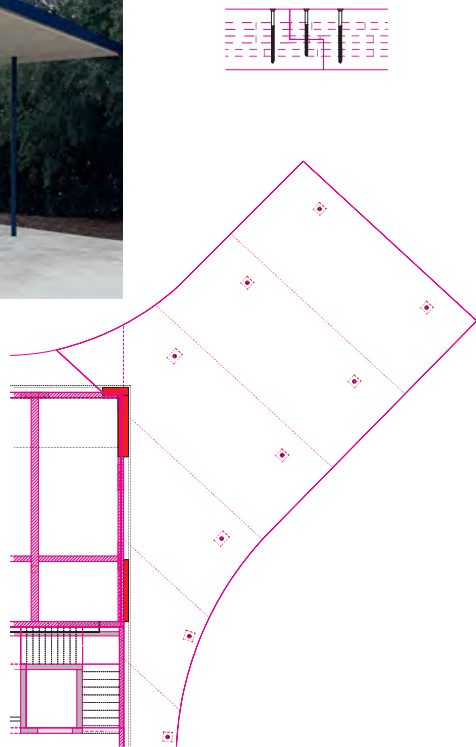
Al in de ontwerpfase wordt nagedacht over de manier waarop een constructie in elkaar moet worden gezet. Prefabricatie (→ *prefabrication*), detaillering van verbindingen (→ *detail*), materialiteit en montage kunnen immers op verschillende punten het ontwerp beïnvloeden: transport, materiaalbeschikbaarheid, snelheid van uitvoering of kostprijs.

Op het Planetenpad in Genk (NU architectuurstudio) wordt een stalen schaal met diameter 15 m gebouwd als voorstelling van een verschaald deel van de zon. Hoe maak je op een eenvoudige budgetvriendelijke manier een schaalconstructie waar alles dubbelgekromd is? Om dit oppervlak te realiseren worden dunne staalstroken in gegalvaniseerd staal eerst éénmaal diep ingesneden en daarna tot 4 vingers opgesplitst zodat ze makkelijker in de breedte gekromd kunnen worden. De 96 staalstroken zijn 5 mm dik en dus slap genoeg om gedrapeerd te worden op een aantal ringen van aaneengesloten gelaste buizen CHS 48.3 / 6,3 mm op verschillende hoogtes. Iedere vinger van de staalstrook wordt met vijzen in de buis van de ring bevestigd, zodat een vierendeelleffect (→ *Vierendeel truss*) stijfheid in het vlak geeft.

diaphragm action / schijfwerking

Diaphragm action is the capacity of a planar structural element such as a floor, roof or wall to distribute and transfer forces within its own plane. The diaphragm action of floor and roof slabs ensures that distributed horizontal loads, such as wind or stability forces, can be collected and transferred to the bracing elements (core, wind bracing, etc.) and from there further down to the foundations.

Located in the Blaarmeersen recreational domain in Ghent, Cafeteria Waterkant (STUDIOBONT architecten) features a large open canopy on one side. To keep the steel columns beneath the canopy slender, the horizontal forces acting on the canopy had to be absorbed by the building itself. The canopy is constructed from CLT panels in which the position of the joints was chosen to ensure an optimal distribution of internal force flow. The joints were executed as half-lapped joints capable of transferring forces in three directions. The two red zones on the plan indicate where the canopy is anchored to the CLT structure of the building.



Schijfwerking is het vermogen van een vlak constructief element, zoals een vloer, dak of wand, om krachten in zijn vlak te verdelen en af te dragen. Schijfwerking van vloer- en dakplaten zorgt ervoor dat verspreide, horizontale belastingen, zoals wind- of stabiliteitskrachten, verzameld en overgebracht kunnen worden naar de schorende elementen (kern, windverband, ...) en zo verder naar de funderingen.

Cafeteria Waterkant (STUDIOBONT architecten) in het recreatiedomein Blaarmeersen in Gent heeft langs één zijde een grote, open luifel. Om de staalkolommen onder de luifel slank te houden, moeten de horizontale krachten op de luifel door het gebouw opgenomen worden. De luifel is opgebouwd uit CLT-panels waarbij de positie van de voegen gekozen is in functie van een optimale verdeling van de interne krachtswerking. De voegen zijn uitgevoerd als liplassen die krachten in drie richtingen kunnen opnemen. De twee rode zones op het plan tonen waar de luifel verankerd wordt op de CLT-constructie van het gebouw.

durability (sustainability) / duurzaamheid

For some time now, the construction sector has been speaking about sustainable building. With terms such as 'green energy' and the quantity and nature of 'renewable building materials', the discourse is dominated by the notion of 'circular construction'. The importance of these developments for a greener world should not be underestimated, of course: solar panels, insulation, biogas and materials derived from natural resources are unquestionably essential, but they are by no means sufficient. Taken together, these measures will not automatically produce good, sustainable buildings. For sustainability may also mean something quite different: simply to exist, and to endure.

At the outset of any sustainable endeavour, a good architectural idea is crucial. We are convinced that architect and engineer must collaborate to arrive at an intelligent and logical structural concept, one that interacts with, and ideally becomes indistinguishable from, the architectural concept. Out of a range of structural concepts, one must examine which ones can carry within them the seed of a sustainable design. As with architecture, it is not enough to have an interesting idea; the right, intelligent choices must also be brought to the fore.

Other disciplines naturally also exert an influence, but the structural concept forms the basis, the foundation. Architectural philosopher Willem Koerse distinguishes between 'under-order' and 'upper-order'. When this distinction can be clearly maintained in architecture, the conversion of a building should, in principle, be limited to interventions within the upper-order. But in such cases, the under-order must be soundly underpinned by the structural system. This forms the backbone of architectural sustainability, which in turn is an important measure of ecological sustainability. The keyword is therefore collaboration! In good, sustainable architecture, structure is not merely structure, but also architecture. And on rare occasions, architecture is nothing but structure.

Guy Mouton (abridged version of an opinion piece published in A+ 286, October 2020)

Al enige tijd heeft de bouwsector het over duurzaam bouwen. Met termen als 'groene energie' of de hoeveelheid en de aard van 'hernieuwbare bouwmaterialen' heeft men de mond vol van 'circulair bouwen'. Het belang van deze evoluties voor een groenere wereld is natuurlijk niet te onderschatten: zonnepanelen, isolatie, biogas, materialen met natuurlijke grondstoffen... zijn uiteraard absoluut noodzakelijk, maar lang niet voldoende. Al deze zaken samen leiden niet zomaar tot goede, duurzame gebouwen. Want duurzaam kan ook iets helemaal anders betekenen, namelijk: er zijn en er blijven.

Als beginpunt van duurzaamheid is een goed architecturaal idee cruciaal. We zijn ervan overtuigd dat architect en ingenieur moeten samenwerken om tot een intelligent en logisch structureel concept te komen dat in wisselwerking treedt en hopelijk niet langer te onderscheiden valt van het architecturaal concept. Uit een hele resem structurele concepten wordt onderzocht welke de kiem kunnen dragen van een duurzaam ontwerp. Net zoals bij architecten volstaat niet enkel een interessant idee, maar moeten ook de juiste, intelligente keuzes naar voor worden geschoven.

Uiteraard hebben andere disciplines ook invloed, maar het structureel concept is de basis, het fundament. Architectuurfilosoof Willem Koerse onderscheidt in architectuur een onderorde en een bovenorde. Een reconversie van een gebouw moet zich in principe kunnen beperken tot aanpassingen in de bovenorde. Maar dan moet een goede onderorde geschraagd worden door de structuur. Het is de ruggengraat voor architecturale duurzaamheid, een belangrijke waardemeter voor ecologische duurzaamheid. Samenwerken is dus het sleutelwoord! Bij goede, duurzame architectuur is structuur niet alleen maar structuur, maar ook architectuur. En heel soms is architectuur alleen maar structuur.

Guy Mouton (ingekorte versie van een opinietekst verschenen in A+ 286, oktober 2020)

experimental concrete / experimenteel beton

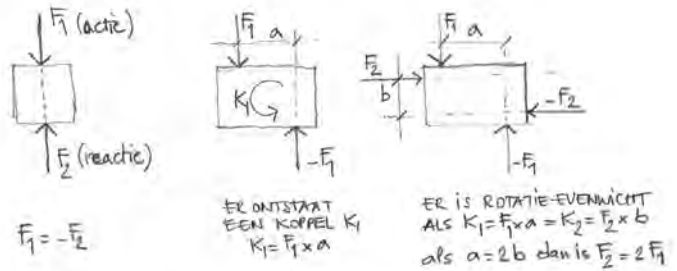
Research into and experimentation with alternative concrete compositions can lead to more ecological, more sustainable or more robust variants. These concrete mixes have the potential to significantly reduce the CO₂ emissions of traditional cement-based concrete. They also support circular building principles, whereby concrete can be partially reclaimed from demolition.

URBCON is a research project aimed at reducing the high primary material consumption and CO₂ emissions of the construction sector. The external staircase (BACK architecten) at the De Zonnepoort primary school in Ghent is part of this initiative as a pilot project using sustainable, experimental concrete developed for precast applications (high aesthetic requirements, high early compressive strength, etc.). The CEM I cement was largely replaced by alternative fine materials, thereby reducing the CO₂ footprint of the concrete. This was achieved not only through the use of commercialised blast furnace slag, but also by incorporating by-products from the production of copper and stainless steel. Despite the low Portland clinker dosage—100 kg/m³ compared with 375–400 kg/m³ in a conventional self-compacting concrete (→ *self-compacting concrete*) for precast use—early compressive strengths of 20–25 N/mm² after 24 hours can still be achieved, with 28-day compressive strengths exceeding 80 N/mm². The T-frame adjacent to the staircase was realised with an alternative concrete mix that is still in a more experimental phase.



force couple / krachtenkoppel

When two equal forces act along the same line but in opposite directions, they balance each other out as action force and reaction force. However, when these two equal but opposing forces do not act along the same line, equilibrium is lost. The object or structural element to which the two forces are applied then want to rotate. Such a pair of forces is referred to as a force couple. The effect of this couple on the structural member depends on the magnitude of the forces and the distance between them: $K = F \times a$. Equilibrium is only restored when a counteracting force couple is present, acting in the opposite rotational direction.



Onderzoek en experiment naar alternatieve betonsamenstellingen kunnen leiden tot meer ecologische, meer duurzame of sterkere varianten. Dergelijke betonmengsels kunnen de CO₂-uitstoot van traditioneel cementbeton aanzienlijk reduceren. Ze ondersteunen ook circulaire bouwprincipes waarbij beton gedeeltelijk kan worden gerecupereerd uit afbraak.

URBCON is een onderzoeksproject dat wil bijdragen aan de vermindering van de hoge primaire materiaalconsumptie en CO₂-uitstoot van de bouwsector. De buitentrap (BACK architecten) aan basisschool De Zonnepoort in Gent is hierbinnen een pilotproject met duurzaam, experimenteel beton, ontwikkeld voor prefabtoepassingen (hoge esthetische eisen, hoge aanvangsdruksterkte, ...). Het CEM I wordt grotendeels vervangen door alternatief fijn materiaal waardoor de CO₂ footprint van het beton kan worden gereduceerd. Hiervoor worden niet enkel gecommmercialiseerde hoogovenslakken gebruikt, maar ook deze afkomstig uit de productie van koper en roestvrij staal. Ondanks de lage portlandklinkerdosering (100 kg/m³ ten opzichte van 375 à 400 kg/m³ in een conventioneel zelfverdichtend beton (→ *self-compacting concrete*) voor prefabricatie) kan gerekend worden op een hoge aanvangsdruksterkte 20-25 N/mm² na 24 u en druksterktes op 28 dagen van meer dan 80 N/mm². De T-portiek naast de trap is uitgevoerd met een alternatief betonmengsel dat zich in een meer experimentele fase bevindt.

Wanneer twee gelijke krachten op dezelfde lijn liggen maar tegengesteld zijn aan elkaar, dan houden ze elkaar in evenwicht als actiekracht en reactiekracht. Als deze twee gelijke, maar tegengestelde krachten niet op dezelfde lijn aangrijpen, is er geen evenwicht. Het voorwerp of constructiedeel waarop die twee krachten inwerken wil dan roteren. We noemen die twee krachten een koppel van krachten. Het effect van dat koppel op het constructieonderdeel is afhankelijk van de grootte van de krachten en hun onderlinge afstand: $K = F \times a$. Er is pas evenwicht als er een ander reactie-koppel is dat tegengesteld draaiend inwerkt.

prototype (mockup) / prototype (proefstuk)

Testing is crucial, both during the design process and in the execution phase, so that decisions are supported not only conceptually but above all experimentally. The testing of form, material, behaviour and buildability can be carried out using a full-scale fragment or scaled model. For fair-faced concrete, it is common practice to test the intended concrete mix on-site by constructing a trial wall on which formwork texture, colour and the right consistency for a proper execution can be assessed. For the Port House in Antwerp, mockups were made of the most complex geometries.

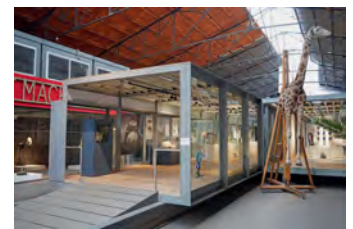
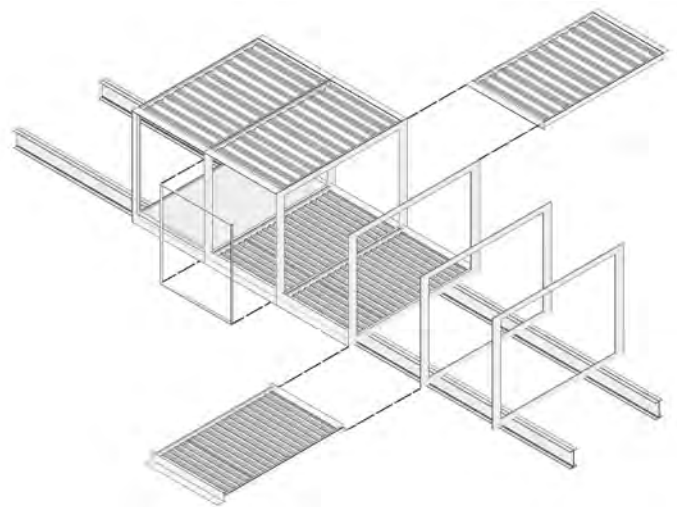


Testen is cruciaal, zowel in het ontwerpproces als in de uitvoeringsfase, zodat keuzes niet louter conceptueel, maar vooral experimenteel kunnen ondersteund worden. Het testen van vorm, materiaal, gedrag en bouwbaarheid kan gebeuren met een fragment op ware grootte of met een schaalmodel. Voor zichtbeton is het gebruikelijk om de beoogde betonsamenstelling te testen op de werf door een proefwand te realiseren waarop bekistingstextuur, kleur en de juiste consistentie voor een goede uitvoering kunnen worden getest. Voor het Havenhuis in Antwerpen zijn van de moeilijkste geometrieën proefstukken gemaakt.

remountability / herbouwbaarheid

Remountability is the capacity of a structure to be dismantled and subsequently reassembled while retaining its structural integrity and functionality. This requires demountable connections and durable material choices. Remountable structures promote circular construction, extend the life cycle of building materials and reduce waste.

As a hotspot for regional products, a fully demountable pavilion (Coussée & Goris architecten) was erected in 2001 in the medieval Great Butchers' Hall in Ghent. Two tall I-sections span the cellars and site irregularities and serve as the base for the structure. A series of twenty-four flat-steel frames create a facade rhythm of slender vertical fins. Horizontal floor and ceiling frames were mounted between these, built up from C-shaped sections. These were filled with steel deck plates, and the floor frames were cast with a thin concrete layer to form composite steel-concrete floors. The 50-metre-long Meccano-like structure could be efficiently erected in the Great Butchers' Hall. After 22 years of use, the pavilion was dismantled and rebuilt at the Verbeke Foundation in Kemzeke.



Herbouwbaarheid is het vermogen van een constructie om na demontage opnieuw te worden opgebouwd, met behoud van structurele integriteit en functionaliteit. Dit vereist demontabele verbindingen en duurzame materiaalkeuzes. Herbouwbare constructies bevorderen circulair bouwen, verlengen de levenscyclus van bouwmaterialen en verminderen afval.

Als hotspot van streekproducten, werd in 2001 een volledig demonteerbaar paviljoen (Coussée & Goris architecten) opgetrokken in het middeleeuws Vleeshuis in Gent. Twee hoge I-profielen overspannen de kelders en terreinafwijkingen en dienen als basis voor de constructie. Een reeks van 24 platstalen kaders maken een gevelritme van slanke, verticale schijven. Hiertussen worden horizontale vloer- en plafondkaders gemonteerd die zijn opgebouwd uit C-vormige profielen. Deze worden met steeldeckplaten opgevuld en de vloerkaders worden met een dunne betonlaag opgestort tot staalbetonvloeren. De 50 m lange meccano kon vlot geplaatst worden in het Vleeshuis. Na 22 jaar gebruik, werd het paviljoen gedemonteerd en bij de Verbeke Foundation in Kemzeke opnieuw opgebouwd.