

Hackathon@ Staalbouwdag: the case



Design a pavilion for the expo 2050. The pavilion needs to be a showcase of reused steel structures. The overall structure and the steel connections will be judged on **efficiency, aesthetics, buildability and sustainability**.

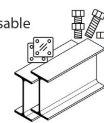
Focus on efficiency in:
 - Constructibility
 - Maximum roofed floor space
 - Architectural expression

Donor-case: Brug de Twist



Design by West8 Vlaardingen 2009

Donor-case: Database of reusable material (steel)



Design-case: Pavilion Expo 2050



Digital toolkit

Hackathon schedule

Time	Event
08:00	Start Hackathon 2022, programma and case (presentatie)
09:00-10:30	Part 1
10:30	Concept presentatie team 1, 2, 3 (15 min per group, present)
10:45-12:30	Part 2
12:30	Lunch
12:30-14:30	Part 3
14:30	Presentatie finale
14:30	Finale
14:30	Start presentatie (15 min per group)
15:00	Group photo
15:45	Assessment and 'bragging' winning team of materials

Presentation

Each team will give a 4 minute presentation about the design of their steel structure.

- Show key figures/information:
- The % of material (re)used.
 - The parameters in your model and how they influence your final design.
 - Structural details. Welded and/or bolted connections.
 - Team dynamics: How did you collaborate
 - The unique feature/method did you add to your model?

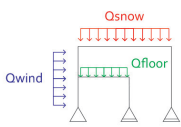
Transport dimensions: max 25 x 4 x 3 m



Add unique feature



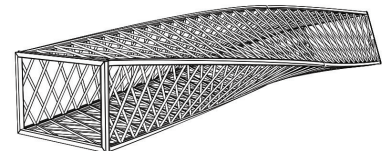
Design loads



Part	Abbreviation	Characteristic value
Selfweight	EG	Variable
Facade and roof cladding	G	1.00 kN/m ²
Floorload	FL	5 kN/m ²
Wind (Gebied 2, onbebouwd)	W	1.00 kN/m ²
Snow	S	0.56 kN/m ²

Combination name	Combination
SLS-1	(EG+G)+FL+W
SLS-2	(EG+G)+FL+S
ULS-1	1.20*(EG+G)+1.50*(FL+W)
ULS-2	1.20*(EG+G)+1.50*(FL+W)

Database



Een paviljoen in krap 7 uur

Met een 'contestant booklet' waarin de 'do's and don'ts' van de Hackathon 2022 keurig zijn uitgelegd, gingen in oktober vijf teams aan de slag om in 7 uur een paviljoen te ontwerpen uit een brug. Gewapend met hun 'weapons of choice', oftewel hun favoriete software, droeg elke deelnemer bij aan het multidisciplinaire team. Beoordeeld op efficiëntie, esthetica, duurzaamheid en bouwbaarheid, door een 4-koppige jury, vroeg de organisatie ook om een teamverslag.

Van de redactie, met dank van ir. Rayaan Ajouz en de deelnemende teams.

'Het is het jaar 2050. Alle bouwmaterialen zijn uitgeput. De enige manier om te bouwen is door een bestaand bouwwerk te demontelen en het materiaal te hergebruiken: 'Form follows availability'. Over een paar maanden

vindt Expo 2050 plaats en er moet een Nederlands paviljoen worden gebouwd. Ondertussen is brug de Twist in Vlaardingen niet meer nodig en zijn de bouwmaterialen klaar om te oogsten. Gebruik het geogste materiaal van

de Twist om een nieuw ontwerp te maken voor het Nederlandse paviljoen van Expo 2050.'

Aldus de opgave van de Hackathon 2022 die tijdens de Staalbouwdag op dinsdag 3 oktober in Leusden werd georganiseerd. Verzamelen om 8:30 en vanaf 9:00 uur van start met de voorwaarden uit het deelnemersboekje.

- Voor het nieuwe ontwerp kan alleen materiaal uit de database worden gebruikt. Als uw ontwerp meer materiaal vereist dan beschikbaar is, wordt dit negatief beoordeeld.
- In werkelijkheid zijn zowel de portaalframebalken als de randbalken samengestel-

de profielen. Ter vereenvoudiging kunnen deze secties worden aangenomen als SHS 300x300x16-secties.

- De transportafmetingen zijn beperkt: 25x4x3 m. Daarom moet de constructie worden opgedeeld in meerdere geprefabriceerde delen die ter plaatse moeten worden gebouwd. Definieer tactische posities voor uw boutverbindingen.
- Voeg een uniek winnend kenmerk toe aan uw model.
- Kan uw script het benodigde materiaal efficiënt mengen met het beschikbare materiaal?
- Kunt u een slim algoritme bedenken?
- Zal uw script kerncijfers weergeven, zoals percentage gebruikt materiaal of gecreëerde vloeroppervlakte?

De teams stonden ook tutors ter beschikking (Alexander, Mick en Raya'an), voor vragen en om geen kostbare tijd te verspillen. De jury bestond uit Gijs Joosen (Royal haskoningDHV), Ronald Wenting (ABT), Jan Krielaart (Hillebrand/ASK Romein) en Arjan Habraken (SID studio). De teams kregen ook inzicht in de 'score card' van de jury, dat bestond uit de volgende onderdelen.

Efficiëntie/duurzaamheid

- Hoeveel van het beschikbare materiaal is gebruikt (in %)? Zijn constructiedetails demontabel? Hoeveel vloeroppervlak is er gecreëerd?

Esthetiek

- Hoe zou u het ontwerp esthetisch beoordelen? Hoe zou u de presentatie esthetisch beoordelen (tekeningen, details, renders, enz.)?

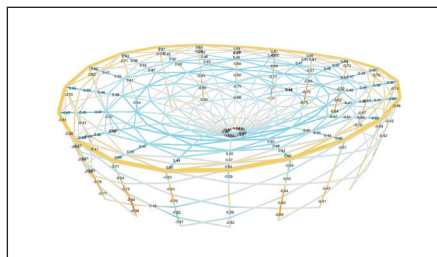
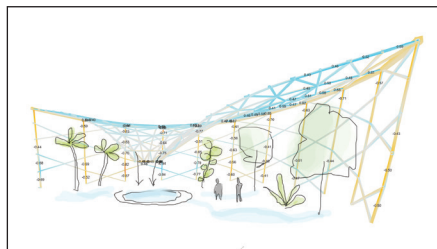
Bouwbaarheid

- Hoe zijn de constructieve details in uw ontwerp verwerkt? Passen de elementen binnen de transportvereisten?

Samenwerking/proces

- Heeft samenwerking uw ontwerp verbeterd? Welke workflow is gebruikt? Welke parameters zijn toegepast in het model en hoe heeft het ontwerp beïnvloed? Is er unieke eigenschap/methode aan het model toegevoegd?

Team 1 bestond uit Syed Baqir Ali Kazmi (student, TU Delft), Joris Veerman (architect, ZJA), Vladimir Skoric (constructeur, ASK Romein), Bram Hekker (constructeur, Royal HaskoningDHV) en Stefan Slangen (constructeur, Arup).



Het (in 30 minuten vastgestelde) concept was een klimaatkas waarbij het hemelwater wordt opgevangen om het groen in het paviljoen te voeden. De geometrie is zo ontworpen om maximaal aan te sluiten bij het beschikbare staal: de slanke kokerprofielen (SHS 120x4-10) zijn gebruikt voor een grid-shell op trek, hierdoor kon een zo groot mogelijke overspanning gerealiseerd worden. De zware gekromde kokerliggers (SHS 300x16) worden ingezet als drukring tussen gevel en dak in, waar de grid-shell zijn trekkrachten op kan afdragen.

Om onze potentie maximaal te benutten, verdeelden we snel de taken over onze groep: Joris Veerman heeft het concept-ontwerp vertaald naar een parametrische geometrie in Grasshopper. Waarbij de voornaamste parameter de verdeling van het grid-shell dak was. De vorm van het dak werd bepaald middels formfinding (Kangaroo). Voor de constructieve analyse heeft Bram Hekker vervolgens een Karamba-model opgezet om voor de gegeven geometrie de minimaal benodigde profielen te bepalen. Dit gaf weer de input voor Stefan Slangen om te bepalen hoeveel van het donorstaal geschikt was voor

het ontwerp. Met de maximale verbindingskrachten als variabele input heeft Valdimir Skoric een demontabele knoop ontworpen, waarbij hij het benodigde nieuwe staal heeft geminimaliseerd. Syed Baqir Ali Kazmi zorgde ondertussen dat we goed samenwerkten door alle neuzen één kant op te houden en waar nodig bij te springen.

Om te voorkomen dat we op elkaars werk zaten te wachten, hebben we ieder wat 'dummy data' gegenereerd als input voor ons script-onderdeel. Hierdoor konden we de onderdelen individueel werkend krijgen zonder deze direct aan elkaar te koppelen. Door duidelijke afspraken over de (parametrische) in- en output van elk scriptonderdeel, sloot het geheel vrijwel naadloos op elkaar aan. Dit zorgde ervoor dat in het gecombineerde model met enkele simpele sliders voor de dak geometrie (afmetingen en grid), een nieuwe staalconstructie werd ontworpen (zowel profielen als verbindingen) en simultaan een percentage van hergebruikt staal werd berekend.

Team 2 (een fusie tussen team 2 en team 3, vanwege afmeldingen/no shows) bestond uit Jan-Pieter Kansen (constructeur, Arup), Giorgio Ramsaroep (constructeur, Voortman Steel Construction), Elmar van Cleynebreugel (architect, ipvDelft), Tijn Uijtenhaak (constructeur, Buro Happold), Geert van Bakel (constructeur, Sweco) en Lars Groenendaal (student werktuigbouwkunde en Reijrink Staalconstructies).

Team 2 stelde zich ten doel om de spectaculaire vormgeving van de donorbrug terug te laten komen in het nieuwe paviljoen en dat vervolgens met parametrische technieken zo groot mogelijk te maken door zoveel mogelijk donorstaal efficiënt te benutten. Als eerste is gekeken naar het 3D-model en de database met beschikbare materialen van de donorbrug. Deze lijkt op het eerste gezicht maar uit twee profieldoorsneden opgebouwd: twee entreeportalen en vier getordeerde randbalken uit kokerprofielen 300x300, met daartussen honderden kokerprofielen 120x120. Er was echter verrassend veel meer materiaal beschikbaar, waaronder buizen en HE-profielen, maar constructief hergebruik

daarvan leek onpraktisch vanwege de veelal korte stukken staalprofiel.



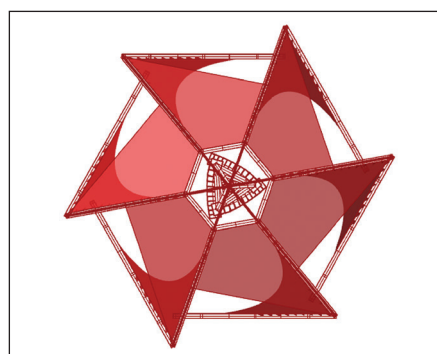
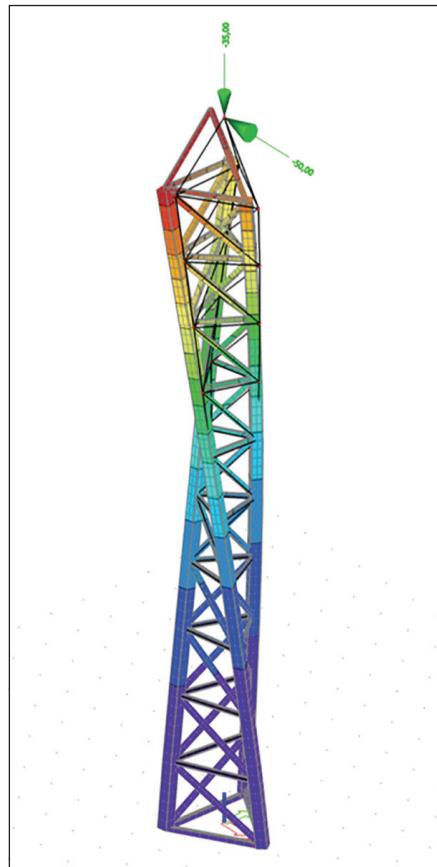
De randbalken van de brug zijn vanuit de duurzaamheidsgedachte ongewijzigd in het ontwerp opgenomen en in de architectuur tot de belangrijkste elementen gemaakt. Door de aanwezige rotaties in deze profielen zijn ze voor toepassing elders namelijk niet goed te hergebruiken, terwijl hun gewicht juist een stevig aandeel is in de beschikbare hoeveelheid staal die volgens opdracht efficiënt moesten worden benut.

Het resultaat is een door constructief ontwerpers Jan-Pieter en Tijn ontworpen golvende kapconstructie met een oppervlakte van 1100 m², geplaatst op acht samengestelde piramidevormige kolommen. Tussen de primaire liggers dragen ruimtelijke vakwerken een lichtgewicht bekleding. Zoveel mogelijk elementen zijn ontworpen om voornamelijk door axiale krachten te worden belast. Dit maakt het mogelijk om met eenvoudige verbindingen ook de korte stukken staalprofiel te koppelen tot nuttige lengtes.

De geometrie van de kap is door architect Elmar en staalconstructeur Giorgio parametrisch opgezet om het beschikbare staal zo efficiënt mogelijk te verdelen over de constructie. De helling van de zadeldaken was hiervoor een cruciale ontwerpparameter. Constructeur Geert en student Lars hebben parallel nagedacht over de maakbaarheid van de demontabele constructie. Hierbij worden de korte staalprofielen opnieuw nuttig ingezet: als aanzet voor de druk- en trekstaven bij de gelaste knopen van de vakwerken. Parametrisering en multidisciplinair denken maakten het mogelijk om in korte tijd een concept te ontwikkelen, waarbij met een beetje meer tijd nog veel verdere efficiëntie mogelijk was geweest. Maar dat juist inspireerde het team en leidde tot veel out-of-the-box

ideeën die – niet ondanks, maar juist dankzij de hoge tijdsdruk – in een bijzonder ontwerp zijn samengebracht.

Team 4 bestond uit Erron Estrado (applicatie engineer, Oostingh Staalbouw), Steven Janssens (constructeur, Sweco Nederland), Miel Beekman (student werktuigbouwkunde Fontys), Liva Sadovska (architect, UNStudio) en Tom Diks (constructeur, BAM Advies & Engineering)



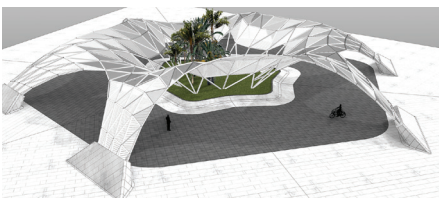
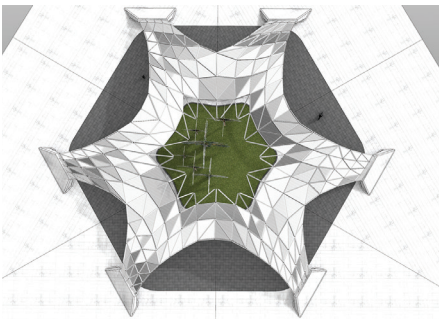
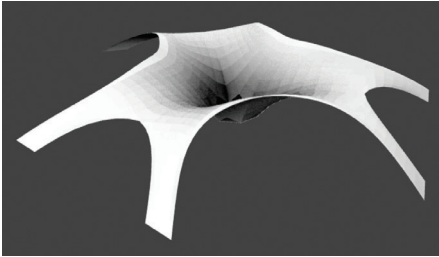
Onze uitgangspunten voor het nieuwe paviljoen waren 'wonder, tension suspense & thrill'. De beleving is tot stand gekomen door een 'kinetische constructie'. In de basis bestaat ons ontwerp uit uitvouwbare schaarvormige staalmodules die omhooggetrokken kunnen worden. Deze zijn met kabels bevestigd aan het 3D-vakwerk die centraal in de constructie staat. Alle staalprofielen zijn hergebruikte profielen. De bovenkant is voorzien van een membraandoek dat meebeweegt om zon en regen te weren. Het idee is dat de bezoekers in het paviljoen, terwijl de schaarconstructie deels neerdaalt, een bepaalde mate van sensatie en beleving ervaren.

Bij het ontwerpen van het 3D-vakwerk is gebruik gemaakt van een volledig digitale workflow. De geometrie van de bestaande profielen zijn met een .3dm bestand in Rhino ingeladen. Vanuit Rhino zijn de hergebruikte profielen ingeladen in Grasshopper. Vanuit Grasshopper is de schaarconstructie doorgekend met Karamba3D en is het 3D-vakwerk inclusief belastinggevallen en combinaties ingeladen in SCIA. Voor deze koppeling is gebruik gemaakt van de door SCIA zelf ontwikkelde extensie 'Koala'. Ook de renders voor de visualisatie komen uit hetzelfde Grasshopper model. De bestandenuitwisseling ging conventioneel via een gedeelde map middels Teams.

Met dit ontwerp hebben we in minder dan 7 uur tijd van nul een volledig model met constructieve onderbouwing inclusief presentatie op touw gezet. Bovendien kende het team elkaar nog niet bij de start en hebben we gaandeweg elkaar leren kennen. Al met al was het een zeer geslaagde opgave.

Team 5 bestond uit Harlen Miller (architect, UNStudio), Terry Sikkema (staaltekenaar, Vic Obdam), Corné Hagen (constructeur, ABT), Ankur Gupta (computational designer, White Lioness technologies) en Pascal Martens (constructeur, BAM Advies & Engineering).

Harlen startte het ontwerpproces met enkele ontwerpen in Rhino/Grasshopper. Al snel herkende we als groep een oer-Hollandse tulp in het bovenaanzicht van één van zijn ontwerpen, de link met Nederland was gelegd en het concept werd unaniem gekozen.



De opzet van het ontwerp was parametrisch. Dit maakte het goed mogelijk om een bepaalde waarde te optimaliseren. We kozen ervoor om het oppervlak te maximaliseren, voor het gegeven beschikbare aantal strekkende meters staal. De lengtes van de staven hielden we kort, zodat we een groot aantal staven konden hergebruiken.

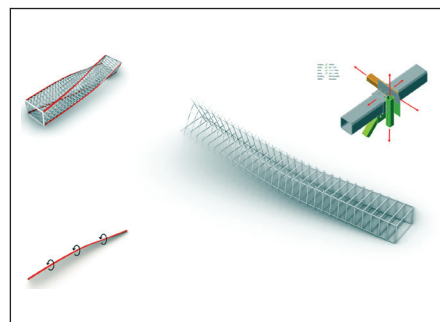
De focus van Corné en Pascal lag op de constructieve haalbaarheid van het ontwerp. Corné koppelde het gemaakte ontwerp aan

Karamba en wist snel te achterhalen dat de unity checks van de gebruikte profielen ruim onder de 1 bleven. Pascal maakte enkele handberekening ter controle. Omdat de software voor de details niet op tijd werkend was, maakten Terry en Ankur duidelijke 3D-tekeningen van de bedachte losmaakbare verbindingen.

Het resultaat van onze gezamenlijke inspanning was een fraai ontwerp met een percentage hergebruik van 91% en een verkregen oppervlak van 1350 m². Wij waren blij verrast dat de jury ons werk als beste beoordeelde. Een resultaat om fier op te zijn.

Bij een nieuwe opgave zouden we de rolverdeling waarschijnlijk hetzelfde houden, omdat iedereen op deze manier in zijn kracht stond. Ook het proces zouden we gelijk houden, mits we weer zo eensgezind zijn over de richting van het ontwerp. Wel zouden we vooraf de gewenste software beter testen op locatie. Nu werkten niet alle tools ('weapons of choice') die we hadden willen inzetten.

Team 6 ('twisting the twist') bestond uit Anand Shah (constructeur, Summum Engineering), Rudo Koot (architect, ZJA), Roberto Li (staalconstructeur, ASK Romein), Robin van der Have (constructeur/computational designer, Royal HaskoningDHV) en Yaron Paauwe (constructeur, IMd).



Het uitgangspunt van ons team was de gedachte om de vormgeving te laten voortvloeien vanuit de beschikbaarheid van de profielen in de donorconstructie. Hierbij blijft het originele ontwerp herkenbaar maar wordt vervormd tot zijn limiet resulterend in een iconisch uitkijktplatform voor de Wereldtentoonstelling van 2050. Daarbij moest het geheel demontabel zijn zodat dit nieuwe

object ook na de expo een derde leven zou kunnen krijgen.

Uit analyse van de elementenlijst bleek dat circa 1/3^e van het staal van de bestaande brug verwerkt was in de samengestelde getordeerde randprofielen. Gezien deze profielen ook de grootste krachten aankunnen was het duidelijk dat ons parametrisch model zich zou richten op het realiseren van hoogte voor het uitkijktplatform met het slim snijden, roteren en weer verbinden van deze elementen. Hierin lag ook meteen het grootste vraagstuk voor ons script, aangezien elke knip en rotatie doorwerkt in de oriëntatie van de daaropvolgende elementen en feitelijk een keten aan transformaties op gang brengt.

Deze complexiteit zorgde er ook voor dat vormgeving pas laat in het proces vastgelegd kon worden. Om dit te ondervangen is een analyse-model opgezet waarvan de inputs afgestemd waren op de outputs van het vormgevingsmodel. Hiermee kon snel en iteratief een beeld geschetst worden van de constructieve stabiliteit. Tegelijkertijd hebben we een generieke verbinding ontworpen die tijdens de montage flexibel zijn in de x-, y- en z-richtingen waarmee we de grote variatie in profiellengtes van het donorobject op kunnen vangen zonder te hoeven snijden.

Het resultaat is een toolset dat met een aantal iteraties tot 100% van de bestaande brug kan hergebruiken in een nieuw ontwerp. Wat deze werkwijze illustreert, is dat een constructie bedenken op basis van een donorobject vraagt om gereedschap dat om kan gaan met donorobject gerelateerde complexiteit en eigenaardigheden. Hierin spelen parametrische ontwerptools die ons in staat stellen tot het managen, vormgeven en inzichtelijk maken van complexe data een sleutelrol.

Kruisbestuiving

Het samenstellen van teams uit verschillende bedrijven en met een multidisciplinaire rolverdeling zorgt voor veel kruisbestuiving, aldus de organisatie. Bovendien snijdt het mes aan twee kanten: in wedstrijdverband wordt de samenwerking versterkt, deelnemers bouwen een netwerk op en de hackathon trekt de 'young professionals' naar de Staalbouwdag. •