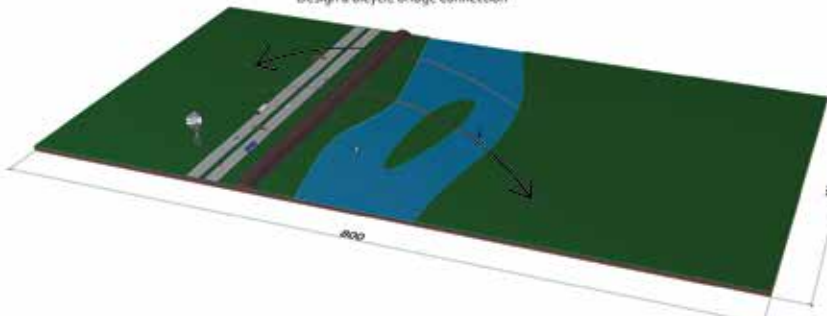


Hackathon@ Staalbouwdag: the case

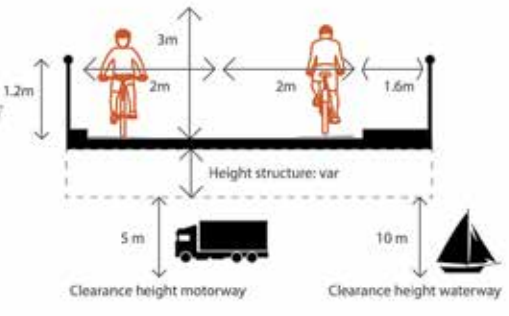
Design a bicycle bridge connection spanning the water, the dyke and the motorway. Both sides of the bridge must land within the boundary of the defined landscape. The overall structure and the steel connections will be judged on **sustainability, aesthetics, buildability, collaboration/process** and the **general requirements**.

Design a bicycle bridge connection:



Neglected in case:

- Vibrations
- Collision loads
- Deflections, however deflections should not introduce conflicts with the needed clearance height.



Part	Abbreviation	Characteristic value
Selfweight	G	Variable
Floorload (marathon)	F ₁	5 kN/m ²
Ambulance	A	50 kN
Wind (General 2, embelound)	W	1.60 kN/m ²
Snow	S	0.58 kN/m ²

*Floorload may be reduced depending on the span.

Combination name	Combination
1.SLS-1	G+1L+IM
1.SLS-2	G+1L+A
1.SLS-3	1.35G+1.50(F ₁ +W)
1.SLS-2	1.35G+1.50A

Hackathon schedule

Time	Activity
09:00	Registration
09:30	Start of the hackathon
12:00	Lunch break
13:00	Design phase
16:00	Final presentations
17:00	End of the hackathon

Presentation


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

Show key figures/information:

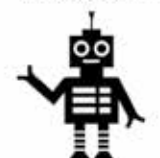
- The total MKI of the material used.
- The parameters in your model and how they influence your final design.
- Structural details. Welded and/or bolted connections.
- Team dynamics: How did you collaborate
- How did you implement AI into your design process?

Max 4% inclination bridgedeck

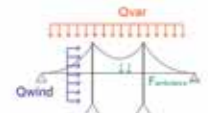
Transport dimensions: max 25 x 4 x 3 m



Implement AI into your design process



Design loads




Part	Abbreviation	Characteristic value
Selfweight	G	Variable
Floorload (marathon)	F ₁	5 kN/m ²
Ambulance	A	50 kN
Wind (General 2, embelound)	W	1.60 kN/m ²
Snow	S	0.58 kN/m ²

*Floorload may be reduced depending on the span.

Combination name	Combination
1.SLS-1	G+1L+IM
1.SLS-2	G+1L+A
1.SLS-3	1.35G+1.50(F ₁ +W)
1.SLS-2	1.35G+1.50A

Loads



Optional Marathon

Ambulance

Een brug met AI

Tijdens de hackathon op de Staalbouwdag, op 3 oktober 2023 in Leusden, streden vijf multidisciplinaire ontwerpteams tegen elkaar in het parametrisch ontwerpen van een brugconstructie. In zes uur tijd, bij voorkeur met een lage milieulast en door gebruik te maken van AI.

Door de redactie.

Ontwerp een fiets- en voetgangersbrug die een kanaal, een dijk en een snelweg overspant, die voldoet aan de eisen voor doorvaarthoogte en helling. De opdracht van deze (derde) editie was een tikje moeilijker. De motivatie van de organisatie: 'AI-tools ontwikkelen zich snel en de bouwsector kan veel voordeel halen uit deze tools om de uitvoering van projecten te verbeteren. Het

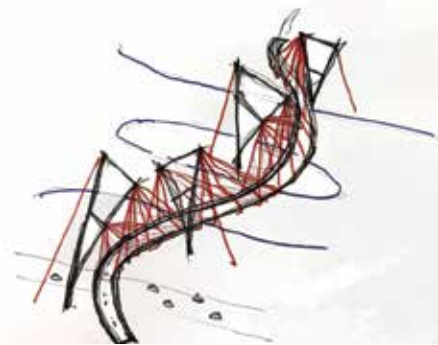
is echter nog onduidelijk hoe deze hulpmiddelen het beste kunnen worden geïmplementeerd. Daarom zetten we tijdens deze editie samen de eerste stappen om constructies te ontwerpen met behulp van AI.' De opdracht luidde dan ook: 'Optimaliseer je ontwerp en integreer een AI-toepassing in je ontwerpproces om de impact op het milieu te verminderen en de duurzaamheid te verbeter-

ren. Bereken en communiceer de milieuprestaties van je ontwerp.' Tussen de regels door in de eindverslagen (hierna), wordt duidelijk dat de lat hoger lag.

Eindpresentaties

De presentaties vonden plaats tussen 14:30 en 15:00 uur. Elk team had vier minuten om te presenteren. De opdracht was hierbij om de belangrijkste figuren en informatie te geven:

- de totale MKI van het gebruikte materiaal;
- de parameters in het model en de invloed op het ontwerp;
- constructiedetails: gelaste en/of geboutte verbindingen;
- samenwerking binnen het team;



Team 1

– welke AI-toepassingen zijn geïmplementeerd in het ontwerpproces?

De juryleden konden na elke presentatie een vraag stellen. De jury bestond voor deze gelegenheid uit Rob Torsing van ZJA, Bob Soetekouw van GB Staalgroep en Timo Harboe Zollner van Timo Harboe ApS (Kopenhagen, DK).

Beoordelingscriteria

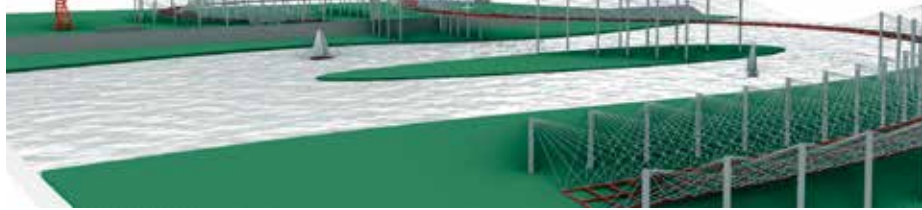
De presentatie werd beoordeeld op efficiëntie/duurzaamheid, esthetiek, bouwbaarheid en samenwerking/proces. Via een scorekaart werd een cijfer (van 1 tot 10) gegeven voor:

- duurzaamheid: de totale MKI van het gebruikte materiaal;
- esthetiek: ontwerp en presentatie, zoals tekeningen, details, renders et cetera);
- bouwbaarheid: constructiedetails, en elementafmetingen binnen de transportvereisten;
- samenwerking/proces: gebruikte workflow, parametermodel en de invloed op het ontwerp, heeft samenwerking het ontwerp verbeterd, en hoe is AI geïmplementeerd in het ontwerpproces;
- algemene vereisten: is er voldaan aan de doorvaarthoogte? Is de maximale helling van het brugdek lager dan 4%? Is er rekening gehouden met de ontwerpbelastingen?

De som van individuele scores werd uiteindelijk gewonnen door team 3. Na het uitdokteren van het ontwerpconcept, had ChatGPT geholpen bij het maken van een Python-code. Een teamlid schreef op LinkedIn: 'Waardevol stuk parametrische code.' Om te besluiten met: 'Dus, kan AI een brug ontwerpen? Het antwoord is een volmondig ja – als we hand in hand werken met menselijke ontwerpers.'

Team 1: BioAI

Szabolcs Veress, architect Dreibund Architecten (specialisatie automation/computational design); Robin Konings, constructeur/projectleider Pieters Bouwtechniek; Corné Hagen, ABT; Luka Ekart, student, TU Delft; Laura Dings, constructeur TenTech.

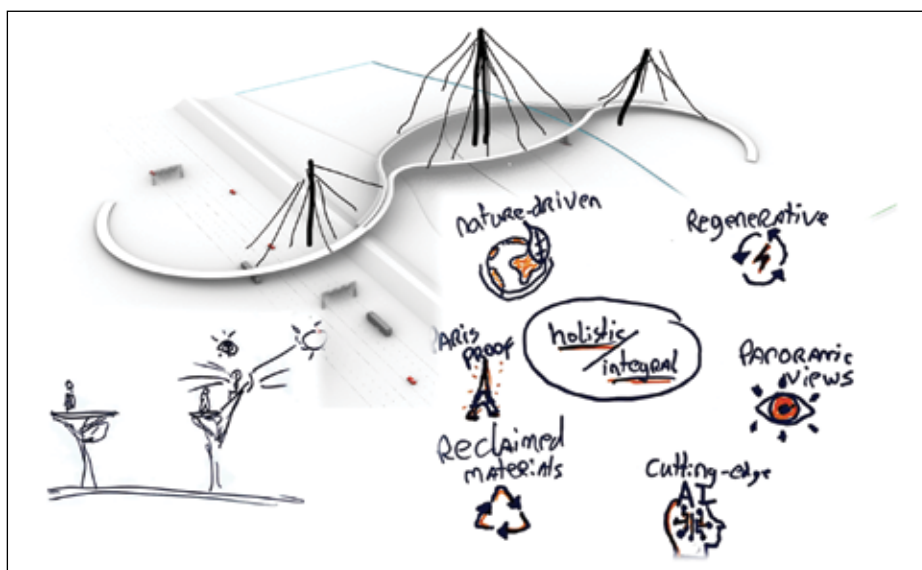


Leren, ontdekken, innoveren en plezier maken, dat is wat de meeste deelnemers motiveerde om mee te doen met de Hackathon 2023. Het was weer een geweldige dag, om samen met andere digitale ontwerpers, uit de uitvoering, advies en ontwerp, een opdracht te kunnen aangaan. Als team 'BioAI' zijn we begonnen met ChatGPT te onderzoeken wat goede toepassingen zijn waarbij AI kan helpen. Van de verschillende thema's hebben we biomimicry gekozen als ontwerprichting. Het concept is om de brug het draagwerk te laten verzorgen met een spinnenweb als inspiratie. De natuur en AI hebben veel overeenkomsten. Beide zijn gebaseerd op het leren van fouten en dan door te ontwikkelen met goed werkende concepten. Dit principe hebben we gebruikt om met AI de brug te optimaliseren. Het aantal kabels, hun lengtes en stijfheden, en de positie van de pyloon zijn gebruikt als parameters. We kozen ervoor om de taken te splitsen in het ontwerp van het brugdek, de detaillering, het alignment en de hoofdgeometrie. Voor het dek ontwerp hebben we gekeken naar varianten en deze berekend

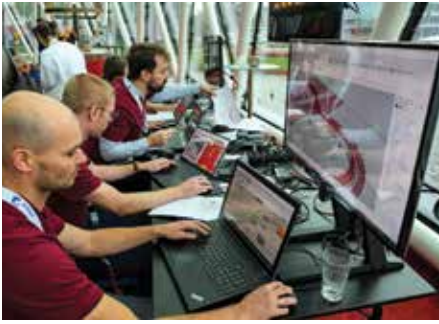
op CO₂-uitstoot voor een zo meest duurzame keuze. Doordat we veel kabels wilden aansluiten, hebben we veel aandacht besteed aan de detaillering hiervan. Hoe het alignment zou verlopen was ook een groot onderdeel. Deze is parametrisch opgezet en gekoppeld aan de hoofdgeometrie, om zo efficiënt digitaal samen te werken. We hebben een online deelplatform gebruikt om gemakkelijk informatie uit te wisselen. Helaas werkte dit niet even vlekkeloos. De tijd was lastig in te schatten. We hebben een wat complexe casus voor onszelf verzonden en te uitgebreid willen uitwerken. Maar uiteindelijk hebben we veel nieuws geleerd en ontdekt wat je allemaal nog meer kunt. Allemaal aspecten die we meenemen in het werk van morgen.

Team 2: Holistisch

Rick Titulaer, constructeur/computational designer, ABT; Erron Estrado, data engineer/BIM developer, ABT; Katinka Verleg, staalconstructeur kunstwerken, Movares; Miel Beekman, student.BIM-modelleur, Kortels BIM Engineering.



Team 2



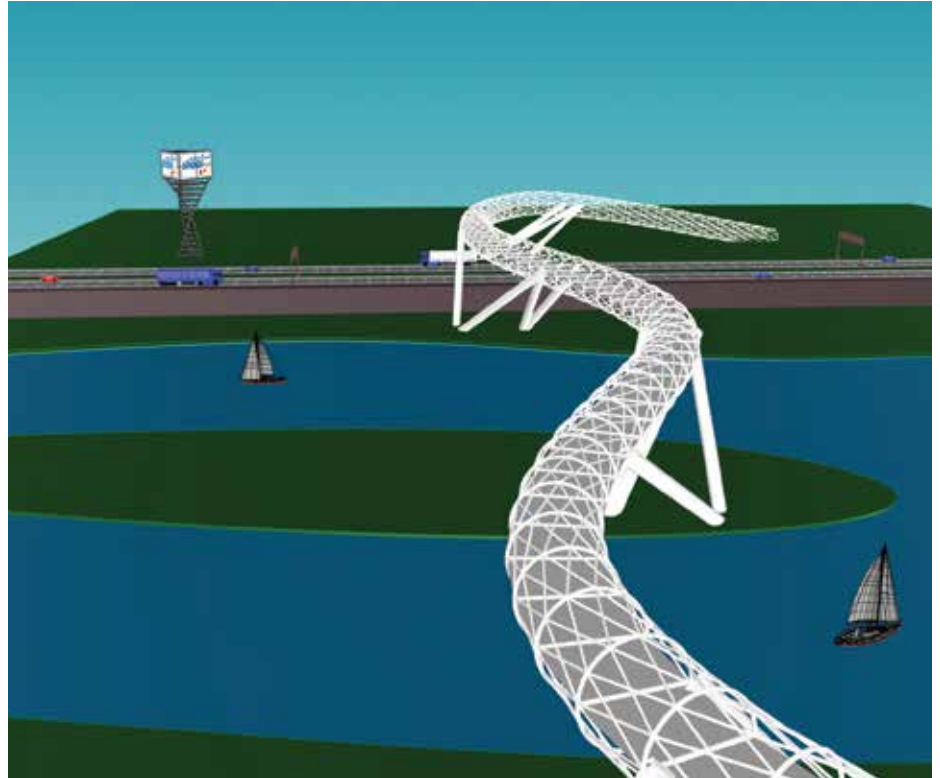
Ons ontwerpproces begon met een duidelijke en ambitieuze visie: 'Onze fiets-/voetgangersbrug representeert een naadloze integratie van regeneratieve ontwerpprincipes en geavanceerde AI-technologie. Geconstrueerd met teruggewonnen en hergebruikt staal, past de constructie goed in de natuurlijke omgeving; tevens wordt biodiversiteit gestimuleerd, wordt hernieuwbare energie gewonnen en worden er parametrische zichtlijnen gecreëerd. Dit valt nauw samen met de objectieven van het Klimaatakkoord van Parijs, wat dit een uitstekend voorbeeld voor duurzaamheid en veerkrachtigheid maakt.'

In de initiële brainstormfase hebben we de kracht van ChatGPT en Midjourney/Craiyon gebruikt om tekstuele en visuele inspiratie op te doen voor een holistisch brugontwerp. Dit resulteerde in een unieke S-vormige brug, compleet met een recreatief voetgangersgebied en een aparte fietszone.

In de optimalisatiefase is Karamba-3D gebruikt om twee rekenmodellen te realiseren, die elk op een ander brugdeel focuste. Onze hoofddoelen waren om het hergebruikte staal maximaal te benutten (die voortkwamen uit een fictieve database), om de brug zo CO₂-neutraal mogelijk te maken, het aantal connecties te minimaliseren en om zoveel mogelijk in overeenstemming te zijn met het Klimaatakkoord van Parijs. Om het transport van de brug naar de bouwlocatie te vergemakkelijken, zijn staalverbindingen zorgvuldig en op de juiste plekken ontworpen. Naast dit alles stond de constructieve veiligheid centraal.

In de presentatiefase hebben we ons geoptimaliseerde brugontwerp tentoongesteld door deze te renderen in Veras, een Rhino-tool bekend om zijn snelle AI-gegenereerde renders gebaseerd op de Rhino-geometrie. Daarnaast is Runway gebruikt om een video van vier seconden te genereren.

We kunnen concluderen dat ons team met succes een integraal en duurzaam brugontwerp heeft geconstrueerd, waarbij we onze initiële visie niet uit het oog hebben verloren. Dit hebben we allemaal bereikt in minder dan zes uur tijd. Deze hackathon was, behalve het mooie eindresultaat, ook een prachtige kans voor samenwerking, innovatie en leermogelijkheden binnen ons team.



Team 3

Team 3: Form Follows AI

Robin van der Have, constructeur/computational designer, Royal HaskoningDHV; Steven Janssens, constructeur/parametrisch ontwerper, Sweco Nederland; Nikolai Basalaev, structural engineering team lead/independent engineer; Amy Sterrenberg, (junior) architect, ZJA.

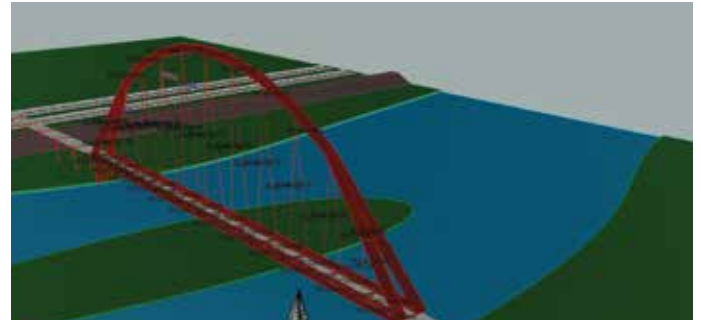
Ons team begon met eigen inspiratie als startpunt: 'Welke (brug)ontwerpen waren onze favorieten?' Eén project dat daarbij naar voren kwam, was het ontwerp voor het light-rail-viaduct aan de Beatrixlaan in Den Haag, ontworpen door ZJA.

Inspiratie is opgedaan door AI afbeelding-generator DALL•E 2 te vragen om alternatieve varianten van het ontwerp aan de Beatrixlaan. Dat hebben we vervolgens ingevoerd in AI chatbot ChatGPT, die een architecturale visie genereerde.

Onze visie werd hierdoor: 'Form Follows AI'. Dat definieerde ons stalen brugontwerp: een AI-gestuurd, duurzaam en intrigerend herkenningpunt dat de toekomst van intelligenten

te architectuur representeert.

Om te voldoen aan deze visie gingen we in gesprek met ChatGPT. Zonder al te veel verwachtingen vroegen we om een Python-code voor het genereren, bestaande uit een kooiconstructie die een gegeven tracé zou volgen. Hoewel dit niet in één keer goed ging, behaalden we na het geven van enkele verbeterpunten toch ons gewenste resultaat. Het tracé is parametrisch ontworpen, zodat de eisen, waaronder de brughoogte en helling van het brugdek, automatisch gecheckt werden. Ook parametrisch werden ondersteuning en een rijdek gemodelleerd. Door parametrische aanpassingen van segmentlengte, aantal spiraalvormige elementen en de hoek van de kolom met het maaiveld, is de brug constructief geoptimaliseerd voor minimalisatie van de MKI-score. Deze optimalisatie is gedaan met de plug-in Opossum, die gebruik maakt van *machine learning*-algoritmes om een minimum te vinden. De hackathon was voor ons (weer) een leuke en taakstellende ervaring. Het gaf ons de ruimte om binnen onze eigen expertise te



Team 4

experimenteren en om van elkaar te leren. De belangrijkste les hierbij was dat door een wisselwerking tussen ontwerper en AI, een bouwkundig ontwerp versneld tot een hoger niveau getild kan worden.

Team 4: Hergebruik

Yannick van der Burgh, constructeur, Royal HaskoningDHV; Tessa de Kruijf, constructeur, Arup; Baqir Kamzi, student, TU Delft; Joris Welles, junior-constructeur, Pieters Bouwtechniek.

We hadden het geluk een ware bruggenconstructeur in ons team te hebben, met Tessa de Kruijf. Hierdoor nam zij al snel de leiding om de beste brugtypologie te bepalen. Ons ontwerp bestond al rap uit twee delen, de brug en de aanbruggen. We begonnen enthousiast met ideeën om allerlei brugdelen te gaan hergebruiken, afkomstig van de Bruggenbank. Helaas voldeden deze echter allemaal niet aan de eisen. Al snel simplificeerden we het ontwerp en gingen we aan de slag met de losse delen.

Baqir Kamzi en Joris Welles gebruikten hun kennis in parametrisch ontwerpen, AI en hun constructeursinzicht om zo tot een zo economisch mogelijk ontwerp voor de aanbruggen te komen. Hierin rekening houdend met maximale formaten en mogelijkheden voor inzet van hergebruikt staal. Tessa en Yannick van der Burgh gingen tegelijkertijd aan de slag met de brug zelf. Dit gebeurde volledig in Grasshopper waar een aantal parameters ingebouwd werden die tot een duurzaam ontwerp moesten leiden. Tessa nam het geometrische deel van de het model op zich, terwijl Yannick het FEM-deel opzette. Het uiteindelijke ontwerp had net een uur extra nodig, om ook een optimalisatie-algoritme erop los te kunnen laten; dat had het resultaat nog net iets mooier gemaakt. Toch was iedereen van Team 4 uiteindelijk tevreden. Dingen van elkaar leren, was voor iedereen namelijk het doel en dat is zeker gebeurd.

Bij een volgende deelname zouden we toch net een paar dingen anders aanpakken. Proberen om nog meer parallel aan elkaar te werken, zodat de korte tijd zo goed

als mogelijk benut wordt en met heldere ontwerp-afbakening beginnen. Nu bleef het onduidelijk, bij de verschillende delen, waar we naar wilden optimaliseren; hoe we dit wilden doen en wie, wat en wanneer het gingen doen. Dit was de grootste taak in deze moeilijke opgave.

Team 5: AMI

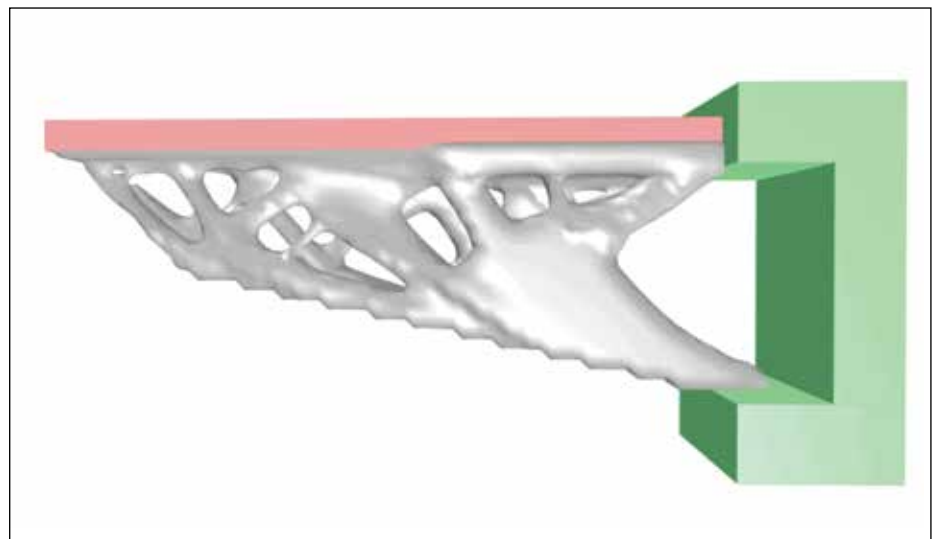
Knut Tjensvoll, computational designer/application developer, Royal HaskoningDHV; Thomas Lindemann, project engineer/computational designer, AIP Partners; Ethan Howard, computational designer, Robots in Architecture Research; Vera Sluijter, constructeur, Buro Happold.

Ons team genaamd AMI (*additive manufacturing intelligence*) verdeelde de leden in het opzetten van de Additive manufacturing processen (Ethan), het parametrische model (Thomas), het structurele model (Vera) en de optimalisatie-workflow (Knut). Het doel was om een proces te stroomlijnen dat automatisch zou antwoorden met een geoptimaliseerd ontwerp van de resultaten van een AI-participatief ontwerpproces. Door het koolstofvoordeel van het hergebruik van stalen profielen te koppelen aan de specifieke versterking en de creatie van topologisch geoptimaliseerde 3D-lasgeprinte uithouders,

probeert onze workflow het gebruik van nieuw materiaal te verminderen en het energieverbruik tijdens de productie te verlagen. AI werd gebruikt om het functionele programma in te stellen dat de input voor onze workflow aangeeft. Bijvoorbeeld: de hoeveelheid en positie(s) van de op- en afritten, en de breedte van de brug. Gestroomlijnd zou ons proces het meest geoptimaliseerde ontwerp binnen deze voorwaarden vinden, waarbij andere parameters (dichtheid van pijlers, brughoogte) werden gevarieerd om de structurele en functionele vereisten te valideren.

Met deze hackathon was het indrukwekkend om het verschil te zien tussen de resultaten van de groep met degenen die AI-tools wel of niet effectief gebruikten in het ontwikkelingsproces en bij de beeldproductie. Terugkijkend hadden we het gebruik van AI waarschijnlijk wat meer omarmd en onze expertise gebruikt om het te begeleiden. We hadden misschien tijd kunnen winnen door GPT of andere tools onze codes te laten scripten in plaats van het zelf te doen. Al met al was het erg leerzaam om op tijd met een tastbare oplossing te komen, terwijl we gelijkgestemde mensen uit vergelijkbare vakgebieden ontmoetten. •

Met dank van ir. Rayaan Ajouz en ir. Tom Diks, en de deelnemende teams.



Team 5