



**De jury van de StudentenSTAAL-prijs zoekt onderzoeken die het vakgebied kunnen veranderen maar tegelijkertijd ook maatschappelijk relevant zijn. Verregaande optimalisatie door slim inzetten van software hoeft niet per definitie het hoogste doel te zijn.**

**C.J. ter Borch en M.A. Barendsz**

Ine ter Borch is eigenaar van Archispicals in Amsterdam en auteur van het juryrapport. Mic Barendsz is projectleider Onderwijs bij Bouwen met Staal.

Met die boodschap richt de jury van de studentenSTAALprijs (SSP) zich aan het adres van de inzenders van deze editie. De SSP'17 kenmerkt zich vooral door het aantal wetenschappelijke, abstracte studies waarbij de afstudeerders van de hogescholen niet onderdoen voor universiteitsstudenten. Het 'rekenen van de toekomst', waarbij tijdrovend ambachtelijk rekenwerk overbodig wordt, lijkt inmiddels gemeengoed. Afstudeerders zijn steeds handiger in het koppelen van geavanceerde software.

De vraag rijst wel of deze vaardigheden voor het juiste doel worden ingezet. Veel studies laten verregaande optimalisaties van constructies zien die aanleiding geven tot discussies of het eindpunt hiervan zo langzamerhand niet is bereikt. Verregaande optimalisatie mag dan economisch nuttig zijn en materiaal besparen, het algemeen belang is daarmee niet altijd direct gediend. Onderzoeken die uitsluitend optimalisatie tot doel hebben, zonder de maatschappelijke impact te overzien, voldoen niet per

  
**STUDENTEN  
STAALPRIJS**  
 2017

se aan de criteria voor het toekennen van de studentenSTAALprijs, ondanks de waardering van de jury voor het niveau. De jury zoekt onderzoeken die het vakgebied kunnen veranderen en – vooral de laatste jaren – in meerdere mate tegelijkertijd relevant zijn.

**Spelregels**

De studentenSTAALprijs waardeert studenten die in de laatste fase van hun opleiding een belangrijk gedeelte van hun afstudeerwerk in staal hebben gedacht, zij het in een constructief en/of architectonisch ontwerp, onderzoek, productontwikkeling of een combinatie daarvan zijn. Alle studenten bouwkunde en civiele techniek aan een in Nederland gevestigde opleiding kunnen deelnemen: hogescholen, universiteiten, Academies van Bouwkunst en de opleidingen BSEng en MSEng van Bouwen met Staal/Betonvereniging. Hiernaast een overzicht van de inzendingen.

**Aantal**

Bachelor	7
Master	6
Master Architectuur	2
Totaal	15

**Beoordeling**

Per categorie wordt doorgaans een 1e prijs van € 500 en een 2e prijs van € 250 uitgereikt. Volgens het reglement studentenSTAALprijs 2017 bestaan de criteria bij de beoordeling uit:

- relevantie van het ontwerp of onderzoek;
- concept in uitgangspunten, creativiteit en inventiviteit;
- context van ontwerp en onderzoek;
- prestatie in duurzaamheid, beperking milieulast, beperking van onderhoud;
- originaliteit en esthetica;
- de wijze waarop staal (slim) in het project is toegepast;
- ambitieniveau;
- grondigheid van het ontwerp of onderzoek.

Op 11 september 2017 vond de beoordeling plaats door de jury, die als volgt was samengesteld.

- ir. D.D. de Gunst (voorzitter), Hans van Heeswijk architecten, Amsterdam.
- ir. A.R. van Eerden, Zonneveld ingenieurs, Rotterdam.
- ir. M. Hermens, Royal HaskoningDHV, Rotterdam.
- ir. I. Hulshof, Hulshof Architecten, Delft.
- ir. F. Maatje, Bouwen met Staal, Zoetermeer.
- ir. P. Sieuwerts, cepezed, Delft.
- ir. W.M. Visser, Iv-Consult, Papendrecht.

**Extra prijzen**

Aanvullende categorie-overstijgende, productgeoriënteerde prijzen van € 350,- zijn beschikbaar gesteld door de Stichting de Van Bentumprijs (Van Bentumprijs) en door de Stichting ECCA (ECCA-award). De Van Bentumprijs is voor afstudeerwerk waarin dunne staalplaat op vernieuwende wijze is toegepast of onderzocht. De ECCA-award wordt toegekend aan afstudeerwerk waarin voorgelakt metaal (eveneens dunne plaat) een intelligente toepassing vindt. Extraatje is een weekend Brussel of Antwerpen waarin een projectpresentatie van de afstudeerder(s) wordt verwacht voor het ECCA-bestuur.

De vorig jaar geïntroduceerde schoolSTAALprijs voor MBO-studenten is in 2017 voortgezet. Van vijf voorgeselecteerde projecten/studenten (Techniek College Rotterdam) vielen twee in de prijzen en een kreeg bijval met een eervolle vermelding. •

**Renovatie stalen brugdekken met een VVK sandwichconstructie**

Robin Rook & Robbin Lassche  
Hogeschool Windesheim, Zwolle



Dit onderzoek is een vervolg op een afstudeeronderzoek naar renovatie van stalen bruggen met vezelversterkte kunststof (VVK). Nader onderzocht is of een sandwichconstructie van vezelversterkte kunststof met een schuimkern geschikt is voor renovatie van de dekken. De sandwichconstructie moet de troggen onder de brug vervangen en de mechanische functies overnemen. Ten opzichte van de huidige oplossing, een HSB-overlaging, bieden VVK's verschillende voordelen:

- lichtere constructie;
- gefaseerde montage en minder verkeershinder;
- geen ophoging van de landhoofden.

Het onderzoek toont aan dat de VVK sandwichconstructie over de juiste mechanische eigenschappen beschikt en de verschillende bezwijkmechanismen kan weerstaan. Dit is met een EEM getoetst.

Ook de impactbelasting is getest door monsters te onderwerpen aan een experiment/proefopstelling. Hieruit blijkt dat de verbinding tussen het stalen dek en de kern in tact blijft en geen delaminatie optreedt.

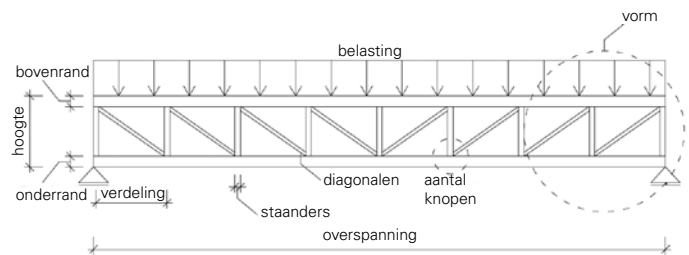
Met een beknopt uitvoeringsplan is dit concept, in combinatie met de bevestigingsmethode 'infuseren', in een project toe te passen. De kosten van een VVK sandwichconstructie (t.o.v. de HSB-overlaging) zijn sterk afhankelijk van de uitvoeringsduur. Bij projecten met hoge indirecte kosten kan het systeem voordelig uitvallen vanwege de geringere verkeershinder. De piekspanningen die voor hoge spanningswisselingen zorgen, met als gevolg vermoeiingsscheuren, zijn door het nieuwe ontwerp opgelost.

**Juryrapport**

De jury is enthousiast over deze onorthodoxe oplossing voor een actueel probleem. De vermoeiingsproblematiek bij bruggen lijkt opgelost door staal met andere materialen te combineren. Het rapport en de praktijkproeven oogsten lof. De integrale toepassing van staal met andere materialen tot een hybride constructie is misschien wel een voorbode van het 'toekomstig construeren'. Maatschappelijk relevant is de renovatietechniek, juist door de beperking van verkeershinder. De jury oordeelt: 'Slim verbeteren, goed nagedacht, indrukwekkend onderzoeksniveau.'

**Het optimaliseren van vakwerkconstructies door middel van parametrisch ontwerpen met Grasshopper**

Cansu Cirak  
Haagse Hogeschool



In opdracht van IMd Raadgevende Ingenieurs in Rotterdam is onderzoek gedaan naar het optimaliseren van vakwerkconstructies op gewicht en bouwkosten door parametrisch ontwerpen met Grasshopper. Het resultaat is een tool. Onder vakwerkconstructies wordt verstaan de N- en V-ligger. Voor beide is een aparte tool ontworpen voor een gestandaardiseerde situatie, maar ze zijn vervolgens uitgebreid met opties voor afwijkende situaties. De bouwkosten zijn beperkt tot enkel de kosten in de verbindingen en voor het materiaal. De vakwerken bestaan uit de onderdelen: bovenrand, onderrand, diagonalen en staanders. De optimalisatie is voor beide liggers doorgerekend op drie verschillende manieren.

- Staafgroepen: alle staven in elk afzonderlijk vakwerkonderdeel gedimensioneerd op meest ongunstige staaf (veel verbindingen gelijk waardoor voordelig in kosten, maar overdimensionering is nadelig voor gewicht).
- Afzonderlijke staven: elk staaf afzonderlijk geoptimaliseerd (veel verschillende verbindingen, waardoor kosten oplopen, maar voordelig voor het gewicht).
- Combinatie staven: staven in boven- en onderrand gedimensioneerd op de meest ongunstige, en

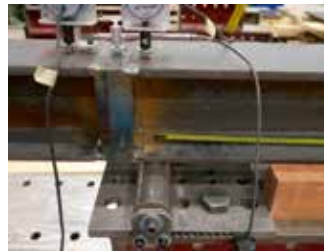
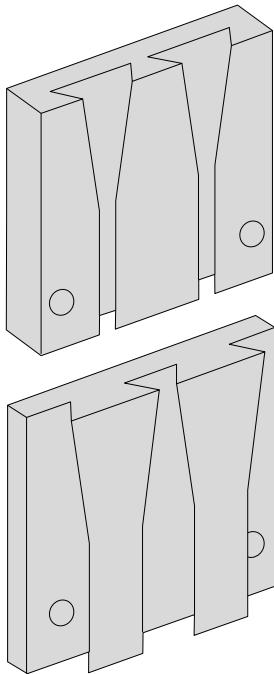
staven in diagonalen en staanders afzonderlijk gedimensioneerd. Vervolgens zijn alle geoptimaliseerde ontwerpen vergeleken en getoetst aan kosten, gewicht, toepasbaarheid (uitvoering) en esthetica.

**Juryrapport**

Het onderwerp is best gedurfd: vakwerken worden zo vaak toegepast dat je zou verwachten dat er geen ruimte meer is voor optimalisatie. De afstudeerder laat echter zien dat ouderwets rekenwerk zijn beste tijd heeft gehad. Door een rekentool te ontwikkelen, met onder meer Grasshopper, is het mogelijk om snel varianten te berekenen. In twee praktijkprojecten is de rekentool getest en vergeleken met handberekeningen. De uitkomst levert een gewichtsbesparing op. De jury bewondert het niveau van het onderzoek en het helder leesbare, complete rapport. Tijdwinst bij controleberekeningen biedt ruimte voor een slimmer constructief ontwerp. Als dit onderdeel wordt van BIM, kunnen ook architecten zelfstandiger constructieve optimalisaties vinden of zekerheid over de constructieve sterkte. 'Het constructeursvak gaat hierdoor veranderen, dit is een voorproefje van de toekomst', reageert de jury enthousiast.

**Optimization of a snap-fit connection**

Sergio Moriche Quesada  
Technische Universiteit Eindhoven



elongation is measured) used to determine the mechanical properties of the material of the connection. Numerical models are validated by simulating the cantilever tests and comparing the results with the experimental data. The mathematical solutions of the models are verified by refining the mesh of the simulations and comparing its relative error. The validated finite element models are used to gain insight on the behaviour of the connection by performing sensitivity and parametric analysis, based on the knowledge gathered a design with an optimised performance is proposed.

Steel structures are widely used to build constructions in the built environment. They are generally formed by standardised profiles commonly connected by fasteners or welds. Those connections require long assembly times, which is directly translated into economic expenses.

A new typology of steel connection for the built environment is proposed by A. Verbossen. Considering that this connection would substantially reduce the assembly time between elements and therefore the complete erection of buildings, there is need to study the behaviour, reliability and possible optimisation of its performance, which are the main goals of the thesis.

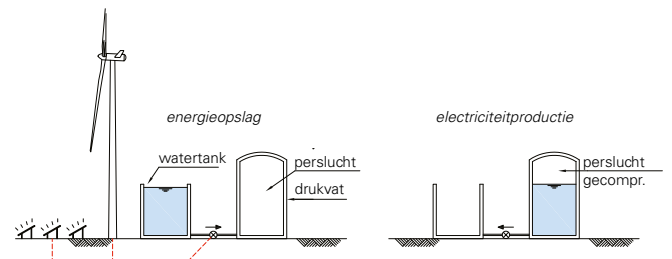
Two typologies of experimental test are performed: (1) cantilever tests (in which the connection is loaded by a M-V combination while its rotation is measured) motivated to validate a numerical model and (2) tensile tests (in which a steel sheet specimen from the connection is tested under an uni-axial tensile force while the

**Juryrapport**

Aangenaam verrast is de jury: alternatieven voor arbeidsintensieve, ambachtelijke bout- en lasverbindingen kunnen rekenen op een warm welkom. De verbinding herinnert aan zwaluwstaartkoppelingen in houtconstructies. Het idee is dus weliswaar niet nieuw, en het prototype van de 'snap fit connection' is al ontwikkeld door A. Verbossen. Onderzoek naar en inzicht in het gedrag van deze verbinding zijn wel vernieuwend. Uiteraard zijn er ook nog vragen over de toepasbaarheid in de praktijk, zoals het opvangen van toleranties en de (meer)kosten ten opzichte van de traditioneel goedkope bout en moer. Maar door de komst van 3D-printtechnieken is dit misschien het goede moment voor dergelijke ontwikkelingen. 'Leuk onderzoek, onconventioneel, goed aangepakt, snap-fit is slim fit', aldus de jury.

**Local hydroelectric energy storage**

Marius Hendriks  
Technische Universiteit Delft



'Hydroelectric energy storage' betreft een haalbaarheidsstudie naar een kleinschalig energieopslagsysteem dat water-/zwaarte-/veerkracht en luchtdruk combineert. Allereerst is onderzocht hoe het systeem de meeste energie kan opslaan in een zo klein mogelijke ruimte. Vervolgens is een ontwerp gemaakt waarbij het energieopslagsysteem wordt geïntegreerd in stalen buispalen onder een woning, zodat er geen extra ruimte nodig is in de woning zelf. Het energieopslagsysteem werkt met pompaccumulatie-technologie via water in een drukvat. Dit 'perslucht pompaccumulatie-principe' slaat energie op door water in het met perslucht gevulde drukvat te pompen, waardoor het luchtvolume in het vat afneemt. Door het water onder hoge druk door een turbine te laten lopen, kan elektriciteit

worden gegenereerd. Conclusie: een kleinschalig hydro-elektrische energieopslagsysteem is technisch mogelijk en heeft zeker potentie.

**Juryrapport**

In een tijd waarin opslag van energie een nieuw vraagstuk blijkt, zijn nieuwe oplossingen interessant. Het onderzoek naar lokale energie-opslag in stalen funderingspalen en met hydraulica te activeren, is leuk en opent mogelijkheden voor de praktijk. De jury is onder de indruk van het uitgebreide onderzoeksrapport. Uit het onderzoek blijkt dat het systeem niet alleen haalbaar is voor toepassing in woningbouw, maar ook nuttig kan zijn bij grotere projecten. 'Maatschappelijk relevant', 'leuke rol voor staal', 'Duracel-fundering', aldus de jury.

## LICHT & ENERGIE | EERSTE PRIJS + ECCA-AWARD | MASTER ARCHITECTUUR

### SunMotion Roofsysteem

Frédérique Sanders

Technische Universiteit Delft



Een onderzoek naar twee architectuurtrends: de toenemende vraag naar zonnecellen op gebouwen en natuurlijk licht in gebouwen. Het mandaat van het Europese Parlement verplicht dat alle nieuwe gebouwen die na 2020 worden gebouwd, (bijna) energieneutraal zijn. Voor zonnecellen is direct zonlicht noodzakelijk en voor diffuus daglicht is juist het weren van direct licht essentieel. De afstudeerder heeft met de combinatie van beide een nieuw daksysteem ontwikkeld. De driehoekige, witte aluminium panelen, met daarop zonnecellen, bewegen met de zon mee. Zo ontstaat een constant, comfortabel daglichtniveau in het gebouw en een 40% hogere productie van zonne-energie.

Door de positieve reacties valideert de afstudeerder sinds februari 2017 het *SunMotion Roofsysteem* voor een mogelijk daadwerkelijke realisatie. In juni is een eerste, vereenvoudigd prototype geplaatst bij een Duits Van der Valk-hotel.

### Juryrapport

Overall in het straatbeeld verschijnen zonnepanelen op daken, meestal

zonder aandacht voor de architectuur. Bovendien zijn de panelen star aangebracht wat niet leidt tot de meest optimale energieopbrengst. Deze afstudeerder ontwikkelde een beweegbaar daksysteem dat zonne-energie optimaal benut en daglicht filtert. Deze integrale oplossing is bovendien in het architectonisch ontwerp meegenomen. De jury is positief over het idee en de doorontwikkeling tot een product en lovend over het ondernemerschap van de student. Een mooi voorbeeld van 'archieering', waarin product-ontwikkeling, vormgeving en toepasbaarheid elkaar versterken. De jury: 'Leuk onderzoek, duurzaam, integrale toepassing van staal, fraaie oplossing voor atria.'

### ECCA-award

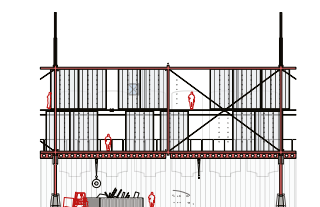
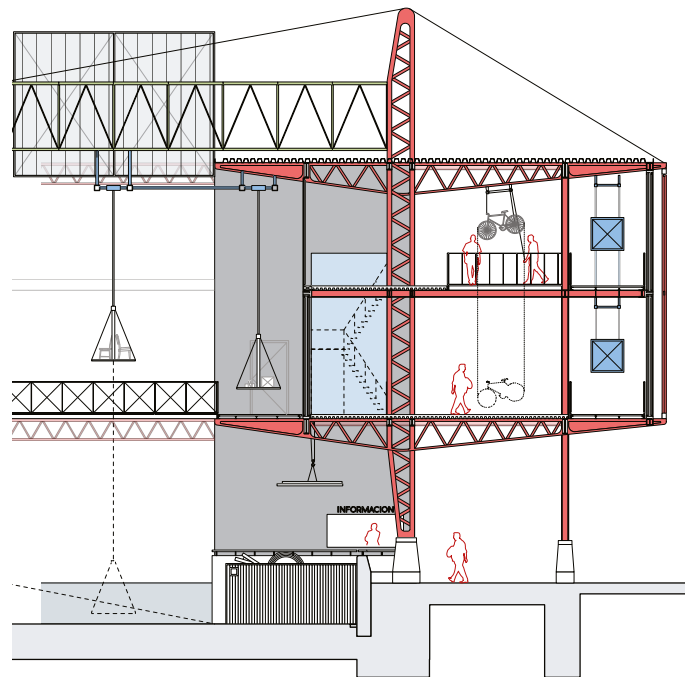
Het *SunMotion Roofsysteem* is in het proefproject uitgevoerd met witte voorgelakte aluminiumplaten. Het bijzondere, vernieuwende zonne-energieconcept waarbij voorgelakt metaal een belangrijke esthetische bijdrage levert aan het ontwerp, verdient overtuigend de ECCA-Award.

## HERGEBRUIK | TWEEDE PRIJS | MASTER ARCHITECTUUR

### Alamar's Material Warehouse

Wesley Verhoeven

Technische Universiteit Delft



The Material Warehouse provides a system where disregarded materials and objects can be brought to and transformed into resources. The building transforms those materials into raw materials, reusables and upcycled objects. A machine built upon the idea of a circular economy. As waste is part of our daily lives the buildings within the waste-management should be treated as equally important. However the current state is different, the buildings are alienated from communities. They are hidden away from the public and interaction is almost impossible. Alamar's Material Warehouse proposes to bring back these buildings within communities and look for an alternative solution

to create a beacon of local pride. Alamar's Material Warehouse is a machine in which the materials and objects will flow through different stages. The first stage is the drive-by and drop-off zone where people can leave their materials. From here the materials will go on through different stages such as disassembling, categorizing, up-cycling before it reaches the public warehouse where people can buy reclaimed objects and materials.

### Juryrapport

Vanuit een indringend engagement, het scherpe contrast tussen hergebruik en repareren van kapotte producten op Cuba en de westerse wegwerpmatenschap, heeft de afstudeerder Alamar's Material Warehouse ontwikkeld. De jury bewondert het concept waarbij de 'hergebruik-fabriek' een zichtbare plaats krijgt in de maatschappij. 'Leuk verhaal, creatief verbeeld, bij uitstek maatschappelijk relevant, staal zichtbaar als ontwerp-middel', concludeert de jury.

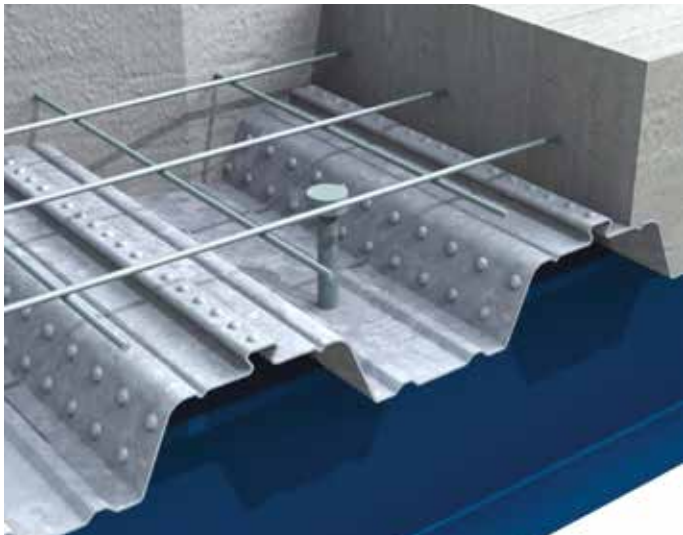


## DEMONTABELE VERBINDING | VAN BENTUMPRIJS | MASTER

### Conceptual design of a demountable, reusable composite flooring system

Cécilia Braendstrup

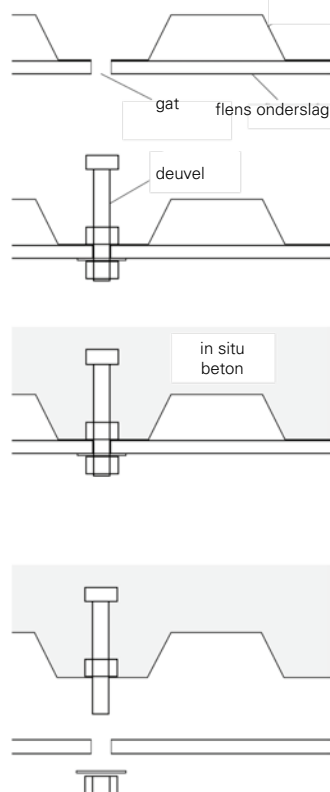
Technische Universiteit Delft



Eerst zijn de voordelen van staalplaat-betonvloeren geanalyseerd en is de milieu-impact kwantitatief vergeleken met kanaalplaatvloeren via een levenscyclusanalyse (LCA) van de Tijdelijke Rechtbank in Amsterdam. Hieruit is gebleken dat met een staalplaat-betonvloer in plaats van de oorspronkelijk gebruikte kanaalplaatvloer, de milieu-impact per m<sup>2</sup> met 16-37% gereduceerd kan worden. Voor een gebouw met overspanningen van 16,2 m versus de oorspronkelijke 10,8 m loopt de reductie op tot 35-51%. In het tweede deel is ingegaan op de constructieve aspecten van demontabele deuvels, met analytische berekeningen en een EEM. Hierbij zijn M20-8.8 bouten gebruikt. Met name de speling in het boutgat, leidend tot initiële slip van de bout, moet worden voorkomen. Daarom wordt aanbevolen om een systeem te ontwikkelen waarbij de staalplaat-betonvloer voor het eerste gebruik in het werk wordt gestort na het plaatsen van de deuvels, zodat geen toleranties in het boutgat nodig zijn.

### Juryrapport Van Bentumprijs

De jury heeft de prijs toegekend aan dit onderzoek omdat het



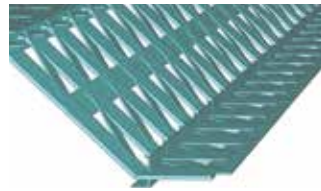
demontabel maken van staalplaat-betonvloeren een nieuwe 'duurzame' kijk biedt op dit veel toegepaste vloertype. De prijs is een stimulans voor verder onderzoek naar een praktisch toepasbaar systeem.

## DAMWAND | BACHELOR

### Discontinue stalen damwandconfiguraties als sterkte verhogende langconstructie

Coen Kortendijk

Hogeschool van Amsterdam



Stalen damwanden worden gebruikt als kademuur of bij bouwkuipen, maar bij een grondrijk spelen complicerende zaken. Eén daarvan is dat vaak wordt gekozen voor een discontinue wand; de profielen ondervinden dan geen onderlinge zijdelingse steun meer. Uit dit onderzoek lijkt onder andere dat een discontinue wand anders reageert dan een continue wand. Indien hier geen rekening mee gehouden wordt, zou dat tot een over-

schatting van de stijfheid met een factor 2,6 kunnen leiden. Daarnaast kan de sterkte met een factor 1,6 worden overschat. Dit geldt voor een combinatie van een rand plus tussenplank, zonder verponsing, met de ongesteunde flens op druk, in slappe grond. Een configuratie die enkel uit randplanken bestaat, kan ongunstiger zijn. Daarbij zorgt rotatie van de randplank voor een verandering van het effectieve weerstandsmoment. Hierdoor zal de uiterste vezel van de flens eerder of juist later vloeien. Het gebruikte model geeft in het traject tot  $M_{elastisch}$  verder geen aanleiding tot het beschouwen van andere bezwijkmechanismen dan het vloeien van de flenzen.

## CONSTRUCTIEF ONTWERP | BACHELOR

### Onderzoek naar de correlatie van p-y curves en de diameter van monopiles in zand

Sijmen Zwarts

Haagse Hogeschool



Bij offshore monopiles zijn de horizontale, laterale krachten dominant. Tegenwoordig worden er aanzienlijk grotere diameters toegepast, vanwege de steeds extremere omstandigheden. Uit de praktijk blijkt dat de vervormingen bij grotere diameters groter zijn dan de voorspelde vervormingen met de huidige p-y methode (ontwikkeld rond 1960), als voorgeschreven in het API (American Petroleum Institute). Uit een vergelijk met twee verschillende programma's, Plaxis 3D en Dpile Group, blijkt dat de

API-benadering de stijfheid van de grond overschat. Uit de berekeningen blijkt dat de vervorming in beide softwareprogramma's relatief veel verschilt, meer dan 60% bij grote diameters. Naast de vervorming is ook de dwarskrachtenlijn en de momentenlijn verschillend in waarden en vormen. Een nieuwe functie voor p is geformuleerd waarmee nieuwe p-y curves zijn opgesteld die een betere voorspelling geven van de vervormingen, dwarskrachten en momenten van de monopiles dan de API p-y methode.

## PROFIELPLAAT | BACHELOR

### Geprofileerde wand op een sluisdeur

Tim Erkelens

Hogeschool Rotterdam



Door het vervangen van een verstijfde waterkerende wand van een traditionele puntdeur door een geprofileerde waterkerende wand, kan een productiekostenreductie worden bereikt van 12%. Dit komt enerzijds omdat een deel van de

traditionele constructie kan worden weggelaten bij de geprofileerde plaat, anderzijds doordat dure verstijvers niet meer nodig zijn. Ook is de conservering eenvoudiger, doordat de lastig te bereiken verstijvers zijn verwijderd.

## HERBESTEMMING | BACHELOR

### Aanlegging van begroeide daken op bestaande stalen constructies

Tyron Sint Jacoba

Haagse Hogeschool



Is het mogelijk om begroeide daken te vestigen op bestaande stalen hallen en welke ingrepen zijn er nodig bij gebrek aan restdraagcapaciteit om alsnog een stalen hal te voorzien van zo'n dak? In het onderzoek met als case study de geschoorde constructie (met windverbanden) van de Rotterdamse Sligro (1970) aan de Groothan-

delsmarkt, luidt het antwoord: ja, maar niet zonder versterking. Een stappenplan is ontwikkeld waarbij verschillende opties, zoals extra kolommen, stijve hoeken, opdikken onderflens dakliggers en extra schoren (gewogen) worden door-gerekend op aspecten als kosten, duurzaamheid en constructieve veiligheid.

## PROCESVERBETERING | BACHELOR

### Evenwicht op zee

Koen Rutten & Mees Wolters

Hogeschool Arnhem en Nijmegen



In de conceptfase van het ontwerp voor een offshore topside module wordt bij ingenieursbureau VIRO nu weinig aandacht besteed aan het stabiliteitssysteem terwijl andere belangrijke informatie wel wordt vastgelegd, zoals apparatuur, leidingwerk en afmetingen.

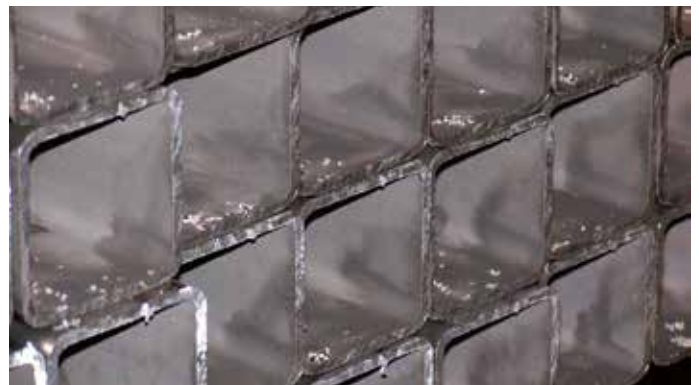
Om tot een doeltreffend ontwerp te komen, is nauwe samenwerking nodig tussen de verschillende disciplines, vooral bij de afdelingen 'Plant & Piping Design' en 'Constructie & Bouwkunde'. Het blijkt dat de verschillende achtergronden de voortgang van het proces parten speelt, omdat men geen diepgaand inzicht heeft in elkaars werkzaamheden. Aanbevolen wordt om in de conceptfase rekening te houden met een geschoord systeem waarbij schoren aansluiten op de opleggingen. In de conceptfase moet de procestechnicus uitgaan van een half geschoord systeem dat voorkomt dat de profilering bij opwaardering conflicteert met leidingen of apparatuur.

## BUISPROFIELEN | MASTER

### Numerical and statistical evaluation of combined bending and axial force interaction resistance of circular hollow sections

Giorgio Vermeulen

Technische Universiteit Eindhoven



De ontwerpregel voor de gecombineerde buiging en normaalkracht-interactieweerstand van ronde buisprofielen is terug te vinden in EN 1993-1-1 art. 6.2.9. Aangezien deze ontwerpregel gebaseerd is op toegepaste mechanica, is een beoordeling ervan nodig om constructieve veiligheid te garanderen. Uit dit onderzoek blijkt

dat de veiligheidsfactor  $\gamma_{M0} = 1,0$  als voorgeschreven in EN 1993-1-1 art. 6.2.9, in de voorstellen van Rotter en bij de exacte oplossing, statistisch acceptabel is voor S235 en S355. Voor S460 wordt aanbevolen:  $-\gamma_{M0} = 1,03$  indien een bilineair materiaalgedrag wordt beschouwd;  $-\gamma_{M0} = 1,00$  indien een verhardingsmodel wordt beschouwd.

## STAALPLAAT-BETONVLOER | MASTER

### Horizontal shear resistance of ComFlor 210

Patrick van Erp

Technische Universiteit Delft



The horizontal shear capacity of steel-concrete composite floors can only be determined with full scale experiments since no good theoretical model is available. Nine specimens were tested: three with a length of 3,6 metre, three of 5,4 metre, one of 7,2 metre, one with end anchorage and the last specimen did not have rib reinforcement,

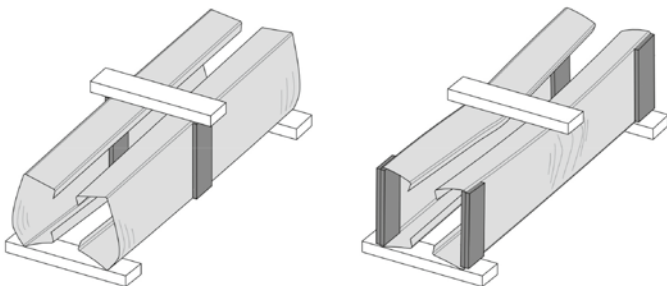
the first eight specimen did have rib reinforcement. Objectives were to determine the horizontal shear resistance, the effective area of the steel sheeting and the bending moment resistance. A conditional conclusion: end anchorage does have a large positive effect on the shear length.

## KOUDGEVORMDE PROFIELEN | MASTER

### Direct strength method for lipped channel sections under EOF and IOF web crippling loading

Ruud Heurkens

Technische Universiteit Eindhoven



To apply the direct strength method (DSM) to web crippling of lipped channel sections, recent experiments have been carried out under EOF and IOF conditions. In this thesis, finite element models are presented to predict the buckling load and the elasto-plastic behaviour of these experiments and of an extended data set. New theoretical first- and second-order

elasto-plastic models describe the plastic mechanism initiation of a 2D strip of the lipped channel sections. Subsequently these 2D models are transformed to 3D following simplified versions of the yield line patterns observed in the finite element simulations. Both the first- and second-order 3D models correlate well with the (full section) simulations.

## STAALSCHOOLPRIJS

Bouwen met Staal is door het Albeda College benaderd om de studentenSTAAL prijs ook open te stellen voor het MBO. Sinds vorig jaar wordt daar (op het tegenwoordige Techniek College Rotterdam) de staalSCHOOLprijs uitgereikt. De school heeft vijf studenten genomineerd. Deze studenten presenteerden hun afstudeerprojecten aan een driekoppige jury. De genomineerden en prijswinnaars staan hieronder. De komende jaren zullen vergelijkbare staalSCHOOLprijzen op andere MBO-opleidingen Bouwkunde worden georganiseerd.

### EERSTE PRIJS

#### Middelbare school, Naaldwijk

Sebastiaan van de Hoek

Sebastiaan is door de jury unaniem uitgeroepen tot winnaar van de staalSCHOOLprijs. Het complexe programma voor een middelbare school wordt conceptueel sterk uitgewerkt in krachtige, niet voor de hand liggende, architectonische vormen. De plattegrond met driehoeken, trapeziums en ronde vormen, lijkt wel wat op een dagpauwoog. Een grote, centrale hal met majestueuze trap annex tribune loopt over in twee atria waar aan drie zijden verschillende ruimtes zijn verbonden. Het talent van Sebastiaan zit vooral in de rustige, welbespraakte en zelfverzekerde wijze waarmee hij zijn keuzes uitlegt. Zijn ontwerpvermogen komt naar voren in de weloverwogen materiaalkeuze en de doordachte, bouwkundige detaillering. De strak gebogen aluminium afdekplaten bij de trap en de balustrades zijn chique, en toch duurzaam en economisch. De constructieve keuzes – staal-beton – zijn realistisch en vanzelfsprekend. Sebastiaan overziet de architectonische, constructieve en uitvoeringstechnische mogelijkheden van het bouw materiaal staal en het betonnen alternatief.

### TWEEDE PRIJS

#### Seriematig bedrijfspand, Naaldwijk

Pank Hertsenberg

De jury vindt Pank het toonbeeld van een veelzijdig werkvoorbereider of (hoofd)uitvoerder. Alle aspecten van het bouwproces (ontwerp, uitwerking en uitvoering) beheerst hij. Het idee om bedrijfspanden seriematig te produceren en gespiegeld te schakelen is economisch verantwoord. De twee

ovalen trappenhuizen als beeldbepalende elementen bij de ingang zijn herkenbaar doorgevoerd in het ontwerp. De entree is geduid en er ontstaat ritme in de straat, waar dat op menig bedrijventerrein nog wel eens tekortschiet. Er is niet uitsluitend een staalconstructie getekend; met windverbanden in dak en gevel, en trappenhuizen als stabiliteitskernen, is ook aandacht aan stabiliteit besteed. Waar het gevelbeeld bij afstudeerders soms blijft hangen in schema's, komt de tekening hier exact overeen met de materialen en systemen. Pank kent het ontwerp van binnen en buiten en zet zijn ideeën kundig om in een waarheidsgetrouw en maakbaar beeld.

### EERVOLLE VERMELDING

#### Zwembad, Katwijk

Dion Ammerlaan

Dion valt net buiten de prijzen maar krijgt een eervolle vermelding, voornamelijk door de bouwkundige uitwerking. Het plan bevat drie binnenzwembaden en een buitenbad, een whirlpool en stoomcabine, kleedruimtes, personeelsruimten, horeca en de nodige installatietechniek. Dit omvangrijk en complexe programma is gedegen en adequaat uitgewerkt. Het schuine dak en de schuingeplaatste wand komen voort uit de wens om het langgerekte gebouw een dynamische, architectonische uitstraling te geven. De jury ziet een bijkomend voordeel: de akoestiek wordt sterk verbeterd. Dion koos niet de gemakkelijke weg en won technisch advies in. Die onderzoekende geest is ook te zien in de goed uitgewerkte bouwkundige details. Wat dat betreft kan hij zo aan de slag bij een architectenbureau of bouwbedrijf. Maar om de onderzoekende geest verder aan te scherpen, past Dion ook prima op een vervolgstudie HBO.