



Donorskelet, *second that*

Drie wederopbouwpannen aan de Rotterdamse Hoogstraat zijn van binnen geheel getransformeerd en gekoppeld tot een woon-/winkelcomplex. Bij de transformatie is gebruik gemaakt van tweedehands constructieve stalen elementen. De geboorte van het Donorskelet.

ir. P. Peters RO en ir. T. Relker (RC)

Pim Peters is directeur van en raadgevend ingenieur bij IMd Raadgevende Ingenieurs in Rotterdam. Tom Relker is Structural Engineer en QA-manager bij Royal HaskoningDHV in Jakarta (ID), en was voorheen werkzaam bij IMd Raadgevende Ingenieurs.

Het vraagstuk circulair bouwen houdt bouwende Nederland in zijn greep. En dat is goed, want we moeten echt bewuster omgaan met primaire grondstoffen. Over de volledige bouwsector heen verandert er gelukkig langzamerhand dan ook het nodige. Het transformeren van bestaand vastgoed, bedrijfshallen die na demontage elders een tweede leven krijgen en het zorgvuldig slopen

dat steeds meer verandert in *Urban Mining*, om een paar voorbeelden te noemen. En op korte termijn komt daarbij, het gebruik van tweedehands constructieve elementen. Dat is geen utopie, zo is bewezen bij de drie panden aan de Hoogstraat (hoek Vlasmarkt), die een grondige transformatie hebben ondergaan. De drie gebouwen, gebouwd tussen 1950-1954, in hartje Rotterdam met elk een afzon-

derlijke draagstructuur, hadden een woud van kolommen en verschillende vloerniveaus. Hierdoor konden de panden niet worden gekoppeld, tenzij de constructie totaal zou worden verwijderd. Op uitzondering van de na-oorlogse gevels en de kelder is dan ook bijna de volledige betonnen draagconstructie verwijderd en ingevuld met een staalstructuur. Hierdoor kunnen er binnen de totaalhoogte hogere verdiepingen worden gebouwd en is het aantal kolommen sterk gereduceerd. In het VO was sprake van een winkelcomplex waarin de 'rauwe' constructie zichtbaar moest zijn. Om dit extra te benadrukken, is een Donorskelet voorgesteld. Een tweedehands staalconstructie waarin defecten, roestplekken en diversiteit in afmetingen waarneembaar zijn. Het toepassingstraject van een Donorskelet is nieuw en leerzaam: van het overtuigen van de

Projectgegevens

Locatie Hoogstraat 168-172, Rotterdam • Opdracht Kroonenberg Groep, Schiphol • Architectuur Rijnboutt, Amsterdam • Constructief ontwerp IMd Raadgevende Ingenieurs, Rotterdam • Uitvoering Aannemersbedrijf A. van Alphen, Rotterdam • Staalconstructie J. Buijse & Zn., Zwijndrecht • Sloopbedrijf (donorstaal) Struijk Groep, Krimpen a/d Lek



Volledig nieuwe invulling met, veelal, oud staal.

opdrachtgever tot het daadwerkelijk vinden van geschikte profielen.

Met doorzettingsvermogen en extra inspanning is het Donorskelet werkelijkheid geworden.

De constructie van de nieuwe inbouw bestaat uit een stalen ligger-kolom structuur in combinatie met een staalplaat-betonvloer. De stabiliteit is gewaarborgd met een stalen portaal in de winkel, een prefab betonnen trappenhuis en een windverband tegen de belending.

Material Driven Design

Constructief ontwerpen met tweedehands staal vraagt om een andere aanpak dan bij een traditioneel ontwerptraject. Waar men gewend is om op basis van constructieve randvoorwaarden een constructie te ontwerpen, is in dit geval de beschikbaarheid van de toe te passen profielen leidend. Dit maakt het extra spannend. Immers zal het aanbod en de vraag niet altijd op elkaar aansluiten. Je moet als constructeur dus creatief omgaan met de beschikbare constructieve elementen. Een mooi voorbeeld bij deze transformatie is de 'vorkligger'. Bij een nieuwe staalconstructie zou hier simpelweg een grotere ligger worden toegepast. Die was nu niet voorradig. Derhalve is ervoor gekozen om drie lichtere profielen toe te passen en deze als een vork met elkaar te verbinden. Uiteraard moet bij



Samengestelde vorkconstructie.

dit alternatief erop worden gelet dat de hoeveelheid materiaal niet (overmatig) toeneemt. Niet alleen vanwege de bouwkosten, maar ook om het voordeel op milieulast te behouden. Dat is per slot van rekening het hogere doel van het Donorskelet.

Constructieve veiligheid

Bij het toepassen van tweedehands constructie-elementen moet extra aandacht worden besteed aan de constructieve veiligheid en op worden geanticipeerd. Voor de constructieve elementen die geen voortschrijdende instorting veroorzaken, is het Donorskelet ingezet. De stalen kolommen en het stabiliteitsportaal zijn daarom ook volledig gerealiseerd uit nieuwe staalprofielen. Vooral voor de vloerliggers van de commerciële ruimte is gebruik gemaakt van tweedehands elementen. Het Donorskelet is een primeur. Daardoor waren er ook geen eenduidige richtlijnen beschikbaar. Overigens nog steeds niet. Met de gemeente Rotterdam, die ook een belangrijke schakel was bij de toepassing van het Donorskelet, zijn onderling afspraken gemaakt over de uit te voeren kwaliteitsborging en rekenregels, onder andere welke belastingfactoren en staalspanningen gehanteerd zijn. Naast de gangbare berekeningen heeft IMd Raadgevende Ingenieurs een rapport opgesteld met de 'Procedure Donorstaal' voor het omschrijven van deze kwaliteitsborging.

In dit rapport is een stappenplan opgenomen hoe de kwaliteitsborging van het toe te passen staal is vastgelegd. Van alle stappen is een rapportage gemaakt en ingediend bij de gemeente. Om het donorstaal rekenkundig te onderbouwen, is besloten te rekenen met gereduceerde toelaatbare staalspanningen in de uiterste grenstoestand.

Het waarborgen van de constructieve veiligheid staat de toepassing van het Donorskelet zeker niet in de weg. Het gebruik van tweedehands constructieve elementen leidt juist tot meer betrokkenheid van de constructeur bij de realisatie. In tegenstelling tot 'gewone' nieuwbouw, wordt zo de versnippering van verantwoordelijkheden tussen constructeur en deelconstructeurs voorkomen, of beter, omzeild. De constructeur krijgt (weer) een belangrijkere en uitgebreidere rol in het hele bouwproces.

Meerwaarde... at the end

De beschikbaarheid van tweedehands staalprofielen was gering en destijds moeilijk te vinden in de omgeving van het project. In een tijdblok van anderhalf jaar is het niet gelukt om een geschikt Donorskelet te vinden. Ook een speurtocht naar 'losse' tweedehands staalprofielen leverde vrijwel geen resultaat op. Voornamelijk omdat veel sloopbedrijven het staal direct afvoeren als schroot. Na overleg met diverse sloopaannemers

5 Procedure kwaliteitstoetsing Donorstaal

Onderstaand de gevolgde procedure voor de toetsing van de kwaliteit van het donorstaal:

- 1. 1^e Profielinventarisatie**
 - 1^e profielinventarisatie (uitgevoerd d.d. 23-05-2016)
 - Aanpassen ontwerp (verstrek d.d. 25-05-2016)
- 2. Toetsing materiaal kwaliteit door specialist**

Uitgevoerd door Nebest d.d. 10-08-2016+12-08-2016+07-09-2016, zie rapport Nebest (rapportnr. 29338, d.d. 12-09-2016)

 - Bepalen materiaaleigenschappen:
 - Hardheid
 - Treksterkte
 - Koolstofwaarde i.v.m. lasbaarheid
 - Visuele inspectie specialist
 - Leidt tot sortering profielen
 - Leidt ook tot richtlijnen te gebruiken delen van de gekozen profielen
- 3. 2^e Profielinventarisatie**
 - 2^e profielinventarisatie (uitgevoerd d.d. 07-09-2016)
 - Definitieve keuze donorstaal (verstrek d.d. 13-09-2016)
- 4. Op maat zagen profielen / transport**
 - Op maat zagen op basis van richtlijnen n.a.v. visuele inspectie (Uitgangspunt: zoveel mogelijk imperfecties in afval/schroot te krijgen)
- 5. Staalverwerking fabriek**
 - Bij ontvangst in de fabriek (nogmaals) visuele inspectie uitvoeren (ingangscontrolle)
 - Staal verwerken tbv montage in het werk volgens richtlijnen fabriek en goedgekeurde productietekeningen



Zelfgemaakte procedure. Doel is een norm in het leven te roepen.

Budgetneutraal.

werd ook duidelijk dat er door het – redelijk grove – sloopproces kleine staalprofielen niet zonder grote vervormingen konden worden uitgenomen. Om gebruik van tweedehands elementen te garanderen, zal in het sloopproces nog de nodige aandacht uit moeten gaan naar demontage. Door de elementen voorzichtig uit zijn verband te halen, wordt de economische waarde verhoogd. *At the end* moet deze meerwaarde opwegen tegen de extra sloopkosten.

Upcycling op profielniveau

De volhouder wint. Door diverse sloopbedrijven te bellen met de vraag of zij op korte termijn een staalconstructie gaan slopen, dan wel in het bezit waren van gebruikte staalprofielen, is uiteindelijk met de nodige inzet en zoekwerk een bulk staalprofielen gevonden bij sloopbedrijf Struijk Groep in Krimpen aan de Lek. In plaats van direct recycling/ omsmelten, zag dat bedrijf meerwaarde in opslag, om in te zetten bij een hogere schrootprijs of voor tijdelijke staalconstructies te gebruiken. Dit staal is nu ingezet/ gerecycled op profielniveau. Staalprofielen die

zonder verdere toekomst op een werf lagen te verroesten, kregen een nieuw leven met gelijke of hogere functie. Het 'upcyclen' van bouwmaterialen, zeg maar.

Keuring van de profielen gebeurde deels op de werf en deels in het lab van Nebest. Een aantal profielen zijn eruit gefilterd vanwege grote defecten, zoals te grote vervormingen, doorgaande roestplekken en sparingen. Het idee van een Donorskelet beviel de opdrachtgever, mits hij er financieel niet op achteruit zou gaan. Kortom, budgetneutraal. Om dit voor elkaar te krijgen, is ervoor gekozen om bij de aanbesteding uit te gaan van de prijs van een geheel nieuwe staalconstructie. Bij toepassing van een Donorskelet zou het nieuwe staal tegen een overeengekomen prijs worden verrekend en vervangen worden voor de aanschafkosten voor het staal uit het Donorskelet. Hiermee werd de marktwerking gewaarborgd en een toetsingskader voor de bouwkosten van het Donorskelet vastgelegd. Tevens hebben hoofdaannemer en staalleverancier zich contractueel gecommitteerd aan (medewerking aan) het gebruik van een Donorskelet.

E-norm

Het moge duidelijk zijn dat de energie die in het project is gaan zitten, heeft geleid tot de nodige kennis over hergebruik van constructieve elementen. Maar bovenal heeft geleid tot een aanzet om er meer gebruik van te maken. We zien het nu dan ook al bij diverse projecten tot verrassende en positieve resultaten leiden. Dit alles met het oog op het reduceren van de milieulast dat onze behoefte aan bouwen nu eenmaal met zich meebrengt. Als je kijkt naar de mondiale welvaartsgroei, is het evident dat de bouwsector een bijdrage levert. Niet voor niets dat NEN en onder andere Rijkswaterstaat, Rijksvastgoedbedrijf, TU/e, Centraal Overleg Bouwconstructie, Imd Raadgevende Ingenieurs en Bouwen met Staal zich inzetten voor een norm over het gebruik van tweedehands constructieve elementen. Maar tot die tijd kan iedere constructief ontwerper zich sowieso inzetten voor hergebruik van bouwelementen, waardoor ze als profiel meer economische waarde krijgen en nog niet als materiaal gerecycled moeten worden. Dus, Donorskelet, *second that.* •