

MILIEUPARK DE HER, ROTTERDAM

Toepassing van donorstaal

Milieupark De HER, Rotterdam

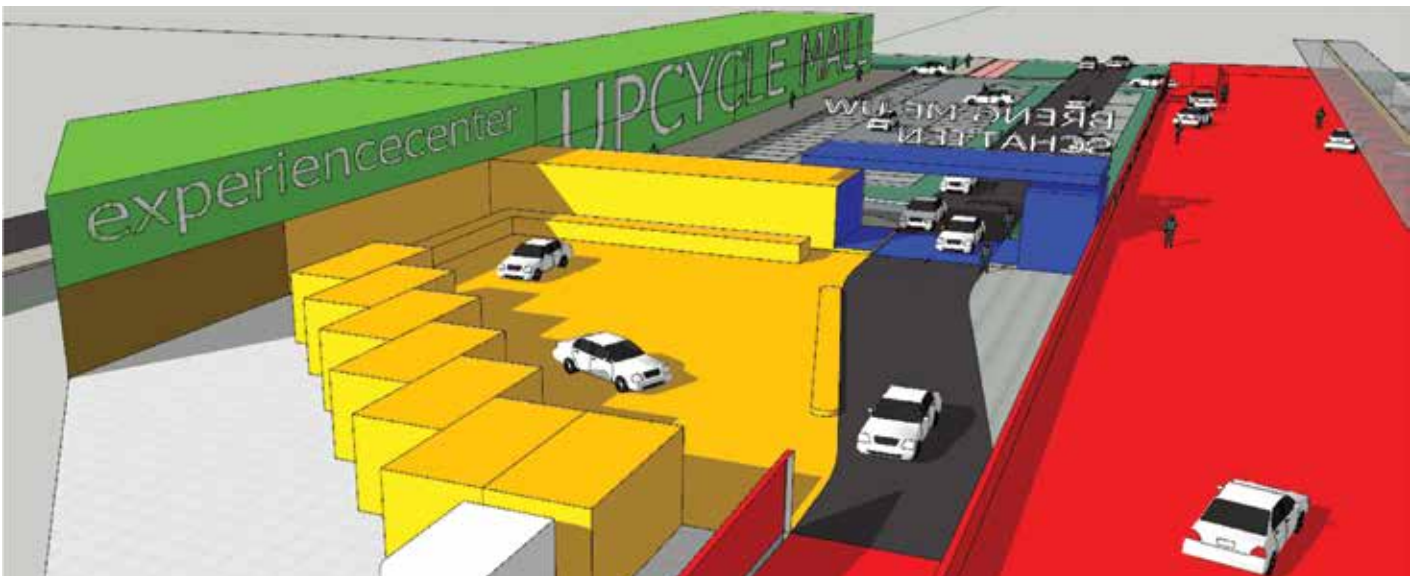
Opdrachtgever

Rotterdam heeft zeven milieuparken: georganiseerde plekken waar de Rotterdammer zijn/haar 'afval' naar toe brengt. Hoe goed ook, de opzet van de milieuparken, zoals we die nu kennen, past niet in het toekomstbeeld van de gemeente: een wereld zonder afval, waarin materialen hun waarde, ook na hun levensduur, behouden of deze waarde zelfs verhoogd wordt. Om die reden worden de bestaande milieuparken omgebouwd tot locaties waar alle materialen gezien worden als waardevol. Idealiter worden de materialen ter

plekke ge-upcycled. Dit vraagt om een plek voor doeners en tegelijkertijd ook een plek om te leren, en vertrouwd te raken met deze manier van omgaan met materialen. Op de milieuparken moet daarom ook ruimte komen voor informatie, educatie en ontdekking: een gebouw direct op of naast een milieupark met daarin werkplaatsen, ateliers, bijeenkomst- en expositieruimtes, een repair-café of een eventspace. Alles staat daarbij in het teken van waardecreatie met 'afgedankte' materialen als basis. Aan de Bovendijk gaat begin 2025 deze eerste

combi van milieupark + upcyclegebouw in gebruik worden genomen, die luistert naar de verzamelnaam De HER. 'Als je toonaangevend wilt zijn in duurzaamheid, hergebruik en upcycling, moet je zowel het milieupark als het upcyclegebouw bouwen op basis van hergebruik. Bouwen op basis van hergebruik op zich is niet nieuw maar op deze schaal ongekend.'

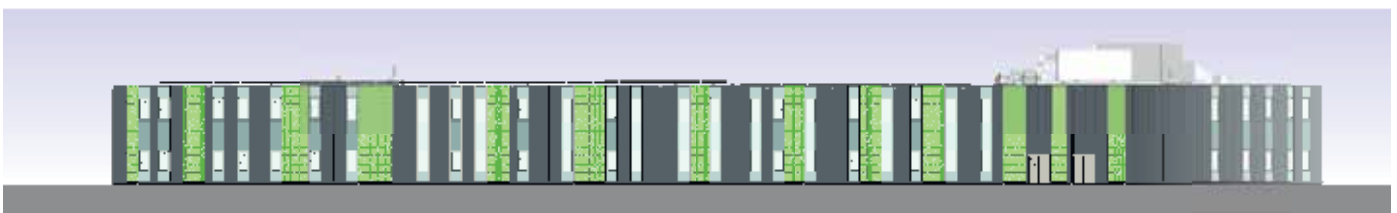
Marc Verheijen, Architectenploeg Ingenieursbureau Stadsontwikkeling Rotterdam.



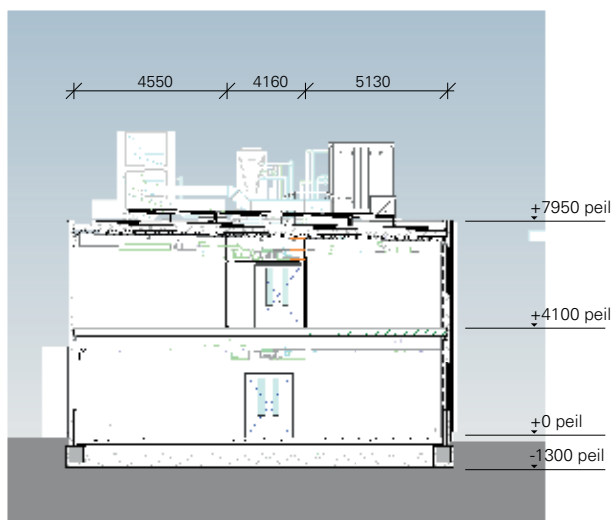
Eerste impressie Ingenieursbureau Stadsontwikkeling Rotterdam (boven).



noordgevel



zuidgevel



Architectonische uitwerking N3O Architecten.

Architectuur

Voor het milieupark is veel materiaal 'geogost' uit Rotterdamse projecten. Denk aan bestratingsmateriaal maar ook voetbalveldmasten en bomen. De grootste opgave was echter het gebouw te bouwen op basis van hergebruik. Daarvoor is gezocht naar een gebouw waar bouw materiaal uitgehaald kon worden. Na een korte zoektocht kwam het MEC-lab in Delft in beeld. Dit laboratorium-gebouw van TNO, ontworpen door N3O architecten, is in gebruik genomen in 2014 maar moest wijken voor een woonwijk. Het gebouw is groter dan de beoogde upcyclen en indertijd grotendeels remontabel ontworpen. Ook de gevel had een hoge isolatiewaarde die ook anno 2024 nog voldoet aan de bouweisen.

In het voorjaar van 2022 hebben Jeroen Grosfeld van N3O Architecten en Marc Verheijen van de Architectenploeg van Stadsontwikkeling Rotterdam een verkenning naar hergebruiksmogelijkheden van het MEC-lab uitgevoerd. Daarbij is de staalconstructie van het bestaande gebouw in delen geknipt en zo veel mogelijk 1:1 hergebruikt. De dakspanten van de grote hallen van het gebouw zijn opgesplitst in twee delen, waarbij een deel nu dienstdoet als vloerligger. De lengte van deze spanten heeft de breedte van De HER bepaald. Ook het beeldbepalende stalen buitenframe, waar voorheen de laboratorium-eenheden in geplaatst waren, wordt 1:1 hergebruikt. Nu echter worden in dit frame tien eenheden geplaatst die dienstdoen als vergaderkamers, atelierruimtes en kantoorunits. Elke unit is

door een jonge ontwerper ontworpen op basis van hergebruik, zo vormt dit tien schoolvoorbeelden van hergebruikarchitectuur. Ook in het interieur is hergebruik van materialen uitgangspunt. Een voorbeeld daarvan is het hergebruik van de vrijkomende materialen uit beëindigde exposities uit musea. De verschillende materialen, bouwproducten en ook interieurobjecten zullen voorzien worden van QR-codes, waarmee via een website de herkomst zichtbaar wordt voor de bezoekers van De HER. Hiermee reikt het effect verder dan alleen de grenzen van het milieupark en wordt een belangrijke stap gezet naar een circulaire economie in 2030.

Jeroen Grosfeld, architect, N3O Architecten.



Foto: Mariska Korver (fotostudio Barendrecht)

Toepassing van een donorskelet

Voor de bouw van De HER is voor 75% van de constructie gebruik gemaakt van het donorskelet. Het beschikbare donorskelet is in significante mate bepalend geweest voor zowel het bouwkundig als het constructief ontwerp: vorm volgt beschikbaarheid. Een *material driven design*-proces begint al vroeg. Vooral de samenwerking met de uitvoerende partijen moet vroegtijdig beginnen.

ir. H.L. Luu, dr.ir. K.C. Terwel RC en ir. P. Peters RO

Pim Peters is partner/raadgevend ingenieur, Karel Terwel is projectleider/raadgevend ingenieur en Lin Luu is constructeur, allen bij Imd Raadgevende ingenieurs in Rotterdam.

Eerdere ervaring (zie kader: 'Geschiedenis donorskelet') leert dat in het proces een intensieve *samenwerking* tussen verschillende partijen bij een 'donorproject' essentieel is. Een gemotiveerde opdrachtgever, nauwe samenwerking met het ontwerpteam en uitvoerende partijen in een vroege fase vormen de sleutel tot een succesvolle aanpak. Daarnaast vergt het werken met een donorskelet een *andere aanpak van ontwerpen*: het donorskelet is leidend voor het nieuwe ontwerp. Wie hier geen rekening mee houdt bij het ontwerpen van een invulling voor het Programma van Eisen zal derhalve inefficiënt met materiaal omgaan. Ten slotte vraagt *borging van de*

Geschiedenis donorskelet

Het begrip donorskelet staat sinds 2013 al bij Imd Raadgevende Ingenieurs op de agenda. Bij een donorskelet gaat het om het hergebruiken van constructieve elementen uit een bouwwerk waarvan het einde van de functionele gebruiksfase is bereikt. Dit is mogelijk omdat de technische levensduur veel langer is, zeker als de elementen in een geconditioneerde ruimte waren toegepast. Grote winst van het gebruik van een donorskelet is de milieulast. Door het voorkomen van het nieuw staalproductieproces wordt een enorme reductie op CO₂ en andere milieuaspecten gerealiseerd. Van het eerste commerciële project aan de Hoogstraat (2017)^[1], waar stalen donorliggers in een winkelpand zijn toegepast tot aan de grootschalige toepassing van donorstaal bij BioPartner 5^[2] en nu De HER, is het toepassen van een donorskelet succesvol gebleken. Het vraagt gezond ingenieursdenken van de constructeur maar ook een goede, nauwe samenwerking met alle projectpartners.

constructieve veiligheid bij een donorproject specifieke aandacht.

Samenwerking

Voor een geslaagd circulair project is een gemotiveerde opdrachtgever essentieel. Gemeente Rotterdam nam hier samen met aannemer BAM het voortouw in. Al bij aanvraag van het project was een donorgebouw beschikbaar, een voormalig TNO-laboratorium met hallen en kantoor, zodat dit staalskelet als uitgangspunt kon worden genomen. In elke fase is er actief op zoek gegaan naar mogelijkheden voor circulaire toepassingen. Zo is een prijsvraag uitgeschreven voor het ontwerp van circulaire modules die konden worden ingepast in het ontwerp. Losmaakbaarheid van de staalconstructie was geen vereiste voor het ontwerp, maar is wel toegepast. De geboude staalconstructie is

van zichzelf al demontabel. Ook zijn voor een groot deel van de begane grond verwijderbare stelconplaten toegepast, met uitzondering van de natte ruimten. In de uitvoeringsfase is men ook blijven zoeken naar de mogelijkheid van het toepassen van herbruikbare elementen. Zo zijn nog in de uitvoeringsfase donorkanaalplaten geoogst bij een ander project, die zijn toegepast op de begane grond, terwijl hiervoor aanvankelijk nieuwe kanaalplaten waren bedacht. Voor de stalen dakplaten is uiteindelijk een geschikte restpartij gevonden; het bleek te complex om de stalen dakplaten uit het TNO-gebouw zonder veel beschadigingen te demonteren. Door de wil en de inzet van de gemotiveerde opdrachtgever en ontwerppartners is een hoge mate van circulariteit behaald. Uit eerdere ervaring met donormateriaal bleek dat met name een nauwe samenwer-

king met uitvoerende partijen in een vroege fase van belang was. Omdat staalbouwers weten hoe ze moeten monteren, weten ze ook hoe demontage in zijn werk zou moeten gaan. Er is bij De HER verschillende keren gebruik gemaakt van de praktische kennis van de uitvoering om geschikte verbindingen te maken tussen donorelementen en om donorprofielen te kunnen verlengen. Ook is intensief samengewerkt met Vic Obdam met betrekking tot het testen van materiaal en lassen, en met de beoordeling van deformaties in het donorstaal.

Donorskelet stuurt het ontwerp

N3O Architecten heeft samen met Gemeente Rotterdam niet alleen aan de hand van een huisvestingsvraag voor een milieupark met een Programma van Eisen het architectonisch ontwerp gemaakt, het beschikbare donormateriaal heeft hier ook een sturende rol gespeeld. Vanwege de gekozen duurzaamheidsstrategie, waarbij een compleet donorskelet ter beschikking werd gesteld, heeft het *ontwerpen* een ander aanpak geëist. Het beschikbare donorskelet was in significante mate bepalend voor zowel het bouwkundig als constructief ontwerp.

Material driven design

De meest efficiënte toepassing van donormateriaal is een proces waarbij het ontwerp volledig wordt aangepast op beschikbaar materiaal: *material driven design*. Dit is dan ook het primaire uitgangspunt geweest. De stramienmaten (overspanningen, verdiepinghoogtes) zijn ontworpen op de gewenste gebruikersbelastingen in combinatie met het bestaande staalskelet. Op deze manier kunnen ook de verbindingen zoveel mogelijk overgenomen worden, zonder dat hier aanpassingen aan ge-



Foto: N3O

1. Voormalig TNO EMB Bouwlab.

daan hoeven te worden. Omdat het bestaande TNO EMB Laboratorium qua functionaliteit en gebruikerseisen niet volledig aansluit op de uitvraag van het milieupark, moest er telkens gekozen worden om het ontwerp aan te passen aan het beschikbare materiaal of het beschikbare materiaal aan te passen aan het ontwerp door dit te verlengen, versterken, et cetera.

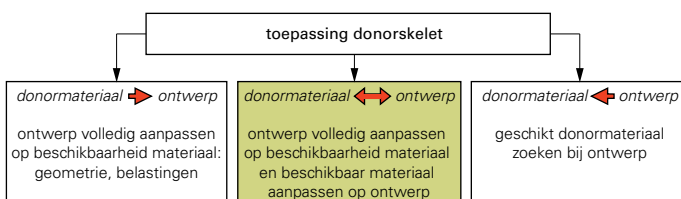
Wat zich verder onderscheidt van een traditioneel ontwerpproces, is het eerder uitvoeren van werkzaamheden die normaliter in een latere fase plaatsvinden. Zo worden bijvoorbeeld DO-werkzaamheden, zoals het bepalen of beschikbare profielen voldoende capaciteit hebben om de beoogde belasting te kunnen dragen, al vroegtijdig in een VO uitgevoerd.

Daar waar berekeningen pas in TO worden gemaakt, is voor de haalbaarheid van belang om deze al in DO te beschouwen.

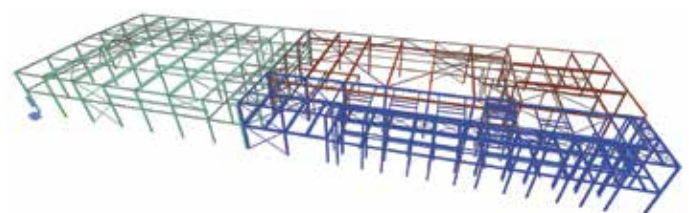
Hoewel bovenstaande suggereert dat het proces helemaal afwijkt van wat men gewend is, wordt desondanks ook hier van grof naar fijn gewerkt.

Handwerk

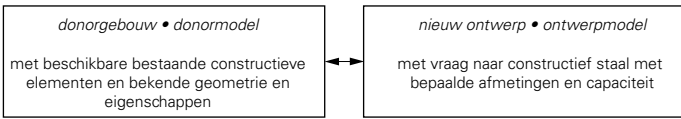
Met handschetsen is het eerste ontwerp op papier gezet, waarbij eveneens handmatig is bepaald welke elementen beschikbaar waren in het bestaande gebouw en waar deze in het nieuwe bouwkundige ontwerp konden worden ingezet. Met handsommen is gecontroleerd of de profielafmetingen voldoende waren. Deze aanpak geeft de constructief ont-



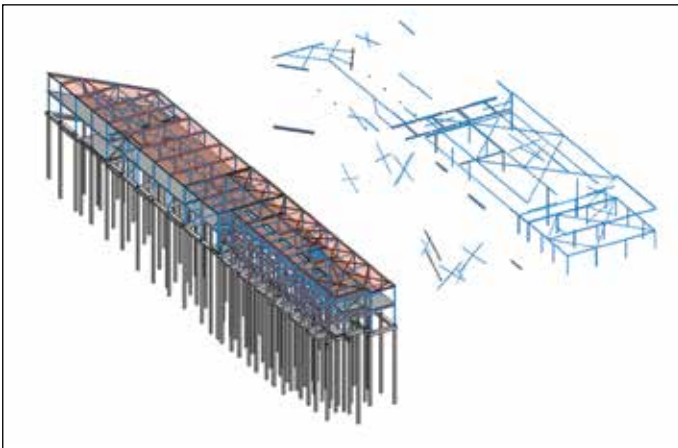
2. Verkenning donorstaal: *mutueel ontwerpen op basis van beschikbaar staal: Material driven design.*



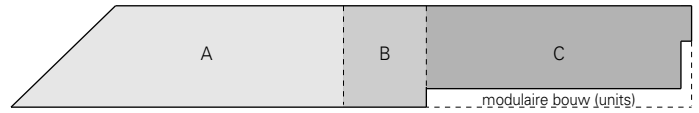
3. Rood: oorspronkelijk Gebouw 25, groen: uitbreiding Hal, blauw: uitbreiding Modulair deel.



4. Stramienmaten zijn uitgelegd op bestaand staalskelet.



6. Elementen uit het donormodel worden naar het ontwerpmodel verplaatst.

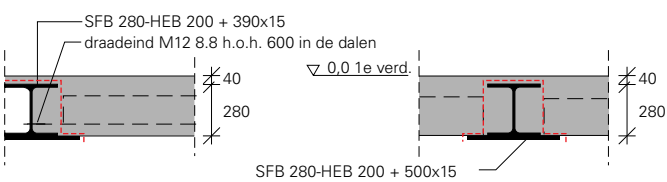


5. Drie compartimenten en een vrijstaand, modulair deel.

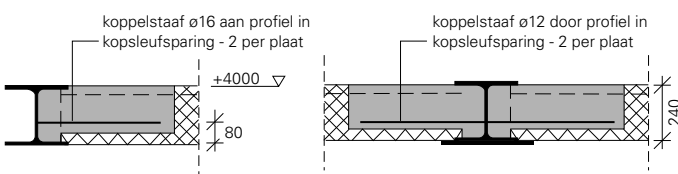


7. Eerste schouw in lab.

slopen demonteren *bestaand detail*



toepassen kanaalplaat *nieuw ontwerp*



10. Voorstel hergebruik geïntegreerde stalen liggers.



8. Tweede beoordeling bij demontage.



9. Derde inspectie in hub.



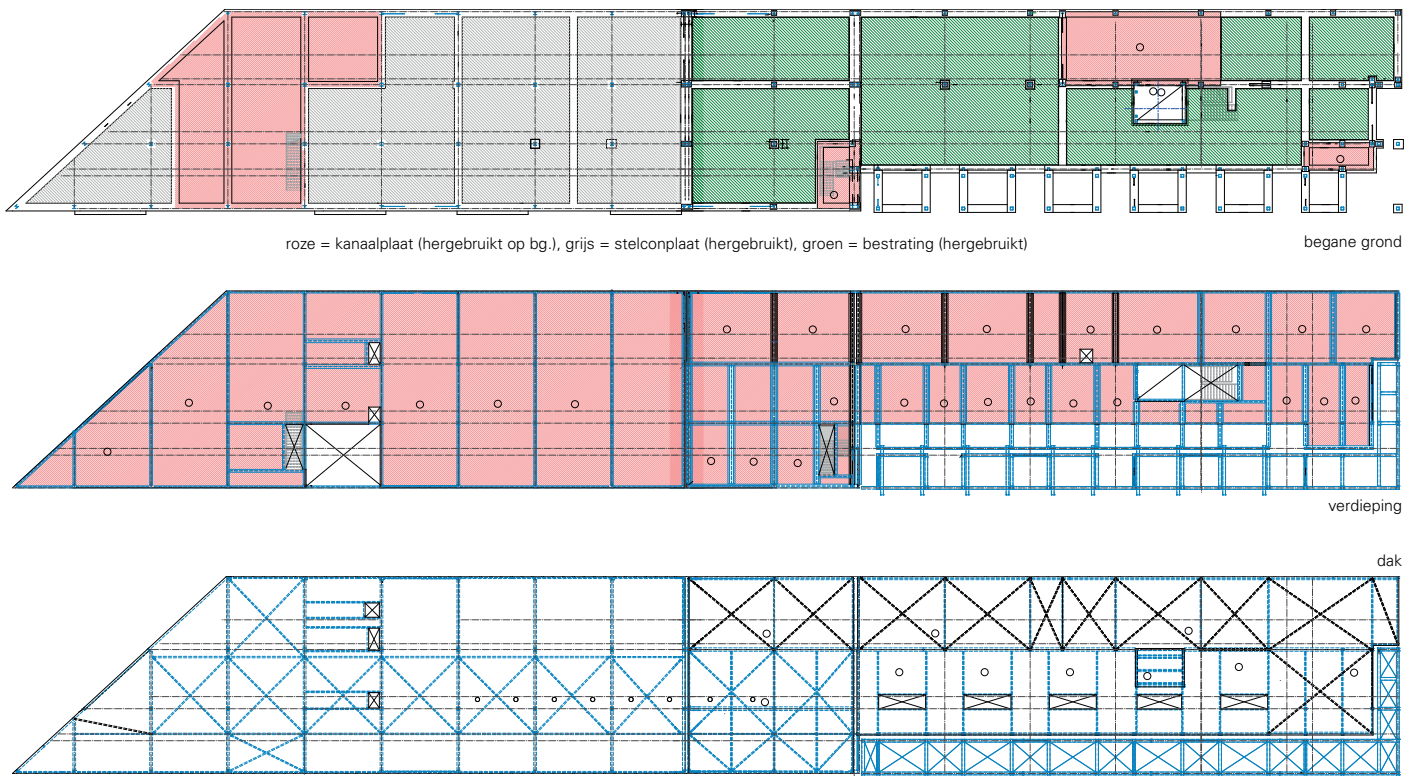
11. Vierde controle bij het staalconstructiebedrijf.



12a. Beschadigd onderdeel.



12b. Deformatie.



13. Blauw: donorstaal, zwart: nieuw staal.

werper een goed gevoel dat er een coherente constructie is gemaakt; de informatie met betrekking tot het passen van profielen en welke profielen er precies over blijven, is nog summier. Een aantal vragen is dus nog niet beantwoord. Hoeveel van het donormateriaal kan daadwerkelijk één op één overgenomen worden? Hoe past het donormateriaal (precies) in het nieuwe ontwerp? Zijn er nog bewerkingen nodig? Hoeveel restmateriaal is er? Kan er niet toch nog gebruik gemaakt worden van de overige profielen? Om al deze vragen te beantwoorden is het donorgebouw gedigitaliseerd.

Het donormodel

Er is dus een *donormodel* gemaakt op basis van archiefmodellen en -tekeningen. Elk element (kolom, ligger, windverband) is hierbij gemarkeerd. Hiermee is het profiel, de geometrie en positie vastgelegd. Deze markeringen zijn ook voorafgaand aan de demontage op de staalementen van het donorgebouw aangebracht, waardoor de positie en functie van het bestaande staal altijd is te herleiden. Het bestaande donorgebouw bestaat uit verschillende bouwdelen: Gebouw 25, een uitbreiding van een Hal, en ook een uitbreiding van het Modulaire deel (afb. 3). Vervolgens is de constructie van het nieuwe gebouw gemodelleerd, waarbij de elementen van het oude gebouw in het donormodel naar het nieuwe model zijn verplaatst. Op die manier werd zichtbaar waar profiellengtes moesten worden aangepast (verkort of verlengd),

waar elementen te kort kwamen en ook welke elementen nog overbleven. Dit bleek heel handig, omdat er op diverse plaatsen nog losse elementen nodig waren, bijvoorbeeld bij ravelingen of ondersteuning voor installaties, en met deze twee-modellen-aanpak was in een keer duidelijk of er nog bruikbaar staal beschikbaar was. Het donormodel bleek in deze fase uiterst geschikt om zo efficiënt mogelijk en zo veel mogelijk donorelementen toe te passen: de beschikbaarheid is volledig in kaart gebracht met bij de elementen behorende eigenschappen en afmetingen.

Het constructief ontwerp

Behalve donorstaal is er in dit ontwerp ook nieuw constructiestaal toegepast. In afbeelding 13 zijn de plattegronden van de begane grond, verdieping en het dak weergegeven. Het betreft dus een tweelaags gebouw, waarvan de hoofddragconstructie uit stalen liggers en kolommen bestaat, voornamelijk uit het donorgebouw. De liggers zijn waar mogelijk doorgaand ontworpen, voor gunstigere krachtwerving. Hierdoor werd het mogelijk om dakliggers met een oorspronkelijk lagere belasting en grote overspanningen toe te passen als vloerliggers met hogere belastingen, maar met een kleinere overspanning. Het gebouw bestaat uit drie compartimenten en een extern modulair deel. Elk bouwdeel wordt apart gestabiliseerd door verbanden. Het modulaire deel wordt daarnaast apart gestabiliseerd, zodat het zelfdragend is. De stabiliteitskrachten per bouwdeel kunnen zo

geminimaliseerd worden en daarmee is de mogelijkheid van toepassing van bestaande windverbanden groter. Bijkomend voordeel van het compartimenteren is dat er geen brandwerendheidseis geldt voor de hoofd-draagconstructie en er dus geen brandwerende bekleding of verf nodig is. Dit draagt ook bij aan het duurzaam toepassen van constructiemateriaal.

Er zijn meer stabiliteitsverbanden toegepast dan strikt noodzakelijk, zodat de krachten per windverband beperkt blijven. Dit is gunstig voor de grootte van de kracht per windverband, wederom om zoveel mogelijk beschikbaar materiaal toe te kunnen passen. De bestaande windverbanden zijn namelijk berekend op een beperkte hoeveelheid windbelasting, met een beperkte hoogte van het gebouw. De krachten voor schijfwerking worden hiermee ook gereduceerd. Ook was het door de spreiding van horizontaalkrachten over verschillende posities mogelijk om de begane-grondvloer met stelconplaten uit te voeren en de horizontaalkrachten lokaal door een beperkt aantal funderingspalen te laten opnemen. Voor bouwdeel A (afb. 5) is het donormateriaal veelal in de vorm van *losse elementen* hergebruikt vanuit de 'uitbreiding Hal' (afb. 3). Met name hier is de geometrie van het ontwerp afgestemd op de beschikbare materialen. Op één paar windverbanden na is hier verder slechts gebruik gemaakt van donorstaal. Bouwdelen B en C zijn volledig overgenomen als geheel van de voormalige

‘uitbreiding Modulair’. In het nieuwe ontwerp wordt deze uitbreiding gedeeld in twee aparte bouwdelen. Op de scheidinglijn is, zoals op *afbeelding 13* te zien is, ook nieuw staal toegepast. Dit bouwdeel is uiteindelijk ook groter geworden dan het bestaande ‘uitbreiding modulair’. Waar mogelijk is deze uitbreiding met donormateriaal uitgevoerd, dat nog beschikbaar was in het donormodel. Waar dit niet mogelijk was, is nieuw staal toegepast. De fundering bestaat uit prefab betonpalen. Waar mogelijk is de begane grond uitgevoerd met bestrating of stelconplaten (grijs en groen gearceerd op plattegrond begane-grondvloer, *afb. 13*). Slechts de natte ruimten worden met hergebruikte kanaalplaten gerealiseerd (rood gearceerd in plattegrond). De kolommen binnen het gebouw komen op 1-paalspoeren te staan. Onder de randen van het gebouw komt een balk om de gevel te dragen. Bij de delen waar een betonvloer komt, is ook een funderingsbalk toegepast. In het verlengde van de windverbanden is telkens ook een funderingsbalk toegepast om de horizontale windkrachten over meerdere palen te kunnen spreiden. Voor de verdiepingvloeren moeten de kanaalplaten zonder druklagen de schijfwerking verzorgen. Dit betekent wel dat er een koppeling tussen de betonvloer en de staalconstructie gemaakt moet worden. De randliggers van de compartimenten dienen als trekbanden. Op het dak komen stalen dakplaten, die geschikt zijn om een groen dak en zonnepanelen te dragen. De windverbanden die voor schijfwerking in het dakvlak worden toegepast, komen ook uit het donorgebouw, ‘uitbreiding Hal’. Omdat de stramienmaten hierop zijn ontworpen, is het dakvlak van Bouwdeel A nagenoeg één-op-één overgenomen.

Borging veiligheid

Het rekenkundig toetsen van de constructie is gebeurd conform de Eurocode voor nieuwbouw. Dit wijkt niet af van een standaardproces. Voor de aanpak en richtlijnen was er ten tijde van de ontwerpfasen nog geen NTA beschikbaar. Voor de kwaliteitsborging is een eigen protocol opgesteld voor de toepassing van donorstaal, gebaseerd op ervaringen uit voorgaande projecten met donormateriaal. Hierin staan aandachtspunten voor selectie



van donorelementen, demontage van het bestaande donorgebouw, testen van het materiaal, rekenkundige toetsing van de constructie en uitgebreidere controle op de bouw.

Rekenen zonder NTA

Van het bestaande TNO EMB Lab uit 1999 (uitbreiding in 2013) zijn tekeningen en berekeningen van de constructie beschikbaar, waarmee de theoretische afmetingen van profielen en rekenkundige materiaalkwaliteit bekend zijn. Vanwege het bouwjaar en de archiefgegevens werd het veilig geacht om uit te gaan van een staalsoort van minimaal S235. Van de staalconstructie van de uitbreiding uit 2013 zijn nog een aantal certificaten verkregen, aan de hand waarvan deze aanneme ook werd bevestigd. Verschillende profielen bleken in S355 te zijn uitgevoerd, als ondergrens is echter voor elk element S235 aangehouden. Daarnaast is er gestreefd naar een unity check onder de 0,9 voor donorstaal.

Demontagefase opnieuw inzetten van donormateriaal

Demontage is geen sloop: dat de profielen uiteindelijk hergebruikt moeten worden en dus zoveel mogelijk ongeschonden uit de

‘sloop’ moeten komen, is toch anders dan de zaak met een grijper beetpakken en lostrekken^[3]. Hiervoor zijn ook uitgangspunten in het protocol opgenomen. Van essentieel belang was wederom het vroegtijdig bespreken van deze uitgangspunten met het demontagebedrijf. Bij de bestaande geïntegreerde liggers moest de staalplaat-betonvloer worden afgezaagd en het beton verwijderd, waarbij de geïntegreerde liggers intact moeten blijven, om hier in de nieuwe situatie een kanaalplaat op te kunnen leggen.

De hergebruikte kolommen hadden meer lengte nodig in het nieuwe ontwerp en bleken in het bestaande gebouw hermetisch te zijn ingestort in de begane-grondvloer. Deze kolommen zijn daarom bij het demonteren zo strak mogelijk tegen het beton aan afgeslepen om vervolgens met een nieuw voetplaat te kunnen worden ingezet.

Om de tijd tussen het demonteren en de wederopbouw te overbruggen, werden de stalen elementen in een hub opgeslagen. Voor donorstaal is een dergelijke opslag vaak gewenst, omdat er geregeld tijd zit tussen demontage van het donorskelet en toepassing in het nieuwe gebouw. Hierbij is het van belang dat de elementen zorgvuldig worden



Foto: Meriska Konver (fotostudio Barendrecht)

Literatuur

1. P. Peters en T. Relker, 'Donorskelet, *second that*', *Bouwen met Staal* 270 (augustus 2019), p. 50-52.
2. K. Terwel, M. Moons en P. Korthagen, 'Voorbij de pionierfase', *Bouwen met staal* 284 (december 2021), p. 26-33.
3. A. Tissink, 'Staal oogsten is toch echt heel iets anders dan slopen, blijkt in Dordrecht', *Cobouw*, 2021.

De tweede beoordeling vond plaats tijdens de demontage. De voorafgaand aan demontage met het demontagebedrijf besproken uitgangspunten zijn zorgvuldig gehanteerd bij het demonteren van de staalconstructie. Het staal kon hierdoor met relatief weinig beschadigingen worden gedemonteerd. Uitzonderingen waren de eerdergenoemde ingeklemde kolommen die moesten worden afgeslepen. Ook was het onvermijdelijk dat enkele geïntegreerde liggers werden beschadigd bij het losbikken van het beton, wat al voorafgaand aan demontage was voorzien. In de hub was het derde beoordelingsmoment. Vanuit Delft zijn alle stalen elementen vervoerd naar de hub in Rotterdam. Ook hier heeft een visuele keuring plaatsgevonden, waarbij is gecontroleerd of er bijvoorbeeld geen afgebrande boutgaten waren. Bouten dienden namelijk zodanig gedemonteerd te worden dat de gaten opnieuw konden worden gebruikt zonder dat deze bij bijvoorbeeld het afbranden waren vergroot.

Daarnaast was het de bedoeling dat ook de beschadigde en vervormde elementen zouden worden beoordeeld. Omdat de markeringen echter onderaan de elementen waren aangebracht, was op dit moment niet te herleiden waar deze elementen uiteindelijk zouden worden toegepast. Deze controle is daarom uitgesteld tot het vierde beoordelingsmoment.

Kwaliteitsborging

Het staal is vanuit de hub naar de fabriek van de staalleverancier gebracht. Door Vic Obdam is een rapportage voor de kwaliteitsborging van de productie opgesteld. Hierbij werd onderscheid gemaakt in de drie donorbouwdelen. Van het oorspronkelijke gebouw uit 1999 waren er geen staalcertificaten beschikbaar. Vanwege de onvolledigheid van certificaten uit het oorspronkelijke Gebouw 25 en de uitbreiding Hal is besloten om onderzoek te doen naar materiaaleigenschappen van elk type her te gebruiken constructie-element: kolom, ligger en windverband. Daarnaast is op 5% van alle hergebruikte lasverbindingen uit het oorspronkelijke Gebouw 25 magnetisch lasonderzoek verricht om onacceptabele oneffenheden op het lasoppervlak uit te sluiten. Alle hergebruikte lasverbindingen en constructieve

elementen zijn visueel onderzocht volgens een door Vic Obdam opgesteld keuringsplan. Uit de beoordeling van de staalleverancier zijn beschadigingen en vervormingen die opgetreden zijn tijdens het demonteren inzichtelijk gemaakt. Hierbij zijn de grootte en exacte positie van de beschadigingen per element in kaart gebracht door de staalbouwer, zodat het ingenieursbureau rekenkundig kon beoordelen of de beschadiging acceptabel werd geacht. Bij deze beoordeling is conform het protocol voor kwaliteitsborging elke relevante situatie beoordeeld. Wanneer de spanning heel laag bleek in de beschadigde onderdelen, of wanneer een beschadigd onderdeel (flens of lijf) lokaal niet nodig bleek voor de sterkte, werd de beschadiging acceptabel geacht. Hierdoor is het mogelijk gemaakt dat ook beschadigde profielen in de specifieke situatie toegepast kan worden. Conform de onlangs gepresenteerde NTA voor hergebruik van staal zouden beschadigingen in her te gebruiken staal voor CC2-gebouwen niet acceptabel zijn. De auteurs van dit artikel vinden dit nodeloos beperkend voor de toepassing van donorstaal; bij een gedegen *expert judgement* zijn beperkte beschadigingen acceptabel. Bij een nieuwe versie van de NTA zou dit heroverwogen moeten worden.

Lessen voor volgend donorproject

Naast de bestaande ervaring die is ingezet, zijn er ook nieuwe lessen geleerd.

- Beschadigde profielen kunnen worden toegepast, mits rekenkundig de sterkte is aangetoond.
- Behalve donorstaal zijn andere constructieve elementen zoals kanaalplaten en stelconplaten geschikt voor hergebruik.
- Door het werken met een donormodel wordt in de vroege fase duidelijk welke donorprofielen worden toegepast en welke overblijven.
- Protocol voor demontage, opslag en borging veiligheid geeft duidelijkheid en procesbeheersing, ook naar gemeentelijk toezicht.

Met gedegen aandacht voor veiligheid geeft een donorskelet de mogelijkheid om milieulasten te reduceren en draagt het bij aan een schonere bouw. •

opgeslagen zodat de profielen niet nodeloos vervormd of gecorrodeerd raken. Omdat het bij de opslag niet meer duidelijk is welk element op welke positie in het donorgebouw heeft gezeten, is een goede, watervaste markering noodzakelijk. Een leermoment was dat deze markering in de toekomst op verschillende plaatsen op het profiel moet worden aangebracht, omdat een markering aan de onderzijde niet meer leesbaar is tijdens opslag.

Beoordelen beschikbaar donormateriaal

De beoordeling van het beschikbare donormateriaal heeft in verschillende fases plaatsgevonden op verschillende momenten binnen het proces. De eerste schouw heeft plaatsgevonden bij het TNO EMB Lab in Delft en is uitgevoerd door verschillende partners uit het hele ontwerpteam. Deze visuele keuring had als doel om te bepalen of het gebouw geschikt was om te dienen als donorgebouw. Hierbij is gekeken naar visuele beschadigingen, roest en losmaakbaarheid. De staalconstructie bleek hoofdzakelijk met bouten verbonden en goed bereikbaar. Verder werden er geen onacceptabele beschadigingen of vervormingen waargenomen.

Delen van kennis wordt essentieel



Staalbouwer Vic Obdam heeft al gewerkt met donorstaal en kan bogen op eerdere ervaring. Gevelbouwer Prince Cladding Obdam heeft deze kennis nog niet. Het plan om de gevelfragmenten 1:1 over te zetten moet wijken. Door de wensen van de opdrachtgever/gebruiker is gekozen om de bestaande materialen aan te passen aan het nieuwe ontwerp.

ing. J. Smit

Jan Smit is Circulair coördinator bij Vic Obdam in Obdam.

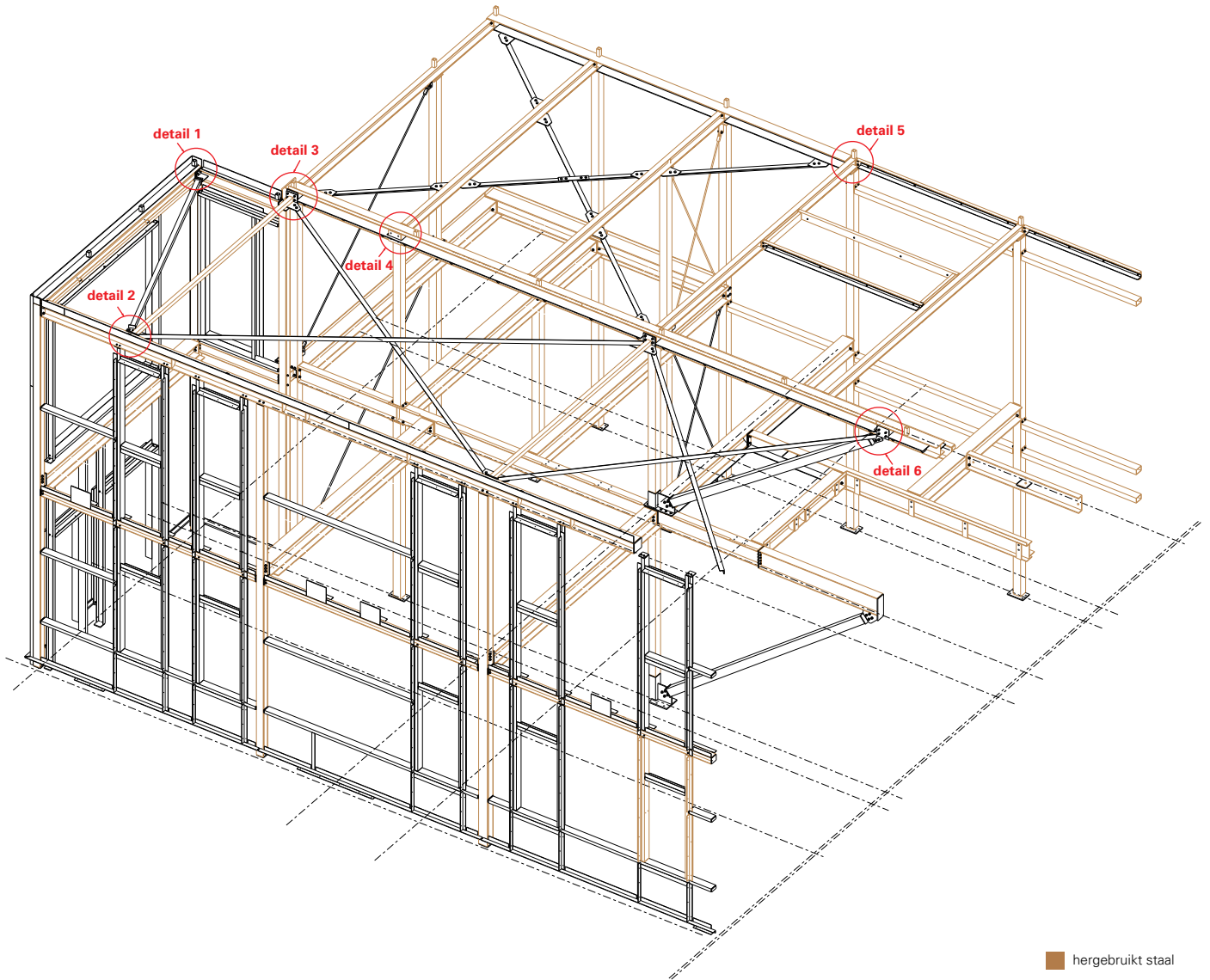
Na de demontage van het oude TNO EMB Lab Delft in maart 2022, door Beelen, zijn de elementen naar een bouwhub in Rotterdam vervoerd, waar de elementen zorgvuldig zijn geïdentificeerd, opgemeten en gesorteerd. De opgave zit hem vooral in de schaal waarop de materialen zijn hergebruikt. De gevelbouwer heeft sandwichpanelen, vliesgevels, aluminium zetwerken, kozijnen, glas, deuren en lichtstraten/-stroken hergebruikt. Dit be-

tekende veel onderzoek en testen om tot een geschikte nieuwe toepassing te komen. Op verzoek van de opdrachtgevers is er een mock-up gemaakt over de gehele hoogte. Met deze mock-up was duidelijk te zien wat het resultaat zou worden van het (her)gebruik van de verschillende onderdelen. Meteen was hiermee duidelijk welke aspecten tijdens de volledige montage aandacht verdienen. Zo zijn vooral de vliesgevels met veel aandacht

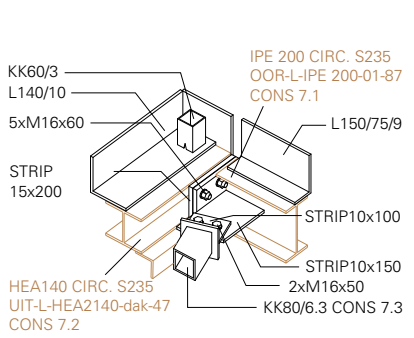
opnieuw verwerkt, vanwege de hoge materiele waarde en omdat deze niet snel vervormd werden.

Na goedkeuring van de mock-up zijn de eerste kozijnen geplaatst. Van het plan om ook het kozijnhout her te gebruiken, is afgeweken; dit hout was van dusdanig slechte kwaliteit dat deze zijn afgekeurd. De bestaande kozijnen zijn toch gedemonteerd en is er nieuw kozijnhout geplaatst.

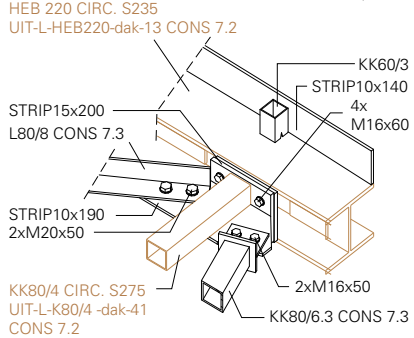
Dit was niet het enige materiaal dat is gewijzigd. Zo is er uitgebreid onderzoek gedaan naar het hergebruiken van de stalen, geprofileerde warmdakplaten. In eerste instantie is er gekeken naar de manier van demontage: of de platen loshalen door ze uit te boren, of het gehele dak loszagen en dan het staal inclusief de platen in z'n geheel terug te plaatsen. Ook deze nieuwe toepassingen bleken niet ge-



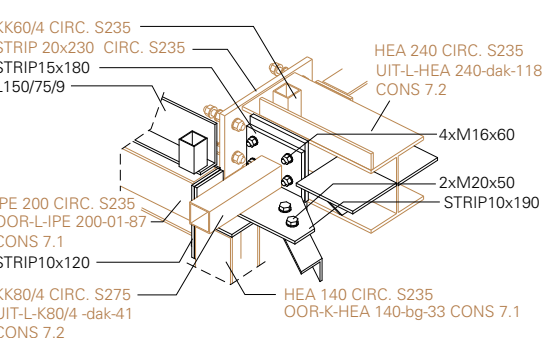
hergebruikt staal



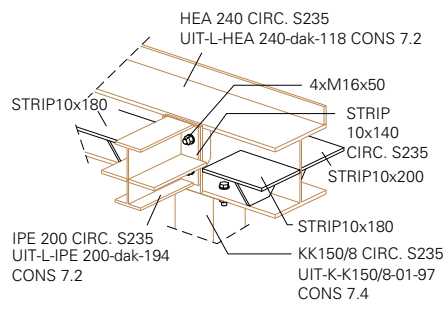
detail 1



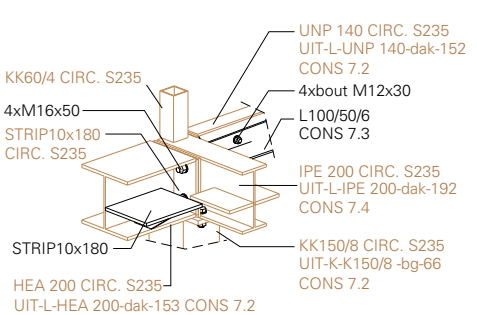
detail 2



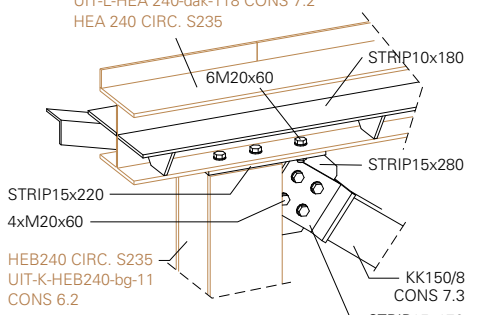
detail 3



detail 4



detail 5



detail 6



Start demontage.



Ingestorte kolomvoeten...



...zijn afgesneden...



...en voorzien van nieuwe sokkels.



Bewerkte profielen met nieuwe, unieke labels en codering.

schikt: de platen waren te dun om de nieuwe overspanningen en belastingen op te vangen. Als laatste optie is er zelfs gekeken naar het monteren van een dubbele laag dakplaten om de stijfheid te vergroten, maar dit was niet haalbaar vanwege de kosten. Naar aanleiding van dit onderzoek is gekozen om voor het dak nieuwe platen te kopen. Uiteindelijk is een restpartij gekocht bij ArcelorMittal Construction.

Dit soort keuzes en onderzoeken waren leidend in dit project. Dit is niet alleen te wijten aan de schaalgrootte, reden ook is dat hiervoor geen standaardonderzoeken beschikbaar zijn. Dit geldt dus branche-breed.

Delen van kennis

Een belangrijke les. Tijdens het project is gebleken dat een aantal materialen afgekeurd moesten worden vanwege beschadigingen door de demontage. Voorbeelden hiervan zijn de zetwerken van dun plaatstaal en verschillende rubbers. Dit had in veel gevallen voorkomen kunnen worden met de juiste kennis van de materialen. Het toont het belang van betrokkenheid bij de demontage in toekomstige projecten. Door het sloopbedrijf te begeleiden in de demontage kunnen de inzichten van de gevelbouwer worden overgebracht op de sloper. Het delen van kennis zal essentieel worden in dit soort projecten, zeker omdat

er nog maar een handjevol projecten worden uitgevoerd. Dit zal natuurlijk meer tijd en geld kosten aan de voorkant van een project, maar wanneer dit goed gebeurt zal dit ook echt kosten besparen tijdens de uitvoering. Ook de opslag is een belangrijke les geweest. De materialen in de hub zijn bijna een jaar buiten opgeslagen. Hoewel sommige gevelelementen bestand zijn tegen weersinvloeden, zijn toch een aantal materialen aangetast. Soms dusdanig dat deze niet meer herbruikbaar waren, en dus nieuw geproduceerd moesten worden. Bovendien is er veel tijd besteed aan het schoonmaken van deze materialen.

Staalskelet

Voor staalbouwer Vic Obdam was werken met donorstaal niet onbekend. Van de ervaring met BioPartner 5 kon al in de demontagefase gebruik worden gemaakt. Het oude TNO-gebouw moest nog geogst worden in Q2-2022. Nog voor demontage is al begonnen met de inventarisering, labels en het conserveringsonderzoek, waarbij het labelen anders is aangepakt. Doordat al duidelijk was dat de profielen niet gestraald zouden worden, is ervoor gekozen om elk profiel te voorzien van gecodeerde stickers, waarmee elk profiel zijn eigen identiteit kreeg. Na het demonteren zijn de profielen naar

de hub vervoerd en konden direct worden ingemeten. Door de identiteit op de stickers te koppelen aan de gemeten waardes kon de engineering starten. Hier is bepaald welke profielen er hergebruikt gingen worden en welke nog aanpassingen benodigd hadden.

Bewerking

Vrijwel alle profielen zijn naar de productielocatie in Obdam vervoerd voor bewerking. Dit is eigenlijk onvermijdelijk als we een constructie niet 1:1 overzetten. Er dienen vrijwel altijd nieuwe kop- of voetplaten geplaatst te worden en/of schetsplaten voor de verbinding van het zij windverbanden, schoren of hulpstaal. De mate waarin iets zorgvuldig gedemonteerd is, is ook van belang. Zo waren er in dit werk veel kolommen ingestort met zijdelingse wapening. Om deze kolommen zorgvuldig te demonteren zou dit veel precisie, tijd en dus geld kosten. Er is gekozen om de kolommen net boven de vloer af te snijden en de voetplaat achter te laten als afval. Daardoor moest er een nieuwe voetplaat met een stukje kolom geproduceerd worden, maar is er alsnog zo'n 80% van het profiel hergebruikt. Dit toont dat er vooral is gekeken naar wat er wel mogelijk is. Veel profielen moesten worden bijgewerkt vanwege beschadigingen. Het zorgvuldig demonteren en opslaan van staalprofielen bleek nog lastig, waardoor de profielen zelden



Door hoge bouw fysieke eisen aan het TNO EMB Lab destijds, voldoen de hergebruikte sandwichpanelen zonder meer aan de huidige eisen.

onbeschadigd op de hub lagen. Deuken in de flens, kromme profielen en ongewenste gaten waren geen uitzondering. Hier waren vooral de profielen die geïntegreerd waren in het beton, de grootste obstakels. Zo zijn er veel SFB-liggers aangetroffen met flinke beschadigingen in de onderflens. Deze beschadigingen zijn vermoedelijk ontstaan door het uithakken van de oorspronkelijke staalplaat-betonvloer.

NTA 8713

Dit levert meteen de vraag op of de profielen nog wel veilig genoeg waren voor hergebruik. De staalbouwer heeft veel met de hoofdconstructeur samengewerkt om dit te beoordelen. In de meeste gevallen konden de beschadigingen gewoon bijgewerkt en opgevuld worden om de constructieve veiligheid te waarborgen. In het vervolg zal het beoordelen hiervan gemakkelijker moeten gaan, door gebruik te maken van NTA 8713. Een belangrijk onderdeel van de NTA is het vooronderzoek. Door veel originele documentatie, zoals tekeningen, berekeningen of zelfs certificaten beschikbaar te hebben aan het begin van het project, kan meer zekerheid worden geboden over de daadwerkelijke kwaliteiten en eigenschappen. Voor dit project zijn eigenlijk twee verschillende constructies hergebruikt. Een uit 1999, en een recentere uitbouw uit 2014. Voor de laatste constructie

waren veel originele documenten nog beschikbaar, waardoor de kwaliteit van het staal met zekerheid kon worden bepaald. Toch zijn nog wel de nodige materiaalonderzoeken verricht om dit te garanderen. Uit dit onderzoek is gebleken dat de kwaliteiten overeenkwamen met S235. Ook de lassen van bestaande verbindingen zijn geïnspecteerd en goedgekeurd met dit onderzoek.

Niet kostenneutraal

Uiteindelijk is het project niet kostenneutraal geweest ten opzichte van een traditioneel project: het staalwerk is zo'n 10% duurder. De inkooprij van de materialen was goedkoper, en gaf dus een marge voor extra bewerkingen. Maar het bijwerken van de beschadigingen heeft achteraf veel werk gekost in de fabriek. Het calculeren van projecten met donorstaal is vaak onzeker. Het aantal uren, dat benodigd is voor bewerking, is voor een groot deel afhankelijk van hoe de staalbouwer de profielen aantreft; het is lastig dit van tevoren in te schatten. Ook de behoeftes van de architect en de wensen van opdrachtgever zijn zeer belangrijk in de kostprijs. Zo is er voor dit werk gekozen om de bestaande conservering zoveel mogelijk te handhaven. Om bewerkingen uit te voeren op de gecoate profielen werden de nodige PBM's (Persoonlijke BeschermingsMid-

delen) gebruikt door de lassers in de fabriek, maar toch hoefden de profielen niet gestraald te worden voor bewerking, waardoor extra kosten zijn vermeden. Desondanks kon niet alle conservering worden hergebruikt. Op een van de twee hergebruikte constructies is Chrom 6 in de coating aangetroffen. Inmiddels weten we dat deze stof zeer schadelijk is als het verstuift en wordt ingeademd. Het uitvoeren van een Chrom 6-onderzoek is standaard, omdat dit in veel constructies nog aanwezig is; zo ook op een van deze constructies. Om de profielen toch her te gebruiken, zijn de profielen gestraald voor bewerking en voorzien van een nieuwe primer.

Flexibiliteit

Uiteindelijk heeft Vic Obdam ruim 150 ton staal hergebruikt; zo'n 75% van de totale nieuwe staalconstructie. De resterende 25% zit hem vooral in het hulpstaal voor de gevel. Hier kwam ook de samenwerking tussen Prince Cladding Obdam en Vic Obdam goed tot zijn recht. In totaal is er 850 m² aan sandwichpanelen van verschillende diktes hergebruikt. Het (ver)werken met hergebruikte onderdelen vereist een hogere mate van flexibiliteit. Door samen onder één organisatie te werken, verliep de communicatie veel strakker dan gescheiden trajecten. •

Lering trekken

Bouwen aan een nieuw gebouw met hergebruikte materialen: dat klinkt allemaal een stuk gemakkelijker dan het in werkelijkheid is, aldus Jeroen Zandboer, adviseur duurzaamheid van BAM Bouw en Techniek. Na de oplevering van De HER loopt hij het proces door in een persoonlijk verslag om lering te trekken.

ing. J. Zandboer

Jeroen Zandboer is adviseur duurzaamheid bij BAM Bouw en Techniek in Bunnik.

Allereerst: de bouw van De HER heeft een flinke inspanning en dosis lef van alle betrokkenen gevraagd. Daarnaast was er ook sprake van toeval. Op dit moment zijn de marktomstandigheden nog niet zodanig dat vraag en aanbod van hergebruikte materialen goed op elkaar aansluiten. Bij De HER was het puur geluk dat er een pand moest wijken, terwijl elders behoefte was aan een gebouw met grotendeels vergelijkbare eigenschappen.

Aanleiding

Het begint met ingenieursbureau BOOT uit Veenendaal dat in opdracht van TNO een materiaalscan maakte van het voormalig TNO EMB Lab in Delft. BOOT zocht vervolgens contact met BAM: of ze een (her)-bestemming wist voor het gebouw. Het lab stond namelijk op het terrein van AM, de ontwikkeltak van BAM. De gemeente Rotterdam zocht min of meer tegelijkertijd ook contact met BAM voor een nieuw milieuplein; de gemeente had met hen al circulaire ervaring opgedaan bij eerdere projecten. Vele overleggen met, en berekeningen en input van de oorspronkelijke architect maakten uiteindelijk het hergebruik mogelijk. De staalconstructie was een belangrijke oogst uit het donorgebouw voor de CO₂-footprint, omdat nieuwe staalproductie met veel energiegebruik en CO₂-uitstoot wordt voorkomen.

Inrichting organisatie

Het gebruik van donorstaal kan aanzienlijke milieuvoordelen opleveren. Dit sluit helemaal aan op onze bedrijfsstrategie ('*Building a sustainable tomorrow*'), de circulaire ambities van Nederland en het Europese duurzaamheidsbeleid. Maar organisaties moeten ook



rekening houden met mogelijke milieurisico's (Chroom 6) en duurzaamheidskwesties bij het recyclen en/of hergebruiken van staal. Denk aan de vraag of bij hergebruik, bewerken, transporteren en opslaan duurzamer is dan nieuw te produceren staal. Deze vorm van bouwen vraagt om kennis en expertise. Daarom heeft BAM Bouw en Techniek ervoor gekozen om binnen dit project een bouwteam in te richten met partners die een brede ervaring hebben met het toepassen van donorstaal (BlueCity Rotterdam, Cure Eindhoven, Circl Amsterdam, BioPartner 5, Hoogstraat enz.).

Het ontwerpproces

Het ontwerp- en engineeringproces gaat net even iets anders dan bij 'normale' projecten. Binnen dit soort projecten maken we gebruik

van bestaande profielen in plaats van dat je vanuit tekeningen het productieproces in gaat. Dat vergt een andere kijk op ontwerpen. De beschikbare materialen/producten zijn leidend in ontwerp. Bestaand materiaal is uitgangspunt, het ontwerp is resultaat. Waar normaliter partners, leveranciers en recyclingpartners na een Uitvoeringsgereed Ontwerp worden aangeschreven, is in deze situatie gekozen om al in de Schetsfase een nauwe samenwerking met alle betrokken partijen op te starten. Met als resultaat dat je verschillende expertises aan de voorkant kunt laten meebeslissen in de te maken stappen, om te voorkomen dat je niet in de uitvoeringsfase tot de conclusie komt de verkeerde uitgangspunten te hebben aangehouden.

Tijdslijn

Een circulair project vraagt tijd en intensieve samenwerkingsvormen binnen het bouwteam. Omdat we met een nieuwe wijze van bouwen te maken hebben, zijn er veel onderdelen die we tegenkomen nieuw. De aanbesteding, het ontwerpen en de inkoop tot het daadwerkelijk plaatsen van een kozijn is anders. Het is met name belangrijk om de verwachtingen in het team bespreekbaar te maken. Het is voor zowel de aannemer, de opdrachtgever als de andere partners nieuw. Geef elkaar daarom ook de ruimte en help elkaar. Neem vooral de tijd aan de voorkant om de uitvoering goed te laten verlopen.

Bouwplaats, logistiek en transport

De bouwplaats is de uitstraling van elke organisatie. Kom je een goed opgeruimd bouwplaats tegen, dan weet je dat de processen goed op orde zijn. Binnen De HER is er gebruik gemaakt van twee bouw-hubs. Een daarvan, de 'buiten'-opslag, ligt op zo'n 750 m van de bouwplaats vandaan. Hier zijn de staal- en de gevelementen opgeslagen. In Rotterdam-Hoogvliet bevindt zich, voor de meer kritische onderdelen, een geconditioneerde binnenopslag. De inzet van hub's zorgt ervoor dat de geoog-

Projectgegevens

Opdracht Gemeente Rotterdam • Architectuur N30 Architecten, Delft • Constructief ontwerp IMd Raadgevende Ingenieurs, Rotterdam met BOOT, Veenendaal en BAM Advies & Engineering, Bunnik • Uitvoering BAM Bouw en Techniek, Bunnik • Staalconstructie Vic Obdam, Obdam • Gevel Prince Cladding Obdam, Obdam • Andere adviseurs Bureau Bouwcoördinatie Nederland (BBN); DGMR, Den Haag; GKB, Barendrecht; Roelofs, Den Ham; Sweco, De Bilt; Yuverta, Den Bosch; Retro Bridge, Den Bosch; Adex Groep, Hardewijk/Utrecht; Peinemann, Amsterdam; Murre - de Visser, Middelburg; Van Delft Groep, Nieuwkuijk; Verwol, Delft; BAM Modulair, Veenendaal; Orange Climate, Drunen; Van der Padt Deuren, Hardinxveld-Giessendam; Werkse!, Den Hoorn; Bende • Fotografie N30, Vic Obdam, IMd



ste materialen tijdelijk elders kunnen worden opgeslagen en deze niet in de weg liggen op de bouwlocatie. Materialen die opgeslagen liggen op een bouwplaats zullen beschermd moeten worden. Door gebruik te maken van een hub lijkt het net alsof de materialen van een leverancier op de bouwplaats aankomen. Dit project heeft ons doen beseffen dat een bouw-hub zeer effectief kan zijn.

We hebben binnen onze organisatie de afspraak dat wij zo weinig mogelijk op een bouwplaats willen bewerken. Voor het staal is er daarom voor gekozen om de bewerkingen bij de staalbouwer uit te laten voeren. Voor andere onderdelen, zoals de gevelpanelen, is ervoor gekozen om deze op de locatie te bewerken. Omdat dit toch veel uitzoek- en puzzelwerk met zich meebrengt, was dit een juiste keuze.

Gezien het duurzame karakter van het project hebben we ervoor gekozen ook de uitvoering zo veel als mogelijk CO₂-vrij uit te voeren. Zo hebben we elektrische mobiele kranen ingezet en liggen er op de bouwkeet pv-panelen voor de stroomvoorziening.

Materialen uit het oude lab die we niet nodig hadden, zijn grotendeels gerecycled. Zo zijn bijvoorbeeld oude, onbruikbare sandwichpanelen opgehaald door de firma Insus, die de materialen scheidt en van het kernmateriaal weer pir-isolatieplaten maakt.

Kosten

Het gebruik van donorstaal kan kostenbesparingen opleveren voor bouwprojecten, met name in situaties waarin de prijs van primaire grondstoffen hoog is, zoals ruwijzer of schroot. Door gerecycled of hergebruikt staal te gebruiken, kunnen bouwprojecten niet alleen bijdragen aan de duurzaamheidsdoelstellingen, maar tegelijkertijd ook besparen

op materiaalkosten. De verwachting is dat in de aankomende periode nieuwe materialen steeds duurder zullen worden en zullen we met de steeds hogere duurzaamheidseisen te maken krijgen. Hierdoor is goedkoop en niet duurzaam geproduceerd staal wellicht niet meer mogelijk om te gebruiken.

Donorgebouw

Een donorpand binnen handbereik was een groot voordeel voor De HER. Een groot gedeelte van de materialen kon namelijk 1:1 worden toepast, met soms wat bewerkingen. Als wij géén gebouw tot onze beschikking hadden gehad, zouden we gebruik moeten maken van donormaterialen via verschillende marktplaatsen/aanbieders voor/van circulaire bouwmaterialen. Er bestaan inmiddels veel van deze ondernemingen en platformen. Of de tijd al rijp is om hier volledig op in te zetten bij nieuwe projecten is nog twijfelachtig. Met een ruime aanlooptijd is dit wellicht mogelijk. Het al beschikbaar hebben van een donorpand heeft wel de voorkeur.

Oogsten

De HER heeft een andere functie dan in het vorige leven als lab. Het lab had veel open ruimtes; in de nieuwe situatie zijn er meer kantoortuinen en werkplekken aanwezig. Materialen die we niet hebben kunnen oogsten uit het oude lab, zijn elders geoogst, waaronder ook op andere projecten van BAM.

Regelgeving en bouwvoorschriften

Het gebruik van donorstaal moet voldoen aan de geldende bouwvoorschriften en normen die zijn vastgesteld in het Bouwbesluit. Er is binnen dit project gekozen om Bouw- en Woningtoezicht te betrekken bij het onderzoeken en keuren van de constructie-elementen. We zijn gezamenlijk door dit proces gegaan, door bijvoorbeeld ook een bezoek te brengen aan de fabriek van de staalbouwer en om de juiste onderzoeken te overleggen, zoals lasverbindingen en detailberekeningen van aangepaste elementen.

We hebben voor dit project als staalbouwer de NTA 8713 gehanteerd. Het doel van NTA 8713 is het hergebruiken van constructiestaal te vergemakkelijken en zo de milieu-impact van staalconstructies te verlagen. Deze NTA

beschrijft de procedure om de geometrische en materiaaleigenschappen van staalprofielen te bepalen die uit een donorbouwwerk gedemonteerd worden om in een andere constructie opnieuw te worden gebruikt. De eis vanuit de opdrachtgever was om een gebouw neer te zetten als een nieuwbouw gebouw, denk aan bouwfysische prestaties, en dat is gelukt.

Social Return

Onder duurzaamheid valt ook een onderwerp dat Sociale Waarde heet of *Social Return*. Het project is voor en door Rotterdammers gemaakt. Het demonteren van een gebouw is iets anders dan het slopen ervan. Slopen gaat met machines, demonteren gebeurt door nauwkeurig met de handen te werken. Materialen die nieuw worden ingezet hebben bijna altijd een extra bewerking nodig die niet is uit te voeren door machines. Omdat er bij hergebruik dus veel handarbeid moet worden verricht, hebben we ervoor gekozen om voor uitvoering van verschillende onderdelen, zoals de demontage en de assemblage van installatiecomponenten, door mensen met een afstand tot de arbeidsmarkt te laten doen. Dit verhoogt de kans om weer in te treden. Herintreders waren aanwezig op de bouwplaats en werkplaatsen.

Samenwerken, samenwerken, samenwerken

Een cliché, maar bewust drie keer geschreven omdat dit het succes van dit project is geweest. We moesten samenwerken omdat veel aspecten nog onbekend waren. We kunnen vol overtuiging spreken dat we deze klus echt samen hebben geklaard. Om de opgedane kennis niet verloren te laten gaan, stellen we samen een *lessons learned*-document op. Zo hopen we dat dit project inspireert en dat vele partijen ons zullen volgen.

Circulair meerjarig onderhoudsplan

De gemeente Rotterdam heeft ons gevraagd het gebouw voor een aantal jaar circulair te onderhouden. De materialen of componenten die in de aankomende twee jaar vervangen of gereviseerd moeten worden, zullen ook uit hergebruikte materialen moeten bestaan. •