



Donorskelet: bouwen voor de toekomst

Verlagen van CO₂-emissie in de bouwsector

IMd
Raadgevende
Ingenieurs

Donorskelet:

bouwen voor de

toekomst

In 2013 lanceerde IMd Raadgevende Ingenieurs het zogenoemde donorskelet, waarbij onderdelen uit een bestaand bouwwerk als hergebruikte elementen worden ingezet in nieuwbouw. Inmiddels heeft dit principe zijn waarde bewezen: het is vele malen met succes toegepast.

Toepassing van een donorskelet leidt tot een flinke beperking van de milieubelasting en de CO₂-emissie van een gebouw. Het is daarmee een aantrekkelijke oplossing voor de steeds strenger wordende eisen op dat gebied.

Ook ontwerptechnisch en financieel biedt het donorskelet interessante mogelijkheden.

Hoogstraat



Selectie uit
projecten met
donorskelet
IMd

Biopartner 5



De HER



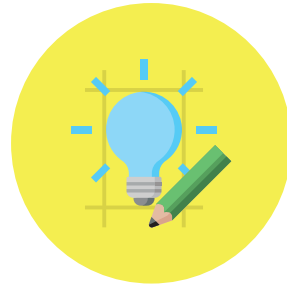
Circulair Centrum Heerde

Het doel van deze brochure is om kennis te delen over toepassing van een donorskelet. Achtereenvolgens worden vier relevante thema's besproken:



Milieu- winst

Bij Biopartner 5 in Oegstgeest bleek dat een milieuwinst van 25-50% mogelijk is bij toepassing van donormateriaal. IMd kan een onderbouwende MPG-berekening maken voor de constructie.



Creatief ontwerp

Bij Circulair Centrum Heerde was het beschikbare donormateriaal leidend voor het nieuwe ontwerp. Hier liet IMd zien dat met creatieve ontwerp-oplossingen meer met het donormateriaal kan worden gedaan. Voor een geslaagd integraal ontwerp werkt IMd telkens nauw samen met de andere projectpartners.



Beschikbaar materiaal

Bij De HER in Rotterdam bleek dat beschikbaarheid van materiaal, en tijdelijke opslag in een hub het project mogelijk maakte. Door volgens een door IMd opgesteld protocol voor toetsen en testen van donormateriaal te werken, kon het bevoegd gezag van de kwaliteit van de gekozen oplossingen worden overtuigd.



Financiële haalbaarheid

Bij verbouwing Hoogstraat Rotterdam bleek dat toepassing van een donorskelet bij een commercieel project haalbaar kan worden gemaakt, binnen de gestelde financiële kaders.

Milieuwinst



Bij Biopartner 5 zijn veel donormaterialen toegepast: van de staalconstructie, tot binnenwanden, vloerbedekking en bestrating. Foto: Rene de Wit.

De gebouwde omgeving heeft de nodige impact op het milieu. Niet alleen doordat tijdens de gebruiksfase energie wordt gebruikt, ook de toegepaste materialen in het gebouw leiden tot milieubelasting. Het belang van de milieulast van materialen neemt zelfs alleen maar toe, doordat het energieverbruik steeds verder omlaag gaat en energie duurzamer wordt opgewekt.

Materiaalgebruik is vooral nodig voor de draagconstructie van een gebouw – gemiddeld bedraagt het aandeel daarvan zo'n 50 – 65% van het totaal. Het is daarom vooral interessant om de milieulast van de draagconstructie te reduceren. Flinker milieuwinst kan worden geboekt door toepassing van een donorskelet. Hiermee wordt immers het gebruik van primaire grondstoffen, en dus de milieubelasting bij de productie ervan, voorkomen. De betere milieuprestatie blijkt ook uit de MPG: voor een donorskelet hoeft hierbij slechts 20% van de milieulast te worden gerekend ten opzichte van nieuwe materialen. Hierdoor kan met een donorskelet ruimschoots worden voldaan aan de alsnog strenger worden MPG-eisen.



Naast de MPG, die gaat over de milieubelasting gedurende de totale levensduur van een gebouw, scoort het donorskelet ook erg goed op de klimaatimpact op korte termijn. Er is namelijk geen sprake van CO₂-emissies bij het productieproces van materialen. Dat is belangrijk, want om de doelstellingen van het Klimaatakkoord van Parijs te halen, moeten de emissies nu al omlaag. Op die manier maakt het donorskelet zogenoemde Paris Proof gebouwen mogelijk.

Extra voordeel voor het donorskelet is dat na sloop of hergebruik geen extra CO₂ meer vrijkomt, wat bij het verbranden van biobased materialen na einde levensduur wel kan gebeuren. Daarmee heeft het donorskelet zeker zulke goede papieren als biobased bouwen.

BEGRIPPEN

Er worden nogal wat begrippen gehanteerd bij het inzichtelijk maken van milieu- en klimaatimpact van gebouwen. Een overzicht:

MPG	Milieuprestatie Gebouw. Het totaal van de milieueffecten van alle materialen in een gebouw (MKI's) per m ² bruto vloeroppervlakte, per jaar beoogde levensduur. Momenteel worden deze eisen geharmoniseerd met Europese wetgeving, waarbij meer milieu-effecten meegenomen zullen worden. De verwachting is dat de eisen jaarlijks strenger zullen worden en voor meer typen gebouwen gaan gelden.
MKI	Milieukostenindicator. Waarde waarmee alle milieueffecten van een materiaal worden uitgedrukt in één getal, in euro's. Deze milieueffecten worden bepaald met een LCA.
LCA	Levenscyclusanalyse. Met een LCA worden alle milieueffecten van een materiaal, gedurende de volledige levensduur uitgerekend, van productie tot sloop en mogelijk hergebruik.
Milieueffect	Invloed van een activiteit op het milieu. Er zijn meerdere milieueffecten, klimaatimpact is er daar één van.
Klimaatimpact	De invloed van verschillende broeikasgassen op het klimaat. De hoeveelheid broeikasgassen wordt hierbij uitgedrukt in één getal: kg CO ₂ -eq.
GWP	Global Warming Potential, een aanduiding voor de mogelijke klimaatimpact van een broeikasgas.
Paris Proof	Afspraak om in de gebouwde omgeving te voldoen aan het Klimaatakkoord van Parijs (max. 1,5 °C opwarming in 2050). Voor gebouwen leidt dit tot een grenswaarde voor de materiaalgebonden CO ₂ -emissies, uitgedrukt in kg CO ₂ -eq. per m ² gebouw. Onderzoek ¹ laat zien dat deze waarde moet afnemen van 200 à 250 kg CO ₂ -eq./m ² in 2021 tot 45 a 60 kg CO ₂ -eq./m ² in 2050 (afhankelijk van het type gebouw).

¹) Bron: Paris Proof Embodied Carbon – Achtergrondrapport, Nibe, DGBC.

CASE MILIEUWINST

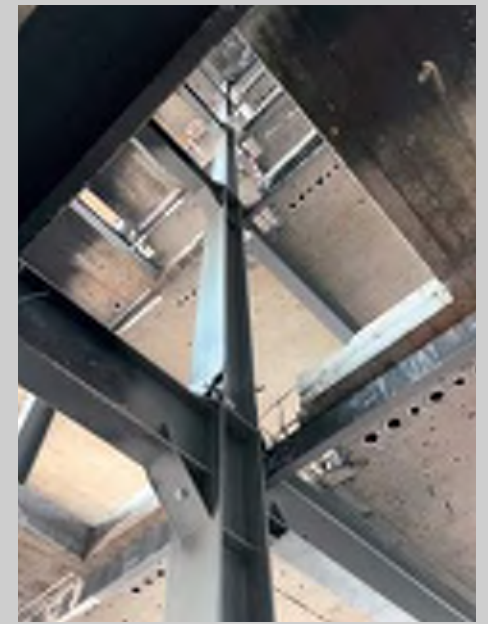
Biopartner 5 in Leiden

Eerste Paris Proof gebouw

Biopartner 5 is een groot multifunctioneel gebouw op het Leiden Bio Science Park. Twee derde van de staalconstructie van de nieuwbouw bestaat uit hergebruikt constructiestaal, geogst uit een nabij gelegen laboratoriumgebouw van de Leidse Universiteit. Door slimmigheden in het ontwerp kon de oorspronkelijke constructie bijna 1:1 worden hergebruikt. De constructie is bovendien zodanig ontworpen dat deze eenvoudig is te demonteren aan het einde van de levensduur.

*Donorstaal in de nieuwe constructie.
Foto: Rene de Wit.*

*Staal in het
donorgebouw.*



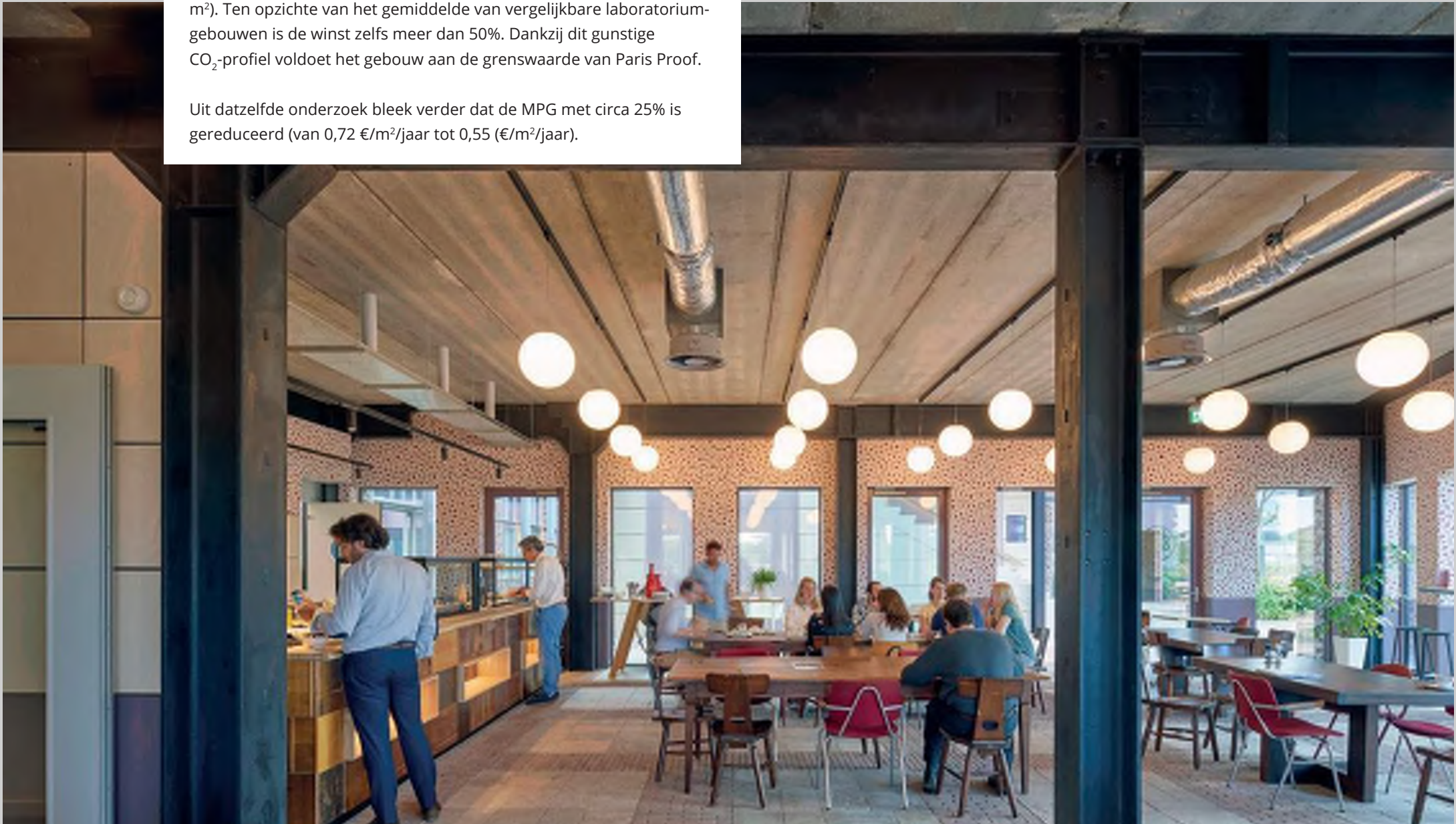
“Door een slim ontwerp en goede samenwerking hebben we onze ambitie voor een duurzaam icoon meer dan waar kunnen maken.”

**THIJS DE KLEER, OPDRACHTGEVER
BIOPARTNER**

Dankzij toepassing van een donorskelet is Biopartner 5 het eerste in Nederland opgeleverde Paris Proof gebouw. Dit is onderbouwd met een berekening van Nibe, waarin is aangetoond dat dankzij aanpassingen in het ontwerp de hoeveelheid materiaalgebonden CO₂ met 30% omlaag ging ten opzichte van het referentieontwerp (228 kg CO₂-eq./m²). Ten opzichte van het gemiddelde van vergelijkbare laboratoriumgebouwen is de winst zelfs meer dan 50%. Dankzij dit gunstige CO₂-profiel voldoet het gebouw aan de grenswaarde van Paris Proof.

Uit datzelfde onderzoek bleek verder dat de MPG met circa 25% is gereduceerd (van 0,72 €/m²/jaar tot 0,55 €/m²/jaar).

Grote delen van de robuuste donorconstructie zijn zichtbaar gebleven, wat een stoere uitstraling geeft. Foto: Rene de Wit.



Creatief ontwerp



Jules Deelder dichtte ooit: “Binnen de perken zijn de mogelijkheden even onbeperkt als daarbuiten”. Een toepasselijke tekst voor het donorskelet. Ontwerpen met donormateriaal leidt immers niet per se tot beperkingen in de mogelijkheden. Het kan zelfs toegevoegde waarde hebben. Zo ontstaat door het bestaande materiaal in het zicht te laten een stoere uitstraling en krijg je een gebouw met een verhaal. Bewoners en eigenaren laten hiermee bovendien hun maatschappelijke betrokkenheid zien.

Uiteraard vraagt toepassing van een donorskelet de nodige creativiteit van ontwerpende partijen, maar met de juiste aanpak is in het ontwerp veel mogelijk, zo blijkt ook wel uit de praktijk. Wel is een andere kijk op het ontwerpproces nodig.


De randvoorwaarden worden deels bepaald door het beschikbare materiaal. Daarom is het van belang goed samen te werken met een creatieve constructief ontwerper, die mogelijkheden aandraagt en geschiktheid aan kan tonen.

Internationaal onderzoek

Er vindt op diverse terreinen onderzoek plaats, nationaal en internationaal, naar de mogelijkheden om bestaande elementen her te gebruiken en toepassing ervan op te schalen. Zo is er ReCreate, een vierjarige internationaal project waarin onderzoek wordt gedaan en kennis wordt uitgewisseld over het hergebruik van prefab betonconstructies. Het project is onderdeel van het Horizon 2020-programma van de EU voor onderzoek en innovatie. Constructieve kennis vanuit Nederland wordt ingebracht door IMd, op basis van onderzoek naar de hergebruikte betonnen elementen voor Circulair Centrum Heerde, in samenwerking met TU Eindhoven.



Voor Circulair Centrum Heerde is een efficiënte constructie ontworpen die aansluit bij de beschikbare elementen.

An aerial photograph of a construction site. On the left, there are several large, neat stacks of precast concrete beams. In the center, a dirt area shows tire tracks. On the right, a building is under construction, with its roof structure made of concrete slabs. Various construction materials and equipment are scattered on the roof. A yellow text box is overlaid in the top right corner.

Met de juiste aanpak
is in het ontwerp
bijzonder veel mogelijk

Foto: Lagemaat bv.

CASE CREATIEF ONTWERP

Circulair Centrum Heerde

Bestaande
elementen
maximaal benut

“Met IMd kwamen we tot slimme oplossingen waardoor voor het Circulair Centrum Heerde een ontwerp met bestaande elementen mogelijk was.”

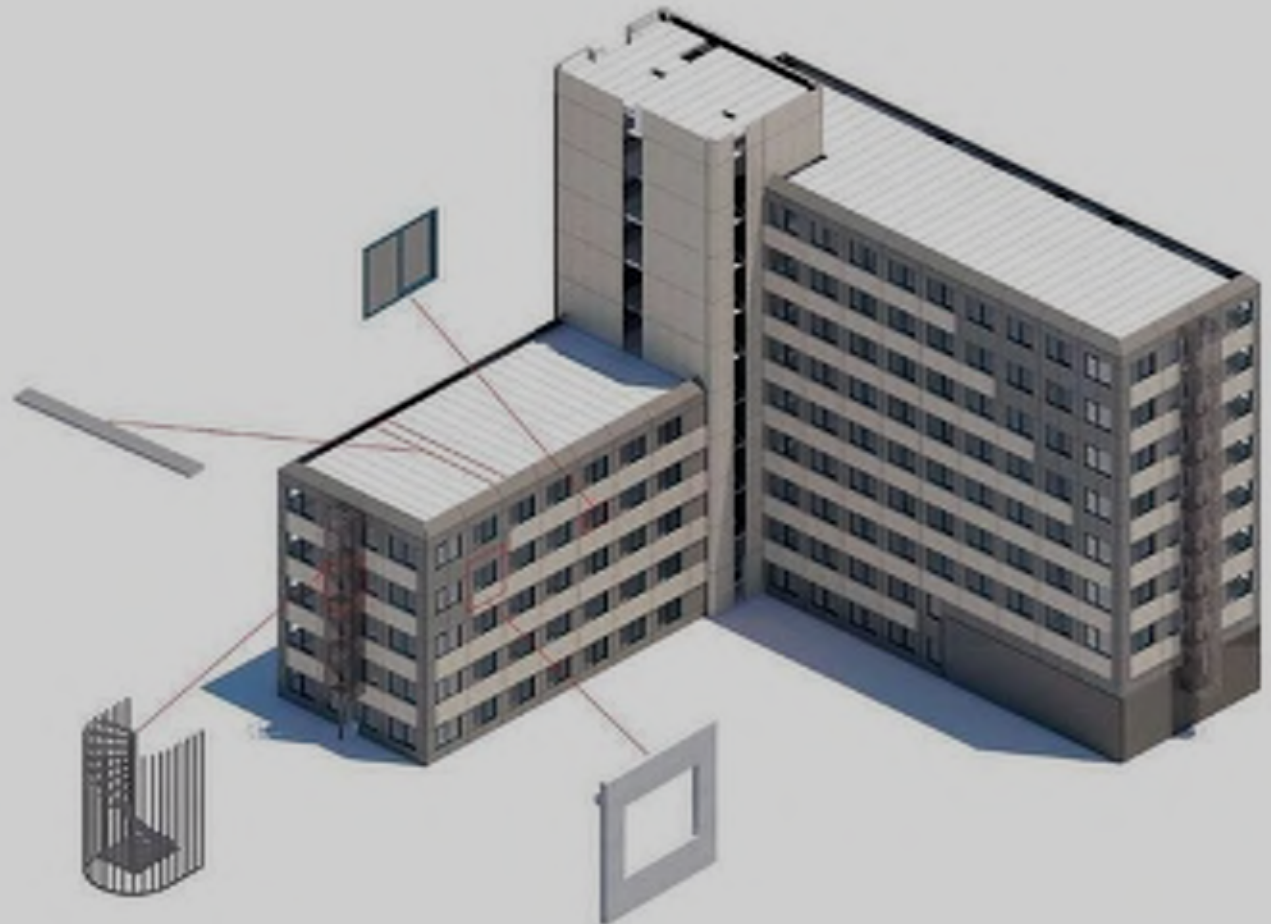
JASPER MANDERS, ARCHITECT CEPEZED

Uitgangspunt bij het ontwerp van het Circulair Centrum Heerde waren de geogste materialen uit het voormalig provinciehuis Prinsenhof in Arnhem. Uit dit bestaande gebouw zijn diverse constructieve bouwdeelen gedemonteerd, zoals kanaalplaten en dragende gevels. Deze zijn als legoblokjes ingepast in het nieuwe ontwerp. Dit was mogelijk dankzij een creatief en dynamisch ontwerpproces.

Die creativiteit zorgde er bovendien voor dat het maximale uit de elementen kon worden gehaald, zonder dat veel aanpassingen nodig waren.

Zo zijn de kanaalplaten inclusief druklaag in hun volledige lengte ingezet. Aan de gevelelementen is zelfs een constructieve functie toegevoegd: door het aanbrengen van eenvoudige stalen kruisen zijn ze gebruikt als stabiliteits-elementen. Hierdoor is sprake van upcycling.

Om dit alles mogelijk te maken waren onderzoek naar het materiaal en een gedegen constructieve onderbouwing nodig. Daaruit bleek dat het project ruimschoots aan de nieuwbouwregels voldoet.





*Kanaalplaten die uit het donorgebouw zijn gedemonteerd, worden in de nieuwbouw in hun volledige lengte toegepast.
Foto: Lagemaat bv.*

Beschikbaar materiaal

Een bestaand TNO-laboratorium in Delft bleek een zeer geschikt donorskelet te hebben voor een nieuw te ontwikkelen milieupark in Rotterdam: De HER.



Uiteraard is de beschikbaarheid van donormateriaal belangrijk. Sloop- of beter gezegd demontagebedrijven spelen daarbij een belangrijke rol. Zij zien de vraag toenemen en zo een interessante markt ontstaan. Daardoor nemen de beschikbaarheid van donormateriaal en daarmee de mogelijkheden voor het donorskelet in rap tempo toe.

Voor een succesvolle toepassing is het nodig goed zicht te hebben op welke materialen, op welk moment vrijkomen, wat de kwaliteit is en wat de mogelijkheden zijn. En om daarmee creatief om te gaan. Soms kan het nodig zijn vrijkomend materiaal iets aan te passen. Maar het beste kunnen elementen in hun oorspronkelijke vorm worden toegepast, daarbij zo goed mogelijk gebruikmakend van hun eigenschappen en capaciteit. Soms kan het wenselijk zijn het ontwerp iets te wijzigen, zonder dat ingrijpende concessies in het programma nodig zijn.

Overigens nemen de eigenschappen van constructiemateriaal meestal niet af in de tijd, zeker niet als het in een binnenklimaat is toegepast, wat in gebouwen vaak het geval is. De sterkte van beton is in de loop der jaren zelfs vaak hoger dan waarmee oorspronkelijk is gerekend.

In het ontwerpproces is de rol van de constructief ontwerper essentieel. Die wint informatie in, inventariseert de mogelijkheden, toont de technische haalbaarheid aan en coördineert onderzoek naar de kwaliteit. Het is dus belangrijk dat die tijdig aan tafel zit, zodat tijdig de juiste beslissingen kunnen worden genomen.

Een aandachtspunt in het proces is de aansluiting van vraag en aanbod in de tijd. Lang niet altijd sluit het moment dat het materiaal vrijkomt aan op het moment dat het weer nodig is. Gelukkig zijn er voldoende mogelijkheden om materiaal tijdelijk ergens op te slaan. Bijvoorbeeld bij het demontagebedrijf of bij een tijdelijk hub.

Foto: Mariska Korver.



CASE BESCHIKBAAR MATERIAAL

De HER in Rotterdam

Tijdelijke opslag voor donor- elementen

*“Bij toepassing van gebruikt bouw-
materiaal is het essentieel dat we in
een vroeg stadium samenwerken met
de constructieadviseur en aannemer
om mogelijkheden en kwaliteit van
donormateriaal goed te kunnen
beoordelen.”*

OSCAR OBDAM, PROJECTLEIDER VIC OBDAM

Voor de nieuwbouw van het circulaire milieupark De HER in Rotterdam zijn stalen en betonnen elementen hergebruikt. Het donorgebouw voor het staal was het TNO MEC-lab, op slechts 7 km afstand in Delft. IMd bracht de kwaliteit en capaciteit van deze staalconstructie in kaart en zorgde voor een ontwerp waarbij de elementen met zo min mogelijk aanpassingen in de nieuwbouw konden worden ingezet.

De elementen zijn na demontage opgeslagen bij een tijdelijke hub. Na het onderzoek naar de kwaliteit is vanuit de hub een deel van het staal vervoerd naar de staalbouwer Vic Opdam, waar enkele noodzakelijke

aanpassingen zijn gedaan. Voor een deel van de profielen waren geen aanpassingen nodig. Die zijn vanuit de hub rechtsreeks naar de nieuwbouwlocatie vervoerd.

Dankzij inzet van de hub hoefden sloop en nieuwbouw niet direct op elkaar aan te sluiten en konden transportafstanden worden beperkt.

Bij het gebruik van een hub is logistiek een aandachtspunt. Voor een optimaal proces moeten de elementen op de juiste plek worden neergelegd, zodat duidelijk is wat met welke elementen moet gebeuren.

De HER in aanbouw. Foto: Mariska Korver.



De eigenschappen van constructiemateriaal nemen meestal niet af in de tijd



Financiële haalbaarheid



Hoogstraat: kostenefficiënt ontwerpen met donorstaal in hartje Rotterdam.

Toepassing van gebruikte constructieve elementen heeft niet alleen een positief effect op de milieubelasting, ze zijn ook nog eens goedkoper dan nieuwe materialen. Dat wil niet automatisch zeggen dat de bouwkosten in zijn totaliteit ook lager uitvallen. Tegenover de lagere aanschafprijs staan in het proces namelijk enkele meerkosten. Zo moet er meer worden getest of zijn soms aanpassingen aan elementen nodig. Ook zullen advieskosten vaak toenemen of moeten kosten worden gemaakt voor tijdelijke opslag. Maar door een goed en uitgekiend ontwerp, waarbij je slim

omgaat met het beschikbare donormateriaal en het aantal aanpassingen beperkt blijft, hoeven deze extra investeringen de besparingen in de materiaalkosten niet te overtreffen. En bovendien zijn de kosten voor de ruwbouw maar een fractie van de totale bouwkosten.

Meer- of minderkosten hebben dus op het totaal maar een beperkte invloed. En het allerbelangrijkste is dat je met het donorskelet meer waar krijgt voor je geld: een extra duurzaam gebouw dat voldoet aan de strengste milieueisen.

Ontwikkeling ontwerptool donormateriaal

In samenwerking met IMd is op de TU Delft een parametrische ontwerptool ontwikkeld binnen een masterproject, waarmee toepassing van donorstaal kan worden vergeleken met nieuw staal. Hiermee kan inzicht worden verkregen in de besparingen op materiaalkosten enerzijds in verhouding tot de meerkosten uit advies, demontage, onderzoek en opslag anderzijds.



Foto: Mariska Korver.

CASE FINANCIËLE HAALBAARHEID

Hoogstraat in Rotterdam

Hergebruikt staal haalbaar binnen de financiële kaders

“Bij het slim toepassen van een donorskelet kunnen de meerkosten uit demontage, opslag, onderzoek en advies worden gecompenseerd uit de besparing in materiaalkosten. Het resultaat is een extra duurzaam gebouw.”


**ARNO VONK, KOSTENDESKUNDIGE IGG
BOUWECONOMIE**

Bij de herontwikkeling van de Winkelpanden Hoogstraat 168-172 zijn voor een deel van de constructie hergebruikte stalen profielen toegepast. In totaal is zo'n 27 ton staal (circa 100 staalprofielen), uit diverse slooppanden in Nederland in het pand verwerkt. Door goedkoper, gebruikt staal in te kopen in plaats van nieuw staal, kon de opdrachtgever geld besparen. Hiermee ontstond ruimte voor extra kosten die nodig waren voor demontage, opslag, onderzoek en advies.

Uiteindelijk bleek dit eerste commerciële project waarin tweedehands staal is toegepast, financieel haalbaar binnen het beschikbare budget.

Omdat de herkomst van het staal niet bekend was, waren de onderzoeks- en advieskosten wel relatief hoog. Wanneer sprake is van een bekend donorgebouw, kunnen de extra investeringen worden beperkt en wordt toepassing van donorstaal financieel extra aantrekkelijk.

Toepassing van liggers van donorstaal met een nieuwe staalplaatbetonvloer bij project Hoogstraat in Rotterdam. Foto: Mariska Korver.

The image shows the interior of a large industrial building during renovation. The ceiling features a complex steel skeleton with exposed wooden beams and corrugated metal panels. Several white concrete columns support the structure. The floor is a mix of old concrete and new grey concrete slabs. In the background, there are red metal bracing structures and a doorway. A yellow text box is overlaid in the top right corner.

De totale kosten voor een donorskelet hoeven niet hoger uit te vallen, zeker niet als je slim omgaat met het beschikbare donormateriaal

Een slimme combinatie van donorstaal en nieuwe vloeren. Foto: Kees Hummel.

Succesfactoren donorskelet

- ✓ Onderbouw milieu- en klimaatwinst met berekende reductie van de MPG en CO₂-emissies.
- ✓ Beperk aanpassingen van het donormateriaal door flexibiliteit in constructieve randvoorwaarden.
- ✓ Zorg voor een slim en creatief ontwerp, gebaseerd op materialen die beschikbaar zijn.
- ✓ Beperk transportafstanden, bijvoorbeeld door tijdelijke opslag.
- ✓ Zorg voor een proactief ontwerpteam waarbij elke deelnemer over de grenzen van zijn eigen discipline wil meedenken om tot integrale oplossingen te komen.
- ✓ Neem bevoegd gezag tijdig mee voor een soepel lopend proces.



IMd Raadgevende Ingenieurs, opgericht in 1960, staat bekend om het constructief ontwerpen van slimme, kostenefficiënte en duurzame constructies. Op het gebied van duurzaamheid loopt het Rotterdamse bureau al jaren voorop. In 2009 publiceerde Imd de

vijf principes van Duurzaam Construeren (herzien in 2019) en in 2013 introduceerde het bureau het donorskelet, waarmee inmiddels veel ervaring is opgedaan. Imd is nauw betrokken bij het Betonakkoord, het Bouwakkoord Staal, het internationale onderzoeks-

project ReCreate en de totstandkoming van de NTA 8713 'Hergebruik van constructiestaal'. In 2022 won het bureau voor de derde maal op rij de Nationale Duurzaamheidsprijs staal.

Meer informatie over
de donorprojecten en
betrokken partners?
zie: www.imdbv.nl



010 - 201 23 60
imd@imdbv.nl

IMd
Raadgevende
Ingenieurs