



Criteria en overwegingen voor de keuze beton of staal voor de utiliteitsbouw in Nederland

# Utiliteitsbouw: beton of staal?

*De materiaalkeuze tussen beton en staal voor draagconstructies in de utiliteitsbouw wordt primair bepaald door het type constructie-element. Daarbij spelen naast financiële afwegingen diverse andere criteria een rol.*

## Constructie-elementen

De voorkeur voor staal of beton en criteria die een rol spelen bij de afweging verschillen per constructie-element. Hiervan zijn er diverse te onderscheiden. Hieronder volgt eerst een beschrijving van deze elementen en de wijze waarop ze doorgevoerd worden. Vervolgens worden de criteria behandeld.

### Funderingen en grondkerende constructies

Voor funderingen is de materiaalkeuze eenvoudig: een fundering is van beton, zelfs bij een fundering op staal. Voor grondkerende constructies wordt voor definitieve situaties veelal beton gebruikt en voor tijdelijke situaties veelal staal in de vorm van damwanden.



1

## Beton en staal

In dit artikel gaat het alleen om de materialen beton en staal. Andere constructiematerialen, zoals metselwerk en hout, blijven buiten beschouwing. Bij beton en staal wordt uitgegaan van de gebruikelijke sterkteklassen. Ultra-hogesterktebeton en hogesterktestaal worden buiten beschouwing gelaten, hoewel ze hun entree in de utiliteitsbouw beginnen te maken en ze voor de nabije toekomst ook zeer interessant lijken. Daarnaast wordt het begrip utiliteitsbouw ruim opgevat. Denk daarbij aan kantoorgebouwen, bijeenkomstgebouwen, scholen, ziekenhuizen, winkels, stationsgebouwen, traversen, garages, fabrieksgebouwen, loodsen, magazijnen en dergelijke.

## Lineaire elementen: kolommen en liggers

Voor kolommen komen zowel beton als staal in aanmerking. Betonnen kolommen kunnen door de drukkracht zelfs zonder wapening al een moment opnemen. Doordat staal sterker is, kan een stalen kolom in potentie slanker zijn, maar door brandwerendheidseisen kan dit in de praktijk veelal slechts ten volle worden benut bij gebruik van (kwetsbare) brandwerende coatings.

Stalen liggers zijn over het algemeen wel slanker dan betonnen liggers. Het moment kan weliswaar prima door het beton worden opgenomen, maar door het ontbreken van drukkrachten is er wapening nodig. Dit betekent scheurvorming in de liggers en daardoor een relatief lage stijfheid. Als de liggers van voorspanning worden voorzien, kan de stijfheid van de ligger flink worden verhoogd. Wel blijven vervormingen door kruip het beton parten spelen. Bij liggers is dit altijd het geval, bij kolommen alleen bij extreme hoogbouw. Ook heeft staal het voordeel van een eenvoudigere doorvoer van leidingen, zeker bij het gebruik van raat- of vakwerkliggers (foto 2), waarbij overigens de constructiehoogte dan wel groter is dan bij betonnen liggers. Door het gebruik van stalen hoedliggers (foto 3) hoeft de ligger zelfs niet onder de (beton)vloer uit te steken.

ir. Jan Faber RO,  
ir. László Vákár RO  
Movares, Utrecht

- 1 Beton en staal hebben elk hun eigen voordelen  
*foto: T. Grobet*
- 2 Raatligger
- 3 Hoedliggers

Vlakelementen: platen en schijven (vloeren, daken en wanden)

Voor vloeren, zowel als plaat als als schijf werkend, ligt de zaak eenvoudig. In tegenstelling tot bijvoorbeeld bij de scheepsbouw wordt staal hiervoor niet gebruikt, behalve voor dakvloeren met een relatief lage veranderlijke belasting. Beton is dus het materiaal voor vloeren. Daarbij kan er worden gekozen om de belasting in één of twee richtingen af te dragen. Bij doorgaande vloervelden kan de dikte van de vloer in het veld kleiner zijn dan bij de steunpunten, waar overigens zelden meer gebruik van wordt gemaakt, omdat de materiaalbesparing niet meer opweegt tegen de duurdere bekisting. Bij grotere overspanningen worden vanwege de grotere benodigde dikte ook wel gewichtsreducerende maatregelen getroffen, bijvoorbeeld door middel van piepschuim. Ook worden vaak breedplaten of balk-



2



3

bodems toegepast, waardoor er minder hoeft te worden bekist en er minder op het werk hoeft te worden gewapend. Bij prefab vloeren vindt de belastingsafdracht voornamelijk in één richting plaats en zijn de vloeren vaak voorgespannen en niet massief, om gewicht te besparen (foto 4). Deze vloeren hebben geen tijdelijke ondersteuning nodig. Een staalplaat-betonvloer (foto 5) is een soort tussenvorm, waarbij de geprofileerde staalplaat in principe de stortlast kan dragen, maar waar bij grote overspanningen een stempeling nodig is. De hoeveelheid beton is bij de staalplaat-betonvloeren geminimaliseerd en de wapening bestaat meestal uit één net.

Ook bij wanden komen twee belastingsituaties voor: plaatwerking en schijfwerking. De schijfwerking is bij wanden in het algemeen veel belangrijker dan de plaatwerking. Het gaat in dit artikel over dragende wanden; niet-dragende scheidingswanden vallen hier buiten beschouwing. Stabiliteitswanden kunnen van beton of staal zijn. Bij uitvoering in staal gaat dat meestal gepaard met schoren, wat zeer transparante constructies kan opleveren. Bij het gebruik van beton voor stabiliteitswanden, waarbij het dragen van de verticale belasting een gunstig effect heeft op het opnemen van het moment door de wind, kunnen wanden ter plaatse worden gestort of prefab zijn. Dan wordt de dwarskracht meestal met lasplaten of vertandingen overgedragen. Bij kernen van gebouwen komt beton meer voor dan staal en worden de schachten veelal met een klimbekisting of een glijbekisting gemaakt, of bestaan ze uit prefab elementen.

Beton kan ook worden gebruikt voor prefab gevelelementen die de vloer dragen en ook een stabiliteitsfunctie kunnen vervullen.



4

In staal komen geen plaat- of schijfvormige vloerdragende gevelelementen voor. Bij loodsen en dergelijke worden stalen geïsoleerde binnendozen en geprofileerde stalen gevelplaten voor de gevels gebruikt. Deze vervullen dan wel de plaatwerking, maar niet de schijfwerking die veelal door schoren wordt verzorgd.

#### Ruimtelijke elementen: schalen

Er worden weinig ruimtelijke betonconstructies in de utiliteitsbouw gemaakt. Dit zal te maken hebben met het vele handwerk voor de bekisting en het met de hand wapenen van de schalen. Zelfs het als betonnen dak ontworpen dak van het stationsgebouw in Arnhem wordt uiteindelijk door een scheepsbouwer van staal gemaakt. Sinds de komst van 3D-software kunnen driedimensionale constructies relatief eenvoudig uit rechte of enkelgekromde stalen liggers worden samengesteld en vervolgens van een huid worden voorzien.

#### Hybride constructies

Vaak levert het een voordeel op om een combinatie van de materialen beton en staal voor de constructie te gebruiken. Beton wordt dan bijvoorbeeld gebruikt voor de vloer en voor het opnemen van de drukkrachten en staal voor het opnemen van de trekkrachten. Ook staalplaat-betonvloeren gebruiken de voordelen van beide materialen. Bij hoogbouw worden vaak vloeren van (prefab) beton met een stalen draagconstructie gebruikt. Ook de stabiliteitsconstructie kan hybride zijn: een betonnen schacht in het midden en een stalen outrigger gecombineerd met stalen kolommen in de gevel (fig. 7).

#### Criteria

Er spelen diverse criteria een rol bij de afweging tussen staal of beton. Deze worden in het nu volgende behandeld. De volgorde waarin ze worden genoemd is min of meer arbitrair.

#### Overspanning en constructiehoogte

Tot een overspanning van circa 8 m kan een monoliete betonconstructie worden toegepast. Daarboven moet bij beton aan prefab worden gedacht, zoals voorgespannen vloerelementen en voorgespannen balken. Bij grotere overspanningen moet naar de eigenfrequentie worden gekeken om ongewenste trillingen te vermijden.

Vanwege het ruime assortiment aan stalen liggers en de vele mogelijkheden ze samen te stellen tot grotere constructies kan haast elke overspanning in staal worden gemaakt. Ook hier moet op trillingen worden gecontroleerd. Zoals al gememoreerd, kan de constructiehoogte bij gebruik van staal aanzienlijk lager zijn dan in beton.



5

#### Afmetingen

Beton is in alle afmetingen te storten. Bij zeer grote dikten zal het beton na het storten moeten worden gekoeld om scheurvorming ten gevolge van de verharding tegen te gaan. Zolang het kan worden vervoerd en gehezen, is het ook toe te passen als prefab beton.

Hoewel staalprofielen tot een maximale lengte worden geleverd, zijn ze eenvoudig samen te stellen tot elk gewenst formaat. Ook hier vormen transport en montage de beperkingen. Verbindingen op de bouwplaats zijn in het algemeen gemakkelijker te realiseren dan bij beton, zodat grotere afmetingen vóór de montage te assembleren zijn.

#### (Geschiktheid voor) belastingen

Beton is erg geschikt voor drukkrachten. Voor het opnemen van trekkrachten, buiging, dwarskracht en vooral torsie is meestal extra wapening nodig.

Staal kan druk- en trekkrachten even goed opnemen, en dus ook buiging, maar instabiliteitsverschijnselen zoals (torsie)knik en kip kunnen ervoor zorgen dat niet de volle sterkte kan worden benut. Ook dwarskracht kan goed worden opgenomen.

Gesloten staalprofielen zijn bovendien zeer geschikt voor de opname van torsiebelastingen.

#### (Vrije) vormgeving

Beton is in vrijwel elke vorm te maken. De dikte kan ook eenvoudig verlopen. Bij prefab beton is dit voordeel gemakkelijker te benutten dan bij ter plaatse gestort beton. Het vereist weliswaar een (dure) bekisting en het met de hand wapenen, maar veel vormen zijn dan wel mogelijk. Staalvezelbeton voorkomt het met de hand wapenen.

Vanwege de ruime keuze in profielen en het samenstellen ervan is een staalconstructie in bijna elke vorm te maken. De dikte van de platen waaruit de staalconstructie bestaat, kan echter niet geleidelijk verlopen, maar alleen sprongsgewijs, tenzij de elementen worden gegoten. Dit laatste is echter zelden haalbaar.

#### Transparantie

Met staalconstructies is meer transparantie te bereiken dan met betonconstructies.



6

#### Gewicht

Waar bij woningbouw de massa van beton nog nuttig is voor de geluidsisolatie, neemt deze, bij toenemende overspanning, een steeds groter aandeel in van de totale opneembare belasting. Lichtbeton komt aan dit bezwaar enigszins tegemoet. Prefab elementen zijn zo uitgekiend dat ze zo weinig mogelijk eigen gewicht hebben.

Staalconstructies kunnen zo worden ontworpen dat het eigen gewicht maar een klein gedeelte is van de gebruiksbelasting.

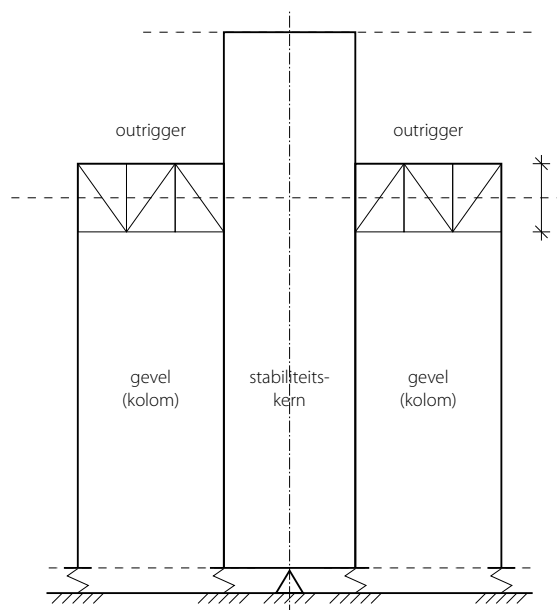
#### Constantheid kwaliteit (ook in de tijd)

Beton neemt in de loop van de tijd in sterkte toe, maar ook de totale kruip neemt dan toe. Staal blijft zijn sterkte behouden en kruipt niet. Ook zijn de eigenschappen van staal beter te voorspellen dan die van beton.

#### Bouwsnelheid / bouwtijd

De bouwverlast op de bouwplaats duurt het langst bij ter plaatse gestort beton op een bekiste ondergrond, vanwege de vele handelingen voor bekisten en wapenen en de verhardingstijd. Elementen mogen wel eerder worden ontkist, maar pas na 28 dagen is de berekende sterkte gegarandeerd. De toename van sterkte in de tijd wordt in de praktijk nauwelijks benut, tenzij bij verbouwingen of renovatie. Bij voorgespannen prefab beton moet de productie in de betonfabriek op tijd starten, maar speelt de verhardingstijd op de bouwplaats niet meer. Hier moeten alleen de onderlinge bevestigingen worden gemaakt door middel van het injecteren van gaines of het vastlassen van lasplaten.

Staal heeft het voordeel dat het meteen de eindsterkte bezit. Het wordt in een constructiebedrijf gefabriceerd en soms ook (deels) geassembleerd. De montage op de bouw duurt dus maar kort. Staalbouw kent daardoor een kortere bouwtijd dan prefab beton vanwege de eenvoudiger verbindingen en het lichtere gewicht.



7

#### Bouwruiimte

Voor ter plaatse gestort beton is weinig bouwruiimte nodig, echter wel altijd de ruimte onder het te bouwen element ten behoeve van de bekisting. Bij prefab beton kan rechtstreeks vanaf de vrachtwagen op de bouw worden gemonteerd. Ook staalconstructies kunnen rechtstreeks vanaf de vrachtwagen op de bouw worden gemonteerd.

#### Opslagruimte bouwplaats

Er wordt tegenwoordig nog maar weinig op de bouwplaats opgeslagen als voorraad. De levering is vaak volgens het JIT-principe (just in time).

#### Bereikbaarheid bouwplaats

Als de lengte, breedte en hoogte van de betonnen of stalen elementen binnen de afmetingen van normaal transport vallen, kunnen de meeste bouwplaatsen worden bereikt.

#### Kraancapaciteit

Zolang de betonkubel door de kraan kan worden gehesen, kunnen er overal in het werk gestorte constructies worden gemaakt. Bij prefab-betonconstructies kunnen de belastingen voor de kraan te hoog en/of te ver worden, zodat kleinere elementen moeten worden gebruikt.

Stalen elementen zijn meestal veel lichter dan betonnen elementen, zodat bij staal grotere elementen in één keer kunnen worden ingehesen (foto 9).

#### Mate van prefabricage

Prefab beton kan al worden toegepast bij kleine series. De hoge kosten voor de bekisting worden verdeeld over alle elementen. Bij staal zijn alle samenstellingen van profielen uniek te prefabriceren.

6 Music Theatre Graz: digitale technieken bij het ontwerpen maken bijzondere vormen mogelijk

foto: UNStudio / Christian Richters

7 Outrigger

### Verkrijgbaarheid

In Nederland zijn staalprofielen, beton en prefab beton over het algemeen goed leverbaar in een veelheid van sterkteklassen. Wel moeten prefab beton en speciale walsprofielen bij grote projecten tijdig worden besteld.

### Weersafhankelijkheid

Staal en prefab beton maken de bouw minder weersafhankelijk dan ter plaatse gestort beton.

### Brandveiligheid

Door het verhogen van de dekking op de buitenste wapening is het bij voldoende grote afmetingen eenvoudig om de brandwerendheid van beton op het gewenste niveau te krijgen.

Staal moet tegen brand worden beschermd door middel van het aanbrengen van brandwerende materialen of door overdimensionering.

### Terrorismegevoeligheid

Vanuit het ontwerp moet worden voorkomen dat de constructie door voortgaand bezwijken kan instorten. Hierbij kunnen de grote plastische vervormingsmogelijkheden van staalconstructies in het voordeel werken ten opzichte van ter plaatse gestort beton. Ter plaatse gestort beton heeft op zijn beurt weer betere herverdelingsmogelijkheden dan prefab beton.

8 Folly Zonnestraal Hilversum; beton is in vrijwel elke vorm te maken

9 Hoogbouw WTC 4, twee torenkranen

foto: Jaap Cederhout

### Dynamica

Vanwege de lage stijfheid en de vaak grote massa van betonconstructies en de hoge stijfheid en de vaak lage massa van staalconstructies moeten beide toch worden gecontroleerd op trillingen.

### Risico's

#### – Bekisting

Uit oude en recente schadegevallen blijkt dat een bekisting of ondersteuningsconstructie met een net gestorte vloer een risico kan vormen.

#### – Montage

Vanwege het grote gewicht van betonnen prefab elementen moeten er degelijke, al dan niet tijdelijke, verankeringen worden toegepast.

Bij grote driedimensionale staalconstructies moet bij de bouw goed rekening worden gehouden met de tijdelijke stabiliteit.

#### – Overbelasting

Staalconstructies hebben vaak meer ductiliteit dan betonconstructies, wat gunstig is bij onverhoopte belastingoverschrijdingen. Ook hier geldt weer dat ter plaatse gestort beton op zijn beurt weer meer ductiliteit heeft dan prefab beton.

8

9





10 Ingestorte tribune van het stadion van FC Twente

foto: Harm Meter / Novum

11 Westraven in Utrecht gestript; de constructie is in het nieuwe gebouw hergebruikt

10

## Bouwfysische eigenschappen

### – Warmtecapaciteit

Beton heeft een grote warmtecapaciteit die kan worden gebruikt voor het opslaan van warmte (betonkernactivering). Staal heeft een groot geleidend vermogen, maar vaak te weinig massa om de warmtecapaciteit te kunnen benutten. Afhankelijk van de situatie kan het hebben van een grote warmtecapaciteit een voor- of nadeel opleveren (continu gebruik versus incidenteel gebruik van de ruimte).

### – Warmtegeleiding

Beton geleidt warmte slecht, staal geleidt warmte goed.

### – Geluidsisolatie

Beton levert vanwege de massa meestal een betere geluidsisolatie dan staal.

### – Dampdoorlatendheid

Beton is dampdoorlatend, wat strenge eisen stelt aan de mogelijke afwerkingen. Staal is dampdicht.

## Beschikbaar budget voorbereiding / engineering

Bij een beperkt budget zal eerder worden gedacht aan repetitie, eenvoudige statische schema's of eerdere vergelijkbare werken om de engineeringkosten zo laag mogelijk te houden.

## CO<sub>2</sub>-footprint en uitputting natuurlijke grondstoffenvoorraad

Over het onderwerp CO<sub>2</sub>-footprint en uitputting natuurlijke grondstoffenvoorraad bestaan nogal wat verschillende inzichten. Om die reden heeft de redactie van Cement, in overleg met de auteurs, aan Pieter Lanser van het Cement&Betoncentrum gevraagd zijn visie te geven op deze materie.

Faber en Vákár stellen: Voor de Nederlandse situatie is er geen wetenschappelijk onderzoek gedaan, voor zover bekend, naar de CO<sub>2</sub>-footprint en de uitputting van de grondstoffenvoorraad". Dat behoeft enige nuancering. Nederland loopt in Europa al jarenlang voorop als het gaat om de bepaling van de CO<sub>2</sub>-footprint van bouwmaterialen en de Amerikanen komen in Europa kijken hoe wij het hier doen. Onze Stichting MRPI dateert van 1997. Er is inmiddels een heel leger LCA-experts aan het werk om studies uit te voeren en om regels, richtlijnen, normen en criteria op te stellen. Het Nederlandse bouwbesluit verplicht de vergunningaanvrager sinds 1 januari 2013 zelfs om informatie te overleggen over CO<sub>2</sub>-footprint en uitputting van grondstoffen. Daartoe moet gebruik gemaakt worden van de 'Bepalingmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken'.

Mede omdat er in de utiliteitsbouw grote verschillen zijn in bouwwijzen en –materialen is het onverantwoord om conclusies die in

de Verenigde Staten misschien geldig zijn onverkort en in algemene termen door te trekken naar de Nederlandse situatie. Zo is het gebruik van CEM III in de VS in ter plaatse gestort beton vrijwel onbekend, maar in Nederland is dit cement maatgevend.

Vergelijkende LCA-studies zijn sowieso een gebied dat bezaaid ligt met landmijnen. Alleen wanneer specifieke gevallen met dezelfde functionaliteit worden doorgerekend, kunnen (samengestelde) uitspraken worden gedaan. Algemene beschouwingen op materiaalniveau brengen als regel helemaal niets. Niet voor kosten, sterkte en stijfheid en ook niet voor carbon footprint.

Er is in de literatuur een reeks van vergelijkende LCA-studies beschikbaar waarin beton beter scoort dan staal. De Dutch Green Building Council verleent sinds enkele jaren milieucertificaten aan (utiliteits)gebouwen die met BREEAM zijn doorgerekend. Daaronder bevinden zich gebouwen in staal, maar evenzeer in beton. Van een duidelijke preferentie is geen sprake. In de utiliteitsbouw is een reeks van keuzecriteria van toepassing. Milieu is er een van. Dat criterium wordt steeds belangrijker en kan op een dag zelfs doorslaggevend gaan worden. Om als betonsector goed op die dag voorbereid te zijn hebben Stufib en Stutech een gezamenlijke studiecél 61 opgericht. Het eerste deel van de rapportage is eind 2012 uitgebracht. Deel twee wordt eind 2013 verwacht.



11

Keuze opdrachtgever / architect / constructeur / aannemer

Soms worden keuzes gemaakt door de opdrachtgever vanwege bijvoorbeeld verkoopbaarheid of imago. Ook de architect heeft vaak zijn voorkeuren. De constructeur zal graag dat materiaal toepassen waar hij het meest mee vertrouwd is. De aannemer die het werk aanneemt kan door zijn bedrijfsproces ook een bepaalde voorkeur hebben.

#### Duurzaamheid

##### – Levensduur

Draagconstructies van gebouwen worden meestal ontworpen voor een levensduur van 50 of 100 jaar. Het materiaal van de draagconstructie heeft geen invloed op de levensduur.

##### – Flexibiliteit

Door te kiezen voor grote overspanningen bij vloeren zijn de ruimten ook later flexibel in te delen. Ook het rekening houden met een (te) grote belasting vergroot de flexibiliteit. Hierin is er geen verschil tussen beton en staal. In het algemeen kost deze flexibiliteit dus een voorinvestering, die wellicht nooit wordt benut. Aanpasbaarheid van de constructie is dus interessanter.

##### – Aanpasbaarheid

Betonconstructies zijn maar matig aanpasbaar. Wapening is wel in te lijmen (met ankers) of op te lijmen, maar niet flexibel aanpasbaar. Na hogedruk-waterstralen is wel weer beton met wapening aan te storten.

Staalconstructies zijn door middel van las- of boutverbindingen nog eenvoudig aan te passen.

##### – Onderhoud

Betonnen onderdelen van gebouwen hebben bij voldoende dekking nauwelijks onderhoud nodig, behalve bij onverwachte scheurvorming. Staal daarentegen vergt in buitenluchtsituaties regelmatig onderhoud om roestvorming tegen te gaan.

##### – Hergebruik

Beton met een gewone sterkte is te recyclen, waarbij het betongranulaat weer opnieuw als vulmiddel kan worden gebruikt. Momenteel wordt grind slechts zelden voor meer dan 20% vervangen door betongranulaat. Het wapeningsstaal is wel geheel te recyclen.

Tabel 1 Footprint staal en beton

	CO <sub>2</sub> -emissie	energiegebruik	uitputting van grondstoffen
staal	12,4 kg/SF	102,1 MJ/SF	2,8 Mg/SF
beton	16,4 kg/SF	102,5 MJ/SF	8,8 Mg/SF

Staal is zeer goed te hergebruiken: 50% van de profielen wordt hergebruikt, voordat het als schroot wordt gerecycled. Dat laatste gebeurt voor nagenoeg 100%.

##### – CO<sub>2</sub>-footprint en uitputting natuurlijke grondstoffenvoorraad (zie ook kader)

Voor de Nederlandse situatie is er geen wetenschappelijk onderzoek naar gedaan, voor zover bekend. In de Verenigde Staten is dat op MIT wel gebeurd [1]. Daar zijn gebouwen in staal vergeleken met gebouwen in ter plaatse gestort beton. Staal heeft een circa 25% kleinere CO<sub>2</sub>-footprint dan ter plaatse gestort beton en put de grondstoffenvoorraad een kleine 70% minder uit. Het is waarschijnlijk dat dit in Nederland geen andere uitkomst kan opleveren.

#### Geld

Alle bovengenoemde facetten van produceren en samenstellen van constructies en andere voor- of nadelen zijn in meer of mindere mate uit te drukken in geld. Ten slotte vindt er dan een kostenafweging plaats, die de doorslag zal geven welk materiaal uiteindelijk wordt toegepast voor het desbetreffende constructiedeel.

#### Conclusie

Zoals uit het voorgaande duidelijk zal zijn, hebben veel criteria invloed op de keuze tussen beton en staal als constructiemateriaal in de utiliteitsbouw. Daarbij moet worden bedacht dat deze opsomming zeker niet volledig is, gegeven de omvang van het artikel. Per geval zal de keuze anders uitvallen en welbeschouwd zelfs per constructie-element. Dit laatste leidt tot de conclusie dat hybride bouwen waarschijnlijk vaker de uitkomst van die afwegingen zou moeten zijn dan de praktijk in Nederland nu laat zien. ☒

#### ● LITERATUUR

- Johnson, T. W., Comparison of environmental impacts of steel and concrete as building materials using the Life Cycle Assessment method. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, VS, 2006.