

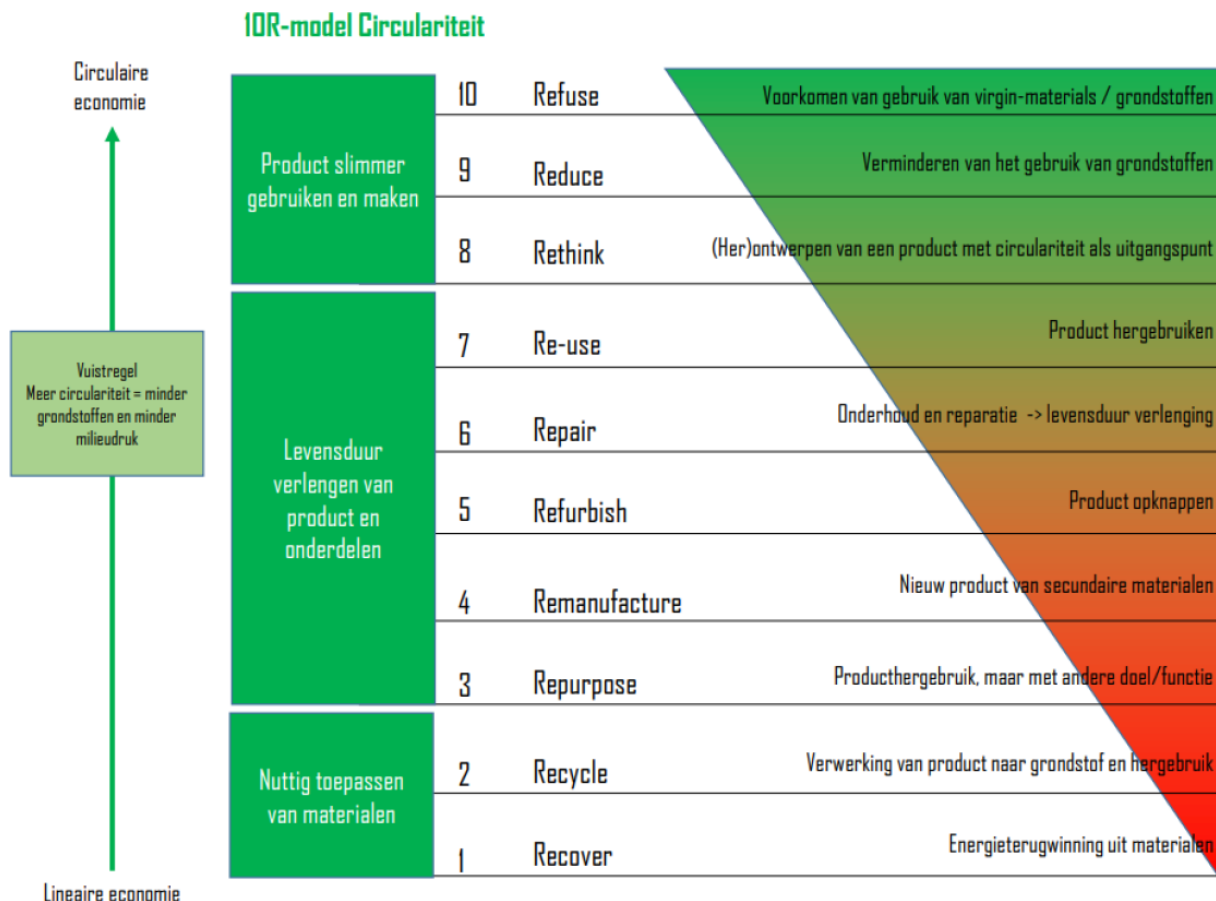
Ontwerp van betonconstructies op herbruikbaarheid

ir. P. Schoutens (Witteveen+Bos)

ir. S.H.L. Lamerichs (Witteveen+Bos)

ir. M.R. de Moel (BAM Infraconsult)

Om de duurzaamheidsambities uit het Betonakkoord en de Transitieagenda Bouw te kunnen verwezenlijken is het noodzaak dat bij het ontwerp van nieuwe betonconstructies een hoog ambitieniveau wordt nagestreefd. Volgens het 10R-model van circulair bouwen ligt in een hoogwaardig circulair ontwerp de nadruk op de principes Rethink, Reduce en Re-use.



Rethink

Met het principe Rethink, ofwel 'omdenken' van een ontwerp, zijn verbluffende resultaten te creëren. Bijvoorbeeld door met een geringe aanpassing aan het ontwerp functies aan het object toe te voegen die een grote maatschappelijke meerwaarde bieden. In het kwantificeren van de 'duurzaamheid' van het object is dit een vrij abstract en lastig te kwantificeren principe. Dit artikel richt zich daarom met name op de principes Reduce en Re-use.

Reduce

Het principe Reduce lijkt in de bouw veelal een open deur en is traditioneel grotendeels gedreven door een economische motivatie: een inefficiënt of overgedimensioneerd ontwerp leidt tot hoge materiaal- en transportkosten en daaraan gerelateerde milieupact. Aan het afslanken van een ontwerp zit echter een optimum: een overmatig slank ontwerp resulteert in de praktijk vaak in hoge wapeningsconcentraties, cementrijk beton of inefficiënte staalprofielen. Niet alleen geeft dit netto een hogere CO₂-uitstoot, het leidt veelal tot complexe en moeilijk uitvoerbare details. In een cradle-to-grave benadering heeft een efficiënt ontwerp met lage aanleg- en onderhoudskosten dan vaak

ook een lage milieu-impact. Het ontwerp is exact afgestemd op de specifieke toepassing en is niet demonteerbaar ontworpen. De gedachte dat dit een efficiënt ontwerp is berust echter op een systeemfout in het economische model dat eraan ten grondslag ligt, namelijk dat geen waarde aan een object wordt toegekend bij het einde van zijn (functionele) levensduur.

Deze afweging wordt anders als een levenscyclusanalyse (LCA) van een constructie als uitgangspunt wordt gehanteerd voor het ontwerp. Hierbij wordt de milieu-impact over de gehele levensduur van een constructie en toegepaste materialen beschouwd. In dit geval loont het om de constructie zo lang mogelijk te kunnen gebruiken, zodat de milieu-impact over een langere levensduur kan worden 'uitgesmeerd'.

Een constructie wordt meestal afgeschreven bij het einde van de functionele levensduur, die aanzienlijk korter kan zijn dan de technische levensduur. Als een slim ontwerp het mogelijk maakt om een constructie hoogwaardig in te zetten over meerdere functionele levenscycli dan kan deze een aanzienlijk kleinere milieu-impact hebben dan het meermaals bouwen en slopen van een nieuwe constructie. Door op voorhand te ontwerpen op het principe Re-use wordt invulling gegeven aan het ontwerpprincipe Reduce: het bouwen van enkele geheel nieuwe constructies is dan niet nodig.

Uit onderzoek van Rijkswaterstaat blijkt 90% van de bruggen en viaducten te worden gesloopt voor het einde van de technische levensduur, omdat niet meer wordt voldaan aan functionele eisen. Hoewel de technische levensduur van viaducten minimaal 80 tot 100 jaar bedraagt, worden deze in Nederland gemiddeld na 46 jaar gesloopt. In West-Nederland is de functionele levensduur wegens ruimtegebrek nog substantieel korter.

Re-use

Bij het ontwerpen van een constructie volgens het principe Re-use wordt ontworpen op herbruikbaarheid, waarbij de technische levensduur van een object wordt losgekoppeld van de functionele levensduur. Zodoende kan de constructie op het einde van zijn functionele levensduur worden gedemonteerd en elders opnieuw worden ingezet. Het ontwerp van een volledig herbruikbare constructie vraagt een geheel andere aanpak dan een traditioneel ontwerpproces:

- De randvoorwaarden waarbinnen de constructie toepasbaar is zullen moeten worden afgekaderd, waarbij een bandbreedte voor de mogelijke functionele eisen gehanteerd moet worden (denk aan: overspanning van een brug, aantal woonlagen in een gebouw);
- De constructie zal volledig demonteerbaar moeten zijn. Gelaste of vastgestorte constructiedelen beschadigen bij demontage, wat hergebruik bemoeilijkt en afschrijving door schade verhoogt;
- Er moet een keuze worden gemaakt in de modulariteit van de constructie. Uniformiteit in constructiedelen kan zorgen voor een hoge mate van standaardisatie van constructieve toepassingen, installaties en afwerking, met als voordeel dat slechts een kleine variatie aan elementen hoeft te worden geproduceerd. Daar staat tegenover dat differentiatie in de constructiedelen leidt tot optimaler materiaalgebruik: niet elk constructiedeel hoeft elke functie te kunnen vervullen (zoals maatgevende krachtswerking en in te storten onderdelen);
- Delen als voegconstructies, technische installaties en esthetische afwerking hebben meestal een kortere levensduur dan de hoofdconstructie. Deze onderdelen moeten dus eenvoudig en schadevrij vervangbaar zijn;
- De losse constructiedelen moeten met conventionele vervoersmiddelen getransporteerd kunnen worden. Dit stelt grenzen aan de maximale afmetingen en gewicht van de constructiedelen;
- Bij de constructie moet een materialenpaspoort beschikbaar zijn, alsmede bouwtekeningen en constructieberekeningen. Dit stelt toekomstige eigenaren van de constructie in staat om exact te weten waarover ze beschikken en aan welke uitgangspunten dit voldoet.

Los van de technische uitdagingen vraagt ook de financiering en vermarkting van een modulaire, herbruikbare constructie om een nieuwe aanpak. Daarnaast zijn bouwcontracten en normering momenteel nog niet toereikend om deze bouwwijze volledig te faciliteren. Uitdagingen zijn onder andere:

- De investeringskosten zullen hoger zijn dan bij een traditioneel ontwerp, als direct gevolg van bovengenoemde technische uitdagingen:
 - Er wordt ontworpen op een bandbreedte van functionele eisen, wat betekent dat de constructie voor de meeste toepassingen overgedimensioneerd is;
 - Demonteerbaarheid van de constructie vraagt om complexere aansluitdetails met mogelijk meer onderhoud;
 - Om het aantal verschillende constructie-elementen te beperken zullen elementen functies krijgen toebedeeld die niet altijd voor elke toepassing noodzakelijk zijn;
- Hoe wordt invulling gegeven aan contracteisen ten aanzien van afwijkende vormgeving en functies?
- Is een opdrachtgever bereid om meer te investeren voor een constructie als hij deze bij het einde van de functionele levensduur kan doorverkopen, of sluit de opdrachtgever een soort leasecontract voor de constructie af en neemt de leverancier de constructie weer terug bij einde functionele levensduur?
- Is een opdrachtgever bereid een constructie af te nemen die niet nieuw is, maar uit hergebruikte onderdelen bestaat? Hoe toont de leverancier aan dat de hergebruikte onderdelen voldoen voor de aankomende cyclus van de functionele levensduur?
- Hoe wordt omgegaan met het risico dat gedurende de technische levensduur van de constructie wet- en regelgeving wijzigt, waardoor de constructie niet meer voldoet aan de vigerende normering?
- De huidige MKI-bepalingsmethode is zo opgezet dat een herbruikbare constructie, als gevolg van meer materiaalgebruik, bij de eerste inzet zeer ongunstig zal scoren ten opzichte van een conventionele bouwwijze. Pas bij hergebruik levert een herbruikbare constructie een MKI-winst op. Als hier bijvoorbeeld een EMVI-waardering aan gekoppeld is, dan wordt inzet van een herbruikbare constructie in eerste instantie ontmoedigd.
- Hoe worden vraag en aanbod van herbruikbare constructies gekoppeld, en hoe wordt de opslag van constructiedelen geregeld tussen het moment van vrijkomen en het moment van herinzet? Te denken valt bijvoorbeeld aan het initiatief van de Bruggenbank.

In de periode van 2016 tot 2019 is door de bedrijven Van Hattum en Blankevoort en Consolis Spanbeton in samenwerking met Rijkswaterstaat ervaring opgedaan met het ontwerp en de realisatie van een circulair (volledig demontabel) viaduct. Uit onderzoek van NIBE in opdracht van Rijkswaterstaat blijkt dat dit viaduct in productie een 33% hogere MKI heeft en 47% meer primaire grondstoffen gebruikt dan een (conventioneel) referentieviaduct. Het circulaire viaduct levert bij één keer herinzet echter al een besparing op van 22% in primaire grondstoffen en een significante reductie van de milieu-impact ten opzichte van de referentie.

De kennis uit dit project wordt doorontwikkeld in spin-offs als de 'Open Leeromgeving Circulaire Viaducten en Bruggen' en de innovatieve 'SBIR Circulaire Viaducten' uitvraag. Deze gezamenlijke kennis vormt een waardevolle bron van informatie voor de verdere ontwikkeling van dit concept en herbruikbare constructies in het algemeen.

Zie verder de artikelen 'Vervaardigen van betonproducten in de fabriek' en ; Meten van duurzaamheid'.

Hoe verder

In de transitie naar duurzamere betonconstructies en het verwezenlijken van de ambities uit het Betonakkoord is het ontwerp op herbruikbaarheid een zeer belangrijk kansspoor. Het mag duidelijk zijn dat de huidige markt nog niet volledig is ingericht op dit ontwerpprincipes. Bij opdrachtgevers ligt dan ook een belangrijke opgave om mee te denken over bovenstaande vraagstukken. Hoe wordt in toekomstige contractvormen ruimte gecreëerd voor herbruikbare en hergebruikte constructies? Een duurzaam ontwerp vraagt immers om een integrale ketenbenadering waarbij alle betrokken partijen de ambitie moeten hebben om tot een betere, duurzame oplossing te komen.

Literatuur

1. Platform CB'23 (2019). Framework Circulair Bouwen – Raamwerk voor eenduidig taalgebruik en heldere kaders
2. Rijkswaterstaat (2019). Prototype circulair viaduct – Belangrijkste inzichten en lessen na het ontwerpen, bouwen, monitoren en demonteren
3. Rijkswaterstaat (2019). Een learning history – Wat leert het eerste circulaire viaduct ons?
4. NIBE (2019). LCA studie Circulair viaduct