

## Milieu-impact van betonnen holle vloerelementen



© CRH Structural Concrete Belgium

**Dat beton een volwaardig duurzaam alternatief is voor houtbouw bewijzen ze in Roeselare. Daar werd de houtstructuur van het toekomstige stadhuis getransformeerd naar een structuur uit prefab beton, zonder verlies van de ambitie om, met het beoogde BREEAM-duurzaamheidslabel 'Excellent', het meest duurzame stadhuis van Vlaanderen te worden. Logisch dus dat in een recente studie van de KU Leuven beton goed scoort.**

In 2018 werd de TOTEM-interface gelanceerd waarmee ontwerpers en opdrachtgevers de milieu-impact van gebouwen kunnen inschatten. De KU Leuven heeft in hetzelfde jaar een vergelijkende LCA-studie uitgevoerd van een rijwoning en een appartementsgebouw van 8 verdiepingen. In 2020 werd de studie van het appartementsgebouw geactualiseerd [1]. Drie constructietypes werden hierbij vergeleken d.m.v. TOTEM: beton, staal en hout (CLT, "Cross Laminated Timber"), allen met dezelfde functionele eisen. De draagvloeren in de betonnen variant bestaan uit voorgespannen holle vloerelementen, de dragende binnen- en buitenwanden zijn metselwerk wanden van holle betonblokken, de niet-dragende binnenwanden en de gevels bestaan uit metselstenen van gebakken aarde. Uit de studie blijkt dat de milieu-impact van hout

slechts +/- 5 % lager ligt dan deze van beton. Voor beton en hout vertegenwoordigen de materialen +/- 70 % van de totale impact, terwijl +/- 30 % afkomstig is van het energieverbruik tijdens de gebruiksfase. De categorie 'Global Warming' vertegenwoordigt voor de betonnen variant +/- 50 % van de totale impact, voor de houten variant is dit +/- 44 %. Deze resultaten moeten wel enigszins genuanceerd worden.

Ten eerste is er de onnauwkeurigheidsmarge van de berekende milieu-impacten. De toegepaste TOTEM-versie maakt hoofdzakelijk gebruik van generieke milieugegevens uit de Ecoinvent database. Deze zijn gebaseerd op algemene veronderstellingen en gemiddelde waarden waardoor het resultaat een zekere variabiliteit vertoont. Een verschil van 5 % mag in dat opzicht zeker niet als significant beschouwd worden. Bovendien bevat de Ecoinvent database gegevens van materialen die sinds het begin van de jaren 2000 niet meer grondig herzien zijn en wordt de biogene koolstof van houtproducten verdeeld op basis van economische toewijzing. Een hogere prijs voor het hoofdproduct ten opzichte van de bijproducten resulteert dan in een lagere milieu-impact voor producten die met deze bijproducten worden geproduceerd. De economische gegevens, waarop de toewijzingen worden gebaseerd, blijken bovendien verouderd te zijn, wat ook kan resulteren in foutieve milieu-impacten. Tot slot wordt er geen rekening gehouden met de opname en emissies van niet-verhandelbaar hout dat in het bos achterblijft en met de verandering van koolstof die in de bodem is opgeslagen. [2]

Ten tweede ligt de veronderstelde gebouwlevensduur in TOTEM vast op 60 jaar. Idem voor de structurelementen en de dragende wanden en vloeren in beton, hout en

staal. De milieu-impact van gebouwen kan verminderd worden door de levensduur van het gebouw te verlengen [1]. De lange levensduur van prefab beton is een grote troef ten opzichte van hout. Indien rekening gehouden wordt met de werkelijke levensduurverwachting van de gebruikte materialen zal het verschil tussen de milieu-impact van de betonnen en houten variant kleiner worden. Om een lange levensduur te garanderen is naast een hoge kwaliteit en duurzaamheid ook een grote aanpasbaarheid van het gebouw belangrijk. Onmisbaar hierbij zijn voorgespannen holle vloerelementen waarmee grote open ruimten gerealiseerd kunnen worden die vrij en aanpasbaar ingedeeld kunnen worden. De analyse van Dr.-Ing. Christopher Kämereit [3] bewijst het positieve effect van aanpasbare modulaire ontwerpconcepten op de milieu-impacten. De bouw van een aanpasbaar gebouw in prefab beton veroorzaakt meer broeikasgasemissies, hoofdzakelijk door de grotere materiaalbehoefte van het verhoogd draagvermogen van de dragende componenten. Voor de bestudeerde constructie bedraagt de uitstoot van broeikasgassen ongeveer 16 tot 27 % meer (afhankelijk van de graad van aanpasbaarheid) dan een conventionele constructie in ter plaatse gestort beton. Maar deze extra ecologische lasten worden al afgeschreven met een levensduurverlenging van 8 tot 14 jaar. Voor een voorspelde levensduur van 100 jaar wordt de uitstoot van broeikasgassen met 42 tot 36 % verminderd ten opzichte van een conventionele constructie in ter plaatse gestort beton met een levensduur van 50 jaar. Zelfs prefab betonconstructies met een levensduur van meer dan 100 jaar behoren tot de mogelijkheid. [3]

Ten derde mogen de resultaten niet veralgemeend worden. Naast de gebruikte grondstoffen en de bouwlocatie zijn namelijk

ook de structuur en morfologie van een gebouw van grote invloed op de uitkomst van LCA-berekeningen. Zo wijzen de auteurs van de TOTEM-studie [1] op een hogere impact van de bouwvariant in hout als de draagstructuur van het appartementsgebouw zou bestaan uit balken en kolommen. Een Noorse studie [4], waarbij de bouwfase van een prefab betonnen constructie van een kantoorgebouw van 4, 8 en 16 verdiepingen vergeleken werd met deze van een houten constructie met dezelfde functionele eisen, toont aan dat vanaf 8 verdiepingen de prefab betonconstructie met een geoptimaliseerde betonsamenstelling (in termen van bindmiddelen en toeslagmaterialen) een kleinere uitstoot van broeikasgassen heeft dan de houten constructie.

Ten vierde wordt module D (hergebruik en recyclage na de levensduur van het gebouw) van de levenscyclusanalyses genegeerd in TOTEM. Nochtans kan de milieu-impact van een gebouw verminderd worden door ervoor te zorgen dat de toegepaste materialen/producten aan het einde van hun levensduur uit het gebouw kunnen worden gehaald om te worden hergebruikt of gerecycleerd [1]. Deskundigen verwachten een toename van de wereldwijde bouwactiviteiten tot 70 % en sterk stijgende prijzen voor de benodigde grondstoffen. Naast ecologisch is het dus ook economisch interessant om bouwconcepten te ontwikkelen waarbij materialen/producten na de sloop opnieuw gebruikt kunnen worden in nieuwe gebouwen. Het is technisch haalbaar om een draagvloer uit geprefabriceerde holle vloerelementen in gewapend of voorgespannen beton te demonteren tot afzonderlijke elementen die opnieuw gebruikt kunnen worden. Het Circle House in Denemarken, het ReDeMaM-project op de TU Dresden en de woontoren 'Moringa' in Hamburg zijn enkele voorbeelden. [5] Iets dichterbij, in Nederland, werd in 2015 de

Tijdelijke Rechtbank Amsterdam gebouwd, hetgeen ondertussen ook al terug gedomonteerd werd tot bouwdelen, die een nieuwe bestemming krijgen in Enschede. Een ander Nederlands project is Agro NRG in Ootmarsum, waarbij ook de mogelijkheid voorzien is om de holle vloerelementen te demonteren. In Oslo, Noorwegen werden zelfs de holle vloerelementen uit een oud overheidsgebouw gehaald en opnieuw gebruikt in twee bouwprojecten. Het zal niet lang meer duren vooraleer in België ook zo'n projecten worden gerealiseerd. Als hergebruik niet mogelijk is komen we bij de laatste optie in een circulaire bouwsector, namelijk recycleren. Beton kan steeds opnieuw 100 % gerecycleerd worden. Het grootste deel wordt gebruikt in wegfundering, een klein deel als toeslagmateriaal in beton. Door velen wordt de toepassing in fundering onterecht als laagwaardig gezien. De toepassing van betonpuingranulaat als toeslagmateriaal voor nieuw beton is echter niet beter dan de toepassing als funderingsmateriaal. In beide gevallen worden namelijk vergelijkbare primaire grondstoffen vervangen. [6] Recent werd voor het ZIN-project in Brussel (het herontwikkelingsproject van de twee WTC-torens) 30 000 ton puin, afkomstig van de bestaande gebouwen, gesorteerd en gebroken tot 3 500 ton betonpuingranulaat (type A+) dat gebruikt werd voor de productie van 30 000 ton nieuw prefab beton [7]. Op deze manier kunnen in de prefab betonsector hoge gehalten aan betonpuingranulaten gerealiseerd worden.

Ten vijfde houdt TOTEM geen rekening met de thermische inertie van het gebouw. Toch is dit een belangrijk kenmerk dat de energieprestatie van een gebouw beïnvloedt. Volgens de auteurs van de studie van de KU Leuven [1] zullen toekomstige updates van TOTEM het operationeel energiegebruik voor verwarming en koeling nauwkeuriger

kwantificeren, zodat het nut van thermische inertie correct in rekening wordt gebracht. Dit speelt in het voordeel van beton, waardoor de milieu-impact nog verder gereduceerd kan worden.

Ten zesde en ten laatste is er geen consensus over hoe de biogene koolstof van houtproducten, die tijdens de levenscyclus vrijkomt of wordt geabsorbeerd, moet worden gemodelleerd in de levenscyclusanalyse. Het is nochtans noodzakelijk dat de berekeningen van de uitstoot van de broeikasgassen op een transparante en vergelijkbare manier worden uitgevoerd om misleidende informatie te voorkomen. De belangrijkste kritiek op de traditionele LCA-benaderingen is dat zij geen rekening houden met het effect van de timing van de koolstofemissies en de invloed van de rotatieperioden in verband met de groei van de biomassa. Met name houtproducten hebben een langere rotatieperiode als gevolg van de langzame bosgroei, zodat ze niet als koolstofneutraal kunnen worden beschouwd, in een korte tijdsperiode. Hoe langer de rotatieperiode, hoe langer het gemiddelde verblijf van CO<sub>2</sub> in de atmosfeer en dus hoe hoger de biogene GWP-score (Global Warming Potential). Een casestudy toont aan dat de GWP-score van het gebouw, berekend met een dynamische benadering met koolstofopname na de bouw, 29 % hoger is dan de score verkregen met de traditionele statische benadering. Door rekening te houden met tijdsaspecten en de rotatietijd van het bos kan de dynamische aanpak worden beschouwd als de meest betrouwbare methode voor de beoordeling van het gehalte aan biogene koolstof in houten bouwelementen. Dit scenario verdient bovendien de voorkeur vanuit een duurzaam oogpunt om toekomstige bosgroei te stimuleren. [8]

Ontwerpers en architecten spelen een cruciale rol in de transitie naar een circulaire bouwsector. Naast een levensduurverlenging

en het voorzien van de mogelijkheid tot hergebruik kunnen ze ook hun steentje bijdragen door te focussen op materiaalefficiëntie [9]. Sven Wünschmann heeft in zijn proefschrift de milieueffecten van verschillende vloersystemen van een kantoorgebouw geëvalueerd [10]. Hij vergeleek hierbij een vlakke plaatvloer in ter plaatse gestort beton, een vlakke plaatvloer bestaande uit breedplaten met holtevormers en een draagvloer uit voorgespannen holle vloerelementen met geïntegreerde staal-betonliggers. Uit de resultaten blijkt dat de keuze voor voorgespannen holle vloerelementen, in plaats van een vlakke plaatvloer in ter plaatse gestort beton, de uitstoot van broeikasgassen met ongeveer 12 % kan verminderen. Maar ze presteren ook beter op vlak van alle andere onderzochte milieu-indicatoren: ODP (aantasting ozonlaag), AP (verzuring van land en water), EP (verrijking van nutriënten in bodem en water) en POCP (vorming van fotochemisch ozon). De emissie met betrekking tot ODP is ongeveer 33 % lager ten opzichte van de ter plaatse gestorte vloer. Voor EP is de uitstoot ongeveer 15 % lager. Het is dus belangrijk om niet enkel te focussen op de uitstoot van broeikasgassen in de zoektocht naar oplossingen met een hogere materiaalefficiëntie. In het onderzoek werd ook het verbruik van staal en beton geanalyseerd. Het industriële productieproces van voorgespannen holle vloerelementen vermindert het betonverbruik met ongeveer 54 % en het staalverbruik met ongeveer 86 % ten opzichte van de ter plaatse gestorte vloer. [10]

Bovenstaande argumenten tonen aan dat prefab beton kan toegepast worden in duurzame gebouwen. De inspanningen die momenteel geleverd worden door de cement- en betonindustrie, op vlak van grondstoffengebruik en energie-efficiëntie, zullen bovendien de totale milieu-impact van

beton verder verkleinen [11]. De eerste stappen naar het gebruik van alternatieve bindmiddelen in beton werden ondertussen ook al gezet, waardoor een verdere verduurzaming van de betonindustrie realistisch wordt [12].

### **Referenties:**

[1] *Study on the environmental impact of concrete and cement based products applied in buildings – evaluation with TOTEM – update 2020, KU Leuven for FEBELCEM (2020)*

[2] *Carbon Accounting for Building Materials- An assessment of Global Warming Potential of biobased construction products, LBPSIGHT, version 03, June 8th, 2022*

[3] *Prinzipien des nachhaltigen Konstruierens bei Geschossbauten, auf Grundlage der Dissertation von Dr.-Ing. Christopher Kämereit (2019), Bundesverband Spannbeton-Fertigdecken*

[4] *Anne Rønning et al., Greenhouse gas accounting of wooden and concrete structures, 2019, OR-26-19*

[5] *Kreislaufwirtschaft in der Baubranche, Bundesverband Spannbeton-Fertigdecken*

[6] *Kan beton nog circulaarder?, Cement, 2018/4*

[7] <https://www.ergon.be/nl/project/zin-project/>

[8] *Hoxha E. et al., Biogenic carbon in buildings: a critical overview of LCA methods, Building and Cities, 2020*

[9] *Decarbonisation Pathways for the Australian Cement and Concrete Sector, 2021*

[10] *Sven Wünschmann, Gebäudestrukturen und deren Einfluss auf die ökologische*

*Lebenszyklusqualität, HafenCity Universität  
Hamburg, 2018*

*[11] Cementing the European Green Deal,  
Reaching climate neutrality along the cement  
and concrete value chain by 2050,  
CEMBUREAU*

*[12] Het Gentse duurzaamheidsrapport 2022 -  
focus op Prosperity, Stad Gent*