

2020/1

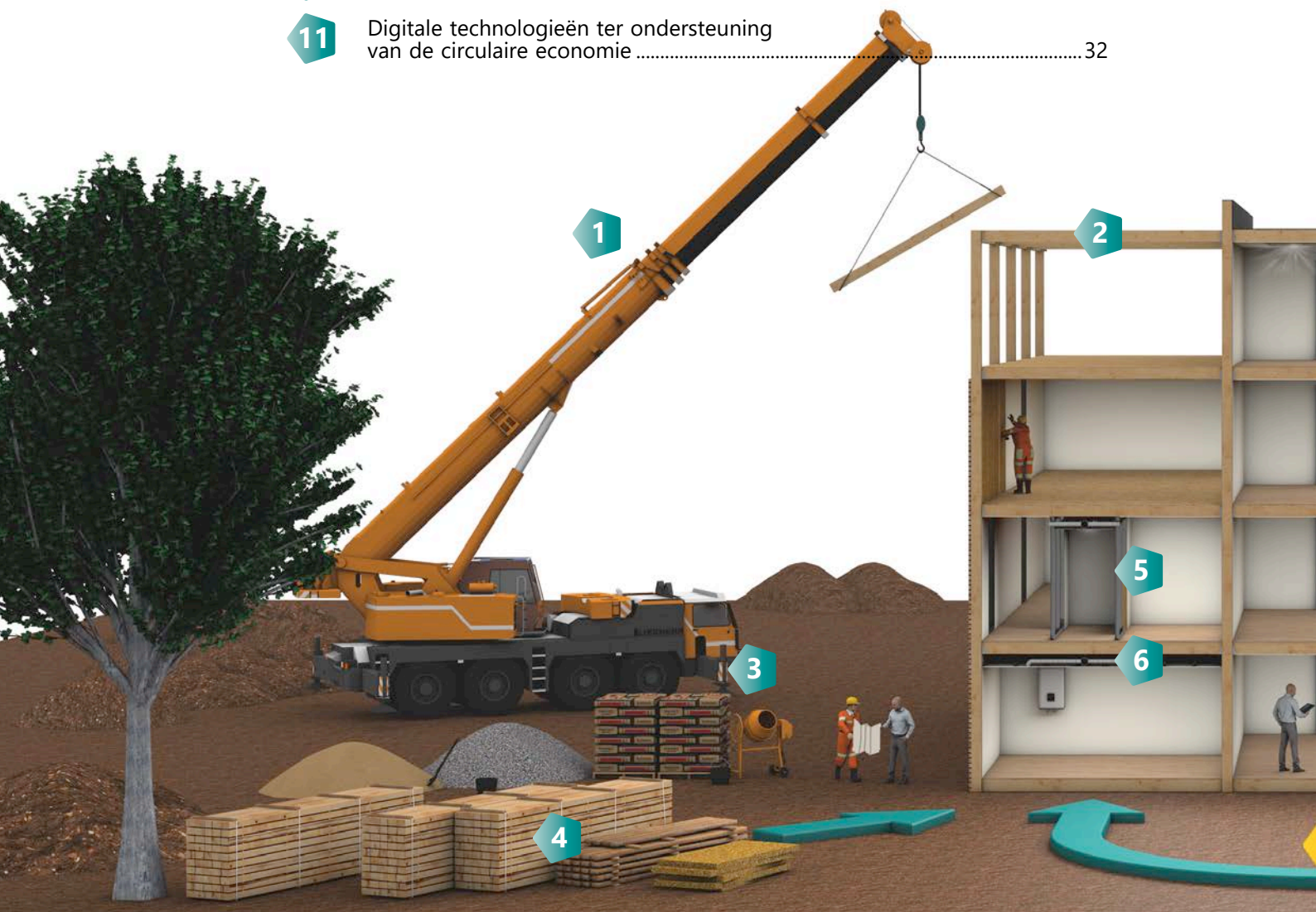
Naar een circulaire economie in de bouw



Inhoud

2020/1

1	Circulair bouwen ten dienste van <i>People, Planet</i> en <i>Profit</i>	3
2	Ontwerp en uitvoering van circulaire gebouwen.....	4
3	Naar een lagere milieu-impact van beton.....	10
4	Biogebaseerde materialen binnen de circulaire economie.....	12
5	De prestaties van verplaatsbare wanden veiligstellen	16
6	Hoe de speciale technieken aanpasbaar maken?	18
7	Onderhoud: een onmisbare schakel in de levenscyclus van gebouwen.....	21
8	Hergebruik van materialen: hoe kan men hun technische prestaties onderbouwen?	23
9	Naar een (nog) betere recyclage van bouw- en sloopafval	27
10	'As a Service': een nieuw circulair businessmodel.....	30
11	Digitale technologieën ter ondersteuning van de circulaire economie	32





Circulair bouwen ten dienste van *People, Planet en Profit*

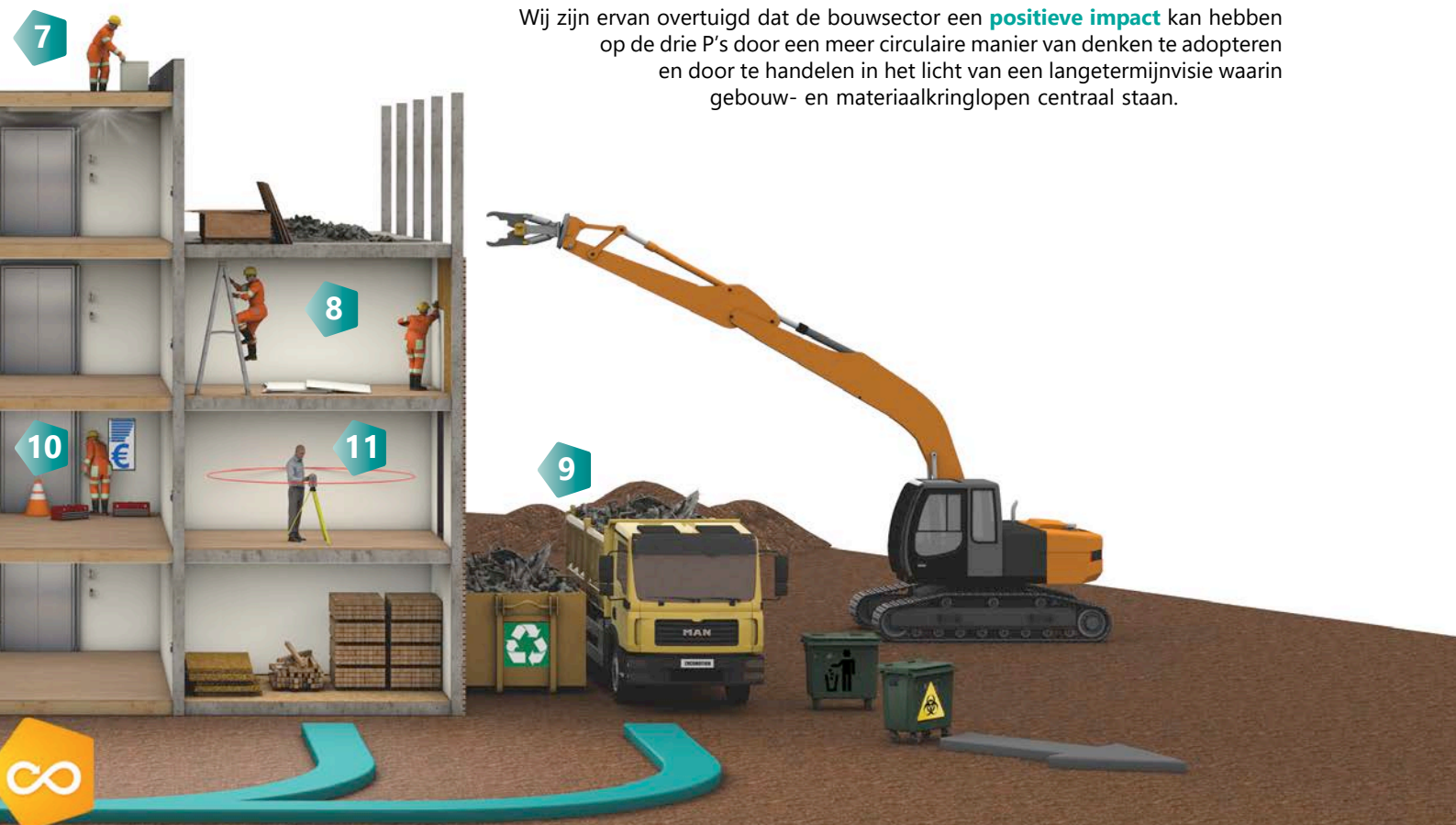
De bouwsector is een van de grootste materiaal- en energieverbruikers, alsook een van de voornaamste producenten van broeikasgassen. Zo verbruikt hij **meer dan 50 % van de wereldwijd ontgonnen materialen** en zorgt hij voor **30 % van de wereldwijde CO₂-uitstoot**. Doordat vele gebouwen bovendien gerenoveerd of gesloopt worden omdat ze niet meer aan de behoeften voldoen, is de sector eveneens verantwoordelijk voor de **grootste afvalstroom van Europa**. De bouwwereld heeft er dan ook alle belang bij om de overstap te maken naar een meer circulaire economie, met aandacht voor de drie P's van duurzame ontwikkeling: **People**, **Planet** en **Profit** (de mens, de planeet en winst).

Om de impact van de bouwsector op de planeet (**Planet**) te reduceren, moet er enerzijds ingezet worden op het **optimale gebruik van de bestaande gebouwen en materialen**, door hun levensduur te verlengen en de materialen uit ontmantelde gebouwen te hergebruiken. Anderzijds moeten nieuwe gebouwen zo ontworpen en opgetrokken worden dat ze **makkelijk aangepast** kunnen worden aan de wijzigende behoeften. Hierbij geniet het de voorkeur om te opteren voor **duurzame materialen** met een lage milieu-impact, die nadien hergebruikt kunnen worden.

Circulair bouwen speelt eveneens in op de P van **Profit** (winst). Bouwen wordt immers steeds duurder, terwijl het verdienmodel van de aannemer zijn grenzen bereikt: winstmarges staan onder druk en kwaliteit kan niet altijd meer op de eerste plaats komen. Om een antwoord te bieden op deze problemen, moet er meer aandacht uitgaan naar de **langetermijnkosten** en moeten er **nieuwe businessmodellen** (bv. gericht op het gebruik en de diensten, in plaats van op de verkoop) ontwikkeld worden die een toegevoegde waarde bieden gedurende de volledige levensduur van de gebouwen.

Ten slotte spreekt het voor zich dat ook de mens in het algemeen (**People**) baat zal hebben bij een circulair model, dat niet alleen inspeelt op de steeds sneller wijzigende maatschappelijke noden, maar ook gunstig is voor de leefomgeving en werkgelegenheid creëert.

Wij zijn ervan overtuigd dat de bouwsector een **positieve impact** kan hebben op de drie P's door een meer circulaire manier van denken te adopteren en door te handelen in het licht van een langetermijnvisie waarin gebouw- en materiaalkringlopen centraal staan.



Ontwerp en uitvoering van circulaire gebouwen

Om de principes van de circulaire economie in een bouwproject te kunnen toepassen, moet er voldoende tijd geïnvesteerd worden in de voorbereiding en moeten de gemaakte keuzes in praktisch uitvoerbare oplossingen vertaald kunnen worden. Dit artikel reikt een stappenplan en enkele voorbeelden aan om het projectteam te helpen om de juiste keuzes te maken voor de uitvoering van een aanpasbaar gebouw met het oog op circulariteit en een lage milieu-impact.

J. Vrijders, ir., laboratoriumhoofd, laboratorium Duurzame en circulaire oplossingen, WTGB

A. Vergauwen, dr. ir.-arch., projectleider, laboratorium Duurzame en circulaire oplossingen, WTGB

1 De drie assen van circulariteit in de bouw

In de bouwsector kunnen de principes van de circulaire economie vertaald worden in drie grote thema's, die reeds gedefinieerd werden in de [WTGB-Monografie nr. 28](#) en de [WTGB-Dossiers 2017/2.2](#):

- het **realiseren van dynamischere gebouwen** die een flexibel gebruik toelaten
- het **gebruik van de beschikbare grondstoffen** uit het bestaande gebouwenpark (*urban mining*)
- de **ontwikkeling van nieuwe businessmodellen** met het oog op het creëren van een toegevoegde waarde gedurende de volledige levensduur.

Dit artikel spitst zich toe op de eerste pijler, meer bepaald het ontwerp en de uitvoering van circulaire gebouwen. De twee andere pijlers zullen later in deze WTGB-Contact aan bod komen.

2 De verschillende ontwerp- en uitvoeringsstappen

2.1 Stap 1: strategie en langetermijnvisie

Bij de aanvang van een project moeten er een aantal strategische keuzes gemaakt worden.

2.1.1 Start: renoveren of nieuw bouwen? Op welke locatie?

De eerste keuze die gemaakt moet worden, is of men al dan niet vanuit een **bestaande toestand** vertrekt. Met het oog op een besparing van grondstoffen geniet het de voorkeur om uit te gaan van een reeds aanwezig gebouw en dit te hergebruiken of te renoveren. Dit is echter niet altijd mogelijk.

Ook de keuze van de **locatie** is belangrijk. Wanneer een gebouw bijvoorbeeld niet goed gelegen is, zal het op termijn minder of zelfs helemaal niet meer gebruikt worden en dus snel zijn waarde verliezen.

2.1.2 Gebruiksscenario's

Zowel bij renovatie- als bij nieuwbouwprojecten moet men voor ogen houden dat het gebouw geen statisch geheel is dat eeuwig meegaat, maar veeleer een **dynamische omgeving** die onder invloed van de veranderende behoeften van de gebruikers en nieuwe technische ontwikkelingen zal blijven evolueren. Bijgevolg moet men bij de aanvang van het project niet alleen in de huidige **gebruikersbehoeften** voorzien, maar ook een **langetermijnstrategie** uitwerken met een aantal scenario's voor het toekomstige gebruik van het gebouw (*design for change*) (zie kader 'ZIN-project' op de volgende pagina).

2.1.3 Voorzien in eindigheid

Bij het ontwerp van het gebouw moet er reeds geanticipeerd worden op het levenseinde ervan door ervoor te zorgen dat de bouwmaterialen en -elementen hergebruikt of gerecycleerd kunnen worden (*design for deconstruction*).

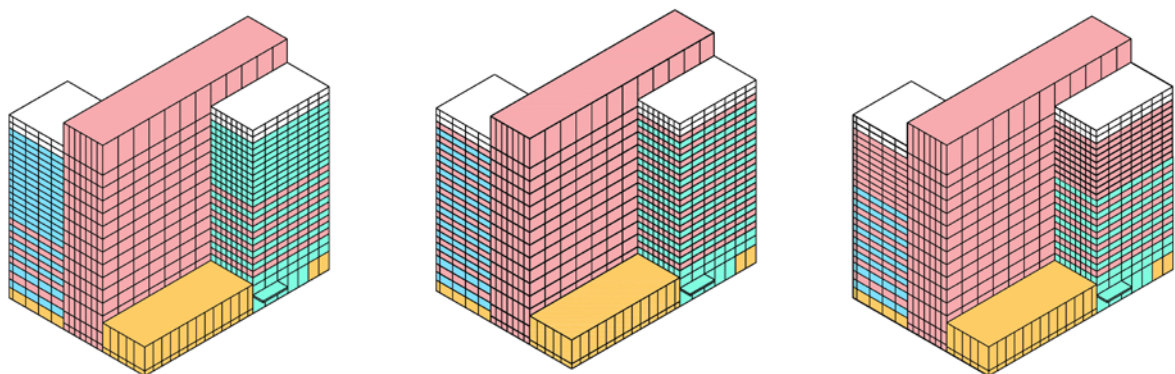
2.2 Stap 2: een concreet plan

Bij de vertaling van de algemene strategie naar een concreet plan moet men trachten om de ambities op het vlak van circulariteit en milieu-impact af te stemmen op verschillende technische eisen en randvoorwaarden. Hierbij moet er vaak een afweging gemaakt worden tussen de aspecten die een toegevoegde waarde bieden aan het project en deze die een



ZIN-project

Bij de herontwikkeling van de WTC-torens in de Brusselse Noordwijk heeft men ervoor geopteerd om de betonstructuur van de twee bestaande torens te behouden en tracht men de vrijkomende afvalstromen zo veel mogelijk te hergebruiken en te recyclen. Bij het ontwerp werd er in drie functies voorzien: kantoren (roze zones), appartementen (blauwe zones) en een hotel (groene zones). Het ontwerp laat toe om het gebouw aan te passen wanneer er in de toekomst minder (zie linkse afbeelding), dan wel meer behoefte is aan kantoorruimte (zie rechtse afbeelding).



Bron: 51N4E/Jaspers-Eyers/LAUC en Befimmo

Opbouw in lagen



VK Architects & Engineers

In het Vandemoortele-gebouw wordt de betonvloer ondersteund door een stalen draagstructuur waarop de gevel bevestigd is. De technische installaties zijn losgekoppeld van de draagstructuur (d.w.z. dat ze niet onder de dekvloeren gelegd worden of in de muren ingekapt worden). In de stalen balken zijn er systematisch openingen voorzien voor de doorvoeringen van de technische installaties. Voor de plafondafwerking werd er geopteerd voor een 'klimaatplafond' (d.i. een intelligent plafond dat verschillende innovatieve technieken verenigt).

impact hebben op de uitvoering, de kostprijs en mogelijk ook op de technische prestaties.

2.2.1 Slimme gebouwlay-out

In eerste instantie moet men **het vloerplan en de dimensionering van het gebouw** afstemmen op de langetermijnstrategie om verschillende gebruiksscenario's in overweging te kunnen nemen.

Daarnaast is het aangeraden om de **draagstructuur** van voldoende grote overspanningen te voorzien teneinde andere ruimte-indelingen mogelijk te maken en eventuele toekomstige belastingen (bv. ten gevolge van een extra verdieping of een bestemmingswijziging) te kunnen opvangen.

Tot slot moeten de verdiepingen over een toereikende **vrije hoogte** beschikken om een aanpassing aan andere functies toe te laten en de nodige technische installaties via de vloer of het plafond te kunnen voorzien.

Het spreekt voor zich dat men de voordelen van een dergelijke overdimensionering moet afwegen tegen de mogelijke meerkost en de eventuele bijkomende milieu-impact van bepaalde materialen.

2.2.2 Opbouw in lagen

Aangezien de verschillende bouwelementen gewoonlijk over een andere levensduur beschikken, zullen sommige ervan tijdens de gebruiksfase aangepast of vervangen moeten worden.

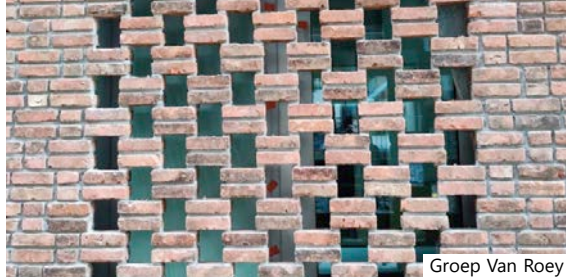


Droge dekvloeropbouw

Het Staenis-systeem maakt een droge dekvloeropbouw mogelijk. Hierbij kan de vulstof (die gerecycleerd materiaal kan bevatten, zoals gebroken cellenbeton) weggehaald worden en kunnen de roosters op een andere bouwplaats hergebruikt worden.

Circulaire producten

In het kader van het ProReMat-project heeft het WTCB, in samenwerking met Groep Van Roey, een niet-limitatief overzicht gemaakt van producten die één of meerdere kwaliteiten voor circulariteit in zich hebben (bv. recuperatiebaksteen). Voor meer informatie hieromtrent kunt u terecht op de website www.proremat.be. Hierbij willen we er wel op wijzen dat de in de databank opgenomen producten niet beoordeeld werden op hun technische prestaties. Men moet de prestaties voor elk project dus evalueren in functie van de beoogde toepassing.



Groep Van Roey

Om deze wijzigingen makkelijk te kunnen doorvoeren, wordt het gebouw best opgebouwd uit verschillende **onafhankelijke lagen** (zie kader 'Opbouw in lagen' op de vorige pagina), zoals:

- de draagstructuur
- de technische installaties
- de gevel
- het dak
- de binnenafwerking en -inrichting
- het meubilair.

2.3 Stap 3: keuze van de materialen

De derde stap bestaat erin om de materialen, producten en technische oplossingen te kiezen. Ook op dit niveau kan men circulariteit en een lage milieu-impact nastreven door bijvoorbeeld te opteren voor:

- **demonteerbare en herbruikbare materialen:** robuust, slijtvast, waardevol ...
- **recycleerbare materialen:** vermijden van complexe composieten en schadelijke stoffen
- **natuurlijke materialen:** composteerbare of biodegradeerbare materialen

- **materialen die zich al in de materiaalkringloop bevinden:** hergebruikte of gerecycleerde materialen of reststromen uit andere sectoren (zie kader 'Droge dekvloeropbouw' op de vorige pagina).

Voor een overzicht van mogelijke oplossingen verwijzen we naar het kader 'Circulaire producten'.

Het moet opgemerkt worden dat circulaire materialen of oplossingen niet per definitie een lagere milieu-impact hebben. Zo kunnen ze soms meer energie vragen bij de productie, meer transport vergen of een hogere vervangingsfrequentie hebben (zie artikel p. 12).

2.4 Stap 4: detaillering en verbindingen

Als men streeft naar aanpasbaarheid en het hergebruik van de bouwelementen en -materialen aan het einde van de gebruiksfase van het gebouw, is het belangrijk om in te zetten op:

- **modulariteit:** standaardmaten (zie kader 'Circular Retrofit Lab')
- **verenigbaarheid:** materialen die bij elkaar passen



Circular Retrofit Lab

De bestaande, modulaire betonnen skeletstructuur van de oude studentenkoten werd opnieuw aangekleed met modulaire gevelelementen en demontabele binnenwanden. De technische installaties blijven toegankelijk voor latere aanpassingen. Voor meer informatie: <https://www.vub.be/arch/project/circularretrofitlab>.



A'tract architecture - BLIEBERG - P. Van Gelooven

Omkeerbare verbindingen

In het Lab2Fab-project worden de dakpanelen ondersteund door een stalen draagstructuur en kan de uit CLT-elementen opgebouwde gevel (verbonden met groef en veer) probleemloos losgemaakt worden van de structuur.

- **omkeerbare verbindingen of 'losmaakbaarheid'** door zo veel mogelijk zijn toevlucht te nemen tot mechanische verbindingen (bv. schroeven of klemmen) en het gebruik van lijmen of kitten tot een minimum te beperken (zie kader 'Omkeerbare verbindingen').

2.5 Stap 5: uitvoering

De belangrijkste taak van de aannemer bestaat erin om het ontwerp om te zetten in de praktijk. Aangezien de bovengeschetste keuzes ook een invloed zullen hebben op zijn rol en activiteiten, is het – met het oog op het behalen van een optimaal resultaat – belangrijk dat er een goede wisselwerking is tussen de uitvoerder en de ontwerper.

2.5.1 Praktische uitvoerbaarheid

De tijdens het ontwerp uitgewerkte oplossingen moeten ook praktisch uitvoerbaar zijn. De ervaring heeft echter geleerd dat er soms oplossingen voorgesteld worden die (nog) niet bestaan of die om buitensporige inspanningen vragen. Zo is het niet eenvoudig om voor omvangrijke gebouwen één groot lot recuperatiebakstenen te vinden of om recyclagebeton te verkrijgen dat over de nodige technische attesten beschikt.

Bijgevolg zal de uitvoering meer voorbereiding vergen. Denken we hierbij bijvoorbeeld maar even aan:

- het inwinnen van de juiste informatie
- de onderlinge afstemming van de werkzaamheden van de verschillende partijen
- het uitwerken van detailleringen die niet alleen uitvoerbaar, maar ook voldoende performant zijn (bv. water- en luchtdicht).

Dit neemt niet weg dat bepaalde circulaire oplossingen ook een **aantal voordelen** bieden ten opzichte van de traditionele systemen. Voorbeelden zijn een snellere uitvoering (bv. het plaatsen van demontabele wanden, zie kader op de volgende pagina) of de mogelijkheid om ook bij heel koud of heel warm weer te werken (bv. stapeling van bakstenen zonder mortel).

2.5.2 Technische validatie en innovatie

Zowel 'oude' als 'nieuwe' bouwproducten kunnen **technische uitdagingen** met zich meebrengen. Zo beschikken de meeste innovatieve oplossingen vooralsnog niet over een uitgebreid trackrecord waarop men kan terugvallen of passen ze niet altijd binnen het bestaande normenkader. Dit betekent echter geenszins dat deze oplossingen niet toegepast kunnen worden, maar wel dat er op een door-

dachte manier te werk gegaan moet worden. Men dient bijvoorbeeld voldoende tijd en middelen uit te trekken om de nodige technische informatie in verband met de prestaties van de producten te vergaren.

Wanneer de prestaties van de nog niet gevalideerde oplossingen vooraf niet gegarandeerd kunnen worden, kan men overwegen om deze via moderne technologieën (bv. via sensoren en monitoring) van nabij op te volgen. Het spreekt echter voor zich dat er in dit geval duidelijke afspraken gemaakt moeten worden met betrekking tot de verantwoordelijkheden van de betrokken partijen en de manier waarop eventuele problemen ondervangen zullen worden.

2.5.3 Kostprijs van circulaire oplossingen

Het streven naar circulaire en duurzame gebouwen kan een zekere **meerkost** met zich meebrengen, zeker wanneer de oplossingen zich nog in een experimentele fase bevinden of wanneer het circulariteitsconcept niet van bij het ontwerp in beschouwing genomen werd. Er zijn niettemin verschillende pistes mogelijk om deze meerkost te compenseren:

- een andere vorm van **aanbesteden**, die niet enkel de laagste prijs in rekening brengt, maar ook de levenscycluskosten of de milieuvoordelen in aanmerking neemt. Dit vergt uiteraard wel een toereikende kennis van alle partijen

en een gestandaardiseerde methode op basis waarvan er een objectieve vergelijking gemaakt kan worden tussen verschillende opties

- een andere vorm van **financiering**: een lease- of huurformule maakt het bijvoorbeeld mogelijk om de initiële investeringskosten te spreiden in de tijd.

3 Besluit

Als er van bij het ontwerp rekening gehouden wordt met circulariteit en er hiervoor bepaalde keuzes gemaakt worden, kunnen gebouwen en bouwelementen hun waarde langer behouden. Vermits deze keuzes ook een invloed hebben op de uitvoering, zal het in de loop van de volgende jaren zeer belangrijk worden om een maximum aan praktische kennis op te doen en deze vervolgens te delen met de volledige bouwsector. 

*Dit artikel werd opgesteld in het kader van talrijke projecten, waaronder de **Proeftuin Circulair Bouwen**, gesteund door Vlaanderen Circulair en OVAM, en het Europese FEDER-project BBSM (meer specifiek de **publicatie rond ontwerpqualiteiten** van de VUB).*



Demontabele wanden

JuuNoo-binnenwandstructuren hoeven niet geschroefd te worden, maar kunnen via uitschuifbare kaders opgespannen worden tussen de vloer en het plafond. De panelen kunnen met schroeven of met klittenband aan de opspanstructuur bevestigd worden.

Naar een lagere milieu-impact van beton

Beton is een van de meest gebruikte materialen in de bouwsector en heeft daarom ook een grote milieu-impact. Deze impact kan gereduceerd worden door het wapeningspercentage te optimaliseren, alternatieve cementsoorten en bindmiddelen aan te wenden of gerecycleerde granulaten te gebruiken. Op die manier wordt er bovendien een antwoord geboden op de toenemende schaarste aan grondstoffen en de grote berg bouw- en sloopafval.

A. Janssen, dr. wet., projectleider, laboratorium Milieuprestatie, WTCB

L. Wastiels, dr. ir.-arch., adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium Milieuprestatie, WTCB

1 Milieu-impact van (gewapend) beton

Om de milieu-impact van beton te bepalen, moet er rekening gehouden worden met de **volledige levenscyclus** van het materiaal, gaande van de ontginning en de verwerking van de grondstoffen, over het transport naar en de plaatsing op de bouwplaats, tot de afbraak aan het einde van de levensduur. Via levenscyclusanalyses (LCA) wordt de milieu-impact bepaald aan de hand van **17 verschillende milieu-impact-indicatoren** (bv. klimaatverandering, fijnstofvorming, uitputting van grondstoffen en menselijke toxiciteit). Deze kunnen omgerekend worden tot een milieukost, die de maatschappelijke kost voorstelt om de eventuele milieuproblemen te vermijden of te compenseren (zie de [WTCB-Dossiers 2018/2.2](#)).

Als referentie geeft de grafiek op de volgende pagina de milieu-impact weer van een gewapend stortklaar beton, aangemaakt met Portlandcement (CEM I) en primaire granulaten (niet-gerecycleerd zand en grind), conform de duurzaamheidseisen uit de norm NBN B 15-001 voor de omgevingsklasse EE3 (blootstelling aan vorst en regen). In dit voorbeeld wordt een minimaal cementgehalte van 320 kg/m³ beton beschouwd. In de praktijk zijn de aangewende cementgehalten vaak hoger.

Uit de grafiek kan men afleiden dat het **cement veruit de grootste impact** heeft. Dit is voornamelijk te wijten aan de aanzienlijke CO₂-emissies tijdens de productie van de Portlandklinker, het hoofdbestanddeel van Portlandcement. Ook de afvalverwerkingsfase aan het einde van de levensduur heeft een aanzienlijke milieu-impact, vooral omwille van het energieverbruik en de fijnstofvorming tijdens de afbraak, het transport naar het recyclagecentrum en de recyclage.

De impact van de zandfractie en de grove granulaten vindt ten slotte zijn oorsprong in de ontginning en verwerking van de grondstoffen en het transport naar de betoncentrale.

Ook het wapeningsstaal heeft een niet te onderschatten milieu-impact. Deze is voornamelijk te wijten aan de invloed van de metalen op de indicatoren met betrekking tot de menselijke toxiciteit. Op deze indicatoren is de onzekerheid echter vrij hoog, aangezien de onderliggende methoden als minder robuust beschouwd worden.

2 Hoe de milieu-impact van beton verlagen?

Net zoals voor elk bouwproduct of -systeem bestaat een algemene strategie uit het **optimaliseren van de materiaalhoeveelheden** (bv. het optrekken van slankere constructies of het gebruik van holle elementen). Ook het verlengen van de levensduur van betonconstructies door ze regelmatig te onderhouden, kan bijdragen tot een verlaging van de milieu-impact van dit materiaal.

2.1 Optimaliseren van het wapeningspercentage

Binnen een specifieke toepassing en belasting kunnen er belangrijke verschillen bestaan in het wapeningspercentage. De keuze voor een breedplaatvloer, holle welfsels of een ter plaatse gestorte plaat zal bijvoorbeeld een invloed hebben op de benodigde hoeveelheid wapening. Zo is er bij grote structurele geprefabriceerde elementen een bijkomende wapening nodig om de belastingen tijdens het transport naar de bouwplaats of bij de plaatsing te kunnen opvangen.

2.2 Opteren voor alternatieve cementsoorten

Wat de betonsamenstelling betreft, kan de milieu-impact verlaagd worden door gebruik te maken van cementtypes met een lager klinkergehalte. Zo wijzen de levenscyclusanalyses van verschillende gerecycleerde cementen op milieuwinsten tot 60 % per kg cement ten opzichte van een klassiek Portlandcement (CEM I). Bij de **toepassing van hoogovencement** (CEM III/A) in plaats van Portlandcement in stortklaar beton kan men op die manier een milieuwinst van ongeveer 20 % boeken (zie grafiek).

Omwille van technische of logistieke redenen is het echter niet altijd mogelijk om hoogovencement te gebruiken. Zo kunnen de langere ontlastingstermijnen (bv. bij prefabricage) of de lichtere tint belemmerende factoren vormen voor het gebruik van cementsoorten met lagere klinkergehaltes.

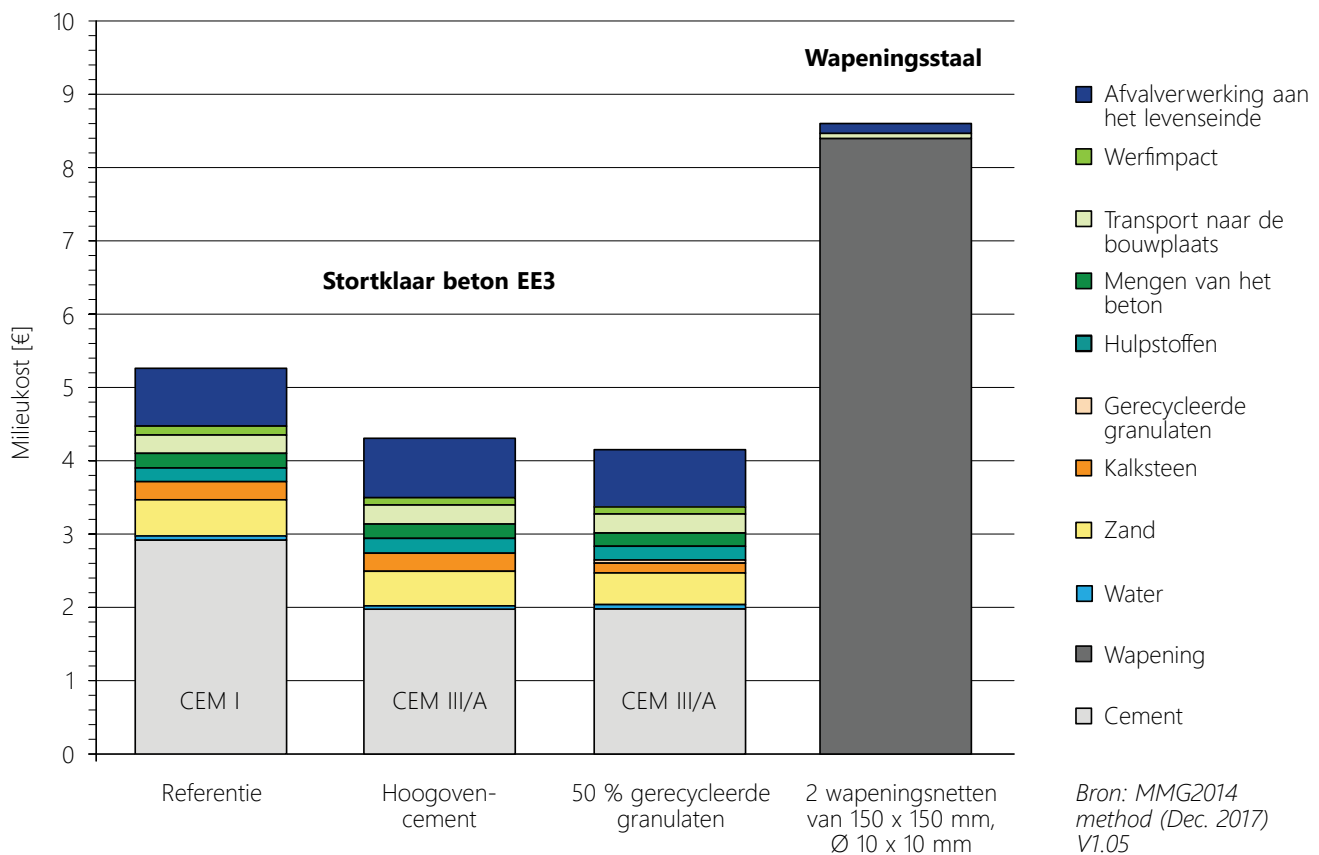
Naast voormelde klassieke cementsoorten bestaan er ook een aantal alternatieve bindmiddelen, zoals geopolymere. Binnen het Circular.Concrete-project worden de technische prestaties en de milieu-impact ervan verder onderzocht (www.circular-concrete.be).

2.3 Gebruik van gerecycleerde granulaten

Hoewel het gedeeltelijk vervangen van primaire grove granulaten (gebroken kalksteen) door gerecycleerde granulaten afkomstig van bouw- en sloopafval slechts een kleine milieuwinst oplevert (een reductie van 5 % van de productie-impact in geval van een vervangingspercentage van 50 %, zie grafiek), is dit toch nuttig met het oog op de toenemende schaarste aan grondstoffen.

De milieuwinst is echter sterk **afhankelijk van het voor de granulaten benodigde transport**. Zo kunnen te grote transportafstanden en het gebruik van bepaalde transportmiddelen de milieuwinst tenietdoen.

Hoewel de druksterkte van het beton over het algemeen licht daalt bij gebruik van gerecycleerde granulaten, is er in principe geen cementverhoging nodig wanneer er gewerkt wordt met een vervangingspercentage van 20 à 30 % (zie de [WTCB-Dossiers 2019/5.1](#)). Indien men het cementgehalte toch zou verhogen, kan de milieu-impact van het beton ten gevolge van de impact van het cement dermate stijgen dat het milieuvoordeel tenietgedaan wordt. 



Milieu-impact van een vloerplaat uit gewapend beton met een oppervlakte van 1 m² en een dikte van 15 cm met verschillende samenstellingen.



Biogebaseerde materialen binnen de circulaire economie

Om te kunnen beantwoorden aan de groeiende vraag naar bouwmaterialen met het oog op de huidige maatschappelijke en milieudoelstellingen, is de verdere uitbouw van de markt van biogebaseerde materialen essentieel. Men dient echter de nodige aandacht te besteden aan de werkelijke impact van deze producten op het milieu.

L. Delem, ir., projectleider, laboratorium Milieuprestatie, WTCB

L. Wastiels, dr. ir.-arch., adjunct-laboratoriumhoofd, laboratorium Milieuprestatie, WTCB

Het gebruik van biogebaseerde materialen kadert zeer goed binnen het streven naar een circulaire economie en ecodesign, aangezien ze tal van voordelen bieden. Naast het feit dat ze hernieuwbaar en mogelijk ook biologisch afbreekbaar zijn, laten ze immers eveneens toe om:

- **tijdelijk koolstofdioxide (CO₂) op te slaan**
- **de lokale economie te stimuleren.**

Net zoals bij alle andere materialen is het echter noodzakelijk om zich ervan te vergewissen dat hun technische prestaties compatibel zijn met de beoogde toepassing. Het feit dat een product (deels) van biologische oorsprong is, betekent namelijk niet op zich dat het ook een lage milieu-impact heeft. Op de volgende pagina's gaan we dieper in op een aantal punten die in deze context in acht genomen moeten worden.

De globale milieubalans beschouwen

Biogebaseerde materialen hebben in principe een redelijk gunstige **koolstofbalans** (zie kader op de volgende pagina). Deze conclusie mag evenwel niet veralgemeend worden, omdat deze materialen slechts zelden volledig uit biogebaseerde grondstoffen bestaan. Om hun technische prestaties in de tijd te kunnen garanderen, moeten er immers vaak **bepaalde componenten** (bv. bindmiddelen, brandvertragers en fungiciden) aan toegevoegd worden. Bovendien kunnen ook de teelt, het transport en de verwerking van de biogebaseerde grondstoffen een aanzienlijke milieu-impact hebben.

De globale milieuprestatie van een materiaal hangt niet alleen af van zijn CO₂-uitstoot, maar ook van zijn invloed op een aantal andere aspecten. Op basis van een koolstofbalans zou

Biogebaseerde materialen

Als men het heeft over biogebaseerde grondstoffen, dan spreekt men over plantaardige en dierlijke stoffen die voornamelijk voortkomen uit de bosbouw en de landbouw. Ze hebben een **redelijk korte regeneratiecyclus** (hoogstens enkele tientallen jaren) en zijn bijgevolg hernieuwbaar (in tegenstelling tot fossiele of minerale grondstoffen).

In de bouw wordt er in deze context vooral gebruikgemaakt van hout, houtvezelderivaten, stro, hennep en cellulosewatten. Naast houtconstructies zijn er nog tal van andere toepassingen voor biogebaseerde grondstoffen mogelijk: isolatie, plaatmaterialen, verven, lijmen, lichte granulaten ...

Koolstofvoetafdruk

De koolstofvoetafdruk of de koolstofbalans van een materiaal drukt – in aantal kilo's CO₂-equivalenten – **de hoeveelheid broeikasgas uit die gedurende de verschillende stappen van de levenscyclus van dit materiaal** (ontginning van de grondstoffen, transport, verwerking en levenseinde) **uitgestoten wordt**. Deze waarde kwantificeert de potentiële bijdrage van het materiaal aan de opwarming van het klimaat. Hoe kleiner de koolstofvoetafdruk, hoe lager de milieu-impact.

Dankzij het proces van fotosynthese zijn planten in staat om de in de lucht aanwezige CO₂ te absorberen (zie afbeelding 1 op de volgende pagina, **1**). Wanneer deze plantaardige materie gebruikt wordt om een bouw materiaal te produceren, wordt de aldus geabsorbeerde koolstof (afkomstig van de CO₂) opgeslagen in het materiaal onder de vorm van biogene koolstof. Deze komt opnieuw vrij – voornamelijk onder de vorm van CO₂ – aan het einde van de levenscyclus van het product (verbranding, stort, compostering) (zie afbeelding 1 op de volgende pagina, **5**).

In bepaalde evaluatietools, waaronder ook de TOTEM-tool (zie de [WTCB-Dossiers 2018/2.2](#)), wordt er voor de eenvoud bewust geen rekening gehouden met de CO₂-stroom van biogene oorsprong (CO₂-absorptie door de plantaardige materie en afgifte van een equivalente CO₂-hoeveelheid op het einde van de levenscyclus).

men bijvoorbeeld kunnen besluiten dat kunstmatige droging met behulp van een biomassaketel (gevoed door zaagafval) slechts een geringe impact heeft, aangezien de uitstoot die teweeggebracht wordt door de verbranding van het zaagsel gecompenseerd wordt door de initiële CO₂-absorptie bij het groeien van het hout. Als er echter tevens gekeken wordt naar de uitstoot van fijnstof, dan blijkt dat natuurlijke droging duidelijk de voorkeur verdient. Het is dus belangrijk om niet alleen de volledige levenscyclus van de materialen te beschouwen, maar ook **andere milieuproblematieken** in acht te nemen.

Voorkeur voor duurzaam geteelde grondstoffen

De manier waarop de grondstof geteeld wordt, is in het algemeen mede bepalend voor de milieu-impact en de

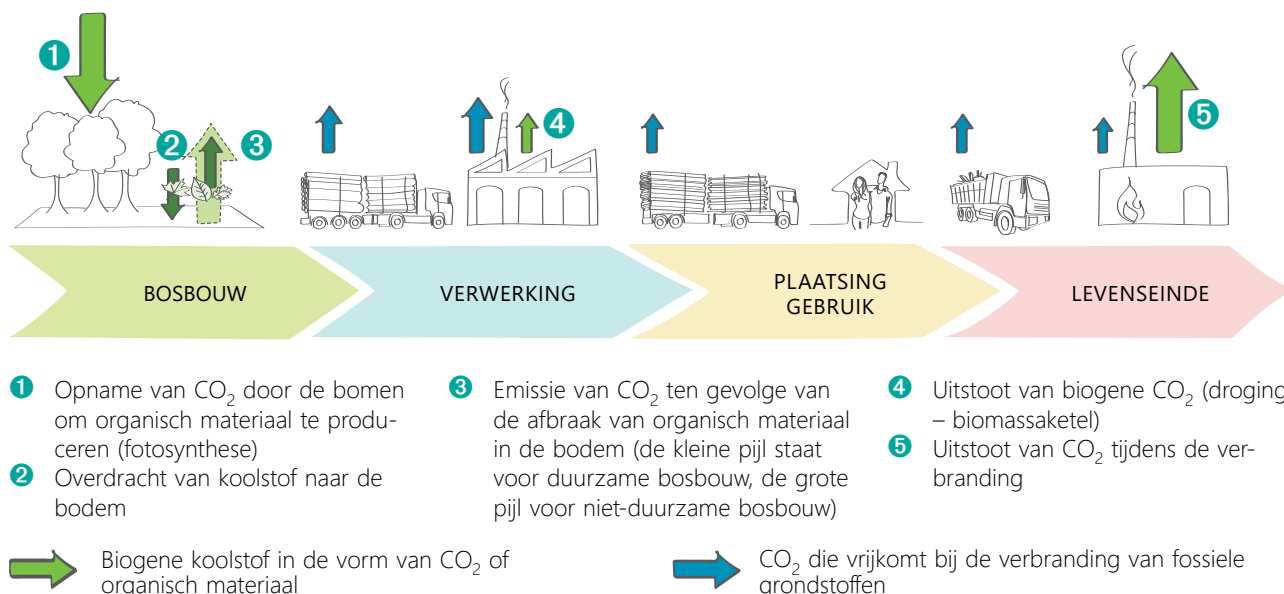
koolstofvoetafdruk. Men dient dus de voorkeur te geven aan duurzaam geteelde grondstoffen. Aangezien de bodem koolstof bevat onder de vorm van organisch materiaal (resten van planten, dieren en andere organismen in een variabele staat van ontbinding), kunnen er bij de intensieve exploitatie inderdaad grote hoeveelheden koolstof in de atmosfeer terechtkomen (zie afbeelding 1 op de volgende pagina).

Voor hout uit duurzame bosbouw (FSC, PEFC) kan men ervan uitgaan dat de koolstofvoorraad in de bodem constant gehouden wordt (d.w.z. dat de aanvoer en afbraak van organisch materiaal in evenwicht is). Voor hout uit niet-duurzame bosbouw is de mate van afbraak van organisch materiaal in de bodem echter belangrijker dan de aanvoer (zie afbeelding 1, **2** en **3**). Er zal met andere woorden een netto CO₂-uitstoot vanuit de bodem zijn. Men gaat ervan uit dat deze uitstoot van dezelfde grootteorde is als de hoeveelheid koolstof die door het hout geabsorbeerd en opgeslagen wordt. In dit geval zorgt de uitstoot vanuit de bodem er dus voor dat de voordelen die gepaard gaan met de opslag tenietgedaan worden en dat de biogene koolstofbalans groter is dan nul.

Gebruikmaken van gerecycleerde stoffen of van agrarische bijproducten

Bijproducten of restafval uit de landbouw (bv. stro en graanschillen) of – beter nog – het **afval van biogebaseerde materialen**, afkomstig uit andere sectoren (bv. textielafval of papier gebruikt voor de productie van isolatiematerialen), zijn heel interessant, aangezien een (groot) deel van de impact die voortvloeit uit hun teelt toegeschreven kan worden aan het hoofdproduct (bv. graan) of het initiële product (bv. krantenpapier of kledij). Bovendien kadert het gebruik ervan zeer goed binnen het concept van de circulaire economie, terwijl het risico op concurrentie met andere vormen van bodemgebruik (bv. voeding) beperkt





1 | Opname en uitstoot van CO₂ gedurende de levenscyclus van materialen op basis van hout.

blijft. Voor zover dit op een doordachte manier gebeurt, vormt ook de exploitatie van producten afkomstig van een natuurlijk ecosysteem (bv. riet) een interessant alternatief.

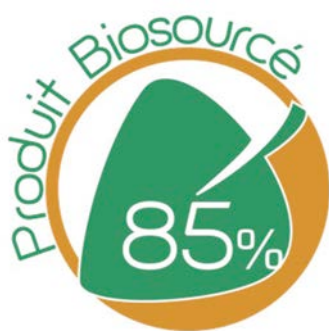
Korte kringlopen aanmoedigen

Om te vermijden dat de impact ten gevolge van het transport te groot zou worden en om de lokale economie te stimuleren, kan het interessant zijn om de voorkeur te geven aan lokale culturen. De impact van het transport wordt echter niet alleen bepaald door de **afstand**, maar ook door het **transportmiddel**. Zo opteert men voor gelijke afstanden best voor een transport per boot of per trein in plaats van een transport per vrachtwagen (en zeker per vliegtuig). Uit de grafiek op de volgende pagina, die de relatieve impact van de verschillende onderdelen van een groene gevel voorstelt, komt het belang van het transport duidelijk naar voren. Zo heeft het veenmos – ondanks het feit dat het een 100 % plantaardige component is – een aanzienlijke impact, omdat het per vliegtuig ingevoerd werd vanuit Nieuw-Zeeland.

Kiezen voor producten die beschikken over een milieulabel

Biogebaseerde bouwproducten worden vaak als gezonder aanzien. Toch betekenen aanduidingen zoals 'natuurlijk' of 'van biologische oorsprong' niet noodzakelijk dat de materialen niet schadelijk zijn voor de gezondheid. Ze kunnen immers effectief vluchtige organische stoffen (VOS) afgeven en kunnen in bepaalde bouwproducten bovendien geassocieerd zijn met bestanddelen zoals lijmen of fungiciden. Voor materialen die rechtstreeks in contact staan met de binnenomgeving is het dus beter om te kiezen voor alternatieven die beschikken over een **lage-emissielabel** (bv. Greenguard, M1 en Indoor Air Comfort) of over een **milieulabel** (bv. Ecolabel, Blue Angel of NaturePlus) (zie **WTCB-Rapport nr. 17**). Naast milieucriteria leggen deze labels over het algemeen ook eisen op voor wat betreft de uitstoot van pollutanten (VOS ...) naar de binnenlucht. De procedure voor het verkrijgen van een dergelijk label is vrijwillig en betalend. Dit impliceert dat een product zonder label niet noodzakelijk minder gezond hoeft te zijn.

Labels voor biogebaseerde producten



In Frankrijk – en sinds kort ook in Wallonië – bestaat er een label voor biogebaseerde producten. Dit label geeft het gehalte aan biogebaseerde materie aan. Het minimaal vereiste percentage om het label te kunnen verkrijgen, varieert van product tot product (bv. 70 % voor thermische-isolatiematerialen en 10 % voor afdichtingsmembranen).

De aanvragers van het Waalse label kunnen bovendien nog bijkomende markeringen ontvangen zoals 'lokale keten' of 'Waalse keten'. Om beschouwd te kunnen worden als een lokale keten, moet minstens 80 % van de biogebaseerde stoffen binnen een straal van 350 km rondom de productiesite geproduceerd, gerecycleerd of verwerkt worden. Een andere eis voor het verkrijgen van dit label bestaat erin dat er binnen de 12 maanden een milieuproductverklaring (EPD, *Environmental Product Declaration*) ter beschikking gesteld wordt. Voor meer informatie: www.produitbiosource.fr.

Opteren voor duurzame, recycleerbare of composteerbare materialen

Door de voorkeur te geven aan producten met een redelijk lange levensduur enerzijds en de demontage- en hergebruikmogelijkheden van de materialen aan het einde van hun levenscyclus te optimaliseren anderzijds, kan men de hoeveelheid grondstoffen die nodig is voor de fabricage van nieuwe producten sterk beperken. Deze redenering gaat ook op voor biogebaseerde materialen. In dit geval zorgt de verlenging van de levensduur er bovendien voor dat de koolstof langer in het product opgeslagen wordt (zie afbeelding 1 op de vorige pagina, 5).

Naast het feit dat biogebaseerde materialen op het einde van hun levensduur **gerecupereerd en gerecycleerd** kunnen worden (technologische cyclus van de circulaire economie), bieden ze in principe het voordeel dat ze mogelijk **biologisch afbreekbaar** zijn (composteerbaar) en zodoende kunnen deelnemen aan de biologische cyclus van de circulaire economie. Hun bestemming aan het einde van hun levenscyclus wordt echter beïnvloed door verschillende factoren, zoals de aard van hun niet-biogebaseerde toeslagstoffen, de plaatsing en de beschikbaarheid van verwerkingsfaciliteiten.

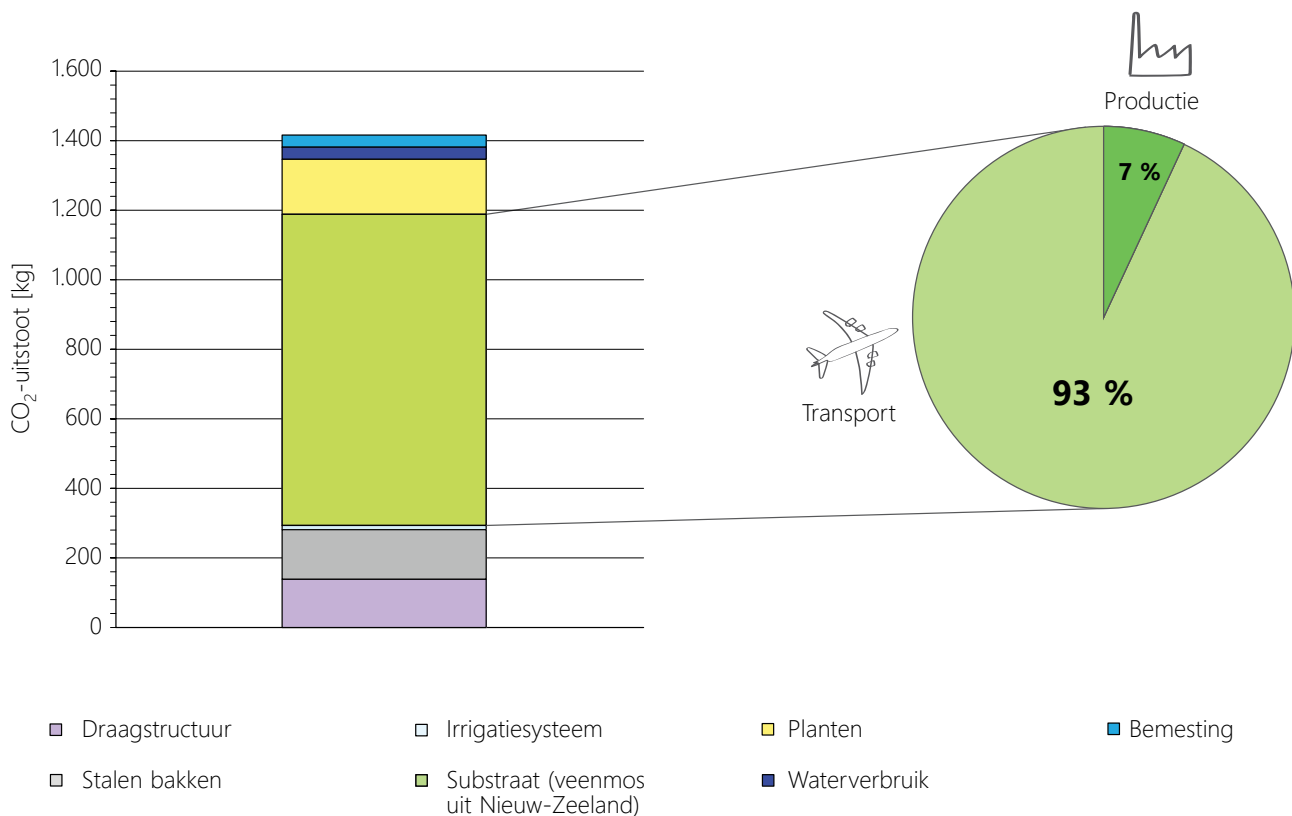
Behalve voor hout en houtderivaten is het marktaandeel van biogebaseerde bouwmaterialen vooralsnog redelijk

klein. De logistiek ter verbetering van hun recyclage- en composteerpotentieel moet bijgevolg nog grotendeels uitgewerkt worden (identificatie van de sleutelstromen, optimale sortering, composteer- en recyclage-installaties).

Welke rol is er weggelegd voor biogebaseerde materialen?

Enkel inzetten op het gebruik van biogebaseerde materialen is onvoldoende om de doelstellingen op het vlak van duurzame ontwikkeling te kunnen behalen. Ze vormen echter wel een belangrijk onderdeel van het programma. Ze kunnen een antwoord bieden op bepaalde milieugereleerde uitdagingen van de bouwsector en hebben een groot potentieel voor het ondersteunen van de lokale economische activiteiten. Er bestaat evenwel een grote diversiteit aan producten en de biologische oorsprong van (een deel van) de grondstoffen is op zich niet voldoende om de geringe milieu-impact ervan te waarborgen. ◆

Dit artikel werd opgesteld met de steun van het Europese programma Interreg 2 Mers 2014-2020 in het kader van het CBCI-project. Voor meer informatie verwijzen we naar: <https://www.interreg2seas.eu/en/CBCI>.



2 | Relatieve bijdrage van de verschillende onderdelen van een groene gevel met een ondergrond van veenmos afkomstig uit Nieuw-Zeeland.



De prestaties van verplaatsbare wanden veiligstellen

Binnenwanden hebben een belangrijke rol te spelen in de circulaire economie. Ze laten immers niet alleen toe om de ruimten aan te passen, maar kunnen bovendien gerecupereerd en in andere gebouwen hergebruikt worden. Hiertoe moeten ze echter wel beantwoorden aan een aantal eisen op het vlak van veiligheid en comfort en mogen hun prestaties in de loop van de opeenvolgende ontmantelingen en hermontages niet verminderen.

L. Lassoie, ing., redactiecoördinator en adjunct-coördinator van de Technische Comités, WTCB

Y. Martin, ir., coördinator Strategie en innovatie en coördinator van de Technische Comités, WTCB

L. De Geetere, dr. ir., afdelingshoofd, afdeling Akoestiek, gevels en schrijnwerk, WTCB

Welke wand voor welke toepassing?

Er bestaat een brede waaier aan zogenoemde demontabele en/of aanpasbare wanden. Deze worden voornamelijk van elkaar onderscheiden op basis van hun **graad van aanpasbaarheid**.

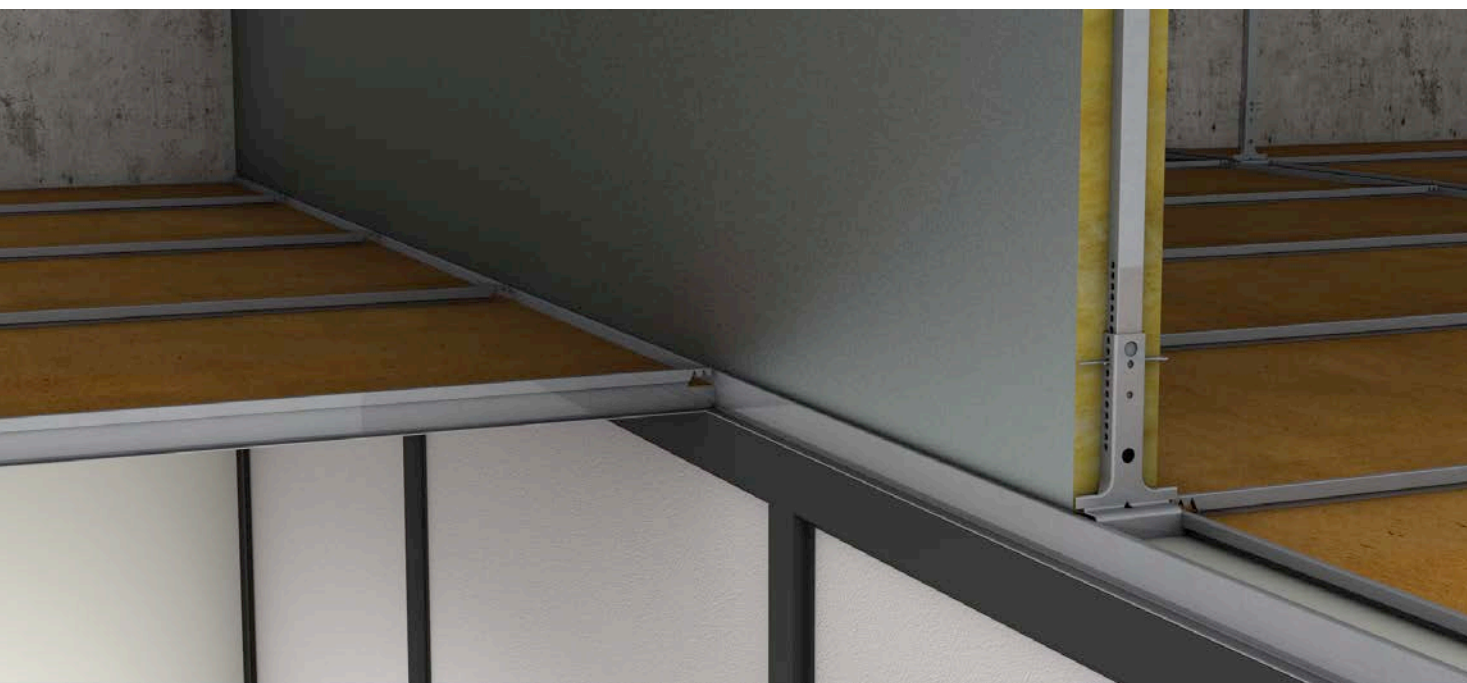
Hoewel de initiële investering in het algemeen hoger is dan voor traditionele scheidingswanden, kan het gebruik van verplaatsbare wanden snel voordelig worden (van zodra er minstens      aanpassing aan de positie van de wanden doorgevoerd wordt binnen de eerste 15 jaar). Dit verklaart het succes van dit type wanden in kantoorgebouwen, scholen en dergelijke. Sinds kort treft men deze wanden ook aan in woongebouwen, waar ze toelaten om de configuratie van de ruimten aan te passen in functie van de noden of de wensen van de gebruikers.

In deze wanden kunnen verschillende technische installaties geïntegreerd worden. Doorgaans gaat het hier echter louter om elektrische kabels.

Demontabele wanden moeten hoe dan ook beantwoorden aan **dezelfde eisen als hun traditionele tegenhangers**. Zo moeten ze voldoen aan een aantal fundamentele eisen op het vlak van **stabiliteit** en **gebruiksveiligheid** (accidentele belastingen), zoals besproken in de TV 233.

In bepaalde situaties moeten er echter ook nog andere eisen in beschouwing genomen worden, bijvoorbeeld op het gebied van brandveiligheid en akoestisch comfort. Men dient er uiteraard op toe te zien dat de prestaties van de wanden in de loop van hun opeenvolgende verplaatsingen gevrijwaard blijven, ongeacht of het nu gaat om innovatieve systemen of meer gebruikelijke concepten.

1 | Verplaatsbare brandwerende en/of akoestische dam in het plenum van een verlaagd plafond.



Brandveiligheid

Met uitzondering van eengezinswoningen moeten alle nieuwe gebouwen voldoen aan het Koninklijk Besluit van 7 juli 1994 tot vaststelling van de basisnormen ter preventie van brand en ontploffing. Hierin wordt gesteld dat de wanden die de evacuatiewegen of de compartimenten afbakenen al naargelang van de hoogte van het gebouw EI-prestaties moeten vertonen die schommelen tussen 30 en 120 minuten.

De **verbindingen tussen deze wanden** en de andere scheidingswanden moeten uitgevoerd worden volgens de instructies van de fabrikant. De opeenvolgende ontmantelingen en hermontages mogen met andere woorden geen negatieve invloed hebben op deze verbindingen. In de regel dient men bijzondere aandacht te besteden aan:

- het type profielen
- hun bevestiging (type, aantal en tussenafstand)
- de aanwezigheid van een onbrandbaar vulmateriaal (doorgaans rotswol).

Wanneer de wanden niet doorgetrokken worden tot aan de dragende vloer(en) en de verhoogde vloer en/of het verlaagde plafond niet over de vereiste brandweerstand beschikt/beschikken, moeten er in het plenum **branddammen** aangebracht worden (zie afbeelding 1 op de vorige pagina). Deze kunnen verplaatsbaar of vast zijn. In dit laatste geval kan het interessant zijn om ze met een regelmatige tussenafstand te plaatsen om te anticiperen op de eventuele verplaatsingen (zie afbeelding 2).

Bij de hermontage van de verplaatsbare branddammen dient men voorzichtig te werk te gaan. De plaatsing van deze elementen vereist gewoonlijk een **aanpassing van de profielen** waardoor ze ondersteund worden (bv. beperking van de afstand tussen de ophangelementen of toevoeging van strookjes gipsplaat in het profiel). Bovendien moet de aansluiting met de aangrenzende wanden (plafond, muren en/of vloer) opgevuld worden met rotswol.

De **doorboring van de branddammen door leidingen, kanalen of kabels** mag geen negatieve weerslag hebben op de vereiste brandweerstand van de dammen (zie TV 254). De brandwerende kleppen die aanwezig zijn op de ventilatiekanalen moeten bijvoorbeeld zodanig verplaatst of vervangen worden dat het mobiele klepblad zich in de as van de branddam bevindt. Tenzij anders vermeld in het verslag van de brandproef, mogen deze voorzieningen enkel gebruikt worden ter hoogte van de niet-verplaatsbare dammen en moeten ze steeds aangebracht worden op een afstand van meer dan 75 mm ten opzichte van de wanden. De minimumafstand tussen twee kleppen moet 200 mm bedragen.

Ten slotte moet men toezien op de **correcte integratie van de stopcontacten en de schakelaars**. Deze elementen mogen niet tegenover elkaar geplaatst worden aan weerszijden van de wand. De omtrek van de inbouwdozen moet afgewerkt worden met rotswol. Voor enkelvoudige dozen dient men een hart-op-hartafstand van minstens 100 mm te respecteren. Voor dubbele dozen moet de hart-op-hartafstand 200 mm bedragen. Deze schikkingen



2 | Vaste branddammen die met een regelmatige tussenafstand in het plenum van een verlaagd plafond aangebracht worden.

zijn niet van toepassing wanneer er gebruikgemaakt wordt van brandbestendige inbouwdozen.

Akoestisch comfort

Net zoals het geval was voor de brandveiligheid, moeten alle elementen – en met name de akoestische dammen – herplaatst worden in het plenum van de verhoogde vloer en/of het verlaagde plafond.

Er kan echter nog een aanzienlijk aandeel van het geluid overgedragen worden **via de onderdelen van de verhoogde vloer en/of het verlaagde plafond**, en dan vooral indien ze slechts over een beperkte massa beschikken. De ideale oplossing bestaat er dan ook in om deze te onderbreken ter hoogte van de verticale wand. Een dergelijke ontkoppeling is evenwel niet alleen moeilijk uitvoerbaar in de praktijk, maar is bovendien niet wenselijk indien men een flexibele ruimte-indeling wil waarborgen. Om hieraan te verhelpen, zou men vanaf het begin in een modulaire flexibiliteit van de wanden moeten voorzien en de verhoogde vloer en/of het verlaagde plafond dus op regelmatige tussenafstanden moeten onderbreken.

Bij gebrek aan specifieke richtlijnen moeten de **elektrische verdeeldozen** aan weerszijden van de wand met een zekere tussenafstand geplaatst worden, die minstens overeenstemt met de afstand tussen de stijlen van de structuur van de scheidingswand. Men dient er eveneens op toe te zien dat de eventuele voegen tussen deze wand en alle aangrenzende wanden opgevuld worden met een poreus en soepel materiaal. Het gebruik van een elastische kit is minder geschikt voor verplaatsbare wanden. Dit geldt des te meer wanneer er in een frequente wijziging van de ruimte-indeling voorzien is. ■

Hoe de speciale technieken aanpasbaar maken?

Vanaf het begin van het project moet er rekening gehouden worden met de aanpasbaarheid van de lokalen en hun speciale technieken door de ruimten in modules te verdelen. Hiervoor moet er ook voldoende ruimte voorzien worden in de technische schachten, de verhoogde vloeren en de verlaagde plafonds. Tot slot moet men ook bijzondere aandacht besteden aan de aanpassingsmogelijkheden van de technische ruimten.

B. Poncellet, ir.-arch., projectleider, laboratorium Watertechnieken, WTCB

P. Van den Bossche, ing., hoofdprojectleider, afdeling Intelligente installaties en duurzame oplossingen, WTCB

Dit artikel spitst zich toe op de **technieken voor sanitaire en HVAC-installaties** van kleine tertiaire gebouwen (bv. kinderdagverblijven, scholen en kleine kantoren). Dit neemt echter niet weg dat de hier aangehaalde concepten ook toegepast kunnen worden op woningen, grote gebouwen en andere technieken.

Dit artikel is niet louter bestemd voor de **ontwerpers**. Het bevat immers ook nuttige informatie voor de **installateurs**, die in het geval van kleine tertiaire gebouwen vaak een rol spelen bij het ontwerp.

Aanpasbaarheid op het niveau van de lokalen

De wijzigingen die aan de speciale technieken in tertiaire gebouwen doorgevoerd moeten worden, zijn doorgaans te wijten aan:

- een herconfiguratie van de ruimten (bv. verplaatsing van de scheidingswanden)
- een bestemmingswijziging van de lokalen (bv. omvorming van individuele kantoren tot landschapskantoren).

De uitdaging bestaat er dan ook in om HVAC-systemen te ontwikkelen die beantwoorden aan de noden van de gebruikers in alle lokalen zonder hun wijzigingspotentieel in het gedrang te brengen.

Om een maximale aanpasbaarheid te verkrijgen, zou men:

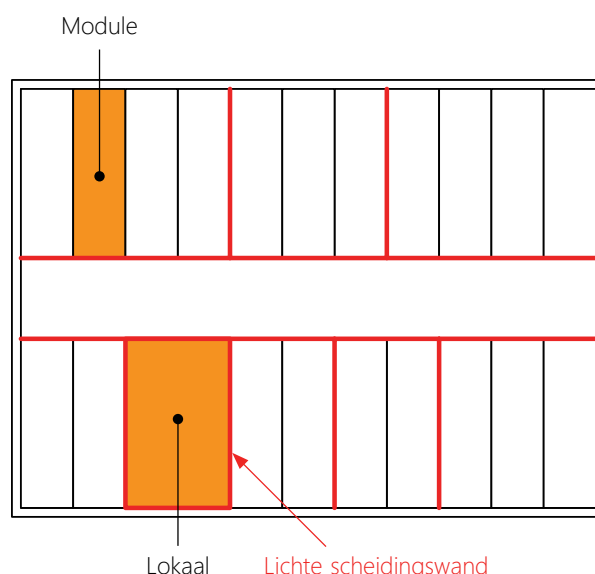
- het volledige initiële volume in verschillende **modules** moeten verdelen (zie afbeelding 1). Elk lokaal kan één of meerdere modules omvatten
- technieken moeten ontwikkelen die het comfort en de luchtkwaliteit in elk van deze modules kunnen waarborgen.

Het gaat hier uiteraard om een theoretische aanpak. Een dergelijke opvatting zou immers impliceren dat men voor elke module in een specifieke einduitrusting (verwarmingslichamen en ventilatieopeningen) moet voorzien, wat in de

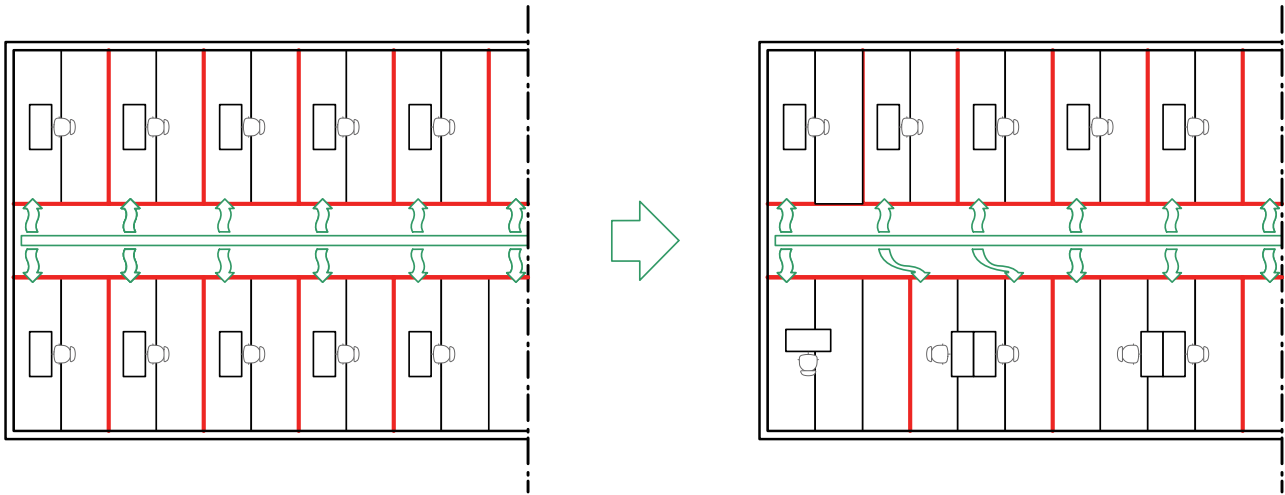
praktijk heel duur zou worden. Men dient voor elk project dus een compromis te vinden tussen de gewenste flexibiliteit en het beschikbare budget.

Concreet impliceert dit bijvoorbeeld:

- dat er om de twee modules een luchtdiffusor geïnstalleerd moet worden, met de mogelijkheid om extra diffusoren toe te voegen en deze te verplaatsen dankzij korte flexibele aansluitingen (zie afbeelding 2 op de volgende pagina)
- dat men zijn toevlucht moet nemen tot oppervlakteverwarmingssystemen (bv. stralingsplafonds) die een makkelijke hydraulische onderverdeling per module toelaten, aangezien elke module uitgerust is met een onafhankelijke hydraulische kring.



1 | Gebruikelijke onderverdeling van een verdieping in meerdere modules.



- 2 | Door op regelmatige tussenafstanden een luchtdiffusor te plaatsen, kan men de scheidingswanden verplaatsen met een minimale impact op het ventilatienetwerk.

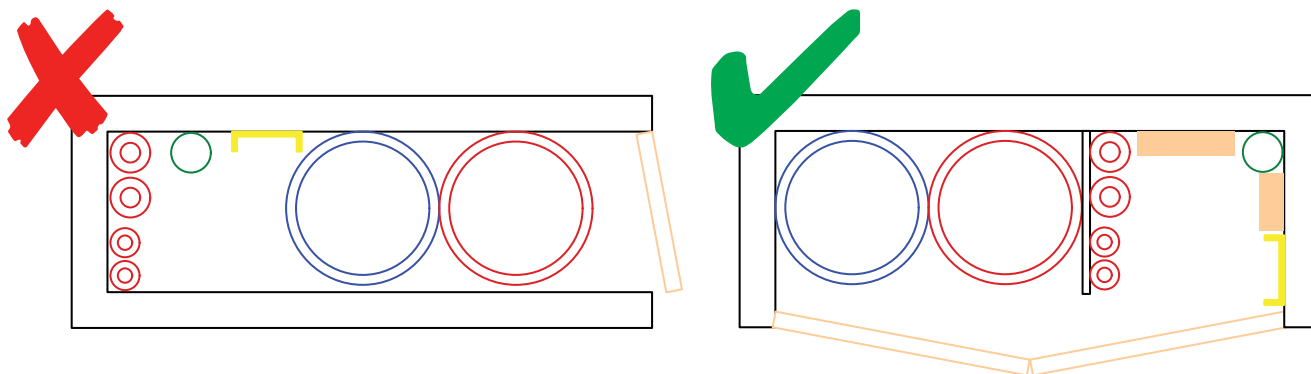
Aanpasbaarheid op het niveau van de technische verdeelsystemen

Het zou redelijk duur uitvallen om bijvoorbeeld alle luchtkanalen te overdimensioneren met het oog op een eventuele bestemmingswijziging. Het is daarentegen wel mogelijk om in een minimum aan aanpasbaarheid te voorzien op het niveau van de technische verdeelsystemen (schachten, verhoogde vloeren en verlaagde plafonds). Zo dient men onder meer:

- **extra ruimte te creëren in de verticale schachten**, te zorgen voor een optimale schikking van de technieken en in toegangsluiken, trappen, roosters en dergelijke te voorzien. Zodoende blijven de verschillende technieken toegankelijk voor interventies achteraf en blijft er ruimte beschikbaar voor eventuele toekomstige installaties (zie afbeelding 3 op de volgende pagina). Dezelfde gedachtingang kan gevolgd worden voor de horizontale technische verdeelsystemen, zoals de verlaagde plafonds en de verhoogde vloeren
- **in een toereikend aantal verticale schachten te voorzien** om in de mate van het mogelijke te anticiperen op de verschillende configuraties van de scheidingswanden. Deze aanpak wordt reeds veelvuldig toegepast in de cascoverkoop (*) en voor de verhuur van landschapskantoren
- **te vermijden om de technieken in te werken in wanden die onderhevig kunnen zijn aan wijzigingen** (zoals de scheidingswanden tussen kantoren). Het is inderdaad beter om de technieken aan te brengen in de verhoogde vloeren en/of verlaagde plafonds. Deze laatste moeten uiteraard grondig geëvalueerd worden, ter bepaling van hun kostprijs, hun esthetische uitzicht, hun akoestische prestaties en het verlies van inertie van het gebouw. In deze context kan het bijvoorbeeld nuttig zijn om slechts een gedeeltelijk verlaagd plafond te realiseren.

(*) Verkoop van een onroerend goed in ruwe staat, als winddichte ruwbouw en zonder sanitaire en HVAC-installaties.





- 3 | Een schacht is goed ontworpen wanneer deze voldoende ruimte biedt voor het geheel van technieken en wanneer er een zekere ruimte voorbehouden is met het oog op de plaatsing van bijkomende technieken.

Aanpasbaarheid op het niveau van de technische ruimten

De uitrustingen van de technische ruimten kunnen een aanpassing vergen wanneer het productiesysteem niet langer aangepast is aan de behoeften. Dit kan onder meer het geval zijn wanneer een kantoorverdieping omgevormd wordt tot opleidingsruimten (wat een toename van het koelvermogen voor de airconditioning met zich mee kan brengen).

Indien mogelijk, is het dan ook aangeraden om:

- **ervoor te zorgen dat de technische ruimten makkelijk toegankelijk zijn** met het oog op eventuele aanpassingen. De installatie moet zodanig ontworpen zijn dat de onderdelen eenvoudig weggehaald kunnen worden (d.w.z. zonder dat de andere installaties gedemonteerd moeten worden) en dat er gemakkelijk nieuwe uitrustingen toegevoegd kunnen worden
- **ter hoogte van de collectoren in een reservecircuit te voorzien** met het oog op de eventuele toekomstige behoeften (of zelfs om modulaire collectoren te gebruiken). Voor wat de sanitairwarmwatercollectoren betreft, moet men zich ervan vergewissen dat het reservecircuit langs de kant van de watertoevoer geïnstalleerd is en niet aan het einde van de collector (zie afbeelding 4). Zodoende kan men de ontwikkeling van de legionellabacterie in stagnerend water vermijden.

Het is ook belangrijk om **de mogelijkheid te beoordelen om de brandstof voor de warmte- en koudegeneratoren te veranderen**. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn wanneer men de installatie wenst te verbeteren of aan nieuwe milieu-ambities wenst te voldoen. Om een dergelijke wijziging van de energievorm mogelijk te maken, kan men onder meer:

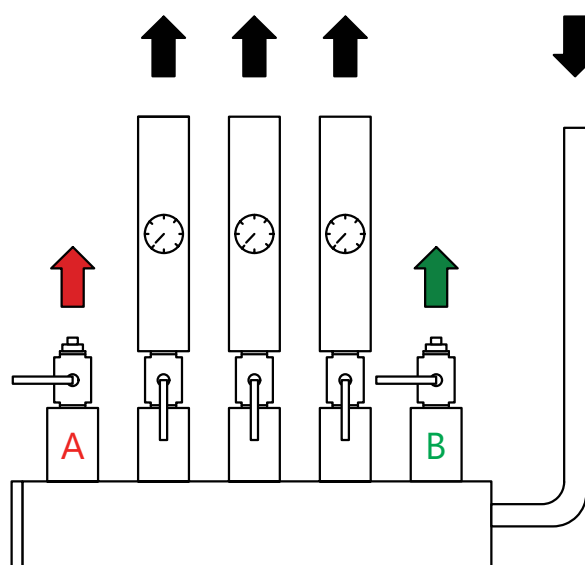
- een bijkomende voorlopige mantelbuis aanbrengen in de technische ruimte in de richting van het weggennet
- een kleine kelder in de buurt van een stookplaats omvormen tot een opslagplaats (bv. voor pellets).

Gevolgen van de aanpasbaarheid voor de kosten

Het is onmogelijk om een idee te geven van de meerkosten die gepaard gaan met elke aanpassingsoplossing, aangezien

de beschouwde projecten sterk van elkaar verschillen op het vlak van hun geometrie, de gebruikte technieken en de verwachtingen die eraan gesteld worden. Men dient echter wel rekening te houden met de volgende principes:

- hoe vroeger in het ontwerpproces de oplossingen in beschouwing genomen worden, hoe lager hun kostprijs zal zijn. Het is zelfs mogelijk dat de meerkost gelijk is aan nul (zoals in het voorbeeld van de verticale schachten)
- door nu te investeren in aanpassingsoplossingen voor de technieken, zal men de installaties in een later stadium tegen een lagere kostprijs kunnen vervangen. Vanuit een zuiver economisch oogpunt is het bijgevolg noodzakelijk om de meerkosten die voortvloeien uit de beoogde oplossingen te correleren met de kostenvermindering voor de waarschijnlijke toekomstige veranderingen. ◆



- 4 | Collector met drie circuits waarbij het reservecircuit A, in tegenstelling tot circuit B, slecht geplaatst is.

Onderhoud: een onmisbare schakel in de levenscyclus van gebouwen

Om de waarde van een gebouw zo lang mogelijk te behouden, moet men ervoor zorgen dat het tijdens zijn gebruik in een goede staat blijft verkeren. Hierbij speelt het onderhoud een cruciale rol. Dankzij een doordacht onderhoud of levenscyclusbeheer kan de levensduur van het gebouw immers verlengd worden en houdt men op het einde materialen over die opnieuw ingezet kunnen worden.

E. Mahieu, ing., afdelingshoofd, afdeling Technisch advies en consultancy, WTCB

J. Vrijders, ir., laboratoriumhoofd, laboratorium Duurzame en circulaire oplossingen, WTCB

Een goed onderhoud is niet alleen cruciaal om de goede werking van het gebouw te vrijwaren, maar biedt ook vanuit **economisch oogpunt** een meerwaarde aan de aannemer. Zo stelt het hem in staat om een langetermijnrelatie op te bouwen met de klanten en om hen nieuwe diensten aan te bieden (bv. inspectie, beheer en vernieuwing). Daarnaast genereert het ook inkomsten (bv. via onderhoudscontracten) en speelt het een belangrijke rol in nieuwe businessmodellen, zoals product-dienstcombinaties (zie artikel p. 30).

Onderhoudsvriendelijk ontwerpen

Al van bij het ontwerp van het gebouw moet er nagedacht worden over het onderhoud ervan. Zo kunnen de eventuele onderhouds- en vervangingswerken sterk vereenvoudigd worden door de toepassing van een aantal **logische principes**:

- kiezen voor robuuste materialen
- zodanig uitwerken van de detailleringen dat eventuele schade of vervuiling vermeden wordt (bv. voorzien van dakoversteken)
- streven naar standaardisatie en modulariteit
- waken over de goede bereikbaarheid van de onderdelen die regelmatig onderhouden of geïnspecteerd moeten worden.

In deze context werden er een aantal checklists uitgewerkt om de ontwerpers hierin bij te staan (zie kader op de volgende pagina).

Om de materialen te kunnen hergebruiken, opteert men best voor een **demontabele opbouw**. Wanneer een dergelijke opbouw geen invloed heeft op de kwaliteit of de duurzaamheid van het bouwdeel in zijn geheel, geniet



WTCB

1 | Een goed onderhoud is onontbeerlijk om de duurzaamheid van houten buitenschrijnwerk te waarborgen.

Checklists

Binnen GRO, het duurzaamheidsinstrument van de Vlaamse overheid, werden er een aantal lijsten met aandachtspunten uitgewerkt die toelaten om reeds in de ontwerpfase rekening te houden met het onderhoud en de schoonmaak van gebouwen. Voor meer informatie hieromtrent verwijzen we naar de checklists LCC1 (onderhoudsvriendelijk ontwerpen) en LCC2 (schoonmaakbewust ontwerpen) op de website <https://do.vlaanderen.be/documenten-gro>.

Er wordt eveneens bekeken hoe deze checklists in het Waalse en het Brussels Hoofdstedelijk Gewest uitgerold kunnen worden.

deze uiteraard de voorkeur. Indien dit wel het geval is, moet men een onderbouwde beslissing nemen:

- ofwel bouwt men voor een beperkte tijdsspanne (bv. 15 à 20 jaar, zoals het geval is bij sommige industriële gebouwen) en kiest men voor meer demontabele oplossingen
- ofwel beoogt men een levensduur van bijvoorbeeld 50 of 100 jaar en stemt men de materiaal- en ontwerpkeuzes hierop af.

Tot slot is het belangrijk om de partijen die zullen instaan voor het beheer en het onderhoud van het gebouw zo veel mogelijk bij het ontwerp te betrekken, zodat er doordachte keuzes gemaakt kunnen worden.

Uitvoering en oplevering: onderhoudsplanung

Bij de uitvoering van het gebouw is het belangrijk om alle werkzaamheden goed te documenteren en dit, zowel tijdens de bouwfase als erna. Dit kan bijvoorbeeld door middel van een **postinterventiedossier**, dat onder meer de technische fiches van de gebruikte producten en de uitgevoerde detailleringen bevat. Daarnaast worden er ook alsmear meer **(digitale) gebouw- en materiaalpaspoorten** opgesteld waarin de technische informatie over het gebouw verzameld wordt met het oog op een eventueel toekomstig gebruik ervan. Als men deze informatie bovendien in een **BIM-model** opslaat, kunnen ook de gebouwbeheerder, de

gebruiker en de onderhoudstechnici er baat bij hebben. Het is uiteraard aanbevolen om deze informatie nadien up-to-date te houden in een soort van virtuele kopie of *digital twin*.

Zowel voor nieuwe als voor bestaande gebouwen is het belangrijk dat er een **goede onderhoudsplanung** opge-maakt wordt. Deze planning laat toe om de toestand van de gebouwonderdelen op regelmatige tijdstippen te inspecteren en om in de nodige middelen te voorzien voor het onderhoud, de herstelling of de vervanging ervan. Een hulpmiddel om deze planning op te maken, is de **Onderhoudsgids voor duurzame gebouwen** van het WTCB. Deze geeft voor alle gebouwonderdelen een overzicht van het te voorziene onderhoud, veelal bestaande uit perio-dieke inspecties, reinigingen, controles en vervangingen. De inhoud van deze gids werd herzien door het WTCB en zal waarschijnlijk in de loop van 2020 ter beschikking gesteld worden op onze website.

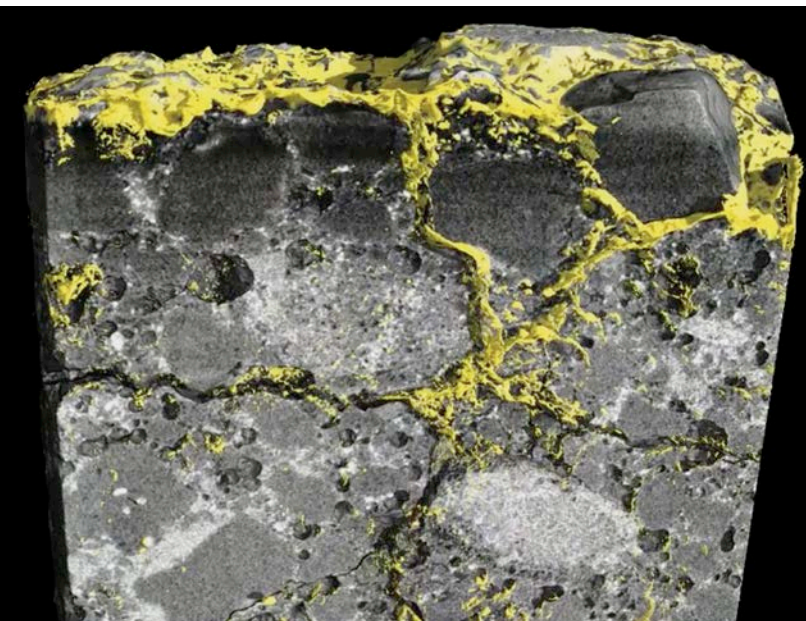
Innovaties op het vlak van onderhoud

Ook op het vlak van onderhoud en beheer beginnen de digitale technologieën een alsmear belangrijkere rol te spelen (zie de **WTCB-Dossiers 2019/3.5**). Zo wordt er steeds vaker gebruikgemaakt van sensoren en geautomatiseerde inspecties. Het zogenaamde 'curatieve' onderhoud, waar-bij de problemen pas aangepakt worden wanneer ze zich voordoen, maakt dus plaats voor een **meer preventief en vooral predictief onderhoud**.

De door deze sensoren voortgebrachte data kunnen ons veel bijleren over hoe en wanneer de materialen en gebouwon-derdelen precies zouden kunnen falen. Hierdoor kunnen er nieuwe en betere producten ontwikkeld worden en kunnen de toekomstige gebouwen efficiënter ontworpen worden. Door bijvoorbeeld de bezettingsgraad van bestaande gebouwen te meten of de gebruikte functies te monitoren, kan men de toekomstige lokalen optimaal ontwerpen met het oog op de bezetting van de ruimten.

Tot slot merken we op dat er ook op **materiaaltechno-logisch vlak** gewerkt wordt aan nieuwe oplossingen die de levensduur van gebouwen en hun onderdelen kunnen verlengen. Denken we hierbij maar even aan zelfhelend beton waarbij de scheuren – zonder enige andere inter-ventie – gedicht worden door tijdens de fabricage capsules met polymeren of bacteriën in te brengen (zie nevenstaande afbeelding).

2 | Illustratie van microbieel zelfhelend beton (UGent, VUB – SIM-SECEMIN).



Hergebruik van materialen: hoe kan men hun technische prestaties onderbouwen?

In de bouwsector is er momenteel een groeiende trend naar het hergebruik van materialen. Het hergebruik van elementen zoals bakstenen, tegels, isolatiematerialen, binnenafwerkingen of verlichtingsarmaturen maakt het immers mogelijk om korte kringlopen te creëren die leiden tot een vermindering van de milieu-impact en tot de creatie van lokale economische activiteiten.

F. Poncelet, ir.-arch., onderzoeker, laboratorium Duurzame en circulaire oplossingen, WTCB

M. Deweerdt, ir.-arch., onderzoeker, laboratorium Duurzame en circulaire oplossingen, WTCB

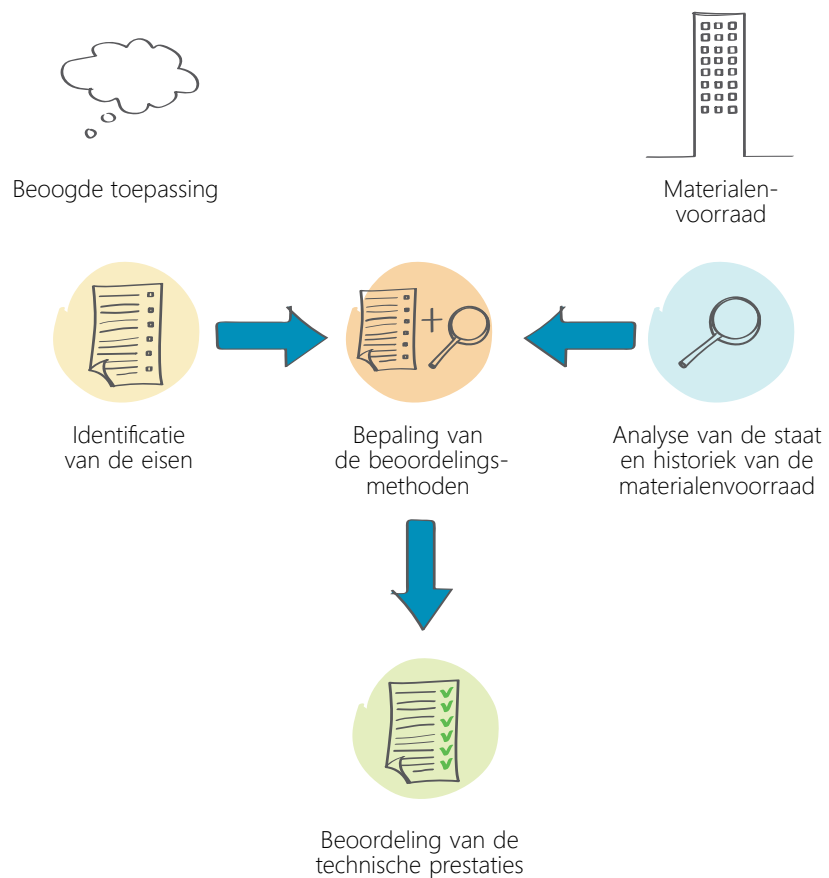
J. Vrijders, ir., laboratoriumhoofd, laboratorium Duurzame en circulaire oplossingen, WTCB

Eén van de obstakels voor het hergebruik van bouwmaterialen en bouwelementen ligt in de moeilijkheid om hun **technische prestaties te waarborgen**. In tegenstelling tot nieuwe producten worden hergebruikmaterialen namelijk niet in serie geproduceerd in een gecontroleerde omgeving. Bovendien is er vaak onvoldoende informatie over hun eigenschappen beschikbaar. Opdat de aannemers even veel vertrouwen zouden hebben in deze producten als in nieuwe materialen, is het dus nodig om nieuwe methoden te ontwikkelen om hun prestaties te onderbouwen.

Indien er zich een hergebruikmogelijkheid voordoet, kunnen de vier hierna voorgestelde stappen helpen om na te gaan of de prestaties van het product beantwoorden aan de eisen voor de beoogde toepassing.

1 Identificatie van de vereisten voor de beoogde toepassing

In de bouw moeten de prestaties van de gebruikte producten geïdentificeerd worden. Deze kunnen via het bestek opgelegd worden door de klant, maar kunnen ook expliciet of impliciet voortvloeien uit het normatieve



1 | Deze vier stappen laten toe om te bepalen of de prestaties van het hergebruikmateriaal beantwoorden aan de beoogde toepassing.



2 | Opslag van materialen die bestemd zijn voor hergebruik.

of reglementaire kader (bv. brandveiligheid, akoestische prestaties, energieprestaties en uitstoot van vluchtige organische stoffen).

Voor de toekomstige toepassing kunnen er twee soorten prestaties vereist worden:

- **fundamentele prestaties** die wettelijk vereist zijn en/of die noodzakelijk zijn opdat het materiaal geschikt zou zijn voor het gebruik waarvoor het bestemd is, rekening houdend met de gezondheid en de veiligheid van de betrokken personen gedurende de volledige levensduur van het bouwwerk. Het gaat hierbij onder meer om karakteristieken zoals de mechanische sterkte en de stabiliteit, de brandreactie, hygiëne, gezondheid, milieu en – in voorkomend geval – toegankelijkheid of akoestiek
- **aanvullende prestaties**, die niet-fundamenteel en projectspecifiek zijn. Deze worden bepaald in functie van de beoogde toepassing en/of in functie van de wensen van de bouwheer. Het gaat hier bijvoorbeeld om de afmetingen of de kleur van een product of nog, om de slijtvastheid van een vloerbedekking. Deze laatste eigenschap is inderdaad belangrijk in het geval van een toepassing in een inkomhal van een kantoorgebouw, maar minder relevant voor een slaapkamer. Naargelang van het beoogde gebruik kan de bouwheer voor bepaalde aanvullende prestaties genoeg nemen met een minder hoog eiseniveau. Bepaalde criteria zoals de prijs of de erfgoedwaarde van het materiaal kunnen zijn beslissing bovendien beïnvloeden. In voorkomend geval kan hij bijvoorbeeld bepaalde kleine foutjes accepteren, die voor een nieuw materiaal onaanvaardbaar zouden zijn.

In principe wordt er een lijst met fundamentele eisen en aanvullende eisen opgesteld van zodra de beoogde toepassing van het hergebruikmateriaal of -element gekend is.

2 Analyse van de staat en de historie van de materialenvoorraad

Een 'materialenvoorraad' kan gedefinieerd worden als een geheel van materialen of elementen die zich in een welbepaalde zone bevinden en die **gemeenschappelijke karakteristieken en eenzelfde historie** vertonen. De historie is een zeer belangrijk gegeven in de context van het hergebruik van een bouw materiaal of een bouwelement. Deze kan namelijk een invloed hebben op de initiële karakteristieken ervan. Zo vormt een parket dat in een doorgangszone gelegen was, een andere materialenvoorraad dan een parket dat zich op een minder druk bezochte plaats bevond, gelet op het feit dat het gebruik ervan verschillend was.

Deze stap heeft als doel om zoveel mogelijk informatie over het originele product in situ te verzamelen. Een '**inventaris van de technische prestaties**' biedt de mogelijkheid om een duidelijk beeld te krijgen van de originele en/of huidige karakteristieken van de materialenvoorraad. Het geniet de voorkeur om deze inventaris uit te voeren vóór de ontmanteling.

De inventarisatieopdracht kan in twee fasen ingedeeld worden:

- de eerste fase bestaat erin om een **inventaris op te maken van alle bestaande technische documenten** met informatie over de karakteristieken van de materialenvoorraad bij de initiële uitvoering ervan. Er bestaat een brede waaier aan documenten die een schat aan informatie kunnen opleveren: technische fiches, het oorspronkelijke bestek, de normen die van toepassing waren ten tijde van de uitvoering ...
- de tweede fase bestaat erin om een **in-situ-inventaris** op te stellen, die tot doel heeft om de huidige staat van de materialen na te gaan. De persoon die de inventaris

opmaakt, dient onder meer de eventuele schade, slijtage en vervormingen op te tekenen. Hij moet bovendien nagaan of de initiële uitvoering en het onderhoud van de samenstellende onderdelen van het product gebeurden volgens de regels van de kunst, gelet op de mogelijke invloed hiervan op hun eigenschappen.

Tijdens de inventarisatie kan alle informatie over de vroegere toepassing en de historie van het product van pas komen om gemakkelijker te kunnen beoordelen of het product geschikt is voor een nieuwe toepassing met een gelijkaardig eiseniveau.

3 Bepaling van de noodzakelijke beoordelingsmethoden

De lijst met eisen voor de beoogde toepassing (zie § 1) moet vergeleken worden met de informatie die verzameld werd bij het opstellen van de inventaris (zie § 2). Het fundamentele of aanvullende karakter van de eisen laat toe om de beoordelingsmethoden te bepalen die nodig zijn om na te gaan of de huidige prestaties van het product in overeenstemming zijn met de vereiste. De beoordeling van een fundamentele eis vergt immers een hogere graad van precisie en veiligheid dan de beoordeling van een aanvullende eis. Bij de keuze van de methoden dient men eveneens rekening te houden met de context, de aard en de staat van het product, zoals opgetekend tijdens de inventarisatie.

4 Beoordeling van de technische prestaties

Er bestaan in hoofdzaak drie beoordelingsmethoden om de technische prestaties van hergebruikmaterialen te controleren:

- een directe beoordeling
- een indirecte beoordeling
- een beoordeling door proeven.

Er werden ook een aantal innovatieve manieren ontwikkeld om het niveau van vertrouwen in hergebruikmaterialen te verhogen:

- een controle van de keten
- een beoordeling bij de nieuwe toepassing.

4.1 Directe beoordeling

Indien de beoogde prestaties visueel of met niet-destructieve technische middelen gecontroleerd kunnen worden, kunnen ze na de inventaris in situ onmiddellijk gevalideerd worden. Het gaat hier dus om de huidige prestaties van het materiaal, zoals bevestigd door de expert die de inventaris voor zijn rekening nam. Zo kan de dikte van een isolatiemateriaal direct beoordeeld worden bij de in-situ-inventaris.

4.2 Indirecte beoordeling

Bepaalde prestaties kunnen beoordeeld worden op basis van de informatie over de initiële prestaties of de historie van het product die verzameld werd tijdens de inventarisatie van de technische documenten. Ze kunnen ofwel aangetoond worden, dan wel afgeleid worden uit de technische fiches of andere technische documenten, waarbij men wel steeds rekening moet houden met de ingezamelde historische gegevens.

Als bijvoorbeeld uit de technische documentatie van een isolatiemateriaal dat men wenst te hergebruiken blijkt dat het om minerale wol gaat, dan kan de minimale warmtegeleidbaarheid λ ervan afgeleid worden.

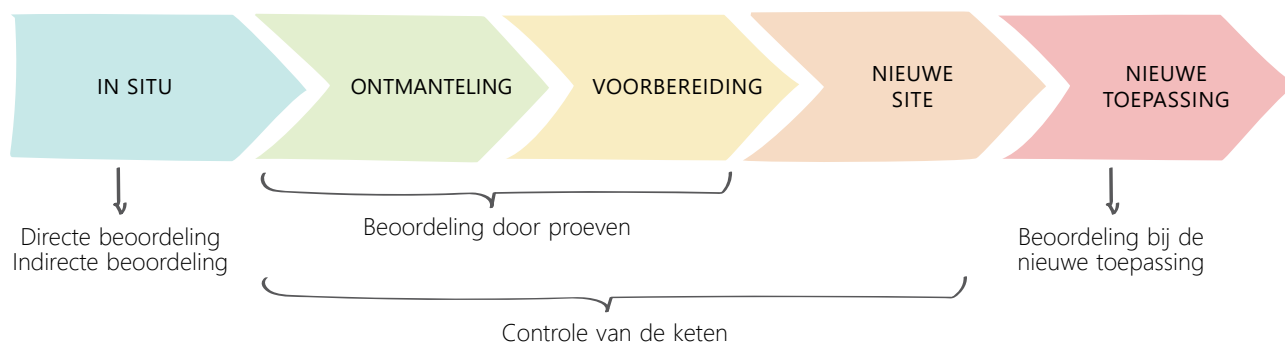
4.3 Beoordeling door proeven

Net zoals het geval is bij nieuwe producten, zullen er ook op hergebruikmaterialen vaak proeven uitgevoerd moeten

3 | Opslag van tegels met het oog op hun hergebruik.



Rotor



4 | Er kunnen verschillende bijkomende controles uitgevoerd worden in de loop van het ontmantelingsproces, tijdens de voorbereiding, tijdens de herplaatsing en bij de nieuwe toepassing.

worden. Men dient hierbij echter bijzondere aandacht te besteden aan de twee volgende punten.

In de normen voor nieuwe producten staan er proefmethoden beschreven ter beoordeling van hun technische prestaties. **Deze methoden zijn echter niet altijd toepasbaar op hergebruikmaterialen.** Zo moet de huidige proef ter beoordeling van de gladheid van straatstenen uitgevoerd worden op straatstenen met een vlak oppervlak en dit, terwijl een groot deel van de oudere straatstenen een gebogen oppervlak vertonen. Hun gladheid kan bijgevolg niet op deze manier beoordeeld worden. Bepaalde methoden zullen dus aangepast moeten worden.

In sommige gevallen zal het bovendien **nodig zijn om een statistische benadering te volgen**, aangezien de proefprotocollen gebaseerd zijn op een gestandaardiseerde productie en niet op een materialenvoorraad of een bepaalde partij. Indien men een uitspraak wil doen over de 'gladheid' van een partij van 10.000 tegels, zal men moeten bepalen hoeveel tegels er beproefd moeten worden om een prestatie voor de volledige partij te kunnen declareren.

4.4 Controle van de keten

Bovenop de beoordeling van de producten kan men ook overwegen om de hergebruikketen te controleren. In voorkomend geval wordt de nadruk niet zozeer gelegd op de beoordeling van de prestaties van de producten, maar veeleer op de **procedures en de competenties die toelaten om hun betrouwbaarheid vanaf de voorbereidingsfase tot hun hergebruik te verhogen.**

Zo kunnen bouwelementen waarvan de prestaties waarschijnlijk onder het vereiste niveau zullen liggen, reeds tijdens het ontmantelingsproces verwijderd worden door een vakman die hiervoor over de nodige kennis beschikt.

Er kunnen ook controles uitgevoerd worden tijdens de reiniging, de opslag, het hergebruik ... om de producten te filteren en uiteindelijk enkel de betrouwbare elementen over te houden.

Met het oog op de controle van de vorstbestendigheid en de sterkte van de gedemonteerde bakstenen, verifiëren bepaalde bedrijven reeds tijdens de reiniging ervan of deze niet beginnen af te schilferen en nog voldoende stevig zijn.

4.5 Beoordeling bij de nieuwe toepassing

In overleg met de bouwheer kunnen bepaalde eisen beoordeeld worden van zodra het product opnieuw geplaatst werd. Zo kan de homogeniteit van de kleur van hergebruikte tapijttegels beoordeeld worden onmiddellijk nadat deze op hun nieuwe locatie aangebracht werden. Uit de praktijk blijkt dat het op deze manier eveneens mogelijk is om technische installaties zoals ventilatiegroepen te beoordelen. Na hun directe en indirecte beoordeling kunnen de prestaties van deze installaties opnieuw gecontroleerd worden bij de heropstarting ervan op de nieuwe site. **Deze methode houdt echter meer risico's in** en moet geval per geval beoordeeld worden. De kans bestaat immers dat de bouwheer niet tevreden is over het product en dat het proces overgedaan moet worden.

Om de blijvende onzekerheid omtrent de productprestaties uit de wereld te helpen, kan er in bepaalde gevallen een controle op lange termijn uitgevoerd worden. Uit een doorgedreven monitoring of een herhaaldelijke beoordeling kan bijvoorbeeld blijken dat een product niet langer aan de vereisten voldoet. In dat geval kan het vervangen worden door de leverancier. Deze alternatieve praktijk kan dan gekoppeld worden aan het *pay for use*-model, waarbij onderhoud en levering gecombineerd worden. Dit betekent dat ook de leverancier zijn verantwoordelijkheid dient op te nemen en dat de monitoring van de prestaties gekoppeld wordt aan het onderhoud. ■

De in dit artikel voorgestelde aanpak vloeit voort uit een procedure die ontwikkeld werd door het WTCB in het kader van het EU-EFRO-project BBSM ('Le bâti bruxellois : source de nouveaux matériaux'). Ze is gebaseerd op een groot aantal praktijkgevallen en zal in de loop van de volgende jaren nog verder uitgewerkt worden.

Naar een (nog) betere recyclage van bouw- en sloopafval

België is al jaren een voorloper voor wat betreft de recyclage van het steenachtige afval uit de bouwsector. Zo wordt meer dan 90 % van dit afval vandaag de dag gerecycleerd. De transitie naar een circulaire economie daagt de sector echter uit om ook de andere materialen meer en op een hoogwaardige manier te recyclen.

A. Vergauwen, dr. ir.-arch., projectleider, laboratorium Duurzame en circulaire oplossingen, WTCB

J. Vrijders, ir., laboratoriumhoofd, laboratorium Duurzame en circulaire oplossingen, WTCB

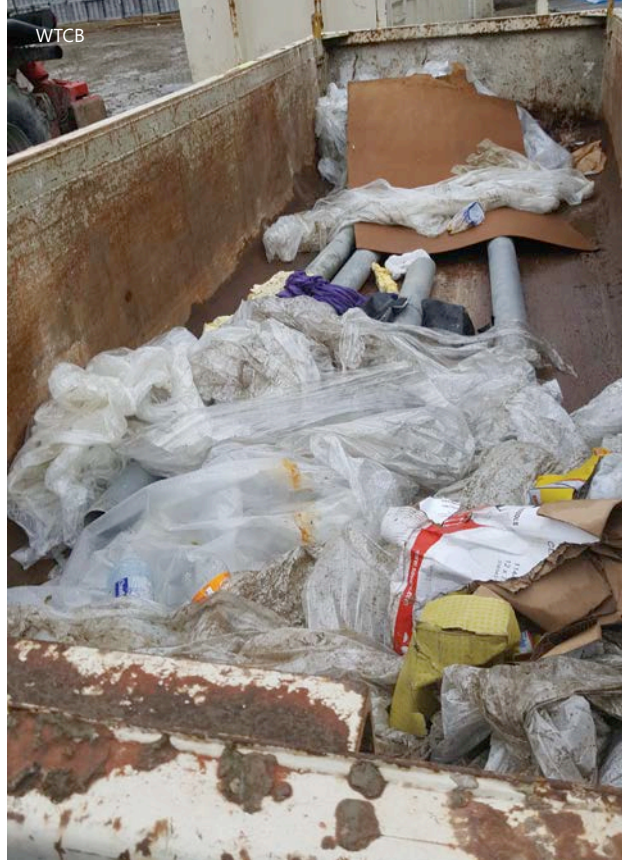
Van goed recyclen naar hoogwaardig recyclen

De laatste jaren is er bij de materiaalproducenten steeds meer interesse om secundaire grondstoffen (afkomstig van recyclage) in te zetten in nieuwe bouwmaterialen. Dit verlaagt immers de milieu-impact, is goed voor het imago van de onderneming en kan economisch interessant zijn, bijvoorbeeld omdat het recycleert goedkoper is dan de primaire grondstoffen of omdat er minder energie nodig is

bij de materiaalproductie. Om deze secundaire grondstoffen efficiënt te kunnen inzetten, is er echter nood aan een recyclageproces waarbij de kwaliteit en de waarde van de materialen zo veel mogelijk behouden blijft. Hierbij is het belangrijk dat de afvalstromen zo zuiver mogelijk zijn en dus dat er aan de bron al – dat wil zeggen op de bouwplaats – aan **selectieve inzameling** gedaan wordt (zie afbeelding 1). De verschillende aldus ingezamelde afvalstromen kunnen vervolgens via specifieke afzetkanalen afgevoerd en verwerkt worden (zie kader p. 29).

- 1 | Voorbeeld van een bouwplaats waarop de afvalstromen selectief ingezameld worden: naast de traditionele afvalstromen worden ook plasticafval, gevaarlijke materialen, isolatie, evenals papier en karton apart ingezameld (bouwplaats: Tivoli GreenCity - Kairos & THV BAM Contractors - Jacques Delens - CFE Brabant).





2 | Links: pilootwerf waarop het plastic verpakkingsafval apart ingezameld wordt
Rechts: conventionele praktijk met een gemengde container waarin het plasticafval veel plaats inneemt.

Innovatieve oplossingen voor bouwplaatsen

Hoewel de op de bouwplaats ontstane afvalstromen vaak zuiver zijn (veelal snijresten en overschotten), komen ze slechts in relatief kleine hoeveelheden vrij. Bijgevolg is het niet evident om voor dit afval geschikte recyclagecircuits te vinden. Zo liggen de kosten van een gescheiden afvoer niet altijd lager dan deze van een container voor gemengd afval. Toch worden er op heel wat bouwplaatsen inspanningen geleverd voor een beter afvalbeheer.

Binnen het project **Pilootwerven voor innovatief beheer van bouwafval** in Brussel (www.cpdb.brussels) werden er in samenwerking met verschillende grote en kleine aannemers een aantal innovatieve praktijken uitgetest op 17 werven. Hieruit is duidelijk naar voren gekomen dat een goede voorbereiding onontbeerlijk is om afvalbeheerkeuzes te kunnen maken. Door op basis van de meetstaat een schatting te maken van de vrijkomende afvalstromen, kan er bijvoorbeeld beslist worden om bepaalde fracties (bv. gipskarton of dakbitumen) al dan niet afzonderlijk in te zamelen. Zo bleek de aparte inzameling van plastic verpakkingsafval voor de meeste bouwplaatsen een rendabele maatregel te zijn: de kostprijs voor de inzameling van 6 m³ verpakkingsafval in zakken van 400 liter bedraagt immers slechts € 37,5 (15 zakken aan € 2,5) ten opzichte van € 120 voor de plaats die in een gemengde container ingenomen zou worden door een equivalente hoeveelheid plasticafval (zie afbeelding 2).

Verder is het interessant om te **monitoren welke afvalstromen er effectief afgevoerd worden**. Op die manier kan men nagaan of de containers al dan niet voldoende gevuld zijn (bv. of ze niet te veel leegtes bevatten door een slechte stapeling) en of er fouten gebeuren op de bouwplaats. Op

grote bouwplaatsen stelt men namelijk niet zelden vast dat de goedkopere 'monostroomcontainers' (bv. € 150/container voor steenpuin) 'gedeclasserd' moeten worden en uiteindelijk als – duurder – gemengd afval aangerekend worden (bv. € 300/container). Men kan dus heel wat kosten besparen door bijzondere aandacht te besteden aan de correcte en compacte vulling van de afvalcontainers.

Ook de toepassing van **nieuwe circulaire businessmodellen** kan interessante opportuniteiten bieden. Wat voor de ene aannemer immers een afvalstroom is, kan voor een andere (lokale) partij misschien wel als een grondstof dienen. Zo komt men tot een win-winsituatie met een positieve milieu-impact. Een voorbeeld hiervan is het Werflink-platform waarop aannemers hun materiaal- of materieeloverschotten ter beschikking kunnen stellen van hun collega's. Er zijn ook enkele inspirerende voorbeelden gekend van aannemers die hun houtafval weggeven aan bedrijven voor toepassing in serres, meubels, omheiningen, wandelpaden en dergelijke.

Sloopwerken: afval als grondstof

Ook bij sloopwerken geniet het de voorkeur om selectief te werk te gaan en de verschillende stromen apart te verwerken. Sloopwerken moeten dus niet langer beschouwd worden als een bron van afval, maar als een bron van materialen die hergebruikt kunnen worden. Hierbij is het belangrijk om een **kwalitatieve sloopinventaris** op te stellen. Door de hoeveelheden en de kwaliteit van de vrijkomende materialen correct in te te schatten, kan men de sloop immers beter voorbereiden en de selectieve inzameling optimaal organiseren. Daarom is het ook aangeraden dat dit document alle contaminanten en gevaarlijke stoffen oplijst. Het WTCB werkt

bovendien in het kader van het Europese FCRBE-project aan een methodologie om in de sloopinventaris ook potentieel herbruikbare materialen en componenten op te nemen.

Selectieve inzameling bij renovatiewerken: een logistieke uitdaging

Doordat renovatiewerken vaak in verschillende fasen uitgevoerd worden, waarbij specifieke gebouwonderdelen vervangen, aangepast of hersteld worden, vormen ze een interessante bron van specifieke afvalstromen (bv. ramen of dakpannen). De uitdaging bestaat er hierin om de inzameling van deze afvalstromen **logistiek te organiseren en economisch rendabel te maken**. Hiertoe zal men in de praktijk meer moeten inzetten op innovatieve ophaalsystemen, omgekeerde logistiek en samenwerkingen met materiaalleveranciers en producenten. In het Brussels Construction Consolidation Centre (BCCC) wordt er rond deze problematiek geëxperimenteerd door de logistieke organisatie van de aanvoer van nieuwe materialen te combineren met de omgekeerde logistiek van de afvoer van recupereerbare afvalstoffen (zie afbeelding 3).

Besluit

Het mag duidelijk zijn dat het in de bouwsector niet ontbreekt aan initiatieven met het oog op een betere recyclage van het bouw- en sloopafval. Dit neemt niet weg dat er nog meer ingezet moet worden op de **economische rentabiliteit** ervan. Dit vraagt echter om extra inspanningen van:

- de eindklant: is hij bereid extra te betalen?
- de overheid: kunnen er extra stimuli of regels opgelegd worden?
- de sector zelf: uitrollen van innovaties over de hele sector en de waardeketen.

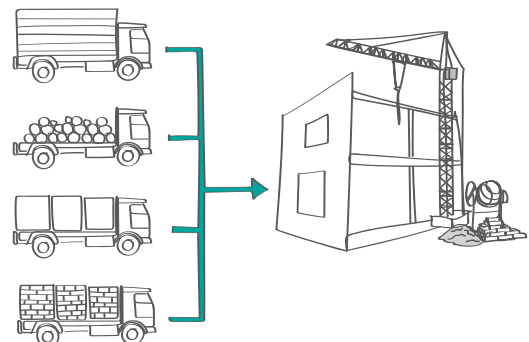
Wilt u als aannemer inzetten op een beter afvalbeheer en meer te weten komen over de inzamelmogelijkheden voor bepaalde afvalstromen? Neem dan contact op met het WTCB via research@bbri.be of het ATA-formulier (zie wtcb.be, rubriek Technische bijstand, Aanvraagformulier). Wij staan steeds tot uw dienst om u hierin te begeleiden.

Recyclage-oplossingen

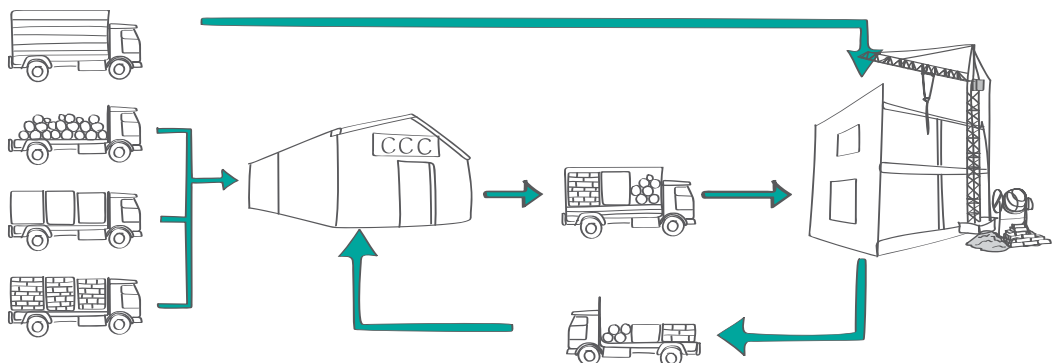
Door nevenstaande QR-code te scannen, ontdekt u een tabel die een overzicht geeft van verschillende inzamelkanalen of afvoermethoden voor specifieke afvalstromen.



Traditionele praktijk



BCCC-aanpak



- 3 | Boven: de traditionele praktijk waarbij de verschillende bouwmaterialen rechtstreeks op de bouwplaats geleverd worden. Onder: de bouwmaterialen worden eerst verzameld en opgeslagen in het BCCC. Daarna worden ze samen naar de bouwplaats getransporteerd en kan hetzelfde transportmiddel gebruikt worden om de afvalstromen naar het BCCC te vervoeren.

'As a Service': een nieuw circulair businessmodel

Daar waar ons huidige consumptie- en verkoopmodel voornamelijk gebaseerd is op de eenmalige aankoop van een product door de gebruiker die er vervolgens eigenaar van wordt, worden er de laatste tijd nieuwe economische modellen ontwikkeld die erin bestaan om de functie of het gebruik van een goed te verkopen in plaats van het product zelf. Deze zogenoemde *as a Service*-modellen bieden ook tal van opportuniteiten voor de bouwsector.

P. D'Herdt, ir., laboratoriumhoofd, laboratorium Licht, en EPB-coördinator, WTCB

A. Deneyer, ir., afdelingshoofd, afdeling Intelligente installaties en duurzame oplossingen, WTCB

As a Service in het dagelijkse leven

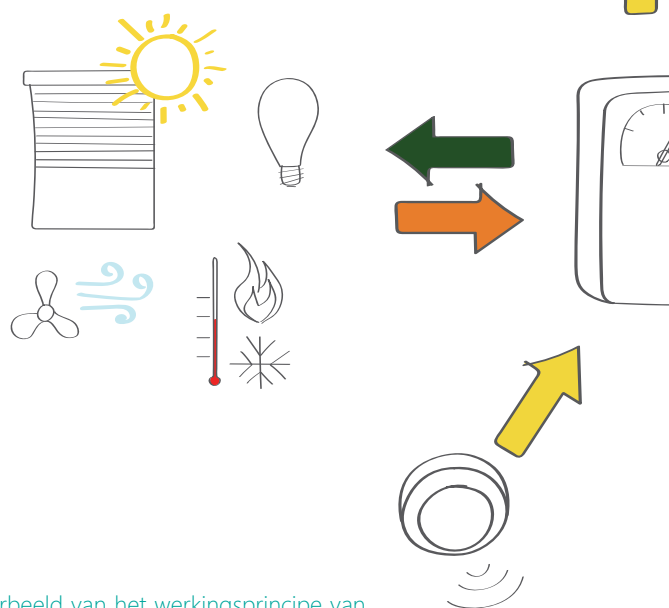
Hoewel de *as a Service*- of *aaS*-modellen pas sinds enkele jaren aan een sterke opmars bezig zijn, wordt dit principe in het dagelijkse leven al veelvuldig toegepast. Zo bezit de consument zelf geen elektriciteitscentrale of distributienet, maar betaalt hij voor de geproduceerde elektriciteit of voor het gebruik van het net. Dit wordt **Infrastructure as a Service of IaaS** genoemd. Ook op kleinere individuele schaal kunnen we voorbeelden van het *as a Service*-principe terugvinden, zoals het leasen van een wagen, bepaalde types verzekeringen of het gebruik van een webgebaseerde software.

De *as a Service*-modellen hebben eveneens hun intrede gedaan in de bouwwereld. Denken we hierbij bijvoorbeeld maar even aan huur-, onderhouds- en/of servicecontracten voor verwarming of ventilatiesystemen of aan het leasen van tapijttegels of liften.

Light as a Service

Dankzij de ontwikkeling van intelligente sensortoepassingen, de verdere miniaturisatie van de informatica en de veralgemening van de toegang tot het internet breiden de *as a Service*-mogelijkheden snel uit en kunnen alsmear meer producten als een dienst aangeboden worden (**Products as a Service of PaaS**). Een bekend voorbeeld hiervan is verlichting.

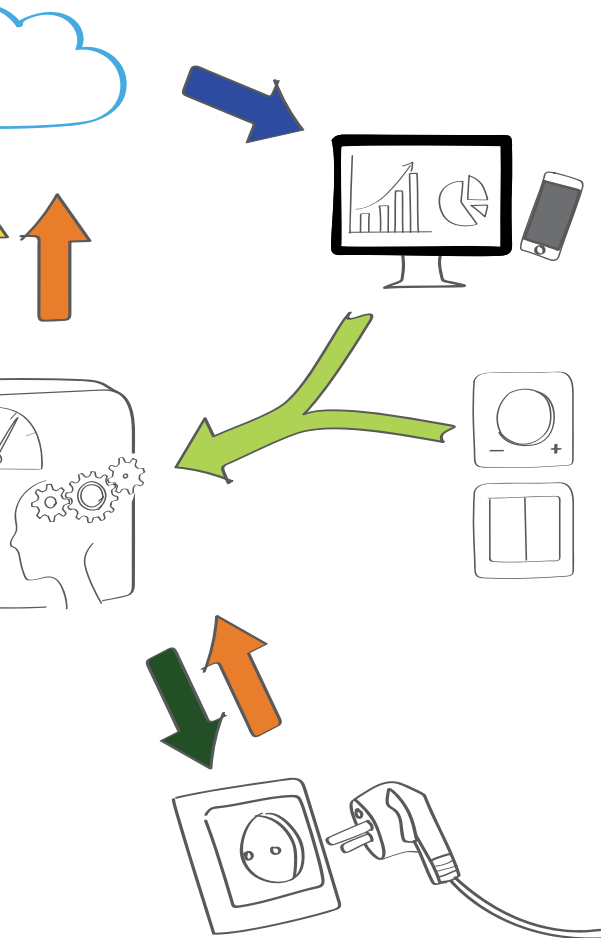
Tegenwoordig kiest men vaak voor ledarmaturen als verlichtingsoplossing omdat deze steeds efficiënter worden en over een lange levensduur beschikken.



Voorbeeld van het werkingsprincipe van een gebouwbeheersysteem.

Bovendien bieden ze talrijke opportuniteiten op het vlak van regeling en dit, mede dankzij de recente ontwikkelingen op het gebied van de informatica (bv. datavergaring, opslag in de cloud en internet of things). Hierdoor is het bijvoorbeeld mogelijk om de branduren en de prestaties op te volgen en om – indien nodig – tijdig in te grijpen en bij te sturen. Dit stelt de fabrikant in staat om de goede werking van zijn producten te garanderen en diensten aan te bieden in plaats van producten. Dit principe wordt ook wel *Light as a Service* of LaaS genoemd: **de consument betaalt niet voor het verlichtingstoestel zelf, maar wel voor het licht dat hij krijgt.**

Er werden intussen reeds **verschillende LaaS-modellen** ontwikkeld. Enerzijds zijn er de modellen waarbij de gebruiker op termijn eigenaar wordt van de verlichtingstoestellen door gedurende een bepaalde periode de elektriciteitskosten aan de energieleverancier te betalen, die op zijn beurt de installatie- en opvolgingskosten op zich neemt (*third party investment*). Hoewel deze modellen een zekere energiebesparing kunnen opleveren, is hun mogelijke bijdrage aan de circulaire economie eerder beperkt, omdat de afvalverwerking uiteindelijk in de handen van de consument belandt.



Anderzijds zijn er de modellen waarbij de leverancier eigenaar blijft van de lampen of toestellen en de gebruiker enkel voor de dienst betaalt. In dit geval is het de taak van de leverancier om een zo optimaal mogelijke werking gedurende een zo lang mogelijke levensduur te garanderen en om het toestel op het einde van zijn levensduur te hergebruiken of correct te verwerken. Deze modellen kunnen wel een belangrijke bijdrage leveren aan de circulaire economie.

Nood aan goede afspraken

Hoewel de *as a Service*-modellen dus duidelijk heel wat opportuniteiten bieden aan de bouwsector, brengen ze – net zoals alle nieuwe ontwikkelingen – ook een aantal uitdagingen met zich mee. Zo zal de klant overtuigd moeten worden van hun meerwaarde en zal de bouwprofessioneel garanties willen omtrent zijn inkomsten. Hierbij is het primordiaal om **duidelijke afspraken** te maken en **realistische doelstellingen** vast te leggen met betrekking tot (zie afbeelding):

- de gegevens die opgevolgd worden
- de manier waarop deze gegevens verwerkt worden
- de te voorziene alarmen
- de acties waartoe deze alarmen leiden
- de termijn waarbinnen deze acties uitgevoerd moeten worden.

Als de bouwprofessioneel eigenaar blijft van het toestel, is het bovendien aanbevolen om op voorhand **duidelijk vast te leggen wat ermee zal gebeuren op het einde van de levensduur** ervan: hoe en door wie moeten de materialen teruggenomen worden, verder verwerkt worden of – in het ideale geval – hergebruikt worden?

Daarnaast vergt de implementatie van deze modellen een zekere investering. De **financiële middelen** die hiervoor nodig zijn, kunnen echter een struikelblok vormen voor kleinere bedrijven. Een mogelijke oplossing hiervoor bestaat erin om zich aan te sluiten bij grotere spelers (bv. als plaatser of techniek in onderaanneming) en om op die manier hun activiteiten te verzekeren en uit te breiden. Ook bij dergelijke samenwerkingen zijn goede overeenkomsten uiteraard essentieel.

Besluit

Op voorwaarde dat er duidelijke afspraken gemaakt worden en dat het *as a Service*-concept verder verfijnd wordt door de terugkoppeling van ervaringen, kan iedereen er op termijn zijn voordeel uit halen: de klant geniet van de baten van het product en hoeft zich geen zorgen te maken over de opvolging of het afvalbeheer en de bouwprofessioneel beschikt over een nieuwe, continue bron van inkomsten.

Doordat er bovendien voortdurend toegezien wordt op de optimale werking van de toestellen en op de efficiënte verwerking ervan op het einde van hun levensduur, bieden de *as a Service*-modellen tal van mogelijkheden binnen de context van de circulaire economie. ■

Digitale technologieën ter ondersteuning van de circulaire economie

De nieuwe technologieën voor de verwerving, het beheer, de opslag en eventueel de optimalisatie van informatie bieden de bouwsector de opportuniteit om de circulariteit van gebouwen te verbeteren en dit, zowel dankzij de nauwkeurigheid en de betrouwbaarheid van de verzamelde informatie als door de optimalisatie van de uitwisselings- en ontwerpprocessen.

F. Denis, ir.-arch., adviseur, afdeling Digitale bouw, WTCB

J. Vrijders, ir., laboratoriumhoofd, laboratorium Duurzame en circulaire oplossingen, WTCB

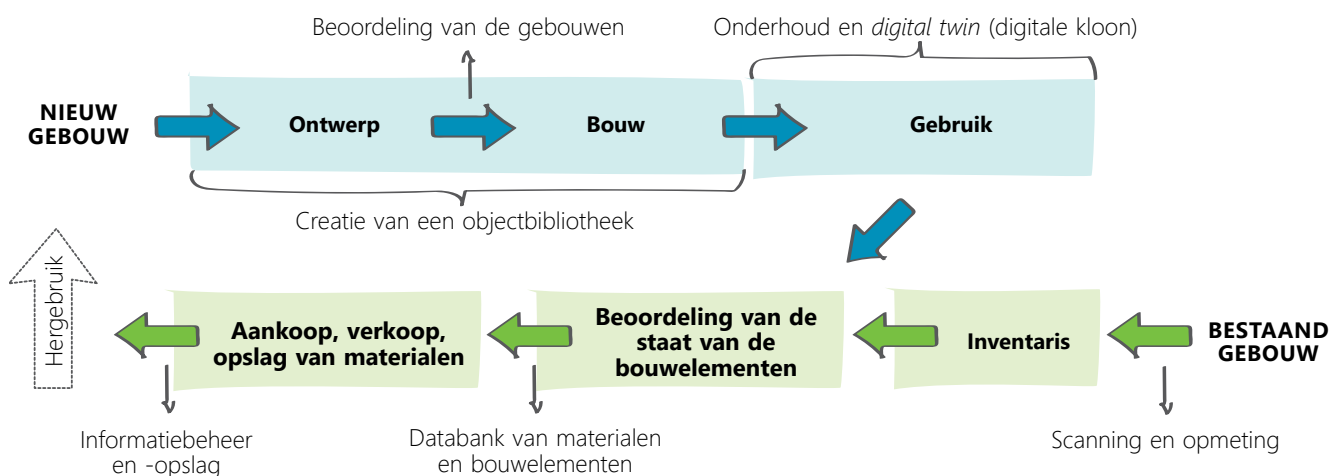
Daar waar de technische eigenschappen van een nieuw product aangeleverd worden door de fabrikant, beschikt men bij een tweedehands product vaak niet over deze informatie. De ontwikkeling van digitale hulpmiddelen heeft er echter voor gezorgd dat **de verwerving, de opslag en de overdracht van materiaalgegevens een stuk gemakkelijker geworden** is. Zodoende dragen deze hulpmiddelen bij aan de overgang naar een circulaire economie.

In dit artikel komen twee scenario's aan bod waarbij de digitale hulpmiddelen reeds een bijdrage leveren aan deze overgang:

- het ontwerp van een nieuw gebouw
- de inventarisatie van een bestaand gebouw.

1 Ontwerp van een nieuw gebouw

Bij het ontwerp van een nieuw gebouw kan men gebruikmaken van BIM. De objectgerichte aanpak hiervan, die impliceert dat elk element in het model gekenmerkt wordt door een lijst van eigenschappen en parameters, maakt het mogelijk om de informatie met betrekking tot de verschillende bouwelementen in het model te integreren, te bewaren en te beheren. Hoewel deze aanpak op zich al gunstig is voor het bouwproces, zullen we in de volgende drie punten de mogelijkheden die geboden worden door de opslag en het beheer van deze informatie beoordelen in het kader van de circulaire economie.



1 | Integratie van BIM in de verschillende fasen van het bouw- en ontmantelingsproces.

1.1 Genereren van informatie en objectbibliotheek

Aan het begin van het project kan er **voor de bouwelementen een soort paspoort** opgesteld worden dat zowel hun technische en milieu-eigenschappen als hun historiek samenvat. Deze gegevens kunnen gebruikt worden om het vertrouwen in een product te vergroten en dus het hergebruik ervan te stimuleren. Ze kunnen ook opgevolgd en geanalyseerd worden om meer te weten te komen over de evolutie van de technische eigenschappen van de elementen op lange termijn. Indien deze laatste aan bepaalde kwaliteitsnormen of specifieke labels beantwoorden, is het eveneens mogelijk om dit in het paspoort te vermelden.

Het BIM-model van een nieuw gebouw kan dus beschouwd worden als een verzameling van objecten, gekoppeld aan een reeks eigenschappen en technische kenmerken.

1.2 Beoordeling van gebouwen

Tijdens het ontwerp kan de aan de objecten gelinkte informatie gebruikt worden bij de uitvoering van bepaalde studies en om na te gaan of de regels van goede praktijk of de normen nageleefd worden. Zo kan de demonteerbaarheid van vervangbare elementen gemakkelijk beoordeeld worden.

Net zoals bij een analyse van de energieprestaties van een gebouw (EPB), waarbij er rekening gehouden wordt met de fysische eigenschappen van de materialen en de geometrie van het gebouw, kan de **milieu-impact van een gebouw beoordeeld worden met behulp van levenscyclusanalyses (LCA)**, gebaseerd op de materiaaleigenschappen en de geometrie ervan.

Om de aanpasbaarheid van een gebouw en de hergebruiksmogelijkheden te kunnen beoordelen, moeten er vandaag de dag complexe studies uitgevoerd worden waarvoor de tussenkomst van een expert vereist is. Deze beoordeling zou aanzienlijk vergemakkelijkt kunnen worden door de ontwikkeling van toegankelijke hulpmiddelen die een beroep doen op de gegevens uit BIM-modellen om de impact van deze aanpasbaarheid – zelfs op een vereenvoudigde manier – te kwantificeren en te kwalificeren. Naar analogie met de huidige energiestudies voor gebouwen zou de ontwerper dan zijn keuzes ten opzichte van elkaar kunnen afwegen om een compromis te vinden tussen de bouwkosten, de hergebruiksmogelijkheden en de milieu-impact van zijn ontwerp en materiaalkeuzes.

1.3 Onderhoud van gebouwen en digital twin

Alle tijdens de ontwerpfase gegenereerde en opgeslagen gegevens worden voortdurend geüpdatet en dit, niet alleen bij het maken van de bouwkeuzes, maar ook nadat het gebouw opgetrokken is. Zo evolueert de aan de elementen verbonden informatie mee met het bouwwerk. Dit wordt een **digital twin** of digitale kloon genoemd.

Deze aanpak vereenvoudigt niet alleen de bouw, maar ook het onderhoud, de renovatie en het toekomstige hergebruik.



2 | Voorbeeld van de informatie die gewoonlijk in een materiaalpaspoort van een gebouw vermeld wordt.

Zo doet de *digital twin* tijdens de ontwerp- en bouwphase dienst als een digitaal prototype van het toekomstige gebouw en laat hij toe om simulaties uit te voeren met het oog op het maken van bouwkeuzes en het uitwerken van verschillende scenario's. Ook wanneer het gebouw opgetrokken is, blijft deze kloon zich verder ontwikkelen:

- in de eerste plaats om de *as-built* dossiers op te stellen
- in de tweede plaats om de gegevens met betrekking tot het gebruik van het gebouw en de mogelijke wijzigingen die zich tijdens deze fase kunnen voordoen, op te slaan.

Als een bouwelement hersteld of vervangen moet worden omwille van een specifieke beschadiging of simpelweg omwille van een normale slijtage, is het mogelijk om de opgeslagen gegevens over dit element te raadplegen teneinde de fabrikant en de technische eigenschappen ervan te weten te komen. Dit kan de vervanging of – als de staat van het element het toelaat – het hergebruik ervan vergemakkelijken.

Momenteel werken er tal van onderzoekers en professionals uit de bouwsector aan een meer concrete definitie van de inhoud van deze 'objecten-' of 'materiaalpaspoorten'. Om de duurzaamheid van deze informatie te garanderen (bv. voor wat betreft de toegankelijkheid ervan en de mogelijkheid om deze binnen meerdere tientallen jaren nog te kunnen raadplegen), is het bovendien essentieel om te bepalen welke gegevens bewaard moeten worden en hoe dit moet gebeuren (bv. bestandsformaat of al dan niet fysieke drager).

2 Inventarisatie van bestaande gebouwen

Er moet ook bijzondere aandacht besteed worden aan de toepassing van deze technologieën in het bestaande gebouwenpark, dat een aanzienlijk deel van het patrimonium uitmaakt.

2.1 Inventarisatie

Vermits er voor bestaande gebouwen doorgaans (nage-noeg) geen informatie in digitaal formaat voorhanden is, bestaat de eerste stap erin om de beschikbare gegevens te inventariseren en op te slaan.

De digitaliseringstechnieken voor bestaande gebouwen zijn in volle expansie. Zo kan zowel de binnenkant als de buitenkant van een gebouw tegenwoordig gemakkelijk op een (semi-) automatische manier vertaald worden naar een driedimensionaal model. De **door laserscanners of fotogrammetrie gegenereerde puntenwolken** vormen dan de ruwe *as-built* gegevens van het BIM-model. Hoewel deze gegevens uiterst nauwkeurig en gedetailleerd zijn, ontbreekt het hen jammer genoeg aan structuur. Bijgevolg kan het aanzienlijke inspanningen vergen om er nuttige informatie uit te halen.

Om de materiaalinventaris van een bestaand gebouw te kunnen structureren, moet men over de volgende gegevens beschikken:

- de aard van de aanwezige materialen
- hun staat
- hun hoeveelheid.

Er bestaan tal van innovatieve tools om deze informatie te extraheren. Denken we hierbij maar even aan de voormelde 3D-scanners. Andere tools zijn bijvoorbeeld gewijd aan de identificatie van eenvoudige geometrische vormen in de puntenwolk (zie onderstaande afbeelding). Deze tools vergemakkelijken het werk van de 3D-tekenaar en maken het mogelijk om snel de hoeveelheden (lengte, oppervlakte en volumes van het gebouw) te achterhalen.

In het tijdperk van de artificiële intelligentie kan men echter nog een stap verder gaan. Zo beginnen de 3D-scansystemen steeds vaker aangevuld te worden met geavanceerde algoritmes om de **automatische identificatie van gebouwonderdelen, materialen en zelfs schadegevallen** te vergemakkelijken. Dit maakt de overstap van de 3D-scan naar

het BIM-model, in het zogenaamde *scan-to-BIM*-proces, veel minder tijdrovend en daardoor makkelijker om te zetten in de praktijk.

2.2 Hergebruik van de materialen

Zodra deze gegevens verzameld of opgeslagen zijn, kunnen ze gebruikt worden om **(digitale) materiaal- en bouwelementenbibliotheken** te genereren. Net zoals bij de creatie van een materiaalbibliotheek voor een nieuw gebouw, kunnen ze de eventuele vervanging of het onderhoud van een bouwelement vergemakkelijken.

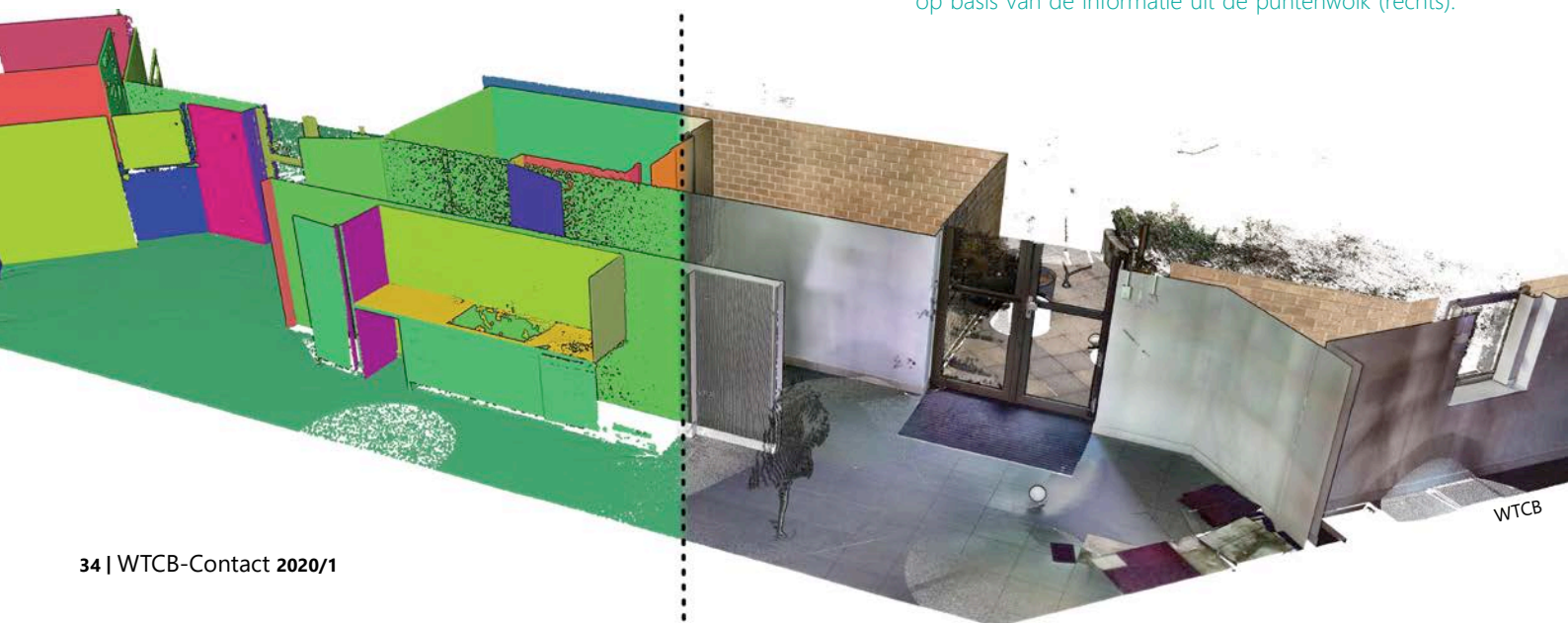
In tegenstelling tot bij een nieuw gebouw is het echter niet de generieke informatie van de fabrikant die gebruikt wordt. In sommige gevallen is het mogelijk, of zelfs noodzakelijk, om de geometrie en de tijdens de inventarisatie verzamelde informatie te gebruiken om de objecten te kwalificeren (zie artikel p. 23).

2.3 Informatiebeheer

De verzamelde en opgeslagen gegevens kunnen niet alleen gebruikt worden om de objecten te documenteren en zodoende hun evolutie in de tijd te volgen, maar kunnen ook ter beschikking gesteld worden op internetplatforms om de aan- en verkoop van hergebruikmaterialen en -elementen te vergemakkelijken. Elk bouwelement beschikt dus over een historiek die geraadpleegd kan worden op een platform, dat vergelijkbaar is met gekende websites voor particulieren.

Bestaande gebouwen maken het met andere woorden mogelijk om de databanken en materiaalbibliotheken aan te vullen naarmate de renovatiewerkzaamheden vorderen (op dezelfde manier als bij nieuwe gebouwen). Dit neemt niet weg dat men zowel voor nieuwe gebouwen als voor oude bijzondere aandacht moet blijven besteden aan de integriteit en de kwaliteit van de informatie. ■

3 | Automatische detectie van de omvang, de positie en de samenstelling van de verschillende bouwelementen (links) op basis van de informatie uit de puntenwolk (rechts).



Projecten

Binnen het WTCB lopen er momenteel verschillende projecten die verband houden met de circulaire economie in de bouw. Hieronder volgt een kort overzicht:

- **BBSM** – *Le bâti bruxellois : source de nouveaux matériaux* (FEDER)
- **BCCC** – *Brussels Construction Consolidation Centre* (Innoviris)
- **B-LCA** – Methodologisch kader voor het uitvoeren van LCA in de bouw (FOD Economie)
- **CBCI** – *Circular Biobased Construction Industry* (Interreg 2Seas)
- **Circulaire School voor de Toekomst** (Vlaanderen Circulair)
- **Circular Concrete** (SIM & VLAIO)
- **C-Tech** – Technologische Dienstverlening Duurzaam Bouwen in Brussel (Innoviris)
- **CWality-dossiers**, zoals *Retrofit-Fenêtres* en *S-CLT* (SPW)
- **Digital Deconstruction** – *Advanced Digital Solutions Supporting Reuse and High-Quality Recycling of Building Materials* (InterregNWE)
- **FCRBE** – *Facilitating the Circulation of Reused Building Elements in North-West Europe* (InterregNWE)
- **Label Circulair Gebouw** (Vlaanderen Circulair)
- **Material World** (TETRA-VLAIO)
- **Normen-Antennes** Beton-mortel-granulaten, Verlichting, Energie en binnenklimaat ... (FOD Economie)
- **Pilootwerven voor innovatief beheer van bouwafval** (Brussel Leefmilieu)
- **Proeftuin Circulair Bouwen** (Vlaanderen Circulair & OVAM)



Publicaties

De WTCB-publicaties zijn beschikbaar:

- op onze website:
 - gratis voor aannemers die lid zijn van het WTCB
 - via abonnement voor andere bouwprofessionelen (registratie op www.wtcb.be)
- in gedrukte vorm en op usb-stick.

Voor bijkomende inlichtingen kan u ons telefonisch bereiken op het nummer 02/529.81.00 (van 8u30 tot 12u00) of kan u steeds bij ons terecht per mail (publ@bbri.be).

Opleidingen

- Voor meer informatie met betrekking tot de opleidingen kan u zowel per telefoon (02/716.42.11) als per e-mail (info@bbri.be) contact opnemen met T. Vangheel.
- Nuttige link: www.wtcb.be (rubriek 'Agenda').



Publicatie van het Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf, inrichting erkend bij toepassing van de besluitwet van 30 januari 1947

Verantwoordelijke uitgever: Olivier Vandooren, WTCB, Lombardstraat 42, B-1000 Brussel

Dit is een tijdschrift van algemeen informatieve aard. De bedoeling ervan is de resultaten van het bouwonderzoek uit binnen- en buitenland te helpen verspreiden.

Het, zelfs gedeeltelijk, overnemen of vertalen van de teksten van dit tijdschrift is slechts toegelaten mits schriftelijk akkoord van de verantwoordelijke uitgever.

www.wtcb.be

Taalkundige herziening en lay-out:
J. Beauclercq en J. D'Heygere
Vertaling: J. Beauclercq en D. Van de Velde
Illustraties: R. Hermans, D. Rousseau en Q. van Grieken



Onderzoekt • Ontwikkelt • Informeert

Het WTCB vormt al meer dan 55 jaar hét wetenschappelijke en technische middelpunt van de bouwsector. Het Centrum wordt hoofdzakelijk gefinancierd met de bijdragen van 95.000 aangesloten Belgische bouwbedrijven. Dankzij deze heterogene ledengroep zijn bijna alle bouwberoepen vertegenwoordigd en kan het WTCB bijdragen tot de kwaliteits- en productverbetering.

Onderzoek en innovatie

Een industrietak zonder innovatie is als cement zonder water. Het WTCB heeft er daarom voor gekozen om zijn onderzoeksactiviteiten zo nauw mogelijk te laten aansluiten bij de noden van de sector. De Technische Comités die de WTCB-onderzoeken sturen, zijn samengesteld uit bouwprofessionelen (aannemers en experts) die dagelijks op het terrein staan.

Met de hulp van verschillende officiële instanties stimuleert het WTCB bedrijven om steeds verder te innoveren. De begeleiding die we aanbieden, is afgestemd op de actuele maatschappelijke uitdagingen en van toepassing op diverse domeinen.

Ontwikkeling, normalisatie, certificering en goedkeuring

Op vraag van overheden of privébedrijven werkt het WTCB ook mee aan diverse ontwikkelingsprojecten (contractresearch). Zo is het Centrum niet alleen nauw betrokken bij de activiteiten van de nationale (NBN), Europese (CEN) en internationale (ISO) normalisatie-instituten, maar ook bij instanties zoals de Belgische Unie voor de technische goedkeuring in de bouw (BUtgb). Al deze projecten geven ons meer inzicht in de bouwsector, waardoor we sneller kunnen inspelen op de noden van de verschillende bouwberoepen.

Informatieverspreiding en steun aan bedrijven

Om de kennis en ervaring die op deze manier vergaard wordt op een efficiënte manier te delen met de bedrijven uit de sector, kiest het Centrum resoluut voor de weg van de informatica. Onze website is zo opgesteld dat elke bouwprofessioneel met slechts enkele muisklikken de gewenste WTCB-publicatiereeksen of bouwnormen terugvindt.

Goede informatieverspreiding kan echter niet enkel elektronisch. Een persoonlijk contact is vaak nog steeds de beste aanpak. Jaarlijks organiseert het Centrum ongeveer 750 informatiesessies en themadagen voor bouwprofessionelen. Ook de aanvragen voor onze afdeling Technisch advies blijven binnenstromen, met meer dan 18.000 verstrekte adviezen per jaar.

Maatschappelijke zetel

Lombardstraat 42, B-1000 Brussel
tel. 02/502 66 90
fax 02/502 81 80
e-mail: info@bbri.be
website: www.wtcb.be

Kantoren

Lozenberg 7, B-1932 Sint-Stevens-Woluwe
tel. 02/716 42 11
fax 02/725 32 12

- technisch advies – publicaties
- beheer – kwaliteit – informatietechnieken
- ontwikkeling – valorisatie
- technische goedkeuringen – normalisatie

Proefstation

Avenue Pierre Holoffe 21, B-1342 Limelette
tel. 02/655 77 11
fax 02/653 07 29

- onderzoek en innovatie
- vorming
- bibliotheek

Brussels Greenbizz

Dieudonné Lef  vreststraat 17, B-1020 Brussel
tel. 02/233 81 00