

BETON EN DUURZAAM BOUWEN

- **CONCEPTEN**
- **CONTEXTUALISEREN VAN EEN PROJECT**
- **DUURZAAMHEID COMMUNICEREN**



De noodzaak om de principes van duurzame ontwikkeling toe te passen in de bouwsector moet vandaag niet meer worden aangetoond. Toch is het begrip duurzaam bouwen zelf nog in beweging en de definitie ervan is soms te restrictief. Deze publicatie biedt een definitie en geeft een overzicht van de plaats die beton erin inneemt. Er worden zes « contexten » gebruikt om een reeks kwalitatieve criteria te structureren. De voorgestelde volgorde geeft een idee van de prioriteiten en dient als basis voor de denkpistes, maar moet worden aangepast naargelang het geval : site, type bouwplaats... Het is duidelijk dat elk van de actoren van een gebouw zich bewust moet zijn van de onderlinge samenhang van de verschillende criteria en een globale visie moet nastreven.

DE CONTEXTEN

Vuur / Aarde / Lucht / Water / Leven / Maatschappij

DUURZAAM BOUWEN

Hoe een project « contextualiseren » ? Een systematische en globale benadering op elk project-niveau, in elke fase van het ontwerpproces en van de levenscyclus :

DE MATERIALEN VERVAARDIGEN

Het is van cruciaal belang om informatie te verzamelen over de producten en procedés die in een gebouw worden aangewend. Er moet rekening worden gehouden met alle fasen van de levenscyclus van het gebouw. Beton is het meest gebruikte bouw materiaal ter wereld. Het heeft tal van toepassingen, maar wat is zijn positie ten opzichte van andere materialen ?

HET PROJECT ONTWERPEN

Er kan slechts sprake zijn van duurzaam bouwen als het gebouw als zodanig is opgevat vanaf het eerste schetsontwerp tot de constructiedetails. Het is dus de kritieke fase om tot werkelijk duurzaam bouwen te komen.

DE WERKEN UITVOEREN

De bouwfase, ongeacht of het een renovatie of nieuwbouw betreft, omvat ook de eventuele afbraak van onderdelen, evenals de verbouwingen en onderhoudsfasen die elkaar opvolgen tijdens de levensloop van het gebouw. Het is meestal een korte fase, maar de hinder en de vervuiling die deze veroorzaakt, mogen niet langer worden verwaarloosd.

DE PLEK BEWONEN

Hoewel de gebruiksfase op geregelde tijdstippen wordt onderbroken voor onderhoud en eventuele verbeteringswerken, duurt zij logischerwijs het langst. Of het nu gaat om infrastructuurwerken of gebouwen, het gedrag van bewoners en gebruikers kan aanzienlijke gevolgen hebben op lange termijn.

DUURZAAMHEID COMMUNICEREN

Het begrip duurzaam bouwen heeft betrekking op alle actoren in de bouwsector. Iedereen moet op zijn niveau handelen. Dit laatste hoofdstuk wijst op het belang van sensibilisering en stelt het huidige normatief kader en zijn evolutie voor.

DE CONTEXTEN

De drie pijlers van duurzame ontwikkeling zijn : milieu, maatschappij en economie. Hier nemen ze de vorm aan van zes contexten : Aarde, Vuur, Lucht, Water, Leven en Maatschappij (*zie overzicht op volgende blz.*). Deze keuze is uiteraard arbitrair maar biedt de mogelijkheid om een totaalbeeld te vormen. Er mag niet worden vergeten dat de contexten onderling afhankelijk zijn en dat de volgorde waarin deze worden voorgesteld slechts een relatieve prioriteitenrangorde weerspiegelt.







Fig. 1 : Voormalige maaldery heringericht als woonruimte en kantoren (arch. Bureau voor Architectuur®, foto A.Nullens)



Fig. 2 : Nieuwe woning in Nederkerkeel (Mijn Huis Mijn Architect, Editie 2009) : “...De woning wordt verwarmd en passief gekoeld d.m.v. een warmtepomp ; het geluid van landende en opstijgende vliegtuigen werd onder controle gehouden door een doordachte detaillering.” (arch. Hasa, foto A. Nullens)

SITUERING DUURZAME ONTWIKKELING CONTEXTEN	1. VUUR	2. AARDE
		
	LICHT, ENERGIE	OMVANG MIDDELEN
Patrimonium/middelen	De verschillende energiebronnen : de energievectoren De hernieuwbare energiebronnen (HEB)	Onze drager Het landschap
Cyclus (Vorming / assimilatie / regeneratie) en verwante begrippen	Energie-efficiëntie (EE) Rationeel energiegebruik (REG)	Ecologische voetafdruk Mobiliteit: vervoer en toegankelijkheid
Vaststellingen	Wereldwijde klimaatverandering op het planeetoppervlak Uitputting van fossiele brandstoffen Snelle groei van de energievraag Toename van UV-straling en elektromagnetische emissies	Ernstige vervuiling en bodemverarming Versnelde erosie van de kusten Vervuiling van de oceaan- en kustgebieden Groei en verdichting van het wegennet te land

3. LUCHT	4. WATER	5. LEVEN	6. MAATSCHAPPIJ
			
AKOESTIEK, ATMOSFEER	BRON VAN LEVEN	BIODIVERSITEIT	ECONOMIE, PATRIMONIUM
<p>Ze beschermt ons We ademen ze in</p>	<p>Bron van leven en levensvoorwaarde Overall in aanwezig</p>	<p>Fauna en flora (biocenose)</p>	<p>De mensen en hun socio-economisch welzijn</p>
<p>Broeikaseffect en broeikasgassen : CO₂, NH₄,...</p> <p>Afbraak van de stratosferische ozonlaag en vorming van troposferisch ozon</p> <p>Verzurende gassen</p> <p>Fijn stof</p> <p>Vluchtige organische stoffen (VOS)</p>	<p>Allerhande vervuiling en eutrofiëring</p> <p>Behandeling afvalwater</p> <p>Eigenschappen en watergeheugen</p>	<p>Biodiversiteit van de ecosystemen</p> <p>Gezondheid</p> <p>Hygiëne</p> <p>Medisch en genetisch patrimonium</p>	<p>Bevolking</p> <p>Verstedelijking</p> <p>Ondervoeding</p> <p>Onderwijs</p> <p>Lokale en globale economie en financiering</p> <p>Gemiddeld inkomen en koopkracht</p> <p>Cultureel en spiritueel patrimonium</p> <p>Normen / Wetgeving</p>
<p>Verstoring van het klimaat door broeikasgassen</p> <p>Aantasting luchtkwaliteit in woningen (VOS, stof...) en buiten (smog)</p>	<p>Vervuiling van oceanen, stromen, rivieren, en van het grondwater</p> <p>Smelting van gletsjers en stijging van het oceaanniveau</p> <p>Wijziging van zeestromingen</p> <p>Overstromingen, droogte en woestijnvorming</p> <p>Zure regen en tekort aan zoet water</p>	<p>Instorting van de biodiversiteit</p> <p>Vernietiging van de natuurlijke landschappen en ontbossing</p> <p>Verspreiding van GGO's</p> <p>Ziektes van koralen en verdwijning van grote vissen</p> <p>Verdwijning van bestuivende insecten</p> <p>Opduiken van nieuwe virussen</p>	<p>Wereldbevolking: 6,8 miljard in maart 2010</p> <p>Het verbruik neemt sneller toe dan de bevolking</p> <p>Grote inkomensverschillen op lokaal en wereldniveau</p> <p>Ondervoeding en problematische toegang tot drinkwater</p> <p>Moeilijke toegang tot huisvesting en eigendommen</p>

foto's : Frederico Stevanin *, (anoniem) *, Lydia Jacobs **, Francesco Marino *, Christian Meyn *, Bobby Mikul **
bronnen : * freedigitalphotos.net, ** publicdomainpictures.net

DUURZAAM BOUWEN

De terminologie « duurzame ontwikkeling » wordt soms lukraak gebruikt... Het begrip wordt vandaag nog massaal als positief ervaren, maar hoelang zal het nog duren eer deze populariteit het concept in zijn totaliteit ongeschikt maakt? Reeds in 1987 gaf het rapport Brundtland van de Verenigde Naties – « *Our common future* » – een beeld van de toestand van respectievelijk het milieu en de ontwikkeling op wereldniveau (sociaal, economisch, cultureel en politiek). Het rapport kwalificeert « ontwikkeling » als « duurzaam » wanneer deze « aansluit op de behoeften van het heden zonder het vermogen van de toekomstige generaties om in hun eigen behoeften te voorzien in gevaar te brengen ».

Of het nu gaat om bioklimatische of « houdbare » architectuur, ecologisch bouwen of duurzaam bouwen, het belangrijkste is om op elk projectniveau en in elke fase van de levenscyclus van het bouwwerk, objecten en mensen in hun contexten te laten « samen leven ».

Figuur 3 toont hoe een aantal rechtstreeks of onrechtstreeks betrokken actoren op elk van de projectniveaus met het bouwwerk zijn verbonden. De verschillende spelers zijn niet allemaal op hetzelfde ogenblik betrokken partij. Figuur 4 herneemt de belangrijkste fasen van de levenscyclus van een bouwwerk. Zij komen in de volgende hoofdstukken aan bod.





Materiaal Systeem		Fabrikanten/Verdelers Installateurs Gebruikers
Gebouw		Architecten Bedrijven Bewoners
Stad		Burgers Nationale en regionale instanties
Territorium		Medeburgers Internationale instanties

Fig. 3 : Projectniveaus en overeenkomstige actoren

foto's : Peter Griffin (publicdomainpictures.net), Hannes Keller (visipix.com), Michel Sterling (publicdomainpictures.net), NASA (earthobservatory.nasa.gov)

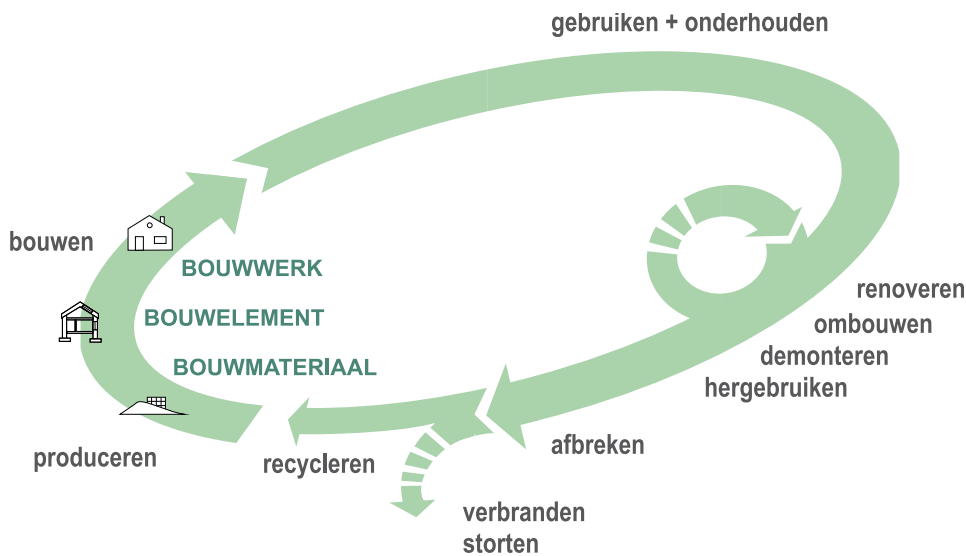


Fig. 4 : De totale levensduur van een bouwwerk wordt gekenmerkt door een aantal opeenvolgende etappes : productie van materialen, prefabricage in de fabriek of realisatie op de bouwplaats, een gebruiksfase geoptimaliseerd door aangepast onderhoud, eventuele transformaties, recyclage aan het einde van de levensloop... NB: In het schema verwijst de term 'element' naar een functioneel onderdeel van het gebouw (b.v. buitenwand) dat meestal uit verschillende materialen bestaat (b.v. buitenspouwblad + isolatie + dragende muur + binnenafwerking) (bron: FEBELCEM)

Om dit « samen leven » te garanderen, en dus te streven naar wat men duurzaam bouwen kan noemen, moet het project tijdens het ontwerpproces en op elk procesniveau worden « gecontextualiseerd ». Deze aanpak moet in elke fase van de levenscyclus worden doorgetrokken. Figuur 5 geeft aan dat voor elk van de zes contexten systematisch de optimale manier moet worden nagestreefd om :

- te **GENIETEN VAN** van de positieve inbreng van de context;
- **ZICH** te **BESCHERMEN** tegen de overlast afkomstig van de context;
- de context te **LATEN GENIETEN VAN** wat positief voor hem kan zijn;
- de context te **BESCHERMEN** tegen de overlast waaraan hij mogelijk wordt blootgesteld.

Deze benadering zorgt ervoor dat een niet-exhaustieve reeks van gevoelige punten kan worden opgesomd die in de loop van het traject opduiken. **Deze punten worden samengebracht in de tabel op de volgende pagina's. Sommige thema's zullen verder worden uitgewerkt, andere vallen buiten het kader van deze publicatie.** Er bestaan tal van methoden naast elkaar, maar opdat elk van de spelers de kosten/batenverhouding van zijn acties kan evalueren, is een goed totaalbeeld noodzakelijk. Deze methodes komen aan bod in het laatste hoofdstuk.

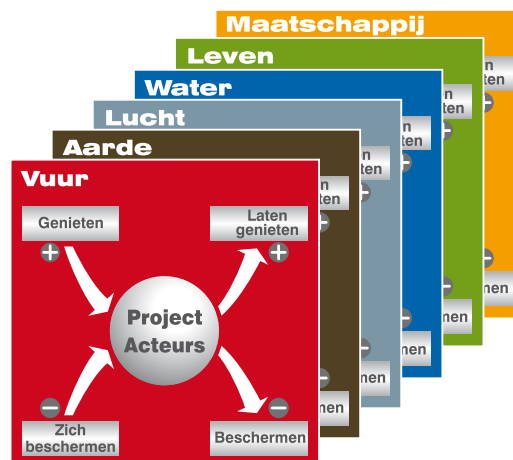


Fig. 5: Zijn project "contextualiseren" (bron: Architecture et Climat)

HET PROJECT CONTEXTUALISEREN

	1. VUUR	2. AARDE
MATERIALEN FABRICEREN	<p>De grijze energie in rekening brengen (M.1.1)</p>	<p>De samenstelling van de materialen kennen (M.2.1)</p> <p>Het grondstoffenverbruik kwantificeren (M.2.2)</p> <p>De circuits van afvalrecyclage evalueren (M.2.3)</p>
HET PROJECT ONTWERPEN	<p>Het energieverbruik tot het minimum beperken (C.1.1)</p> <p>Het energietype kiezen (C.1.2)</p> <p>Het thermisch en visueel comfort garanderen (C.1.3)</p>	<p>Het ruimtegebruik beperken (C.2.1)</p> <p>Inspelen op de vervoersbehoeften veroorzaakt door de keuze van de site (C.2.2)</p> <p>De binnen- en buitenruimte vormgeven (C.2.3)</p> <p>De toegankelijkheid en de zachte mobiliteit bevorderen (C.2.4)</p>
DE WERKEN UITVOEREN	<p>Het energieverbruik tot het minimum beperken (T.1.1)</p> <p>De oppervlakte-temperaturen controleren (T.1.2)</p>	<p>De afvalproductie beheersen (T.2.1)</p> <p>Materiaalverbruik en -transport beheersen (T.2.2)</p>
DE PLEK BEWONEN	<p>Het energieverbruik tot het minimum beperken (H.1.1)</p> <p>Zorgen voor het onderhoud van het verwarmingssysteem (H.1.2)</p> <p>Brandstof-bevoorrading voorzien (H.1.3)</p>	<p>De afvalproductie beheersen (H.2.1)</p> <p>Kiezen voor zachte mobiliteit (H.2.2)</p> <p>Het onderhoud van het gebouw verzekeren (H.2.3)</p>

NB: Enkel de vetgedrukte thema's komen verder aan bod in deze publicatie. Die heeft niet de ambitie om een volledige « check-list » aan te reiken. De aandacht gaat in de eerste plaats naar thema's met een zekere actualiteitswaarde en relevantie met betrekking tot het materiaal beton. De rubrieken van het hoofdstuk « De plek bewonen » worden niet uitgewerkt. Zij situeren zich op een algemener niveau en richten zich veeleer tot de gebruiker.

3. LUCHT	4. WATER	5. LEVEN	6. MAATSCHAPPIJ
<p>De uitstoot van broeikasgassen kwantificeren (M.3.1)</p> <p>De uitstoot van verzurende gassen en troposferisch ozon kwantificeren (M.3.2)</p> <p>De uitstoot kwantificeren van emissies met een gezondheidsrisico (M.3.3)</p>	<p>Het waterverbruik en de waterlozingen analyseren (M.4.1)</p>	<p>De impact op de biotoop verminderen (M.5.1)</p>	<p>De lokale werkgelegenheid bevorderen (M.6.1)</p> <p>Transparantie en overleg garanderen (M.6.2)</p> <p>De veiligheid op het werk garanderen (M.6.3)</p> <p>Nieuwe materialen ontwikkelen (M.6.4)</p> <p>Een milieuverklaring opstellen (M.6.5)</p>
<p>Ongecontroleerde luchtinfiltraties vermijden (C.3.1)</p> <p>De kwaliteit van de binnenlucht verzekeren (C.3.2)</p> <p>Het akoestisch comfort verzekeren (C.3.3)</p>	<p>Regenwater benutten (C.4.1)</p> <p>Afvalwater behandelen (C.4.2)</p> <p>Doorlaatbare zones definiëren (C.4.3)</p>	<p>Biodiversiteit valoriseren (C.5.1)</p> <p>Dakbeplanting integreren (C.5.2)</p> <p>De ruimtes verfraaien met vegetatie (C.5.3)</p>	<p>Het project inkaderen in een tijdsperspectief (C.6.1)</p> <p>Het project inkaderen in een economisch perspectief en met respect voor de veiligheid (C.6.2)</p> <p>Het project inkaderen in een sociaal en cultureel perspectief (C.6.3)</p>
<p>De luchtdichtheid controleren (T.3.1)</p> <p>Overlast en stofvorming beperken (T.3.2)</p>	<p>Het waterverbruik zo laag mogelijk houden (T.4.1)</p> <p>Afvalwater voorbehandelen vooraleer het te lozen (T.4.2)</p>	<p>De bestaande fauna en flora beschermen (T.5.1)</p>	<p>Aan de verwachtingen voldoen (T.6.1)</p> <p>De veiligheid op de bouwplaats garanderen (T.6.2)</p> <p>Informereren en sensibiliseren (T.6.3)</p>
<p>Zorgen voor het onderhoud van het ventilatiesysteem (H.3.1)</p>	<p>Het waterverbruik zo laag mogelijk houden (H.4.1)</p> <p>Zorgen voor het onderhoud van het waterleidingssysteem (H.4.2)</p> <p>De vochtproductie in de lokalen beperken (H.4.3)</p>	<p>De omliggende fauna en flora beschermen (H.5.1)</p>	<p>Waken over het eigen welzijn en dat van anderen (H.6.1)</p> <p>De kosten/baten-verhouding van zijn acties evalueren (H.6.2)</p> <p>Waken over de eigen veiligheid en over die van anderen (H.6.3)</p>

MATERIALEN FABRICEREN



Fig. 6 : Materialen “contextualiseren” (bron: Architecture et Climat)

■ M.1.1 De grijze energie in rekening brengen

Grijze energie is de energie die wordt verbruikt voor de ontginning, de productie, het transport en de verwerking aan het einde van de levenscyclus van een « **functionele eenheid** » (*‘functional unit’*) of « **gedeclareerde eenheid** » (*‘declared unit’*) van een bouw materiaal of -element (zie kaderstuk op volgende pagina’s voor meer uitleg bij deze terminologie). Bij de berekening zou in feite ook rekening moeten worden gehouden met de verschillende energievectoren.

Voor grondstoffen en afgewerkte producten bestaan talrijke gegevensbronnen (FR, CH, CAN, UK, NZ...), maar het is niet altijd evident om hun betrouwbaarheid in te schatten en ze zijn moeilijk te vergelijken (uiteenlopende hypothesen, onverenigbare voorstelling van de resultaten...). De verschillen zijn soms groot.

Figuren 7 en 8 geven ter indicatie een overzicht van de grijze energie van de belangrijkste bouwmaterialen. Ze tonen aan dat de waarden sterk kunnen verschillen, afhankelijk van de manier waarop de resultaten worden uitgedrukt : per volume- of massa-eenheid materiaal.

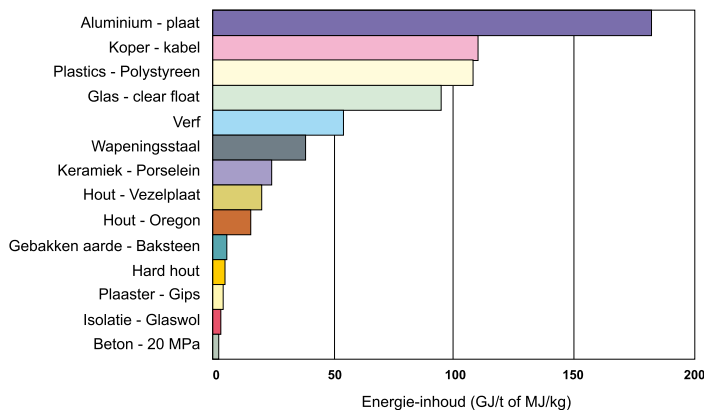


Fig. 8 : Grijze energie van verschillende materialen in GJ/ton
(bron: Tucker S., CSIRO Construction and Engineering, Highett (AU), 2000)

MATERIAAL	ENERGIE-INHOUD	
	MJ/kg	MJ/m³
granulaten	0,10	150
strobaal	0,24	31
zand-cement	0,42	819
natuursteen (locaal)	0,79	2030
betonblok	0,94	2350
beton (30 MPa)	1,3	3180
prefab beton	2,0	2780
timmerhout	2,5	1380
baksteen	2,5	5170
cellulose isolatie	3,3	112
gipsplaat	6,1	5890
vezelplaat	8,0	4400
aluminium (gerecycl.)	8,1	21870
staal (gerecycleerd)	8,9	37210
shingles (bitumineus)	9,0	4930
multiplex	10,4	5720
rotswol isolatie	14,6	139
glas	15,9	37550
glaswol isolatie	30,3	970
staal	32,0	251200
zink	51,0	371280
messing	62,0	519560
PVC	70,0	93620
koper	70,6	631164
verf	93,3	117500
linoleum	116	150930
polystyreen isolatie	117	3770
tapijt (synthetisch)	148	84900
aluminium	227	517700

Fig. 7 : Grijze energie van materialen
(bron: www.canadianarchitect.com/asf/perspectives_sustainability/measures_of_sustainability/measures_of_sustainability_embodied.htm)
NB : De auteurs merken op dat deze waarden gebaseerd zijn op diverse internationale bronnen en dat lokale waarden kunnen uiteenlopen.

De volgende grafiek (figuur 9), afkomstig van de Franse « Grenelles de l'environnement », toont echter aan dat de evaluatie van de grijze energie van de materialen die in een gebouw gebruikt worden, maar echt relevant is wanneer de globale prestaties van het gebouw worden beschouwd (hier een gemiddelde woning). Hoe beter een gebouw presteert op energiebesparing, des te signifikanter de grijze energie van de materialen is waaruit het gebouw bestaat. De impact van de grijze energie van de materialen is bovendien des te groter naarmate de levensduur van dit gebouw korter is.

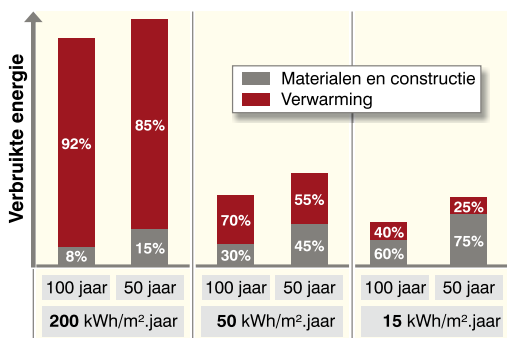


Fig. 9: Grijze energie van de materialen en energie nodig voor verwarming in het geval van een gemiddelde woning (bron: Grenelles de l'environnement)

Al te vaak wordt een ton cement verward met een ton beton ! De cementmassa in klassiek structuurbeton bedraagt in feite slechts 15 tot 20 %. Daarnaast moet worden opgemerkt dat vandaag, dankzij de inspanningen van de industrie, één derde van de thermische energie noodzakelijk voor de productie van cement, afkomstig is van afvalverbranding.

Reeds in 1996 heeft de Vereniging Nederlandse Cementindustrie in « Beton en milieu » waarden gepubliceerd voor de grijze energie van beton (cement – zand en granulaten – bekisting – vervoer en verwerking – sloop en afvalverwerking).

Zo kon de grijze energie van gewoon, niet-gewapend, ter plaatse gestort beton worden geraamd op ongeveer 2,89 GJ/m³, d.w.z. 1,31 MJ/kg voor een volumemassa van 2200 kg/m³.

Als dit beton gewapend is, moest er ongeveer 2,25 GJ/m³ worden toegevoegd, wat een totaal opleverde van 5,14 GJ per m³ beton, ofwel 2,14 MJ/kg voor een volumemassa van 2400 kg/m³.

Merk op dat deze waarden betrekking hadden op beton met portlandcement CEM I 42,5N. In België wordt evenwel globaal meer hoogovencement CEM III aangewend, waarvan de grijze energie duidelijk lager is, zoals figuur 10 illustreert.

Zoals reeds bleek uit figuur 8 (vorige blz.), scoort beton zeer goed wanneer materialen worden gerangschikt naar grijze energie per massa-eenheid. Meer gedetailleerde en recentere gegevens bevestigen deze conclusie (zie paragraaf M.3.1).

Het is ook belangrijk om rekening te houden met de hoeveelheid materiaal die feitelijk nodig is om een bepaalde prestatie te bereiken. De hoge mechanische prestaties van beton zijn bijgevolg een ander voordeel wanneer de grijze energie wordt uitgedrukt in relatie tot functionele eenheden.

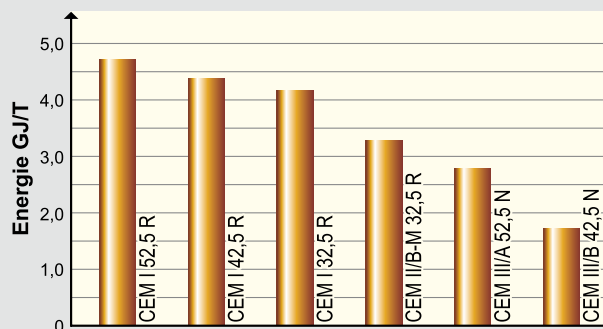


Fig. 10 : Grijze energie voor de productie van verschillende cementtypes (bron: Architecture et Climat, naar FEBELCEM/ENCI)

FUNCTIONELE EENHEID

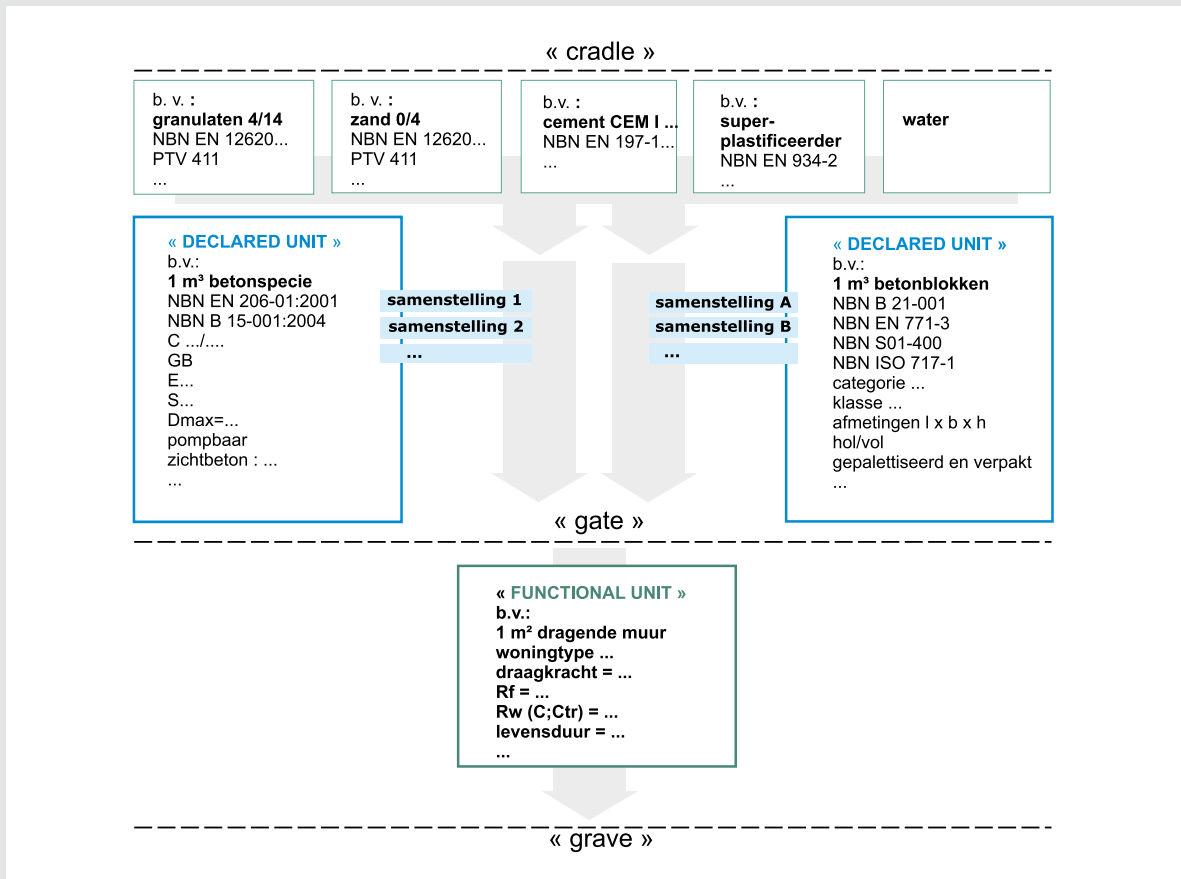
De **functionele eenheid** van een bouwproduct is de cijfermatige weergave van de prestaties of functie van het te evalueren product in de loop van zijn levenscyclus. Het is de referentie-eenheid voor een « milieuverklaring » (type III), cfr. paragraaf M.6.5. Deze referentie is noodzakelijk om de materiaal- en energiestroom en de milieu-impact voor elke fase van de levenscyclus te begroten en biedt de mogelijkheid producten die gelijkwaardig zijn inzake prestaties of functie, onderling te vergelijken. De functionele eenheid van een bouwproduct is in principe verbonden met een referentielevensduur die overeenkomt met een standaardlevensduur in een typische situatie.

De **gedeclareerde eenheid** van een product wordt gebruikt wanneer de analyse geen rekening houdt met de verwerking van het product in het gebouw, of wanneer een specifieke fase van de levenscyclus van een product geanalyseerd wordt: « cradle to gate », « cradle to grave », « cradle to cradle ». Deze referentie wordt hoofdzakelijk toegepast voor bouwproducten die op verschillende manieren kunnen worden aangewend, of die deel uitmaken van een grotere component.

Beton kan worden beschouwd als een « generiek » materiaal omdat het voor zeer verschillende toepassingen geschikt is. Een van de specificiteiten van beton is dat het kan worden verwerkt op de bouwplaats of geprefabriceerd. De mengsels kunnen ter plaatse worden vervaardigd of vanuit een betoncentrale worden aangevoerd. De term « beton » dekt dus een uitgebreid gamma van producten. Het organigram (« process tree ») van figuur 12 schematiseert de levenscyclus, zij het dat het de stappen met betrekking tot de eigenlijke productie van cement en de andere betonbestanddelen, niet vermeldt.

Figuur 11 toont een aantal functionele en gedeclareerde eenheden die in de praktijk worden gebruikt bij de levenscyclusanalyse (LCA) van beton en zijn bestanddelen.

Fig. 11 : Een levenscyclusanalyse (LCA) impliceert een gedetailleerde omschrijving van de functionele eenheid (b.v. één m² dragende muur die beantwoordt aan een reeks prestatie-eisen) en van de onderliggende gedeclareerde eenheden (in functie van de constructiemethode, b.v. ter plaatse gestort beton, betonmetselwerk...) (bron: FEBELCEM)



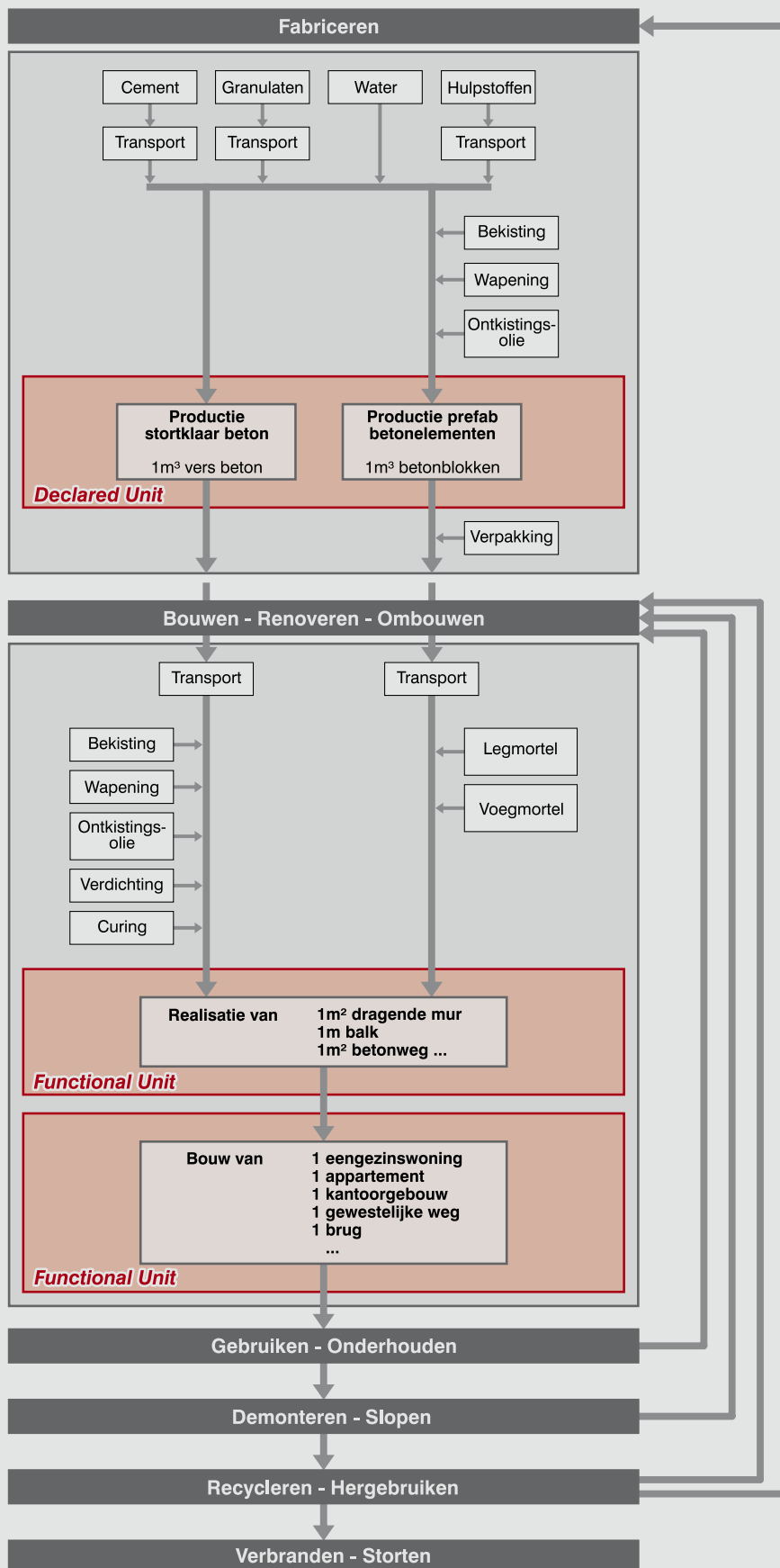


Fig.12 : Levenscyclus van beton (bron: FEBELCEM/ Architecture et Climat)

■ M.2.1 De samenstelling van de materialen kennen

- **15 tot 20 % cement:** Dit bevat cementklinker die bestaat uit 65 % kalk (CaCO_3), 20 % silicium (SiO_2), 10 % aluminium (Al_2O_3) en 5 % ijzer (Fe_2O_3). De Belgische cementovens zijn geconcentreerd in de buurt van ontginningsplaatsen (Doornik, Bergen, Luik), wat het vervoer van grondstoffen beperkt. De gemiddelde afgelegde afstand bedraagt 80 km naar de betoncentrale, en 20 km per vrachtwagen naar de bouwplaats (vanaf de betoncentrale). De « grondstoffenvalorisatie » die in de cementfabrieken plaatsvindt, bestaat erin dat andere bestanddelen worden verwerkt, zoals hoogovenslak (restproduct van de staalindustrie), vliegas (restproduct van kolengestookte centrales) en kalksteen (gebroken en fijngemalen kalksteenrots).

Cement wordt ingedeeld in verschillende types afhankelijk van zijn samenstelling :

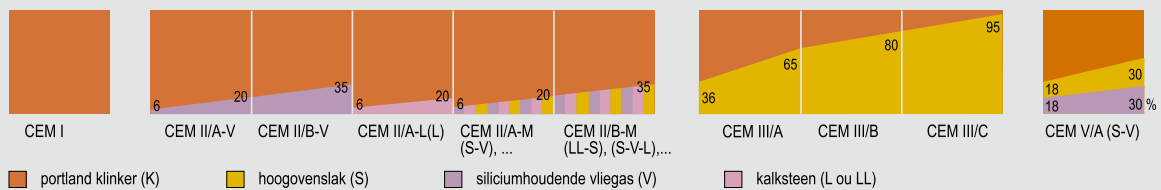


Fig. 13 : Samenstelling van de Belgische gewone cementsoorten

- **70 tot 80 % zand en granulaten:** Deze kunnen alluviaal, sedimentair, eruptief of gerecycleerd zijn. De Belgische grond is rijk aan grondstoffen en de gemiddelde afgelegde afstand naar de betoncentrale bedraagt 80 km (o.a. via waterlopen). In België gebruikt de bouwsector 9 miljoen ton zand afkomstig van zandgroeven of gewonnen uit rivieren of de zee. De betonproductie verbruikt ongeveer 15 miljoen ton granulaten per jaar.

- **5 tot 10 % water:** In België wordt bijna 2 miljoen m^3 /jaar verbruikt voor de betonproductie. Meestal is het regenwater en zelden afkomstig van het distributienet. Spoelwater van menginstallaties en truck mixers wordt opgevangen en gerecycleerd.

- Indien nodig, **maximaal enkele procenten hulpstoffen** (plastificeerders, luchtbelvormers, vertragers, versnellers...) of **toevoegsels** (vliegas, silicafume, vulstoffen...). Het gebruik van hulpstoffen is in de loop van de laatste jaren blijven toenemen. In België wordt jaarlijks ongeveer 20 000 ton hulpstoffen verbruikt, waarvan bijna de helft superplastificeerders. De gemiddelde afgelegde afstand bedraagt 250 km.

- **Bekistingen:** Ze worden gerealiseerd in hout, staal, aluminium of in synthetische materialen (epoxyhars of met glasvezel versterkt polyester). Ontkistingsmiddelen (traditionele olie van minerale, dierlijke of plantaardige oorsprong met tensioactieve bestanddelen, wateremulsies in olie, planten- of synthetische was, organische zuren) maken het mogelijk het beton te ontkisten zonder dit te beschadigen. Er bestaan geen exacte cijfers over hoeveelheden bekistingen en ontkistingsmiddelen die in België worden gebruikt.

- **Eventueel wapeningen, vezels (staal- of kunststof-):** De hoeveelheid staal die wordt aangewend voor betonwapeningen wordt geschat op 250 000 ton. Het gebruik van staal kan worden geoptimaliseerd door te kiezen voor voorgespannen of hoge sterktebeton, of door nauwkeuriger dimensioneringsmethoden toe te passen.

■ M.2.3 De circuits van afvalrecyclage evalueren

Wanneer in een levenscyclusanalyse (LCA) ook de valorisatie van het afval wordt beschouwd, dan spreekt men van « *cradle to cradle* » (wieg tot wieg) of « *C2C* ».

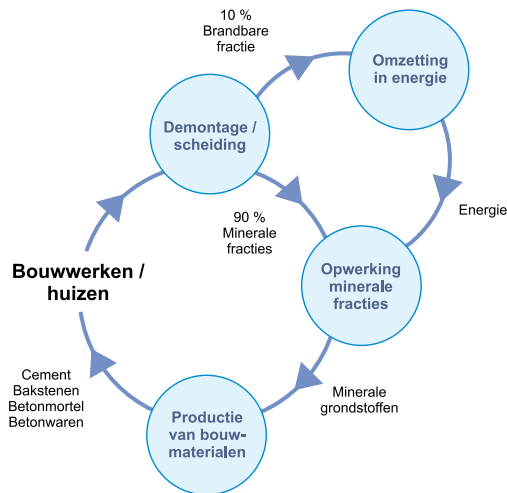


Fig. 4 : Principe van 'Kringbouw' ('Closed Cycle Construction') (bron: www.kringbouw.nl)

De productie van cement, zand en granulaten veroorzaakt slechts zeer weinig vast afval. Het gaat meestal om gewoon industrieel afval, en hoofdzakelijk verpakkingen : cementzakken, die bestaan uit 2 lagen papier en een tussenlaag in polyethyleen van hoge dichtheid (HDPE), zakken voor grind en zand, niet-behandelde houten paletten en folies van polyethyleen van lage dichtheid (LDPE).

De Belgische en Europese reglementeringen met betrekking tot de selectieve ophaling en valorisatie van afval worden steeds strenger. De recyclagecircuits moeten in België op alle niveaus worden versterkt, want in plaats van klassieke granulaten mag ook gesorteerd sloopafval worden gebruikt. Verschillende studies tonen aan dat dergelijk « *recyclagebeton* » bijna dezelfde eigenschappen heeft als gewoon beton, maar afhankelijk van het type en de hoeveelheid gerecyclede granulaten kan het gevoeliger zijn voor krimp en kruip, en meer doorbuigen. Daarnaast vormen de continuïteit van bevoorrading en de calibrering van gerecycleerde granulaten soms ook een probleem.

■ M.3.1 De uitstoot van broeikasgassen kwantificeren

Tijdens de verschillende stappen van hun levenscyclus, kunnen bouwmaterialen de oorzaak zijn van emissies van CO₂ of andere broeikasgassen (BKG), vluchtige organische stoffen (VOS), verzurende gassen, troposferische ozon, fijne tot zeer fijne deeltjes... Het is dus belangrijk om te proberen deze te kwantificeren, teneinde ze maximaal te reduceren.

Al bestaan er cijfers voor de productie van cement (zie FEBELCEM « *De bijdrage van de cementindustrie tot de beperking van de CO₂-uitstoot* »), er zijn geen cijfers voorhanden van emissies afkomstig van de productie van beton in België.

De volgende tabel (figuur 15) bevat waarden voor diverse betontypes en in functie van hun toepassingsgebied. Bij de vergelijking met andere materialen moet uiteraard rekening worden gehouden met de verkregen prestaties (dus met de functionele eenheid).

		volumemassa [kg/m ³]	grijze energie [MJ/kg]	Co ₂ emissie [kg CO ₂ /kg]
BETON	holle blokken	1200	0,91	0,14
	zware en halfzware blokken	2000-2400	0,8	0,13
	grote lasten	2400	1,2	0,15
	vloerplaat / zoolfundering	2400	0,8	0,13
	welfsels	1400	0,8	0,13
	cellenbeton (autoclaaf)	600	4,3	0,48
	licht beton - geëxpandeerde klei	1200	5,2	0,38
	mager beton	2000	0,4	0,05
METALEN	staal - hooggelegeerd	7850	102,4	6,0
	staal - laaggelegeerd	7850	32,4	1,8
	wapeningsstaal (100% gerecycl.)	7850	13,3	1,8
	aluminium - plaat	2700	116,1	7,18
	aluminium (100 % gerecycleerd)	2700	19,5	1,08
	koper - plaat	890	103,0	5,48
	zink - plaat	7150	84,5	4,93
	ANDERE MINERALEN	volle baksteen	800-1000	5,2
holle baksteen		650	5,2	0,38
natuursteen Europees/locaal		2400-2800	0,3	0,01
vlakglas		2500	12,9	0,98
ISOLATIE	cellulose - soepele plaat	70	21,2	1,61
	cellulose - vlokken	30	4,6	0,23
	rotswol	60-130	22,7	1,60
	glaswol	20-110	33,8	1,56
	geëxpand. perliet	135-165	10,4	0,52
	geëxpand. polystyreen (EPS)	15-30	120,4	4,01
	geëxtrud. polystyreen (XPS)	15-20	108,4	3,73
	polyurethaan (PUR)	40	106,5	13,70
	cellenglas	120-150	22,9	1,26
HOUT EN AFGELEID.	MDF	750 - 800	39,5	-1,27
	OSB	500	45,8	-1,25
	vezelplaten (zachte vezels)	180	41,0	-0,09
	gelijmd gelamelleerd hout	500	32,8	-1,26
	massief Europees loofhout	800	40,3	-1,66
	massief Europees naaldhout	600	31,4	-1,63
ANDERE	bitumineuze dichting	1100	51,80	1,16
	linoleum	1200	60,80	0,37
	gipsvezelplaten	1200	5,28	0,27
	gipskartonplaten	900	5,80	0,22
	PVC - dichting	1200	22,20	2,19
	PVC - folie	1500	86,90	3,91
	synthetisch voltapijt	300	84,50	4,05
	vinyl	1500	86,90	3,91

(bron: Ecosoft-IBO, Oostenrijk, 2009)

Fig. 15 : Grijze energie en CO₂-uitstoot van een aantal materialen (2009). De waarden hebben betrekking op de fabricage. NB : Tussen de databanken kunnen soms grote verschillen worden geconstateerd, ook wanneer zij zijn opgesteld volgens de ISO-normen voor levenscyclusanalyse (zie b.v. www.bbl.admin.ch/kbob/00493/00495). Deze verschillen kunnen diverse oorzaken hebben :

- berekening van het energieverbruik (b.v. weglating van hernieuwbare energie...)
- productsamenstelling (b.v. composietmaterialen...)
- technische specificaties en prestaties
- default waarden voor transportafstanden
- ...

■ M.6.4 Nieuwe materialen ontwikkelen

Omdat de uit te oefenen functies en de te bereiken prestaties mettertijd en met de behoeften evolueren, is het belangrijk om het onderzoek, de optimalisering en de ontwikkeling van bestaande of innoverende producten of diensten te valoriseren.

Steeds vaker wordt de term « groen beton » (« *green concrete* ») gebruikt om te verwijzen naar beton dat zodanig wordt geproduceerd en aangewend dat de milieu-impact zoveel mogelijk daalt, tijdens de productiefase (energetische valorisatie, materiaalvalorisatie...) of aan het einde van de levensloop (hergebruik, recycling...). « Groen » mag hier niet worden verward met dezelfde benaming die ook wordt gebruikt om beton aan te duiden bij het begin van de binding.

Beton evolueert constant, nieuwe toepassingen zagen reeds het levenslicht en een compleet gamma materialen is zich verder aan het ontwikkelen: (zeer) hoge sterktebeton – (Z)HSB, zelfreinigend beton, zelfverdichtend beton – ZVB (of « *selfcompacting concrete* » – SCC), isolerend beton, doorschijnend beton, lichtgevend beton, communicerend/thermochroom beton, decoratief beton, waterdoorlatend beton, beton op basis van gerecycleerde granulaten... Dit zijn de « betons van de toekomst ». Het feit dat beton zo kan ontworpen worden dat het in één materiaal de meest uiteenlopende functies verenigt, vormt op zich een belangrijke troef inzake duurzaam bouwen.







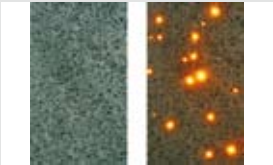


		
ZEER HOGE STERKTEBETON (Beek Design)	LUCHTREINIGEND BETON	ZELFVERDICHTEND BETON
		
ISOLEREND BETON / SCHUIMBETON	DOORSCHIJNEND BETON (arch. A. Losonczy, © Litracon)	DRAINEREND BETON / COLLOÏDAAL BETON
		
LICHTGEVEND BETON (design Ph. Courcelles / St. Verburgh)	DECORATIEF BETON	ZELFREINIGEND BETON (arch. E L)

Fig. 16 : Voorbeelden van « betons van de toekomst »

■ M.6.5 Een milieuverklaring opstellen

Vooraf moet worden opgemerkt dat voor het garanderen van de TECHNISCHE kwaliteit van bouwmaterialen, het BENOR-merk werd gecreëerd. Het is een « kwaliteitsmerk » beheerd door officiële instanties (zie www.benoratg.org). Zoals voor labels moeten de producten voldoen aan een bepaald aantal nauwkeurig gedefinieerde technische vereisten om het merk te mogen dragen. Op die manier beschikken de architect, de auteur van het project, de ondernemer en de bouwheer over een referentie bij hun materiaalkeuzes.

ISO-norm 14020 definieert drie types van milieulabels en -verklaringen die de MILIEUASPECTEN van een product of een dienst aangeven.

Type I (ISO 14024) slaat op kwaliteitslabels die worden toegekend door overheidsinstanties of door niet-commerciële private organisaties op basis van criteria gedefinieerd door derden. In principe hebben deze criteria betrekking op een aantal milieuaspecten die rekening houden met de hele levenscyclus van het product, maar niet noodzakelijk gebaseerd zijn op de LCA-methodologie. Figuur 17 geeft de logo's van de belangrijkste labels die in België voor bouwmaterialen worden gebruikt.

					
www.ecolabel.be	www.fsc.org	www.pefc.be	www.blauer-engel.de	www.svanen.nu/Eng	www.natureplus.org

Fig. 17 - Logo's van type I labels die in België worden gebruikt voor bouwmaterialen

De milieuverklaringen van het **type II** (ISO 14021), zelfverklaarde labels of « autodeclaraties », worden vermeld door de producent of de verdeler en betreffen meestal slechts een enkel milieuaspect: composteerbaar, afbreekbaar, demonteerbaar project, lange levensduur, energierecuperatie, recycleerbaar, recyclingpercentage, zuinig in energie-, grondstoffen- en waterverbruik, oplaadbaar, hernieuwbaar, weinig afval... Omdat een dergelijke verklaring niet gecertificeerd is door derden, is de waarde ervan slechts informatief.

De milieuverklaringen van **type III** (« *Environmental Product Declarations* » of EPD's, cfr. ISO 14021) zijn informatiefiches waarin de producent of de distributeur getalwaarden voorlegt van de impact van zijn product op het milieu gedurende zijn volledige levenscyclus. Deze informatie berust op een levenscyclusinventaris en -analyse (respectievelijk LCI voor *Life Cycle Inventory* en LCA voor *Life Cycle Analysis*) uitgevoerd volgens de reeks ISO-normen 14040. De vereisten en richtlijnen om een EPD van een bouwproduct op te stellen worden gedefinieerd in de overeenkomstige *Product Category Rules* of PCR. De PCR omvatten ook regels voor de uitwerking van de scenario's die de milieu-impact van het product over de gehele levensduur bepalen. De milieuverklaringen worden soms aangevuld met een waarschuwing tegen gevaarlijke stoffen of informatie over de andere bestanddelen van het product. De verklaring wordt gecontroleerd door een onafhankelijke derde partij. Figuur 18 toont de logo's van de EPD's die in verschillende Europese landen voor de bouwsector zijn ontwikkeld : INIES (FR), MRPI (NL), BRE Environmental Profiles (GB) en EPD® (IT-SW).




			
www.inies.fr	www.mrpi.nl	cig.bre.co.uk/envprofiles	www.environdec.com

Fig. 18 : Logo's van enkele voorbeelden van type III milieuverklaringen voor bouwmaterialen

De vergelijking van de resultaten voor twee verschillende producten wordt overgelaten aan de gebruiker, die zelf zijn conclusies moet trekken op basis van de aangeboden informatie. Merk op dat deze vergelijking natuurlijk enkel zin heeft voor een gebouw of componenten die gelijkwaardige prestaties leveren.

Een milieuverklaring opstellen geeft dus toegang tot veel nuttige informatie, maar men moet zich rekenschap geven van het zware werk (en dus de zware kosten) die deze analyse impliceert. Hierdoor is vandaag slechts een klein aantal waarden beschikbaar, die onderling vaak moeilijk te vergelijken zijn.

Bovendien blijven bepaalde aspecten niet-gekwantificeerd (geen indicator) of zijn ze niet kwantificeerbaar. De uitkomsten zijn ook moeilijk in een enkele score te vatten... Deze complexiteit en het feit dat enkel rekening wordt gehouden met het milieu (de andere twee pijlers van de duurzame ontwikkeling, namelijk het sociale en het economische aspect, worden niet beschouwd) verklaren de talrijke lopende discussies over dit onderwerp. Over het algemeen kan de beschikbaarheid van een LCA of een EPD de beslissingnemer helpen, zonder hem evenwel te vervangen. Het lijkt erop dat de recente evoluties in de domeinen die verband houden met duurzaam bouwen globaal in de richting gaan van een kwaliteitsverbetering in de etikettering van bouwproducten.

In verschillende landen bestaan reeds databanken die vrij kunnen worden geraadpleegd op het internet, bijvoorbeeld :

- <http://www.environdec.com/pageId.asp?id=105&menu=4,14,0>
- <http://ese.cstb.fr/inies/IniesConsultation.aspx>
- <http://www.greenbooklive.com/search/search.jsp?partid=10000>
- <http://www.nachhaltigesbauen.de/baustoff-und-gebaeuedaten>
- <http://www.catalogueconstruction.ch>

Zij omvatten ook gegevens over producten op basis van beton.

De database van het *Joint Research Centre* van de Europese Commissie is online beschikbaar op het adres <http://lca.jrc.ec.europa.eu/lcainfohub/index.vm>.

CEMBUREAU, de Europese koepelorganisatie van de cementindustrie, heeft de LCI geleverd van een cement CEM I dat representatief is voor Europa.

Ook in België wordt gewerkt aan de EPD's van Belgische cementtypes.

Hierna zullen EPD's van beton op basis van Belgisch cement volgen.

HET PROJECT ONTWERPEN



Fig. 19 : Het ontwerp « contextualiseren » (bron: Architecture et Climat)

■ C.1.1 Het energieverbruik tot het minimum beperken

Het Belgische klimaat biedt niet de klimatologische voorwaarden om het hele jaar door thermisch en visueel comfort te garanderen aan de bewoners. De principes van de bioklimatische architectuur stroken perfect met de energetische en technische streefdoelen die bij het ontwerp van een duurzaam gebouw worden beoogd.

Deze principes suggereren het ontwerp van compacte en goed geïsoleerde gebouwen (zonder koudebruggen), waar verlichting (natuurlijk en kunstmatig) en ventilatie (natuurlijk of soms mechanisch, infiltratieniveau) goed worden beheerst.

Er zijn talrijke architecturale ingrepen mogelijk die het rendement van voordelen waarvan een gebouw gratis kan profiteren (zonnestraling, beschutting tegen wind, geothermie...) kunnen verhogen : schaduw, bufferzone, gevelarticulatie, grondbuizen (soms ook « Canadese » of « Provençaalse put » genoemd)...

<p>CAPTEREN: de zonnestraling benutten STOCKEREN: gebruik maken van de thermische inertie CONSERVEREN: de thermische verliezen beperken VERDELEN: de warmte verdelen</p>	<p>AFSCHERMEN: schermen aanbrengen VERMIJDEN: verhinderen dat de warmte kan binnendringen MINIMALISEREN: interne warmtebronnen beperken AFVOEREN: oververhitting vermijden AFKOELEN: in laatste instantie</p>	<p>OPVANGEN: het daglicht opvangen CONTROLEREN: niet te veel, niet te weinig licht VERDELEN: te grote contrasten vermijden RICHTEN: de ruimtes inrichten</p>

Fig. 20 : Warmtestrategie in de winter

Fig. 21 : Koudestrategie in de zomer

Fig. 22 : Daglichtstrategie

(bron: Architecture et Climat)

Het begrip thermische inertie gaat niet in tegen de ontwerpprincipes van passiefbouw of gebouwen met hoge thermische prestaties. Integendeel, als de thermische inertie « toegankelijk » of « geactiveerd » is, maakt ze mogelijk dat de gevolgen van plotselinge schommelingen van het buitenklimaat beter getemperd worden, zoals oververhitting in de zomer of afkoeling tijdens koude nachten in het tussenseizoen. Merk op dat ook het gebruikspatroon in aanmerking moet worden genomen, want dit is anders voor woningen dan voor kantoren, scholen of handelsgebouwen.

Zwaar beton moet worden gecombineerd met andere materialen om de thermische isolatie van de gebouwschil te garanderen. Sommige soorten licht beton kunnen echter worden gebruikt als isolatie (cellenbeton, zeer licht beton, houtbeton, hennepbeton...). Klassiek beton biedt eenvoudige en performante oplossingen voor woningscheidende muren en vloeren. Dit maakt een compacte bebouwing mogelijk zodat de thermische verliezen kunnen worden beperkt.

KANTOORGEBOUW 'SD WORX' IN KORTRIJK

(arch. P. Van de Poel/ Stramien)

Het kantoorgebouw van *SD Worx* in Kortrijk, cfr. figuren 23-26, is een goed voorbeeld van een gebouw dat het energieverbruik tot het minimum beperkt en de inertie van beton benut.

Figuur 24 toont hoe in de winter de verse lucht die wordt gebruikt voor de ventilatie, wordt voorverwarmd via een grondbuis. Vervolgens passeert hij door een warmtewisselaar, die de warmte uit de twee verdiepingen hoge, en naar het zuiden gerichte circulatiezone recupereert. Pas daarna wordt de lucht naar de eigenlijke kantoren geleid. In de zomer (fig. 25) wordt de lucht die overdag van buiten wordt aangevoerd, in de grondbuis voorgekoeld, vooraleer hij naar de kantoren wordt gestuurd. Hij stroomt vervolgens door de circulatiezone en wordt bovenaan afgevoerd. 's Nachts wordt het gebouw afgekoeld door dwarsventilatie. De lucht komt via de vensters rechtstreeks in de kantoren terecht (fig. 26) en wordt aan de andere kant van het gebouw, langs de bovenzijde van de circulatiezone weer afgevoerd.

Met dit concept van temperatuurregeling is het mogelijk om het gebouw in de winter warm en in de zomer koel te houden, terwijl het energieverbruik tot het minimum wordt gereduceerd.



Fig. 23 : Het kantoorgebouw van SD Worx, Kortrijk

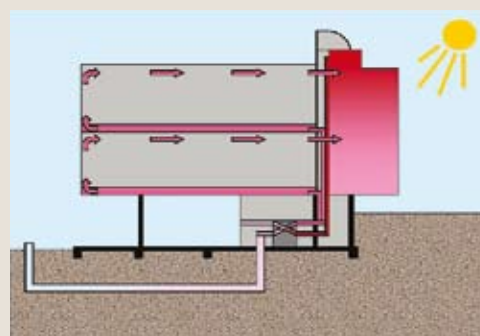


Fig. 24 : Luchtcirculatieschema overdag in de winter

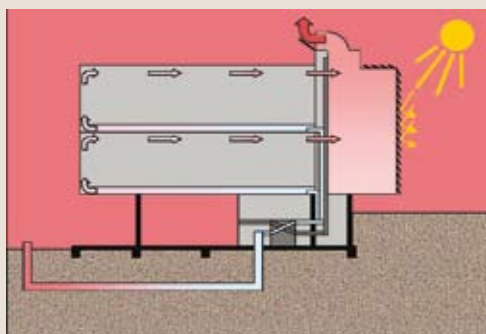


Fig. 25 : Luchtcirculatieschema overdag in de zomer

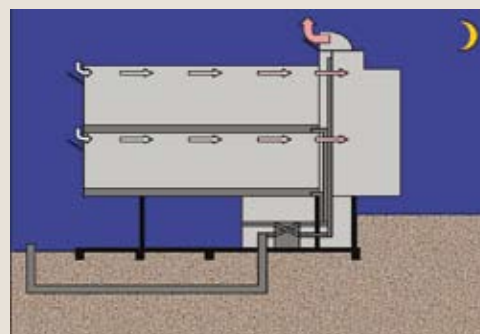


Fig. 26 : Luchtcirculatieschema tijdens een koude zomernacht

HET PASSIEFHUIS

De term « passiefhuis » verwijst naar het « passief » benutten van gratis warmte-energie afkomstig van buiten (zon) of binnen (huishoudtoestellen, bewoners), zodat tijdens het stookseizoen nauwelijks of geen « actieve » verwarming nodig is. Het concept is ontwikkeld in Zweden en Duitsland en vertaald in een « standaard » die ondertussen in veel andere landen is overgenomen :

- 1) verwarmingsbehoeften lager dan 15 kWh/m².jaar;
- 2) geheel van energiebehoeften (incl. warm water, huishoudtoestellen) lager dan 42 kWh/m².jaar;
- 3) geheel van primaire energiebehoeften lager dan 120 kWh/m².jaar.

De standaard kan met uiteenlopende bouwtechnieken gerealiseerd worden.

Uiteraard dient rekening te worden gehouden met klimaatzones. In België gelden volgende criteria en aanbevelingen (cfr. www.passief.be) :

- 4) een doorgedreven isolatie van de buitenschil (U-waarden van vloer, gevel en dak < 0,15 W/m²K ; U-waarden van buitenschrijnwerk en beglazing < 0,8 W/m²K ;
- 5) beperking van koudebruggen : lineaire warmtedoorgangscoefficiënt of ψ -waarde < 0,01 W/mK ;
- 6) beperking van luchtlekken : $n_{50} \leq 0,6/h$ (« *Blower Door Test* » : bij een drukverschil van 50 Pa mag het luchtverlies per uur hoogstens 60 % van het volume bedragen) ;
- 7) voldoende raampoppervlak in de zuidgevel, G-waarde van de beglazing > 50 %.

Om in een dergelijke supergeïsoleerde en quasi-luchtdichte woning een gezond binnenklimaat te handhaven is een continu werkend mechanisch ventilatiesysteem met warmterecuperatie (rendement ≥ 75 %) noodzakelijk. Deze eisen en maatregelen volstaan om het thermisch comfort te garanderen in het winterseizoen, zij het dat vaak ook een waterverdampner nodig is om de te droge lucht te bevochtigen.

De praktijk heeft inmiddels ook geleerd dat het risico op oververhitting tijdens warme zonnige dagen reëel is. Om dit te vermijden is een bijkomende eis geïntroduceerd:

- 8) oververhittingsrisico ≤ 5 %, d.w.z. temperatuur ≥ 25 °C gedurende hoogstens 432 uur/jaar.

Zonwering en buffercapaciteit (thermische massa) zijn hiertoe onontbeerlijk.

Om in België het Passiefhuis-certificaat te kunnen verwerven wordt een woning sedert 1 juli 2009 door het Passiefhuisplatform getoetst aan de voorwaarden **(1)**, **(6)** en **(8)**.

NB: De eis van maximaal energieverbruik (15 kWh/m².jaar) had oorspronkelijk betrekking op ruimteverwarming, maar geldt bij uitbreiding eveneens voor koeling. Dit is vooral voor kantoorgebouwen een belangrijk gegeven. Het aantal passiefhuizen in België groeit snel aan. Het is belangrijk eraan te herinneren dat de inspanningen die de realisatie van een passief gebouw vergt op het gebied van de thermische prestaties, de andere aspecten van duurzaam bouwen niet naar de achtergrond mogen verdringen.

VOORBEELD: « EXPERIMENTEEL » PASSIEFHUIS IN TENNEVILLE

Het « experimentele » passiefhuis in Tenneville is gebouwd in betonblokken. De werken werden grotendeels door de bewoners zelf uitgevoerd. Dag na dag monitort de bouwheer de hygrothermische prestaties van het huis. Dankzij een doorgedreven isolatie, uiterst performant glas, het vermijden van alle koudebruggen, de installatie van een mechanische balansventilatie met hoog rendement-warmtewisselaar aangesloten op een grondbuis... is geen conventionele centrale verwarmingsinstallatie nodig.



Fig. 27 : Het « experimentele » passiefhuis in Tenneville

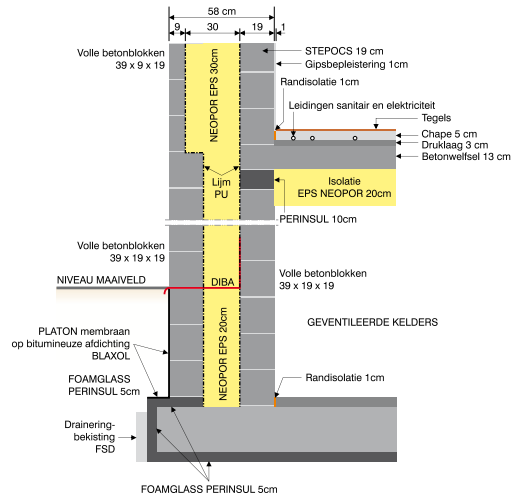


Fig. 28 : Constructiedetails van een buitenmuur

U-vloer = $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

U-muur = $0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Globaal niveau thermische isolatie : K 12

Netto-energiebehoefte voor verwarming : $12,62 \text{ KWh}/\text{m}^2\text{jaar}$

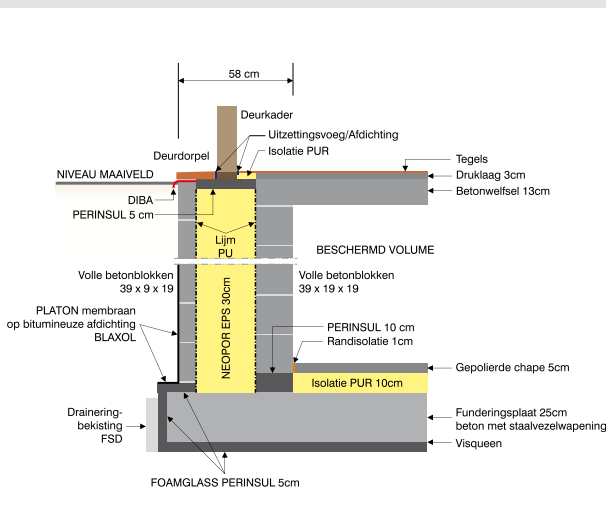


Fig. 29 : Constructiedetails van keermuren en funderingsplaat

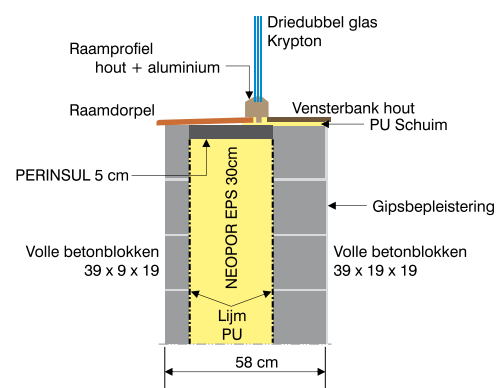


Fig. 30 : Constructiedetails van buitenmuur met raamaansluiting

(bron: Architecture et Climat, naar www.maison-passive.be)

■ C.1.2 Het energietype kiezen

Een energievectoren kiezen om aan de energievraag te voldoen (verwarming/koeling, elektriciteit, sanitair warm water...) moet gebeuren rekening houdend met de beschikbaarheid ervan en het type uitrustingen dat deze keuze met zich meebrengt. De totale kosten van een installatie moeten worden berekend op basis van de geleverde hoeveelheid energie, uitgedrukt in primaire energie. Een kostenanalyse dient ook rekening te houden met de onzekere evolutie van de prijzen. Energieonafhankelijkheid biedt hier zekerheid.

Omdat de minst vervuilende energie de energie is die niet verbruikt wordt, kan energie-efficiëntie op zich worden beschouwd als een energiebron. Om de hernieuwbare energiebronnen (HEB) te benutten, moeten combinaties worden overwogen, want één enkele bron volstaat zelden. Bovendien ontstaat bij elektriciteitsproductie op basis van hernieuwbare energiebronnen een probleem van opslag (de behoeften volgen zelden het productieritme) en worden wij ertoe gedwongen na te denken over een geschikt distributiesysteem (ontworpen op basis van een relatief continue productie en aanpasbaar aan de vraag). Het beheer van de verbruikspieken is een belangrijke kwestie voor de toekomst. In verband hiermee is het beperken van de koelvraag (te vaak gerealiseerd met elektrische energie) een grote uitdaging voor de komende decennia.

COMPLEX VAN WONINGEN EN KANTOREN IN BRUSSEL

(arch. Synergy International)

Figuur 31 toont een doorsnede van het project dat de prijs won van de voorbeeldgebouwen van het BIM. Het omvat de renovatie van een gebouw aan de Brusselse Wetstraat, evenals een uitbreiding met zeven appartementen. Voor de uitbreiding moest worden beantwoord aan de criteria van de passiefstandaard : zeer performante isolatie van de gebouwschil (verwarmingsbehoefte geschat op 12 kWh/m².jaar), balansventilatie met warmterecuperatie, buitenzonweringen... De gekozen energievectoren zijn: elektriciteitsproductie via fotovoltaïsche panelen (dekt het verbruik van de gemeenschappelijke lokalen), productie van sanitair warm water via thermische zonnepanelen, bijverwarming en sanitair warm water via gecentraliseerde condensatieketel voor alle woningen. De renovatie van het kantoorgebouw maakt het ook mogelijk een grote energie-efficiëntie te bereiken, met name via de performante isolatie van de gebouwschil. Ook werd een groendak geplaatst om de zonnestraling op de hoogste verdieping te beperken en de hoeveelheid water te verkleinen die naar de riolering stroomt. De warmteproductie wordt hier verzekerd door een geothermische pomp. Deze koelt tevens de aangevoerde verse lucht af in periodes van grote hitte. De rest van de tijd volstaat het mechanisch *free cooling*-systeem overdag en 's nachts om een volledig traditioneel airconditioningssysteem overbodig te maken.

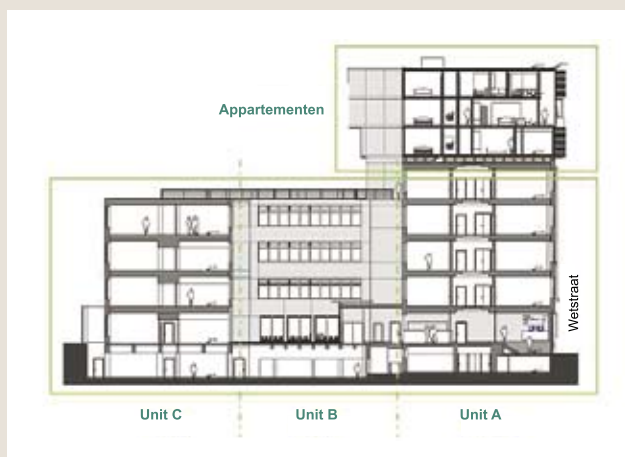


Fig. 31 : Doorsnede van het volledige project
(bron: fiche MATRIciel, arch SYNERGY International)

KANTOORGEBOUW SOLARIS, BRUSSEL

(arch. ASSAR)

Het Solarisgebouw kreeg in 2009 de Eco-Building Award en is het eerste gebouw in zijn soort met een Valideo-certificaat.

De opbouw is klassiek : betonnen draagstructuur (kolommen / balken / vloerplaten), verhoogde vloeren en valse plafonds, glazen gevels.

Mede dankzij de performante beglazing bleek het thermisch isolatieniveau zeer goed (K39). Met de standaard technische installaties zou het energiepeil van het gebouw echter E166 bedragen, terwijl de Brusselse norm ondertussen hoogstens E90 toelaat.

Daarom werd tijdens de ontwerpfase, maar zonder aan het architecturaal concept te raken, de energieprestatiewinst van verschillende mogelijke ingrepen gesimuleerd :

- performantere verlichting, spaarlampen... : E166 → E127
- condensatieketel op gas, herdimensionering verwarmingselementen, ventilatie met warmterecuperatie : E127 → 102
- fotovoltaïsche panelen, deels op het dak en deels geïntegreerd in de zuidgevel : E102 → E100
- ondergrondse verticale warmtewisselaar (boorgatenergieopslag of BEO), namelijk 50 sondes van 100 m diep : E100 → E72

In dit project valt vooral de aanzienlijke energiebesparing op die met een verbeterd verlichtingssysteem te realiseren is. Anderzijds blijkt de impact van de fotovoltaïsche panelen bescheiden.

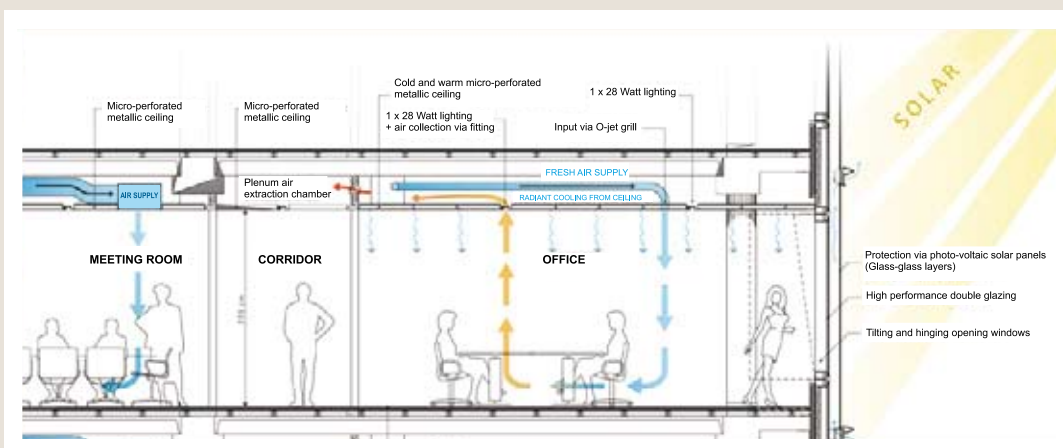
Na een haalbaarheidsstudie werden al deze voorstellen ook effectief doorgevoerd. Het uiteindelijke energiepeil ligt rond E75, de jaarlijkse vermindering aan CO₂ uitstoot bedraagt ca. 120 ton.

(bron: SECO/BCCA/VALIDEO)



Fig. 32 : Solaris kantoorgebouw, Brussel (arch. ASSAR)

Fig. 33 : Solaris kantoorgebouw, doorsnede door type-verdieping



KANTOORGEBOUW INFRA X, TORHOUT

(arch. Crepain Binst)

« Dit duurzaam laagenergie kantoor is het resultaat van zeer nauw overleg in de ontwerpfase tussen de ontwerpers architectuur, technieken en stabiliteit. De basisfilosofie van alle ontwerpers was om de globale energievraag in het kantoor maximaal te reduceren en de resterende energievraag zo duurzaam mogelijk in te vullen met hernieuwbare energiebronnen en energie-efficiënte systemen.



Fig. 34 : Het INFRA X kantoorgebouw te Torhout (arch. Crepain Binst)

De basisverwarming en koeling in de kantoren gebeuren door betonkernactivering (BKA). Dankzij dit thermisch geactiveerd vloerconcept wordt het kantoor zeer energiezuinig verwarmd op een heel lage temperatuur en gekoeld met een watersysteem op relatief hoge temperatuur. De BKA is geïntegreerd in een nagespannen betonnen vloer met een kolomvrije overspanning van 16 m. Deze overspanning werd opgebouwd op drie breedplaatvloeren als verloren bekisting, waarin de hydraulische registers van het BKA-systeem in de fabriek mee waren ingestort. Op de breedplaat-elementen werden gewichtsbesparende PS-blokken voorzien, met in de ribben tussen de PS-blokken de naspanstrengen. In totaal is er 2.750 m² vloeroppervlak thermisch geactiveerd. In verwarmingsmodus circuleert water op een temperatuurregime 28/26 °C doorheen de betonnen vloerplaat, in koelingsmodus op een regime 17/20 °C.

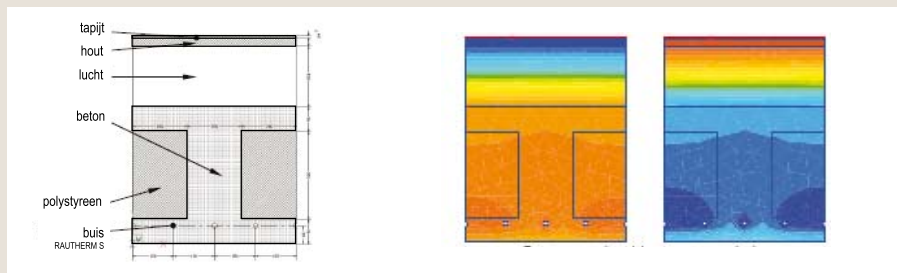


Fig. 35 : Simulatie temperatuurprofielen in de BKA-vloerplaten - rechts verwarmingsmodus, links koelmodus (bron: REHAU)

De energie voor het BKA-systeem wordt gehaald uit een boorgatenenergie-opslagveld (BEO-veld) in combinatie met twee warmtepompen. Het ondergronds energieopslagveld is gecreëerd met 24 verticale aardsondes die tot een diepte van 130 m zijn geboord. In de winter halen de warmtepompen (2 x 80kWt) hun energie uit het BEO-veld en waarden die op voor de verwarming van de BKA, de vloerverwarming en de naverwarming van de ventilatielucht. De in de winter door de warmtepompen opgeslagen koude in het BEO-veld wordt in de zomer aangewend om het kantoor te koelen. Nauwkeurige dynamische simulaties van het gebouw en het BEO-veld liggen aan de basis van de dimensioneringen om zo op jaarbasis tot een goed evenwicht te komen tussen de hoeveelheid energie onttrokken aan en opgeslagen in de bodem. Een bijkomende condenserende aardgasketel en een efficiënte koelmachine zorgen voor de opvang van de piekvragen aan warmte en koude en voor de conditionering van de gelijkvloerse verdieping.

Alle ventilatievoorzieningen op de kantoorverdiepingen zijn in de « groene » dubbele gevel geïntegreerd. Er wordt gebruik gemaakt van een gemengd hybride ventilatieconcept. Gedurende 60% van de kantoor tijd kan het gebouw immers op een natuurlijke wijze worden geventileerd zonder te moeten inboeten aan comfort. In de winter en de zomer gebeurt de ventilatie echter volledig mechanisch door middel van een centrale luchtgroep uitgerust met een hygroscopisch warmtewiel. In de winter wordt de pulsie lucht bevochtigd d.m.v. een energiezuinige stoomgenerator op aardgas. In de vergaderruimten en refter is de ventilatie vraaggestuurd.

De verlichting in de kantoren met energie-efficiënte TL-armaturen is voorzien van een intelligent daglichtdim-systeem met een centrale heliometer opgesteld op het dak. De individuele kantoren en vergaderruimten zijn uitgerust met aanwezigheidsdetectie. In de zuidgevel zijn groene fotovoltaïsche zonnepanelen geïntegreerd, in totaal 104 panelen met een geïnstalleerd vermogen van 6.760 Wp en een verwachte jaaropbrengst van 4.500 kWh/jaar.

De sanitaire uitrustingen hebben een waterbesparend kraanwerk en het regenwater wordt opgevangen voor hergebruik in het gebouw. Het dak van de gelijkvloerse refter is voorzien van een semi-intensief groendak van grassen. Het overtollige regenwater wordt in de groene parking gedraineerd.

Dankzij de doorgedreven thermische isolatie van de opake delen heeft dit toch vrij transparante gebouw een globaal isolatiepeil van K44. Door toepassing van de BKA en het BEO-veld kon het energieverbruik t.o.v. een standaardontwerp gereduceerd worden met 35 %, en het primair energieverbruik en de totale CO₂-emissie met respectievelijk 42 % en 36 %. Vergelijken met een klassiek kantoorgebouw wordt jaarlijks ca. 170 ton minder CO₂ uitgestoten. De jaarlijkse besparing aan energiekosten bedraagt 30.100 €. Het geheel van energetisch passieve en actieve maatregelen brengt dit laagenergie kantoorgebouw op een E-peil van E60. »

(bron: Crepain Binst Architecture)

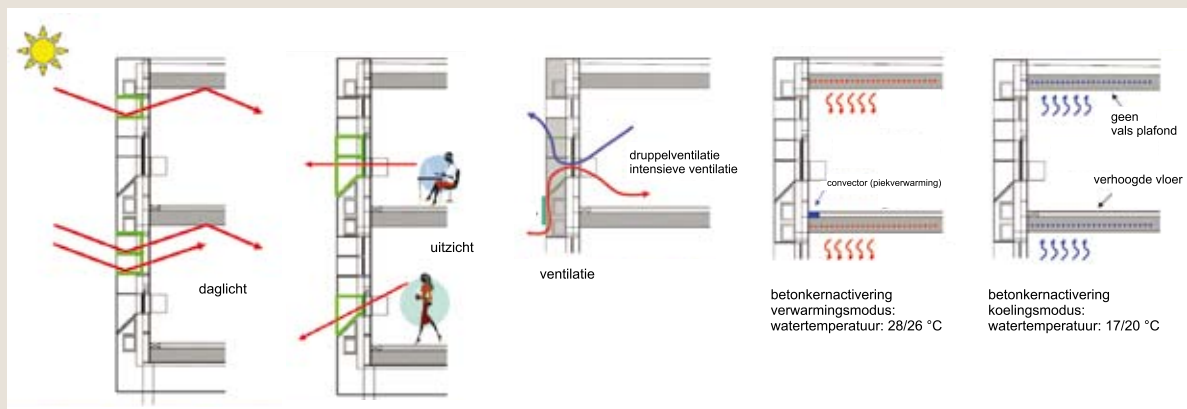


Fig. 36 : Intelligente gevel en vloerplaten met betonkernactivering (bron: VK Engineering / Belgische Betongroepering)

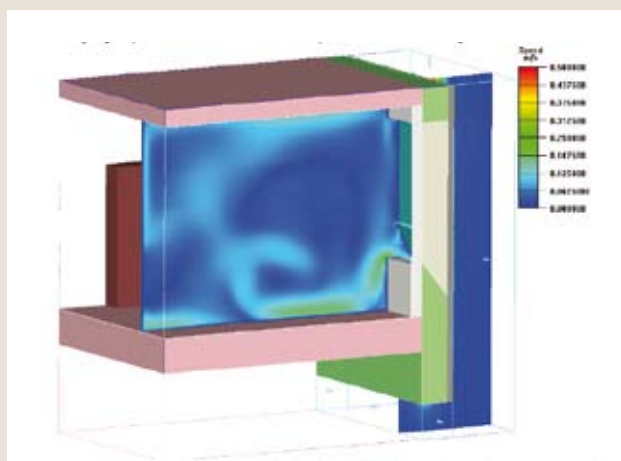


Fig. 37 : Simulatie van de natuurlijke ventilatie in de kantoren (bron: VK Engineering / Belgische Betongroepering)

■ C.1.3 Het thermisch en visueel comfort garanderen

Het gebouw moet zijn bewoners thermisch en visueel comfort bieden, dit is het centrale principe van de bioklimatische architectuur. De comforttemperatuur wordt berekend als het gemiddelde van de luchttemperatuur en de temperatuur van de wanden. Het is dus belangrijk om koude, oncomfortabele wanden te vermijden.

Aan de buitenkant is het ook belangrijk om zonnige zones te voorzien (beschut tegen de wind) voor de winterperioden en het tussenseizoen, en schaduwzones in de zomer. Het visueel comfort hangt af van de hoeveelheid licht en de kwaliteit van het uitzicht dat aan de bewoners wordt geboden. Er moet ook rekening worden gehouden met de kwaliteit van het uitzicht voor de omwonenden en vooral met eventuele schaduw.



De samenstelling van het beton kan worden aangepast, of het beton kan worden gecombineerd met andere materialen om het effect van koude wanden te vermijden. Beton biedt bijgevolg een grote vrijheid in het gevelontwerp (verdeling van de openingen, mogelijkheid van grote overspanningen) en geeft de ontwerper verschillende oplossingen om de relatie met tegenoverliggende gebouwen en met de omgeving te regelen. Activering van de betonmassa draagt bij tot de verwarming en koeling van het gebouw via straling. Die veroorzaakt geen tocht, wat het comfortgevoel verhoogt.

Fig. 38 : Thermisch en visueel comfort van het beton (bron: arch L. Dejaeghere, foto A. Nullens)

■ C.2.1 Het ruimtegebrek beperken

Het gaat om het optimaliseren van het ruimtebeslag in het landschap (niveau wijk, stad), van de compactheid van het gebouw (typologieën en inplanting), en van het ruimtegebruik binnen in het gebouw.

Met beton kunnen « moeilijke » terreinen gevaloriseerd worden (funderingen, keermuren, taluds...). De architecturale soepelheid die de betontechnologie biedt (gietbaarheid, prefab, standaardisering), gecombineerd met een grote mechanische sterkte, maakt het mogelijk om de verhouding tussen bewoonbare oppervlakte en ruimtebeslag te optimaliseren (slanke draagmuren, bouwen in de hoogte, ondergronds bouwen...). Met hoge sterktebeton kan de nuttige ruimte bovendien aanzienlijk worden uitgebreid (reductie van het volume ingenomen door kolommen en vloeren).



foto's A. Nullens

Fig. 39 : Kelders en kruipkelders (arch. Walter Wuyts)



Fig. 40 : Wonen in de buurt van het stadscentrum en in alle comfort : ruimte, uitzicht, licht, akoestiek... (arch. BOB361)

■ C.3.1 Ongecontroleerde luchtinfiltraties vermijden

Luchtinfiltraties kunnen worden vermeden door te letten op de kwaliteit van de uitvoering. Ze veroorzaken effecten gelijkaardig aan die van koudebruggen: bijkomende warmteverliezen, gevaar voor condensatie en/of schimmels en een gevoel van onbehagen.

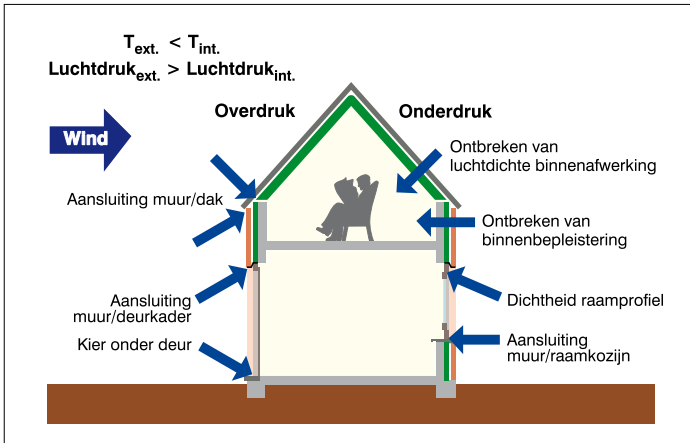


Fig. 41 : Typische luchtinfiltraties
(bron: Architecture et Climat)

Beton is luchtdicht, enkel de voegen moeten worden gecontroleerd.

■ C.3.2 De kwaliteit van de binnenlucht verzekeren

Hiertoe moet vooreerst de aanwezigheid van vervuulende stoffen in de binnenomgeving worden vermeden of beperkt : vluchtige organische stoffen – VOS (lijmen, verven), vaste deeltjes (vezels, stof...), zware metalen (lood, cadmium) en radon. Deze hebben soms een grotere invloed op de gezondheid wanneer ze worden gecombineerd. Vervolgens moet ervoor worden gezorgd dat er geen bronnen van geurhinder zullen zijn. Tot slot moet de frequentie waarmee de binnenlucht ververst wordt de geldende voorschriften volgen en worden aangepast aan het type lokaal. De ondergrens wordt bepaald door de gezondheid van de bewoners (voldoende hygiënische ventilatie). De bovengrens is op haar beurt gekoppeld aan de thermische aspecten en aan het comfort (luchtsnelheid). In de Belgische norm NBN 50-001 worden vier ventilatieprincipes omschreven: types A, B, C en D, cfr. figuur 42.

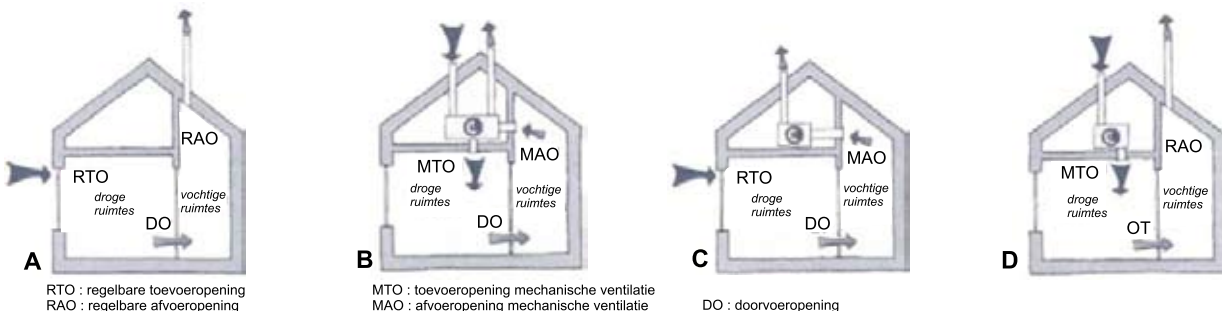


Fig. 42 : De vier ventilatieprincipes (bron: Belgische norm NBN 50-001)

De hoeveelheden vervuulende stoffen die het materiaal beton vrijgeeft in de lucht en in het watermilieu zijn infinitesimaal klein en liggen ver onder de bestaande normen. Het materiaal veroorzaakt geen onaangename geuren en kan bescherming bieden tegen radon afkomstig van de ondergrond.

■ C.3.3 Het akoestisch comfort verzekeren

Het gaat erom te proberen de luchtgeluiden tussen de binnen- en de buitenkant en tussen de lokalen zo goed mogelijk tegen te houden, de overdracht van contactgeluid te vermijden en de nagalmtijd binnen de lokalen te beperken. Er bestaan talrijke oplossingen om een gepast antwoord te bieden en het akoestisch comfort te verzekeren.

foto's A. Nulleens



Fig. 43 : Massa als isolatie tegen luchtgeluiden (arch. A. Vande Kerckhove)



Fig. 44 : Ruw oppervlak of textuur met holtes om de nagalmtijd te verkorten (arch. M. Schepens)

De massa van beton kan luchtgeluiden uitstekend tegenhouden. Gladde oppervlakken kunnen echter veel weerkaatsing veroorzaken; ze worden gedempt door meubilair, soepele of gebogen oppervlakken, of texturen met holtes.

■ C.4.1 Regenwater benutten

Door regenwater op te vangen, kan het waterverbruik aanzienlijk worden verminderd. Regenwater kan worden gebruikt in wasmachines en sanitaire installaties. Omdat dit water geen kalk bevat, wordt de levensduur van de toestellen verlengd. Het kan ook worden gebruikt om schoon te maken of om de tuin te besproeien.

Beton leent zich bijzonder goed tot de opslag van regenwater, want de kalk en het magnesium die beton bevat, neutraliseren de natuurlijke zuurtegraad van het water. Het materiaal is daarom perfect geschikt voor de bouw van watertorens en de fabricage van regenwatertanks.

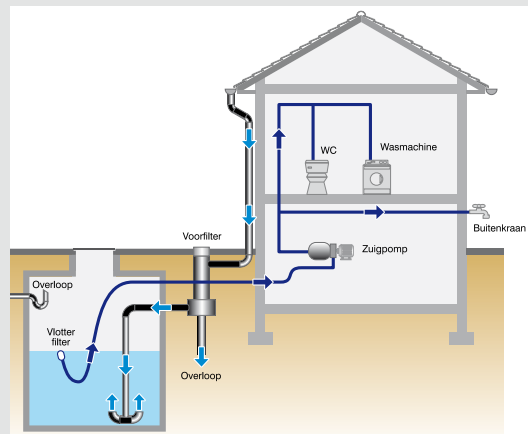


Fig. 45 : Regenwater benutten (bron: Architecture et Climat)

■ C.4.2 Afvalwater behandelen

Water dat in een gebouw werd gebruikt, moet op gepaste wijze worden behandeld, afhankelijk van zijn herkomst. Meestal stroomt het afvalwater van de keuken via een ontvetter in een septische put, waar grijs water en toiletwater samenkomen om te worden voorgefilterd. Het water wordt vervolgens naar een collectieve of individuele zuiveringsinstallatie geleid, afhankelijk van de plaats van het gebouw. Er bestaan talrijke oplossingen voor de eindfiltratie: microstation (figuur 46), rietbed, vloeiveld (figuur 47)... Het is belangrijk om een installatie te kiezen die zo weinig mogelijk onderhoudsbeurten vergt en ervoor te zorgen dat lozingen van detergents, oplosmiddelen of niet- (of weinig) biologisch afbreekbare zepen beperkt blijven.

Beton is bijzonder geschikt voor de realisatie van elementen voor de afvalwaterbehandeling : zuiveringsinstallaties, septische putten, funderingen of keermuren...

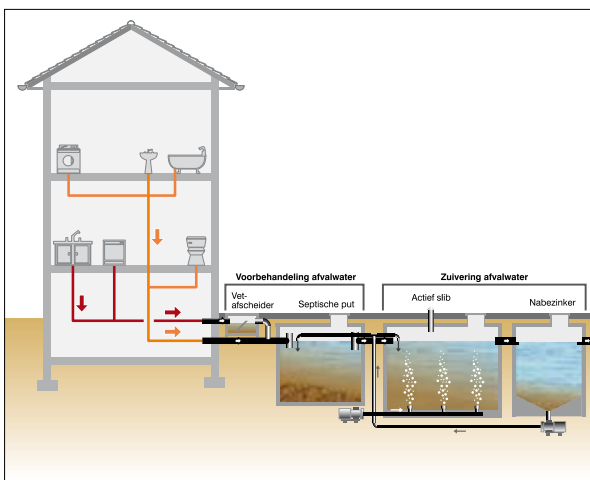


Fig. 46 : Afvalwaterbehandeling door middel van actief slib (bron: Architecture et Climat)

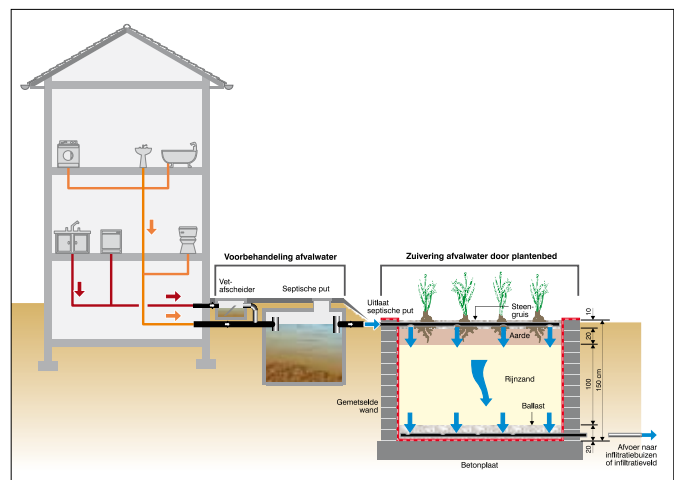


Fig. 47 : Afvalwaterbehandeling door middel van planten (bron: Architecture et Climat)

■ C.4.3 Doorlaatbare zones definiëren

Dit type bodems draagt bij tot het op peil te houden van het grondwater. De af te voeren hoeveelheden regenwater zijn kleiner, het risico op verzadiging van het afwateringsnet en van de vergaarbekkens daalt.

Met dit doel voor ogen werden geprefabriceerde betonelementen ontwikkeld. Ofwel zijn deze voorzien van openingen waarlangs het water kan wegsijpelen en vegetatie kan groeien, terwijl de bodem voldoende draagvermogen behoudt. Ofwel bezitten ze een poreuze structuur die de doorlatendheid van de verharding garandeert.



Fig. 48 : Doorlaatbare zones uittekenen (arch. N. Heysse, foto A. Nullens)



Fig. 49 : Grasbetontegels en doorlatende straatsteenverharding

■ C.5.2 Dakbeplanting integreren

Platte en licht hellende daken evenals kunstmatige bodems kunnen worden beplant met een intensieve of extensieve vegetatie, afhankelijk van de dikte van het substraat en van de plantenkeuze. We verwijzen naar de TV. 229 van het WTCB « Groendaken ». Ter herinnering: hoe doorlatender het oppervlak, hoe beter de hoeveelheid af te voeren water verdeeld wordt in de tijd (zo worden de risico's op verzadiging van het afwateringsnet vermeden), maar ook in de ruimte (omdat bij de stabiliteitsberekeningen rekening moet worden gehouden met de extra belasting). De dakbeplanting geeft aan fauna en flora ruimte voor de versterking van het ecologisch netwerk.



Fig. 50 : Voorbeeld van een extensief dak
(bron: Floradak)

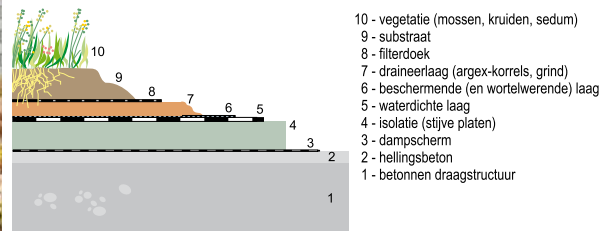


Fig. 51 : Doorsnede van een extensief dak
(bron: infobeton.be)

■ C.6.1 Het project inkaderen in een tijdsperspectief

Iedereen heeft andere behoeften en deze evolueren in de loop van de tijd. De samenstelling van het gezin, de mobiliteit van de bewoners of zelfs de activiteit kan veranderen (ouderdom, zwangerschap, ongeval of handicap). Er moet bijgevolg worden gezorgd voor aanpasbaarheid en flexibiliteit om zo te anticiperen op mogelijke wijzigingen. Omgekeerd moet de ontwerper bij de renovatie van een gebouw met een bepaalde architecturale waarde zich ervan vergewissen dat zijn project deze culturele getuigenis respecteert. In het Charter van Venetië is voor de renovatie van het patrimonium het principe geformuleerd dat een gebouw na een interventie ooit opnieuw in zijn oorspronkelijke staat moet kunnen worden hersteld. Moet dit principe worden aangepast om renovatiewerken te leiden ?

Fig. 52 : Voormalige drukkerij heringericht als woning. De betonnen structuur werd gerecupereerd en herinnert aan de vroegere functie. Het industrieel karakter wordt geaccentueerd door de gepolierde vloer. Het gebouw is correct geïsoleerd en voorzien van balansventilatie. Energiepeil E70.
(bron: Mijn Huis Mijn Architect, Editie 2009, arch. ARTeCUBE, foto A. Nullens)



DE WERKEN UITVOEREN

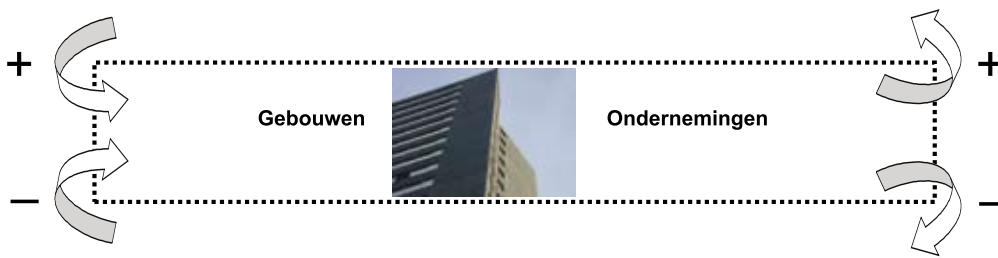


Fig. 53 : De werken op de bouwplaats « contextualiseren » (bron: Architecture et Climat)

■ T.1.1 Het energieverbruik tot het minimum beperken

De bepalende keuzes om de uitvoering te optimaliseren worden vaak stroomopwaarts gemaakt, tijdens de ontwerpfase. In de praktijk is het moeilijk om het energieverbruik dat over de gehele duur van de werken wordt voorzien correct in te schatten. Ook hier zal een gerichte sensibilisering de houding van de actoren positief beïnvloeden.

Beton, dat ter plaatse wordt gegoten of in de vorm van geprefabriceerde elementen, vereist performant materieel en uitrusting die rationeel worden aangewend.



Fig.54-55 : Plaatsing van geprefabriceerde elementen en gieten van stortklaar beton (arch. WIT / Bogdan & Van Broeck / LAVA, foto's André Nullens)

■ T.2.1 De afvalproductie beheersen

Het terugdringen van de hoeveelheid afval en de organisatie van de systematische selectieve afvalophaling op de werf maken het voorwerp uit van steeds strengere reglementeringen. Deze initiatieven zijn gekoppeld aan de invoering van recyclage- of terugnametechnieken, die hand in hand gaan met een goede maatcoördinatie, het gebruik van modulaire systemen, standaardafmetingen...



Fig. 56 : Bouw- en sloopafval
(bron: Architecture et Climat)



Fig. 57 : Afvalsortering op een nette bouwplaats
(arch. WIT / Bogdan & Van Broeck / LAVA, foto A. Nullens)

Ofschoon dit nog te weinig gebeurt in België, kan betonpuin worden gebroken en hergebruikt als granulaten. Zie ook paragraaf M.2.3.

■ T.2.2 Materiaalverbruik en -transport beheersen

De gekozen materialen moeten in voldoende hoeveelheid beschikbaar zijn op het moment van de werken. Het materiaalverbruik, de bevoorrading van de bouwplaats en de compatibiliteit tussen materialen en bouwtechnieken moeten worden beheerst. Er moet een evaluatie worden gemaakt van de hoeveelheid transport nodig voor het vervoer van de materialen, de inrichting van de bouwplaats en de verplaatsingen van het personeel. Het gebruik van prefabelementen kan bijdragen tot het optimaliseren van deze punten.

De bestanddelen van het beton en de aanverwante materialen en producten (wapening, bekistingspanelen, breedplaten, lintelen...) zijn in voldoende hoeveelheden beschikbaar om te worden klaargemaakt en verwerkt. Met stortklaar beton of geprefabriceerde elementen kunnen projectkeuzes geoptimaliseerd worden in functie van de eisen (bijzondere randvoorwaarden, vervoer, toegankelijkheid, prestaties).



Fig. 58 : Gebruik van pompbeton op grote en/of moeilijk toegankelijke bouwplaatsen

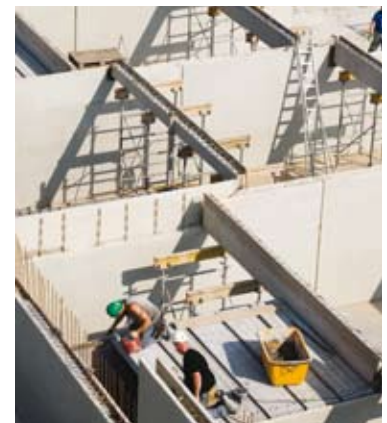


Fig. 59 : Er bestaat een breed gamma aan prefab betonproducten

(arch. WIT / Bogdan & Van Broeck / LAVA, foto's A. Nullens)

VERKOOPSRUIMTE VAN DE « CAMÉLÉON » WINKEL

(arch. AWAA for CW Architects)

Het gebouw ligt in Brussel en is gebouwd op een oppervlakte van 13000 m², exclusief parking. Het is in dienst genomen in april 2009, en is zonder twijfel momenteel een van de meest complete gebouwen voor wat de aanpak in functie van « duurzaam bouwen » betreft. Het uiteindelijke programma omvat een verkoopsruimte (8000 m²), kantoren, een cafetaria en een crèche. De architecten AWAA for CW Architects en AAVO werden bijgestaan door de studiebureaus Boucherie en MATRIciel.



Fig. 60 : Algemeen beeld van het gebouw
(bron: AWAA for CW Architects)

	Oppervlakttemassa [kg/m ²]	Grijze energie [MJ/m ²]	Broeikasgassen [kg/m ²]	Verzurende gassen [kg/m ²]	Recyclage - Hergebruik [%]	Storten - Verbranden [%]
Types gevelopbouw						
Type 1 Beton - Polyurethaan - Beton	410,40	965,40	73,68	0,36	99,42	0,58
Type 2 Beton - Glaswol - Staal	378,00	1677,00	128,01	0,60	99,21	0,79
Type 3 Staal - Rotswol - Staal	66,00	3702,00	253,20	1,29	90,91	9,09
Type 4 Hout - Houtwol - Hout	87,21	1059,29	-207,33	0,67	62,28	37,73

Fig. 61: Synthese van de vergelijking van de gevelelementen (bron: MATRIciel)

Het gebouw is zeer goed geïsoleerd (K24) en is gebaseerd op een principe van natuurlijke dag- en nachtventilatie. De verkoopsruimtes worden niet geklimatiseerd in de klassieke betekenis, maar op een natuurlijke wijze afgekoeld door middel van vensters die automatisch kunnen worden geopend in functie van het binnenklimaat (temperatuur en CO₂-concentratie) en het buitenklimaat, en van de temperatuur van de betonnen structuur. De lucht stroomt dan dwars door het gebouw, van de gevels naar het atrium en het dak.

Het centrale atrium brengt ook natuurlijk licht naar het midden van de verkoopsruimte; de kunstverlichting met een zwak vermogen wordt gestuurd in functie van dit gratis daglicht.

Dankzij de vermindering van de interne warmtewinsten (keuze voor efficiënte installaties), de zonneweringen, en de thermische inertie van het gebouw (betonnen vloerplaten en plafond blijven zichtbaar), verzekert dit systeem het hele jaar door een goed comfort. Bij een hittegolf kan oververhitting worden vermeden door een punctuele mechanische koeling van de verse lucht.

Thermische zonnepanelen verzekeren een voorverwarming van het sanitair warm water in de cafetaria en de crèche. Fotovoltaïsche panelen op het dak en de pergola produceren een gedeelte van de elektriciteit die door het gebouw wordt verbruikt en een verwarmingsinstallatie op hout zorgt voor het grootste deel van de warmteproductie.

Al deze energiemaatregelen moeten in vergelijking met de klassieke moderne technische installaties leiden tot een besparing van 7 250 ton CO₂ over 30 jaar.

Er werd een gedetailleerde vergelijking gemaakt van vier materiaalalternatieven voor de gevels. De belangrijkste resultaten worden voorgesteld in bovenstaande tabel (figuur 61). De keuze richtte zich uiteindelijk op geprefabriceerde panelen : beton / PUR / beton (Type 1). Deze zijn voor 98 % recyclebaar: betonpuin kan dienen als onderfundering of worden gebruikt voor de fabricage van nieuw beton; ook de wapeningen kunnen worden gerecycled. Prefab elementen bieden het voordeel dat ze de duur van de werken en dus de hinder in de wijk verkorten. Ze leiden bovendien tot een vermindering en een beter beheer van het bouwafval, en een groter werkcomfort voor de arbeiders. Sommige geveleden werden uitgevoerd volgens type 4 : de bekleding is van inheems hout, gecertificeerd door een ecolabel en waarbij de vervanging van de gerooide bomen contractueel is vastgelegd.

UITBREIDING VAN DE ZETEL VAN HET HAVENBEDRIJF GENT

(evr-architecten)

De opdracht omvatte de renovatie van een bestaand kantoorgebouw en een nieuwgebouwde uitbreiding. Een energie-audit overtuigde de opdrachtgever te opteren voor een nieuwbouw die beantwoordt aan de passiefbouwstandaard. Het project kreeg in 2005 de prijs van Beste Utiliteitsbouw in de Eco-Domus wedstrijd.

evr-architecten is actief betrokken bij de ontwikkeling van instrumenten om het duurzaamheidsniveau van gebouwen meetbaar te maken en zodoende aan alle betrokken actoren – opdrachtgevers, ontwerpers, uitvoerders – inzicht te bieden in de verschillende aspecten van duurzaamheid. Onder andere het Amerikaanse LEED-systeem dient hierbij als voorbeeld.

evr-architecten vertaalt de sociale, economische en ecologische dimensies van duurzaamheid in een 10-tal prioriteiten. De volgorde van deze criteria, die ook voor het Havengebouw zijn gehanteerd, is niet onbelangrijk :

Ruimtelijke ontwerpcriteria (concept)

1. correcte keuze van de bouwplaats
2. context, oriëntatie, microklimaat
3. compartimentering, zonering, compactheid, aantal m² beperken
4. functioneel, flexibel, aanpasbaar, uitbreidbaar, inbreidbaar

Bouwtechnische ontwerpcriteria (« smart building »)

5. hoge thermische isolatie, volledige lucht- en winddichtheid
6. zonnewering + koeling
7. duurzame materialen met minimum milieulast

Installatietechnische ontwerpcriteria (technieken)

8. efficiënte mechanische ventilatie
9. efficiënte verwarming en warm waterproductie
10. rationeel omgaan met elektriciteit en water

De energieprestaties van het geheel (gerenoveerd gebouw + nieuwbouw) zijn opmerkelijk.

Voor de periode juni 2005 - juni 2006 werden volgende resultaten opgetekend :

- ondanks een verdubbeling van de oppervlakte daalde het energieverbruik voor verwarming met 9 % ;
- het aardgasverbruik in het nieuwgebouwde deel (1820 m²) bedraagt slechts 46 % van het verbruik in het gerenoveerde gebouw (1450 m²) ;
- het elektriciteitsverbruik is na renovatie en nieuwbouw met slechts 15 % toegenomen.

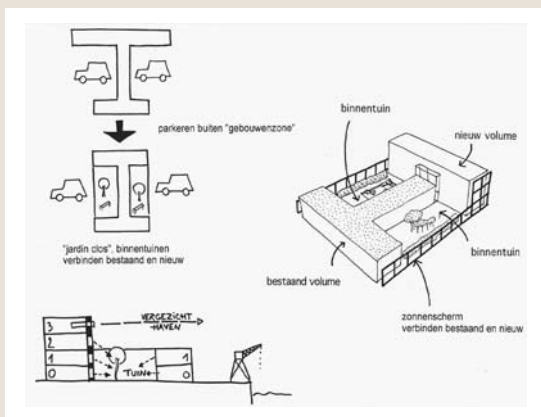


Fig. 62 : Havenbedrijf Gent, conceptuele keuzes
(bron : evr-architecten)



Fig. 63 : Havenbedrijf Gent,
bestaand gebouw en nieuwbouw

(bron: evr-architecten)

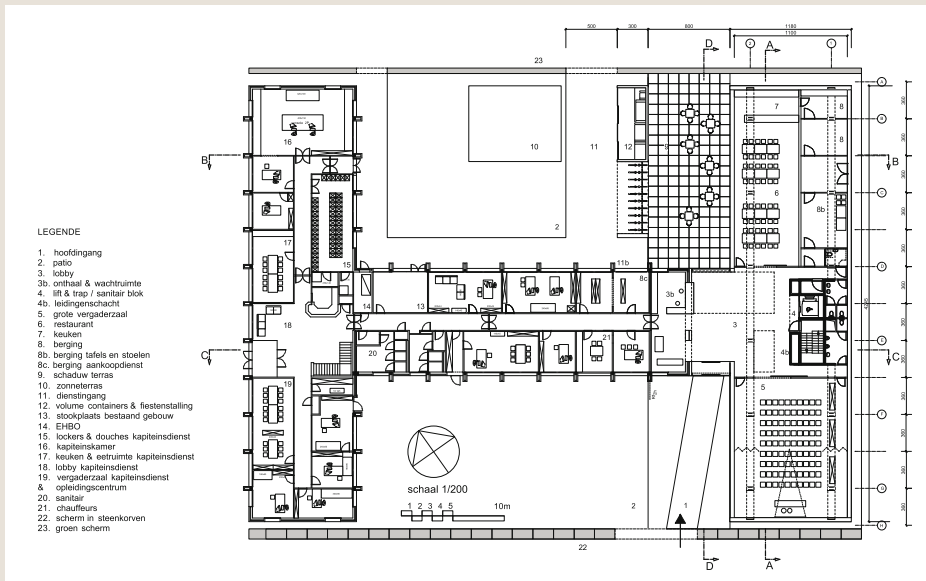


Fig. 64 : Havenbedrijf Gent, gelijkvloerse verdieping met links het bestaande gebouw, rechts de uitbreiding

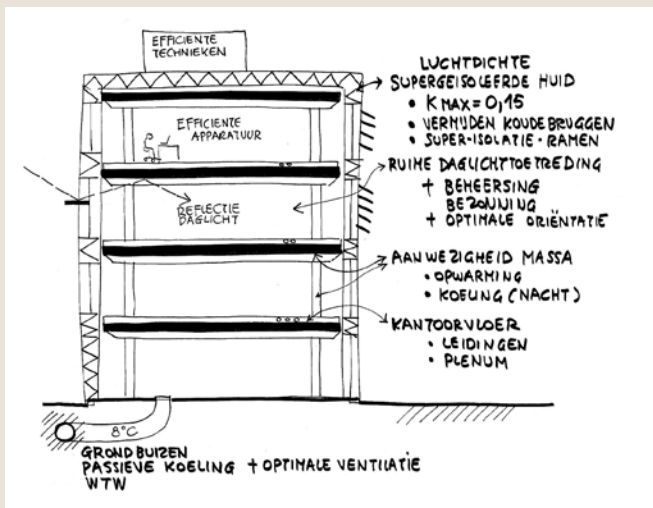


Fig. 65 : Havenbedrijf Gent, technische keuzes. Noteer het belang van de thermische massa en inertie om het binnenklimaat te regelen en tegelijk energie te besparen



Fig. 66-67 : Havenbedrijf Gent, tijdens de uitvoering

DUURZAAMHEID COMMUNICEREN

Evaluatie van de energieprestaties

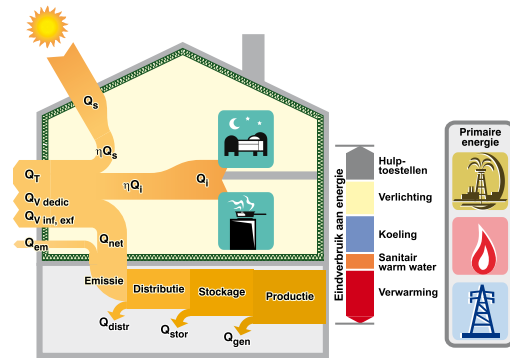


Fig. 68 : Principeschema voor de EPB-berekening (bron: Architecture et Climat)

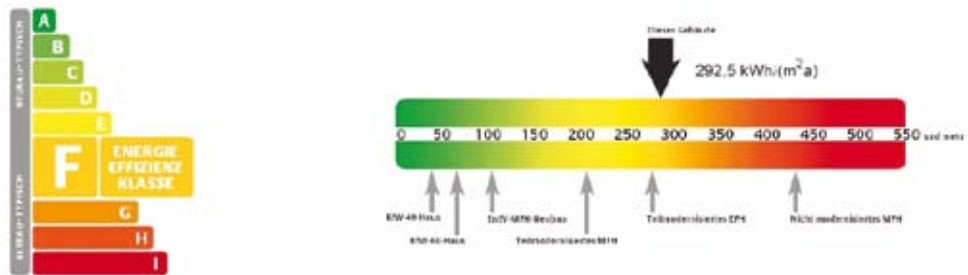
De evaluatie van de globale energieprestaties van gebouwen maakt het voorwerp uit van een nieuwe reglementering (EPB) die reeds sinds 1 januari 2006 van toepassing is in Vlaanderen, sinds 1 september 2009 in Brussel, en die van kracht wordt in Wallonië in mei 2010. Zij heeft tot doel de Europese richtlijn 2002/91/EC te implementeren door een evaluatiemethode uit te werken die rekening houdt met alle warmtewinsten en -verliezen van het gebouw, alsook met het energierendement van de verschillende installaties in het gebouw. Het verbruik van het gebouw wordt

uitgedrukt in primaire energie. Door deze waarde te vergelijken met het verbruik van een referentiegebouw kan aan een gebouw een dimensieloze score, het « E-peil », worden toegekend.

Energiecertificering

Ongeacht of het nu in Vlaanderen is (<http://www.energiesparen.be>), of in Wallonië en Brussel (Energieadviesprocedure, zie <http://energie.wallonie.be/fr/audit-energetique.html?IDC=6048>), de energiecertificering van gebouwen bestaat en moet zich op termijn op basis van energieaudits uitbreiden naar de bestaande bebouwing in het hele grondgebied. Dit certificaat moet bijgevolg bij elke verkoop of verhuring van gebouwen worden opgemaakt. Alle geanalyseerde gebouwen zullen systematisch worden vermeld in een database, die zal dienen om de efficiëntie van de maatregelen en de evolutie van de toestand van de bestaande bebouwing te evalueren.

Fig. 69 : Voorbeeld van een energiecertificaat (bron: "Energy Certificate for Buildings: Field Test Evaluation" (DE), 2005)



Evaluatiemethoden voor de duurzaamheid

In 2004 begon de Europese Commissie aan de uitwerking van specifieke richtlijnen om EPD's voor vergelijkbare bouwproducten op Europese schaal te kunnen ontwikkelen. Meteen daarna, in 2005, werd CEN TC 350 « Sustainability of Construction Works » gecreëerd. In het begin werd hoofdzakelijk gedacht aan milieu-informatie in verband met het product, maar de EPD's moeten in feite de basis vormen voor een evaluatie op schaal van het hele gebouw. Bovendien breidt het bereik van de activiteiten van CEN TC 350 zich geleidelijk aan uit naar « duurzaamheid » in het algemeen, door naast de « milieuprestaties » ook de « economische » en « sociale » aspecten in rekening te brengen.

De werkzaamheden van CEN TC 350 – die in België moeten uitmonden in de norm NBN E350 « Duurzaamheid van gebouwen » zijn nog altijd aan de gang. Ze worden gestructureerd in vijf werkgroepen:

WG1 : *Environmental performance of buildings* ;
WG2 : *Building Life Cycle Description* ;
WG3 : *Products Level* ;
WG4 : *Economic performance assessment of buildings* ;
WG5 : *Social performance assessment of building*.

Net zoals bij EPD's zijn bij de evaluatie van het geheel van de prestaties van gebouwen de beschrijving van de scenario's en de nauwkeurigheid van de technische gegevens met betrekking tot de bouwproducten essentieel : referentielevensduur, vervangingsfrequentie, percentage gerecycled materiaal... Een van de belangrijkste uitdagingen waarmee het CEN zal worden geconfronteerd, zal waarschijnlijk de harmonisering van de EPD's op Europees niveau zijn. De verschillende scenario's berusten immers op de nationale tradities inzake bouw en bemoeilijken de vergelijking van de EPD's uit verschillende landen.

In verschillende landen bestaan reeds methoden om de duurzaamheid van gebouwen te evalueren:

- Groot-Brittannië : BREEAM-methode – voor *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (www.breeam.org) ;
- Frankrijk : HQE-procedure – voor *Haute Qualité Environnementale* (www.assohqe.org/) ;
- Zwitserland : de Minergie-Eco-norm, het resultaat van de samenwerking tussen MINERGIE en eco-bau (www.ecobau.ch);
- Verenigde Staten : LEED-certificering – voor *Leadership in Energy and Environmental Design* (www.usgbc.org/leed);
- Japan : het CASBEE-systeem – voor *Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency* (www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm)

Elk van hen vaart een ietwat andere koers door bepaalde aspecten te bevoordelen of andere uit te sluiten (energieprestatieaspecten, inachtneming van sociale en/of milieuaspecten...). De belangrijkste moeilijkheid ligt enerzijds in het feit dat de in aanmerking te nemen elementen onderling verbonden zijn (hiërarchie, weging), en anderzijds in het type betrokken actoren. Keuzes die moeten leiden tot een verhoogde duurzaamheid zijn soms complementair, soms tegenstrijdig...

Het belang van de ontwikkeling van een op termijn gemeenschappelijke evaluatiemethode voor heel Europa moet niet meer worden aangetoond. Momenteel wordt ervan uitgegaan dat deze zal geïnspireerd zijn op de twee methoden die reeds het meest verspreid zijn, BREEAM en HQE.

Een toenadering tussen deze twee methoden is aangevat, en de mogelijkheid van een dubbele certificering (BREEAM/HQE) is voorzien voor 2010.

Een compleet netwerk krijgt vorm op lokaal en internationaal niveau. In Duitsland heeft de DGNB (<http://www.dgnb.de/>) of *German Sustainable Building Council* een eigen certificeringsmaatstaf ontwikkeld. Ook in België hebben SECO, het WTCB en BCCA beslist om een nieuwe methode te definiëren, door zich te baseren op wat elders reeds bestond. Zo is de eerste Belgische certificeringsprocedure in de gebouwensector ontstaan : VALIDEO. De procedure gebeurt momenteel op vrijwillige basis en er is voorlopig geen sprake van deze verplicht te maken. Het doel was de initiatiefnemers van een bouwproject ertoe aan te zetten beter te doen dan de geldende normen. Vertrekkend van dezelfde uitgangspunten heeft het WTCB, een « Referentiekader Duurzame Woning » uitgewerkt, dat van toepassing zal zijn op nieuwbouwwoningen.

Onlangs verzamelden een groot aantal Belgische actoren zich op een gemeenschappelijk en open platform onder de koepel van de « *World Green Building Council* ». De naam van dit platform, oorspronkelijk « *Local Green Building Council* », zou « *Belgian Sustainable Building Council* » (BSBC) moeten worden.

De kwestie van duurzaam bouwen is bijgevolg in volle ontplooiing, zowel in België als elders. Een reeks kwantificeerbare criteria en indicatoren (en die elkaar niet overlappen) zal waarschijnlijk weldra worden vastgelegd. Zij moeten door iedereen worden aanvaard om een uniforme, complete en effectief operationele aanpak te volgen waarmee de « duurzaamheid » van gebouwen kan worden beoordeeld (en verbeterd). Om volledig te zijn zal deze benadering wellicht ook een aantal kwalitatieve criteria moeten bevatten. Deze publicatie stelde zich tot doel deze (alsnog te) langzame evolutie te schetsen, en de plaats die het materiaal beton erin bekleedt in kaart te brengen. Resultaten van onderzoek en voorbeelden van gebouwen tonen aan dat het materiaal beton, bouwsystemen op basis van beton en betonnen bouwwerken inzake duurzaamheid goed scoren wanneer alle behandelde punten in praktijk worden gebracht tijdens de volledige levenscyclus en in het bijzonder voor wat de recyclage betreft.



Een publicatie van
FEBELCEM
Federatie van de Belgische Cementnijverheid
Vorstlaan 68 - 1170 Brussel
tel.: 02 645 52 11 - fax : 02 640 06 70
www.febelcem.be
info@febelcem.be

Auteurs:
A. De Herde, A. Evrard
Architecture et Climat, UCL
in samenwerking met:
N. Naert

Tekeningen: José Flémal



Architecture et Climat

Wettelijk depot:
D/2010/0280/08

Verantw. uitgever: A. Jasienski

infobeton.be

Gedrukt op FSC papier



FOREST STEWARDSHIP COUNCIL