

MODULE DUURZAAMHEID GEÏNSPIREERD DOOR C2C

Kennisbank Bouwfysica

Auteurs: dr. Ir. Peter van den Engel, Martine Verhoeven, ir. Leo de Ruijscher, ir. John van der Vliet

1. Inleiding

Onlangs werd de wereld gealarmeerd door de opwarming van de aarde alsmede het teruglopen van de voorraden fossiele brandstoffen en het uitputtend gebruik van onze grondstoffen. Door vooraanstaande personen als Al Gore is er een bewustwording gecreëerd in diens alom bekende film: "An inconvenient truth". Tevens heeft het boek Cradle to Cradle (C2C) gezorgd voor verdere opvolging in een proces dat uiteindelijk moet leiden tot een nieuwe vorm van ontwerp en gebruik. Hoewel het veranderende proces een zeer brede maatschappelijke toepasbaarheid heeft, wordt in deze module een handvat voor gebouwinstallaties (building services) gegeven.

2. De industriële revolutie

Begin 1900 kwam de industriële revolutie op gang en zorgde voor een massaproductie-systeem met uiteindelijk zeer schadelijke neveneffecten. Gedurende deze lange periode werd er giftig materiaal over onze wereld, (in het water, over de aarde en in de lucht) uitgestort. Tevens is er een berg afval ontstaan die niet meer te verwerken is en worden onze natuurlijke bronnen volledig uitgeput. Naast de welvaart die deze revolutie voor een groot aantal mensen heeft gebracht is het uiteindelijke resultaat tot op heden angstaanjagend. Gelukkig zijn er mensen op onze planeet die proberen hier een halt toe te roepen en andere zienswijzen te genereren. De nieuwe generatie mensen is zich terdege bewust van de noodzaak hierin mee te participeren, hetgeen uiteindelijk zal resulteren in het vervolmaken van de nieuwe industriële revolutie.



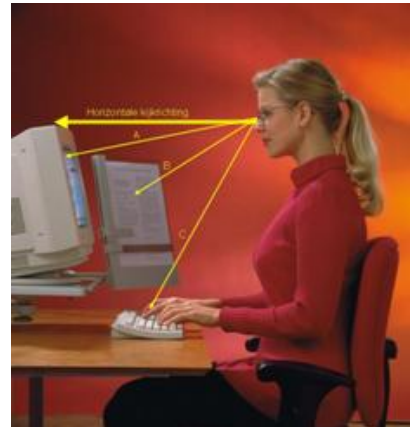
3. De huidige situatie

Het resultaat van de oude industriële revolutie heeft tot gevolg dat er elk jaar miljoenen tonnen giftig afval in de lucht, in het water en in de grond terechtkomen. Dat er gevaarlijke materialen worden geproduceerd die onder extreme veiligheid moeten worden opgeslagen gedurende een periode van nieuwe generaties. Dat er enorme hoeveelheden afval worden geproduceerd waar men geen raad mee weet. Onze natuurlijke bronnen, brand- en grondstoffen worden uitgeput, wat ook kan leiden tot een onveilige maatschappij.



4. Is het waar?

Zoals gebruikelijk in onze samenleving is er altijd een reactie op de genoemde stellingennamen en zijn er zowel medestanders als andersdenkenden te vinden. Zeker wat betreft de oorzaken maar ook de gevolgen hiervan. Van belang is te onderkennen dat er een noodzaak bestaat om onze creativiteit aan te wenden voor het verkrijgen van een nieuwe industriële revolutie. Vooral de mensen die in onze samenleving voor de taak staan nieuwe ontwerpen te realiseren dienen zich hier sterk van bewust te zijn. Dat deze verantwoording momenteel wordt opgepakt blijkt o.a. uit de oprichting van de Dutch Green Building Council (DGBC). De leden hiervan worden met recht participanten genoemd, daar het gaat om een verdere medewerking en ontwikkeling van de nieuwe industriële revolutie.



5. Wat is de impact op ons dagelijkse leven?

Hierbij een aantal spraakmakende voorbeelden van de huidige manier van produceren en het gebruik van deze eindproducten. Wie gebruikt er geen computer en zit daarbij niet op een bureaustoel? Bij de productie van deze twee dingen worden een aantal giftige stoffen gebruikt die zijn weerga niet kennen. Door het gebruik komen deze stoffen zowel vanuit de computer als vanaf de stoel ons lichaam binnen. Door het schuiven op de stoel komen er stoffen uit de vezels en delen van de verf in onze luchtwegen. Ditzelfde geldt tevens voor de computers; die stoten namelijk gevaarlijke stoffen uit die wij niet in ons lichaam wensen. Daarbij is het belangrijk om te kijken hoeveel energie het kost om deze voorwerpen te maken maar ook hoeveel ze zelf gebruiken gedurende hun levensduur. Dit kan tot verbluffende uitkomsten leiden, als voorbeeld: Om één computer en één monitor te produceren zijn 22 kg chemicaliën, 1500 liter water en 240 kg fossiele brandstof nodig. De belasting op ons milieu is dus aanzienlijk groter dan het energieverbruik gedurende hun levensduur.

6. Nieuwe ontwerpen

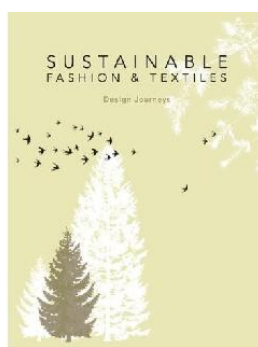
Het “Cradle to Cradle” principe is gebaseerd op de recyclebaarheid van materialen, het voorkomen van uitstoot aan giftige stoffen en een reductie van energie tijdens productie en



gebruik. In eerste instantie hierbij te denken aan de



gebruik. In eerste instantie hierbij te denken aan de



ligt het voor de hand om fabricage (productie) van diverse artikelen. Dit gebeurt momenteel bij de productie van diverse

gebruiksgoederen zoals sportschoenen, auto's, textiel en diverse andere goederen. Maar ook in de bouwkolom begint men gebruik te maken van het C2C principe. De gebruikswaarde van het gebouw en de materialen moeten minstens gelijkwaardig zijn aan de huidige functies en gebruik. Daarnaast is de zuivering van water en gebruik van regenwater van belang, evenals de wens om de gebruikte ventilatielucht schoner terug te geven aan de omgeving. En het genereren van meer energie dan nodig is voor eigen gebruik zodat deze kan worden aangewend voor andere gebruikers. Tevens moet er binnen het ontwerp al aandacht zijn voor de wijze waarop eenvoudig en duurzaam gesloopt kan worden.

Voor alle duidelijkheid nog even de basisprincipes van "Cradle to Cradle" op een rijtje:

- Geen uitstoot van giftige stoffen (in lucht, water en grond).
- Materialen volledig recyclebaar (vele vormen in hergebruik).
- Energiereductie bij productie en gebruik. (liefst de nul-optie)

Overdaad wordt als zodanig niet veroordeeld; de natuur doet immers zelf ook aan overdaad.

Denk hierbij aan de grote hoeveelheden zaad die een kersenboom produceert met soms maar één nieuwe kersenboom als gevolg. Echter, al het zaad is recyclebaar dus komt weer volledig in het proces terug.

7. Delft en Bouwkunde

Onze faculteit is in diverse richtingen intensief betrokken bij het verhogen van de duurzaamheid in de bebouwde omgeving. Het ontwerpen en de toepassing van de hiervoor benodigde materialen en systemen worden onder de aandacht gebracht en vormen een onderdeel van onderzoek en onderwijs. Als voorbeeld kan worden verwezen naar een voorbeeldsessie die afgelopen jaar in de voormalige blokkenhal plaats vond. Door ervaren bouwers uit het land Mali werden diverse voorbeelden van bouwen in leem geconstrueerd. Een mooi voorbeeld is ook de façade afwerking van het Stylos paviljoen dat bestaat uit diverse soorten planten. Door het irrigeren van de gevels zijn de planten verzekerd van voldoende water, echter de RC waarde zal in het gebruik sterk variëren door het effect van adiabatiscie koeling.

In het kader van C2C kan worden gedacht aan het hergebruik van afval als basisproduct voor nieuwe producten. Tevens moeten de schadelijke emissies van bouwmaterialen en voorwerpen worden teruggedrongen.

8. Installaties (Building Services)

De doelstelling van deze module is in feite het informeren over de laatste toepassingen van installatieconcepten binnen het ontwerp proces. De mate van energie vriendelijkheid, toepasbaarheid en cradle to cradle bestendigheid verschillen sterk. De onderliggende ontwerpfilosofie (zie module ontwerpfilosofie) is dan ook leidend bij de aanvang van een ontwerpproces.

Hieronder worden een aantal van deze specifieke toepassingen genoemd. Voor een diepere uitleg wordt naar de andere modulen verwezen. Voor alle duidelijkheid moet

nog worden vermeld dat deze toepassing op zichzelf maar ook als combinatie in een ontwerp kunnen worden gebruikt. Een belangrijk aspect binnen de ontwerpen voor klimaatsystemen is de omschakeling van hoge temperatuur verwarming naar lage temperatuur verwarming.

Dit geldt ook voor koeling, maar dan spreken we juist van een omschakeling van lage temperatuur koeling naar hoge temperatuur koeling. Door deze verandering is het toepassen van een groot oppervlak voor afgifte van energie noodzakelijk.

- Energie bodemopslag (warmte en koude)

Het opslaan van energie voor het verwarmen en/of koelen van een gebouw kan op diverse wijzen plaatsvinden. Door middel van bronnen; hierbij onttrekt men de energie uit een watervoerende laag of slaat deze energie daarin tijdelijk op voor later gebruik.

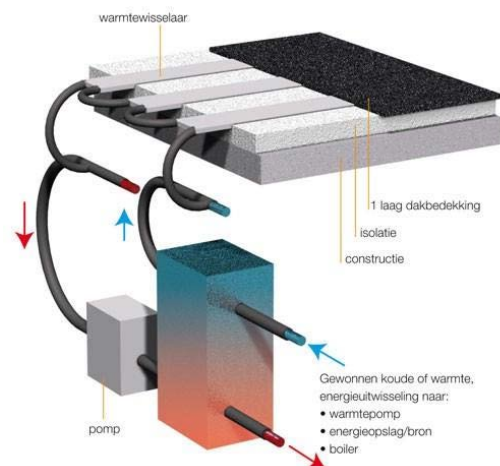
Hierbij kan water worden onttrokken aan de watervoerende laag, maar zal ook weer terug moeten worden gevoerd. In tegenstelling tot deze zogenaamde open bron bestaan er ook principes met een gesloten bron. Het rendement van een gesloten bron ligt normaliter lager. Verder kunnen er zogenaamde bodemcollectoren worden toegepast. Een verticale bodemcollector in de vorm van heipalen maar ook horizontale collectoren in de vorm van ingegraven slangen komen voor.

- Betonkernactivering

In principe zijn er twee vormen van betonkernactivering; één door middel van het medium water en een ander door middel van buitenlucht. Over het algemeen is water een betere energiedrager dan lucht. De keuze is dan ook sterk afhankelijk van de mogelijke bouwkundige inpassingen en de onderliggende ontwerpfilosofie.

- Energiedak

Toepassing van een energiedak heeft twee hoofdaspecten. Ten eerste kan men energie opwekken door gebruik te maken van ingeplakte collectoren in of onder de dakbedekking. Ten tweede kan men collectoren op het dak plaatsen waar de wind doorheen kan blazen zodat er een vorm van vrije koeling ontstaat. Deze vormen van energie uitwisseling kunnen tevens gebruikt worden om de vervuiling van aanwezige bronnen op te heffen.



- Warmtepomp

Een apparaat wat warmte en/of koude kan genereren uit water of lucht. De warmtepomp wordt net als bij een koelkast aangedreven door elektriciteit. Door middel van een compressor en een koudemiddel wordt dit bewerkstelligd. Dit gebeurt met een COP (coëfficiënt of performance) van circa 3 tot 4. Eén deel energie elektrisch vermogen genereert 3 tot 4 delen energie thermisch vermogen. Voor een verdere verhandeling van warmte pompen zie module warmtepompen.

- Vloer, plafond en wand koeling en verwarming

Veel installaties maken gebruik van een zogenaamd laag temperatuurstraject wat automatisch inhoudt dat je een relatief groot oppervlak voor warmte of koude afgifte nodig hebt. Deze methodiek voorziet hierin maar beperkt het eventueel achteraf boren in plafond, wanden en vloeren.

- Grijswater systeem

Het opvangen van regenwater op het dak voor het spoelen van de toiletten vraagt speciale voorzieningen zoals filters, pompen en reservoirs. Een aansluiting op het waterleverend net voor droge perioden is vaak noodzakelijk.

- Warmwatervoorziening

Voor de warmwatervoorziening wordt momenteel ook gebruik gemaakt van warmte verkregen door een warmtepomp, hetzij in combinatie met aardwarmte, een energie-dak of ander lage temperatuurbron. De opslagcapaciteit bij een laag temperatuur warmwater voorziening moet beduidend groter worden gekozen dan bij een hoog temperatuur systeem daar er geen menging met koud water plaatsvindt. Tevens dient het systeem periodiek gedurende bijvoorbeeld nachtperioden te worden opgewarmd tot een temperatuur boven de 65 graden Celsius ter voorkoming van legionellabesmetting.

- Warmte terugwinning

Warmteterugwinning kan plaatsvinden uit de afgewerkte ventilatielucht bij mechanische toe- en afvoersystemen. Hiervoor worden zowel warmtewielen, twee-elementensystemen als kruiskasten gebruikt al naar gelang de situatie. Ook bij natuurlijke toevoer en mechanische afzuiging wordt er gebruik gemaakt warmteterugwinunits in de vorm van warmtepompen. Tevens wordt weliswaar op geringe schaal warmte gewonnen uit waterafvoersystemen, denk hierbij aan riolering van douches of grootkeukens.

- Daglicht sturing en aanwezigheid detectie

Energie kan worden bespaard door het sturen van de verlichting in samenhang met het beschikbare daglicht. Tevens kan het kunstlicht worden geschakeld door zogenaamde aanwezigheidsdetectoren. Hierdoor voorkom je energieverbruik door kunstverlichting welke is ingeschakeld tijdens afwezigheid van personen.

- CO₂ regeling

Dit wordt toegepast voor het pas aanschakelen van een ventilatiesysteem bij een overschrijding van een vooraf ingesteld niveau aan CO₂, zoals 600 – 1.200 ppm = 0,6 – 1,2 ‰. Wanneer de versheid van de lucht in een ruimte onvoldoende dreigt te worden, zal automatisch het ventilatiesysteem worden ingeschakeld waardoor energie zal worden bespaard. Dit heet ook wel “Flow on demand”.

- PV cellen

Zonnecellen voor het opwekken van elektriciteit worden meer en meer toegepast. Recent zijn er zonnecellen beschikbaar die vooraf in het dakleer zijn aangebracht zodat deze eenvoudig met mastiek zijn aan te brengen.

- Windenergie

Energie opwekking door middel van wind vindt steeds meer toepassing. Op kleine schaal zoals door toepassing van de Power Ball bij woonhuizen en op grote schaal uit

windmolenparken gelokaliseerd op de Noordzee. Een nieuwe ontwikkeling bestaat uit goed geïntegreerde windturbines in gebouwen zonder visuele hinder of geluidshinder.

- **Isolatie en drielaagsglas**

Een basis principe bij C2C is de primaire gedachte het gebruik van energie zo laag mogelijk te houden. Hierdoor is een juiste toepassing van isolatie van belang. Aanvullend kan worden overwogen om bij gebouwen die niet 7 dagen 24 uur in bedrijf zijn de ramen en deuren van schuifpanelen te voorzien. Naast de isolerende werking is de verhoging van de inbraakveiligheid een voordeel. Bij passief bouwen worden U-waardes van glas + kozijn van $0,6 - 1 \text{ W/m}^2\text{K}$ bereikt. Voor de dichte delen van de gevel liggen de isolatiewaarden tussen de $0,1$ en $0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$. Bij woningen is het streven om de energie voor ruimteverwarming onder de 15 kWh/m^2 per jaar te houden.

- **Zuivering van afvalwater door middel van helofytenfiltering**

Combinaties van bovengenoemde toepassingen vormen het uiteindelijk installatieconcept binnen het ontwerp. Voor het maken van de juiste keuzes wordt verwezen naar de module ontwerpfilosofie.

Een levensduurkostenanalyse is nodig om na te gaan in hoeverre bovengenoemde maatregelen economisch rendabel zijn.

9. Nieuwe zienswijze

Over de hele wereld vinden er op diverse schaal nieuwe initiatieven plaats die aansluiting vinden op het door deze nieuwe stroming in gang gezette anders denken. Eén van deze zaken betreft de vrij nieuwe beweging DGBC (Dutch Green Building Council). In tegenstelling tot de gebruikelijke diverse maatschappelijke vormen waarvan men lid kan worden betreft het hier een deelneming. De participanten kunnen nieuw verkregen kennis in een database opslaan en daar gebruik van maken. Tevens wordt uitgegaan van principes uit Breeam en Leeds, een duurzaam bouwen evaluatiemethodiek uit GB en de USA, die veel verder gaan dan bijvoorbeeld Greencalc. Uit een recent onderzoek in de USA naar de beleving van het binnenmilieu in gebouwen bleek dat de Leeds-gecertificeerde gebouwen op dit punt goed scoren.

Voor alle duidelijkheid zijn hieronder de drie basisgedachten achter het Cradle to Cradle (C2C) principe nogmaals neergezet.

1. Geen uitstoot (emissie) van giftige stoffen.
2. Volledig recyclebaarheid (hergebruik) van materialen.
3. Reductie van energie tijdens productie en in gebruik.

10. Literatuur

1. William McDonough en Michael Braungart. Cradle to Cradle. Remaking the Way We Make Things. 2002
2. Abbaszadeh S, Zagreus L, Lehrer D, Huizenga C. Occupant satisfaction with indoor environmental quality in green buildings. Healthy Buildings 2006, Lissabon.