

Van EnergiePrestatieNorm naar MilieuPrestatieNorm?

Gebouwen, klimaatinstallaties en hun milieubelasting

De laatste decennia groeide wereldwijd de zorg over de aantasting van het natuurlijke milieu door het menselijk handelen. Na het rapport "De grenzen in zicht" van de club van Rome (1972), gevolgd door "De grenzen voorbij" in 1992, komt de UN-commissie onder voorzitterschap van mevrouw Brundtland in 1987 met het rapport "Our Common Future". In haar kersttoespraak van 1988 merkt koningin Beatrix over het milieuprobleem op: "Langzaam sterft de aarde en wordt het onvoorstelbare - het einde van het leven zelf - toch voorstelbaar. De winsten benutten we voor onszelf, de verliezen schuiven we lichtzinnig door naar toekomstige bewoners, de generaties die na ons komen. Elke generatie moet aan de zorg voor de natuur nieuwe inhoud geven. Na een tijd van ontwikkeling en ontplooiing -het ontginnen en bebouwen van de aarde- volgde een periode die omsloeg in uitbuiting. Nu staan we voor de uitdaging een nieuwe relatie tot de natuur te vinden, gekenmerkt door eerbied voor ecologisch evenwicht, behoedzaamheid en zorgvuldig beheer." In reactie op de ontstane inzichten ontwikkelde de Rijksoverheid een beleid, gericht op een duurzame ontwikkeling.

-door ir. M. Rolloos* en ir. L.J.A.M. Hendriksen**



Dhr. Rolloos



Dhr. Hendriksen

Er verschenen verschillende studies, nota's en plannen, zoals:

- *Zorgen voor Morgen. Nationale milieuverkenning 1985-2010.* In deze studie is de toestand van het milieu geïnventariseerd. Het is een referentie voor toekomstige studies.
- *Nationaal Milieubeleidsplan 1* (1989). Hierin is het overheidsbeleid voor een duurzame ontwikkeling voor het eerst vastgelegd.
- *Nationaal Milieubeleidsplan-plus* en de bijlage *Nota Duurzaam Bouwen (dubo)* (1990). De doelstellingen uit het NMP 1 zijn verder aangescherpt en op de bouw toegesneden. De bijdrage van Duurzaam Bouwen aan het milieubeleid van de overheid kent drie aanvalslijnen: integraal ketenbeheer, energie-extensivering en kwaliteitsbevordering.
- *Nationaal Milieubeleidsplan 2* (1993). Verdere uitwerking van NMP-1.
- *Nota Product en Milieu* (1993). Omschrijving van een productgericht milieubeleid. Uitgangspunt is de 'integrale ketenbenadering'.
- *Beleidsverklaring Milieu-taakstellingen Bouw 1995* (1993). Ondertekend door 21 partijen. Bevat vijftien concrete milieu-taakstellingen die in samenspraak met de doelgroep

* TNO Bouw, Delft
** TNO-MEP, Apeldoorn

Bouw in het kader van het Milieuberaad Bouw zijn ontwikkeld.

- *Notitie inzake preventie en hergebruik van afvalstoffen en implementatieplan Bouw- en sloopafval* (1995). Omschrijving van doelstellingen en uitvoering daarvan.
- *MBB-project Milieumaten in de bouw. Fase 0. Inventarisatie* (1995). Inventarisatie van methoden voor het opstellen van milieumaten.
- *Plan van aanpak Duurzaam bouwen* (1995). Publicatie VROM, 26E.95.

Bij Duurzaam Bouwen gaat het erom te bereiken dat de gezondheids- en milieu-effecten als gevolg van het bouwen, de gebouwen en de gebouwde omgeving veel geringer zijn dan thans het geval is.

UITDAGING

Hoewel alle partijen een cruciale functie vervullen in de keten van het bouwen en huisvesten, kan gesteld worden dat duurzaam bouwen begint en eindigt bij de opdrachtgevers.

Vermindering van milieubelasting vergt van hen een andere visie op het gebouw als product. Daarbij dient het milieu (buitenmilieu én binnenmilieu) als kwaliteitsparameter in het ontwerpproces te worden meegenomen.

Door te anticiperen op een toenemende vraag naar "gezonde" gebouwen, de toenemende energiekosten en sterk stijgende kosten van de verwijdering van milieubelastende stoffen en materialen die bij renovatie of sloop vrijkomen, zal de waardevastheid van het milieusparend gebouw aanmerkelijk beter zijn verzekerd dan bij een conventioneel, wellicht wat minder duur doch meer milieubelastend gebouw of bouwwerk.

Een andere factor is dat milieu-investeringen die in de ontwerpfase worden meegenomen, in veel gevallen niet tot meerkosten hoeven te leiden. Veel kan binnen bestaande budgetten worden bereikt door een meer bewuste keuze van materialen en het rekening houden met milieu-aspecten in het ontwerp. Substitutie van milieubelastende (bouw)materialen is meer een kwestie van mentaliteit dan van kosten. Naast opdrachtgevers spelen de architecten, ontwerpers, adviseurs en projectontwikkelaars ook een cruciale rol wegens hun kennis over materialen en

ontwerptechnieken. Zij zijn het die de voor de milieubelasting gunstige levensduurverlenging en keuze en hergebruik van de materialen kunnen bewerkstelligen, indien de opdrachtgever daar de ruimte voor geeft.

LEVENSZYCLUSANALYSE

Om gericht te kunnen werken aan het produceren en gebruiken van materialen, bouwcomponenten en bouwwerken met minder milieubelasting is het van belang dat er een breed gedragen systematiek komt om de milieubelasting daarvan te kwantificeren. Levenszyclusanalyse of Lifecycle Assessment (LCA) is een methode die inzicht verschaft in de milieu-effecten van een product vanaf het ontstaan tot en met het afdanken. Hiertoe worden alle

energie-, materiaal- en emissiestromen gedurende de levenszyclus van het product in kaart gebracht.

Deze levenszyclus houdt de volgende fasen in: winning van ruwe grondstoffen, fabricage van halfproducten, produceren en samenstellen van producten, transport, gebruik, onderhoud, hergebruik, recycling en afdanken.

Er mag dan overeenstemming bestaan over de uitgebreide levenszyclusanalyse als instrument voor het bepalen van de milieuprestaties van producten, een standaardmethode daarvoor ontbreekt echter nog. Wel zijn veel instrumenten zoals score- en voorkeurslijsten ontwikkeld, maar ondanks de prettige hanteerbaarheid zijn de nadelen daarvan zeer groot. Bij dergelijke methoden worden de verschillende bouwproducten ingedeeld in een aantal categorieën



die lopen van weinig tot veel milieu-belasting. De theoretische onderbouwing daarbij is echter meer intuïtief dan wetenschappelijk van aard. Een motivering voor de toegekende scores ontbreekt meestal en is dus niet verifieerbaar. De methode van het Centrum voor Milieukunde Leiden is door Milieuberaad Bouw aangewezen als dé toe te passen LCA-methode. Hiermee is de opzet in belangrijke mate vastgelegd, maar er blijken nog verschillende voetangels en klemmen te zijn. Om de informatie van LCA-studies gemakkelijker hanteerbaar te maken, kunnen milieu-effecten worden gegroepeerd naar vijf milieumaten (Energie, Afval, Uitputting grondstoffen, Emissies en Hinder).

Vanuit het oogpunt van regelgeving is het een belangrijk bezwaar dat per productgroep de milieuprestaties worden uitgedrukt in vijf milieumaten. Om te komen tot een ééngetalsgrootheid moeten beleidsmatige afwegingen worden gemaakt op basis waarvan vijf milieumaten onderling kunnen worden gewogen zodat ze optelbaar worden. Voorlopig worden er geen initiatieven genomen om tot een dergelijke afweging te komen. Dit betekent dat ten minste vijf prestatie-eisen, ieder met een eigen grenswaarde en functionele omschrijving, moeten worden geformuleerd.

Indien wordt besloten regulering op basis van milieumaten op te nemen in het Bouwbesluit, wordt aanbevolen dit op het hoogst mogelijke objectniveau in casu 'bouwwerkniveau' te doen [5].

De resultaten van LCA-studies zijn afhankelijk van interpretaties en van de gehanteerde randvoorwaarden. Bij het gebruik van de LCA-methodiek kunnen de volgende kanttekeningen worden geplaatst:

- niet altijd wordt vermeld dat een deel van de keten buiten beschouwing is gebleven; ook een motivering ontbreekt meestal;
- over de aan te houden levensduur van de verschillende elementen van het beschouwde systeem bestaan onvoldoende richtlijnen;
- nog niet vastgelegd is hoe de milieu-belasting moet worden toegerekend, wanneer uit één productieproces verschillende producten komen;
- nog niet vastgelegd is hoe de milieu-belasting moet worden toegerekend aan verschillende gebruikscycli; dit

is met name van belang voor recyclebare materialen;

- nog niet vastgelegd is hoe vrijkomende energie in rekening moet worden gebracht;
- nog niet vastgelegd is hoe uitputting van abiotische grondstoffen en emissies moeten worden betrokken in de berekeningen voor 100% recyclebare materialen;
- bij het meetellen van het energiegebruik bestaat de mogelijkheid van dubbelrekening;
- het is nog niet duidelijk hoe stank en lawaai moeten worden bepaald;

Bij het vergelijken van producten op basis van LCA-studies valt niet altijd te ontkomen aan een vergelijking van appels en peren. Verder worden niet altijd alle relevante aspecten meegenomen. Eigenlijk zou een LCA-studie altijd onderbouwd moeten zijn met een gevoeligheidsanalyse.

MILIEUMATEN IN DE BOUW

Als nadere invulling van taakstelling 13 van de Beleidsverklaring Milieutaakstellingen Bouw 1995 die luidt: 'In de bouw zal bij het gebruiken van bouwmaterialen gestreefd worden naar minder belastende materialen', is in april 1994 het MBB-project 'Milieumaten in de bouw' gestart en in april 1995 afgerond. Het resultaat is neergelegd in drie MBB-rapporten:

- *"Milieumaten in de bouw; Fase 0: inventarisatie.*
Dit rapport geeft een overzicht van de ontwikkelingen die de milieusystematiek heeft doorgemaakt in de afgelopen jaren.
- *Milieumaten in de bouw; Fase 1: milieumaten van de bouwproductgroepen niet-dragende binnenwanden, dakgootsystemen en bouwverven.*
Dit rapport bevat de uitwerking van milieumaten voor drie bouwproducten.
- *Milieumaten in de bouw; Fase 2: Plan van Activiteiten.*
Dit rapport beschrijft de vervolgateactiviteiten en de actoren die daarbij betrokken zijn.
Het Plan van Activiteiten maakt onderscheid in activiteiten in vier projectclusters, te weten:
 - *Verdere ontwikkeling en acceptatie meetmethode.*
De meetmethode (LCA) moet de komende tijd nog verder worden

uitontwikkeld, alsmede (internationaal) gestandaardiseerd. Voorts wordt het van groot belang geacht dat er een kwaliteitswaarborgsysteem voor het genereren van milieu-informatie komt en een rekenmethode voor dit soort informatie op bouwwerkniveau.

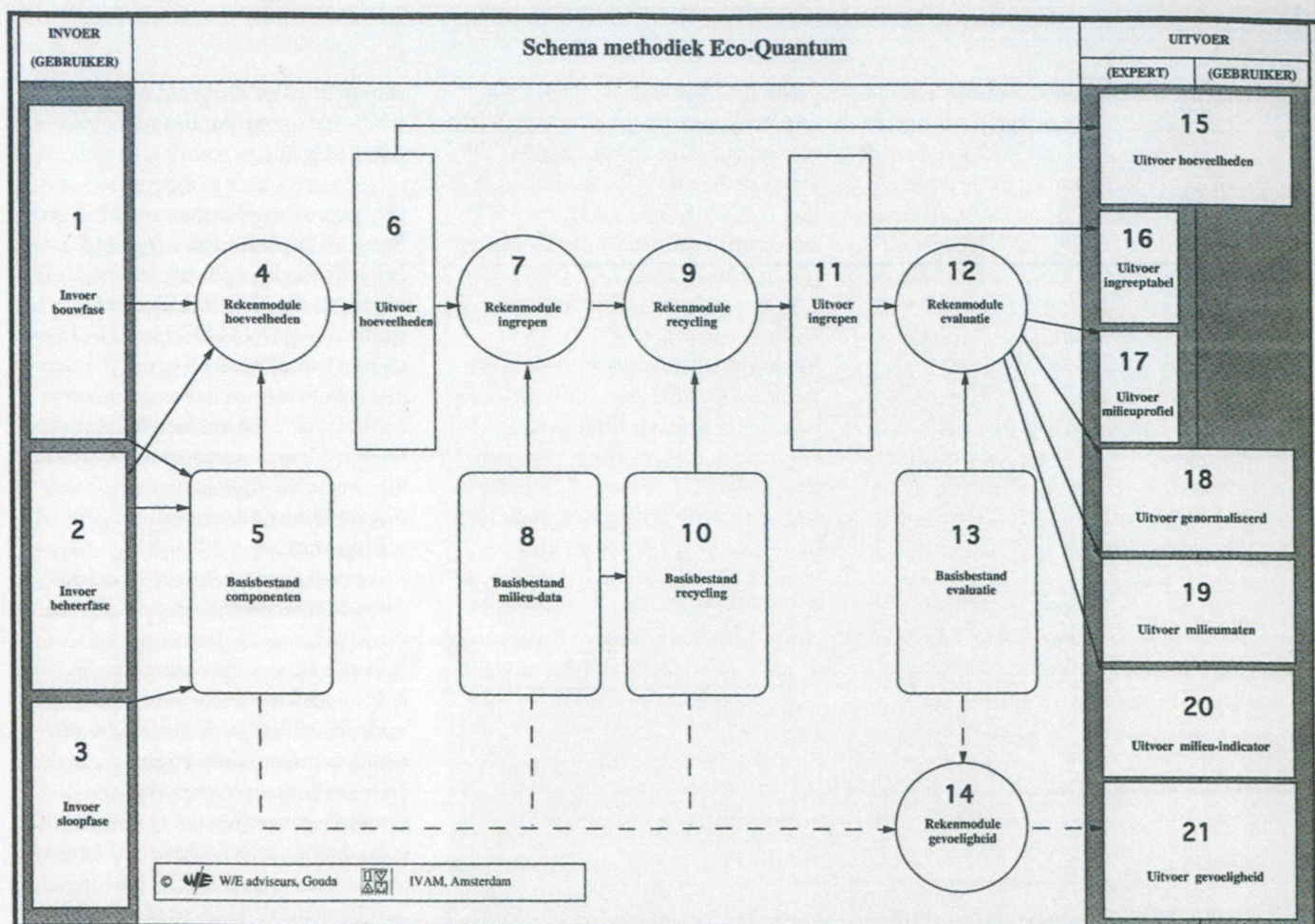
- *Communiceren van milieugerichte productinformatie in de bouw.*
Deze cluster betreft in eerste instantie het maken van productbladen en de verdere introductie van kwaliteitsverklaringen. De verkregen milieu-informatie voor bouwproducten moet vervolgens in een databank worden opgeslagen. Ten tweede wordt in dit cluster een communicatieplan voor milieumaten in de bouw uitgevoerd. De verkregen kennis moet ook worden ingebed in het reguliere bouwonderwijs en vervolgopleidingen.
- *Vergroten van de vraag naar milieugerichte productinformatie in de bouw.*

De belangrijkste activiteit is het gebruik door opdrachtgevers en bouwers van milieueisen en standaardteksten in programma's van eisen. Een randvoorwaarde hiervoor is dat standaardteksten worden opgenomen in de STABU-systematiek.

- *Vergroten van het aanbod van milieugerichte productinformatie in de bouw.*

Van meer bouwproductgroepen moet de milieu-informatie worden bepaald en geïntroduceerd. Er wordt onder meer gedacht aan de productgroepen isolatiematerialen en dakbedekkingsmaterialen.

Alle betrokken partijen hebben zich begin 1995 geconformeerd aan het Plan van Activiteiten, dat inmiddels in uitvoering is genomen. BNA/ONRI, NVTB en VROM/DGM hebben zich bereid verklaard de belangrijkste activiteitenclusters te trekken. De NVTB werkt aan een projectplan voor totstandkomingsprocedures voor milieu-informatie (binnen een bouwproductgroep). BNA/ONRI is bezig met een methodiek voor toepassing van milieugerichte bouwproductinformatie op gebouwniveau. Door de Stichting Bouwresearch is in dit kader in 1995 en 1996 het eerste deel van het project 'Eco-quantum' uitgevoerd."



Schematische weergave Eco-Quantum rekenmethode

-FIGUUR 1-

Uit het voorgaande blijkt duidelijk dat er behoefte is aan verdere ontwikkeling en invoering van milieugerichte informatie in de bouwmarkt en het bouwproces. Bouwpartijen hebben hulpmiddelen nodig die hen voorzien van kwantitatieve informatie over de milieubelasting van niet enkel bouwmaterialen, doch van gehele bouwwerken. Een bewuste keuze van materialen en constructies en een milieubewust doorzicht ontwerp en detaillering is van essentieel belang om de milieubelasting van het bouwen en de gebouwen te beperken. Voor wat betreft de milieubelasting van de omgeving buiten het gebouw is milieubewuste aandacht voor verkeer en vervoer, infrastructuur, water en grond van belang.

ONTWIKKELINGEN IN NEDERLAND EN DAARBUITEN

In een aantal landen zijn onderzoekers van instituten, universiteiten en adviesbureaus bezig met het genereren van milieu-informatie. Zij ontwikkelen methodieken om, gebaseerd op de levenscyclusbenadering, milieu-effecten

van het bouwen respectievelijk het gebouwde in kaart te brengen. De literatuur [1] t/m [13], verzameld in [14], geeft daar een beeld van.

In Nederland wordt door WIE Adviseurs Duurzaam Bouwen en IVAM Environmental Research gewerkt aan een rekenmethode voor de kwantitatieve bepaling van de milieubelasting van een gebouw [6]. Dit project, Eco-Quantum, geschiedt in opdracht van Stichting Bouwresearch en de Stichting Stuurgroep Experimenten Volkshuisvesting en maakt onderdeel uit van het Plan van Activiteiten van het MBB-project 'Milieumaten in de bouw'. In een vervolgtraject, Eco-Quantum 3, is ook de Bond van Nederlandse Architecten (BNA) betrokken. Het Eco-Quantummodel bestaat uit twee onderdelen:

- een op LCA-principes gebaseerde rekenmethode voor de kwantificering van milieubelasting op gebouwniveau;
- een databank met gegevens over veel gebruikte bouwmaterialen (het streven is een honderdtal).

In figuur 1 is de rekenmethode schematisch weergegeven.

Het schema geeft weer hoe de rekenmethode is opgebouwd. De hoofdstructuur van de rekenmethode bestaat uit drie delen:

- de invoer van gebouwgegevens (modules 1, 2 en 3);
- het rekengedeelte (modules 4 t/m 14);
- de uitvoer met rekenresultaten (modules 15 t/m 21).

Het model is bedoeld voor architecten, die er ontwerpvarianten mee kunnen doorrekenen. Om de werking van de rekenmethode te testen is een casestudie uitgevoerd. In deze casestudie is de milieubelasting van een tuinkamerwoning (Novem-referentiewoning) bepaald. Woninginstallaties alsmede kantoorgebouwen met hun klimaatinstallaties zijn in Eco-Quantum (nog) niet opgenomen.

TNO staat een aanpak à la Eco-Quantum voor. Een soortgelijk instrument is bij TNO in ontwikkeling, maar dan meer gericht op de installatie-advieswereld. Door beide ontwikkelingen op

elkaar af te stemmen, ontstaat een bredere toepassing en een groter draagvlak. Zeer recent is dit ook besloten door de opdrachtgevers van de beide projecten, respectievelijk SBR en ISSO. Al eerder werd door TNO een pilot-studie uitgevoerd naar de bruikbaarheid van de LCA-methode voor het vaststellen van de milieubelasting door comfortinstallaties in woningen [1].

In 1996 voerde TNO-MEP een studie uit waarbij de LCA-benadering werd toegepast op het 'product' woning met installatie voor verwarming, warm tapwater en ventilatie [13]. Daarnaast is een begin gemaakt met het uitvoeren van een milieu-analyse, door middel van de LCA-benadering, van het 'product' kantoorgebouw/klimaatinstallatie. Het in beeld brengen van de milieueffecten op bouwwerkniveau vereist, in deze beginfase, nog een omvangrijke inspanning.

Figuur 2 laat (slechts) één van de resultaten van de studie zien, nl. het genormaliseerde milieuprofiel van een woning met een installatie voor verwarming, tapwater en ventilatie.

Voor de berekening is uitgegaan van het gebruik op jaarbasis van een eengezinswoning (beschreven in NEN 5066/ISSO 4, 1994) met een eerder genoemde installatie.

De horizontale as toont het milieuprofiel en de afzonderlijke milieueffecten die bij de studie in rekening zijn

gebracht. Deze milieu-effecten zijn: uitputting minerale grondstoffen (ADP), uitputting fossiele energiedragers (EDP), broeikaseffect (GWP), aantasting ozonlaag (ODP), humane toxiciteit (HT), aquatische ecotoxiciteit (ECA), terrestrische ecotoxiciteit (ECT), fotochemische smogvorming (POCP), verzuring (AP), vermisting (NP).

Voor een nadere uitleg over de gehanteerde milieu-effecten en de omrekening naar de procentuele bijdrage aan het Nederlandse totaal, wordt verwezen naar het artikel van ir. B.L. van der Ven van TNO-MEP elders in dit blad. In de figuur zijn de milieueffecten voor de woning (bouw + sloop) en de installatie (productie en afdanking) afzonderlijk weergegeven. Daarnaast de milieueffecten door het brandstofverbruik tijdens de gebruiksfase. Deze laatste zijn zeer dominant bij de uitputting van fossiele energiedragers (EDP: energy depletion potential) en het broeikaseffect (GWP: global warming potential).

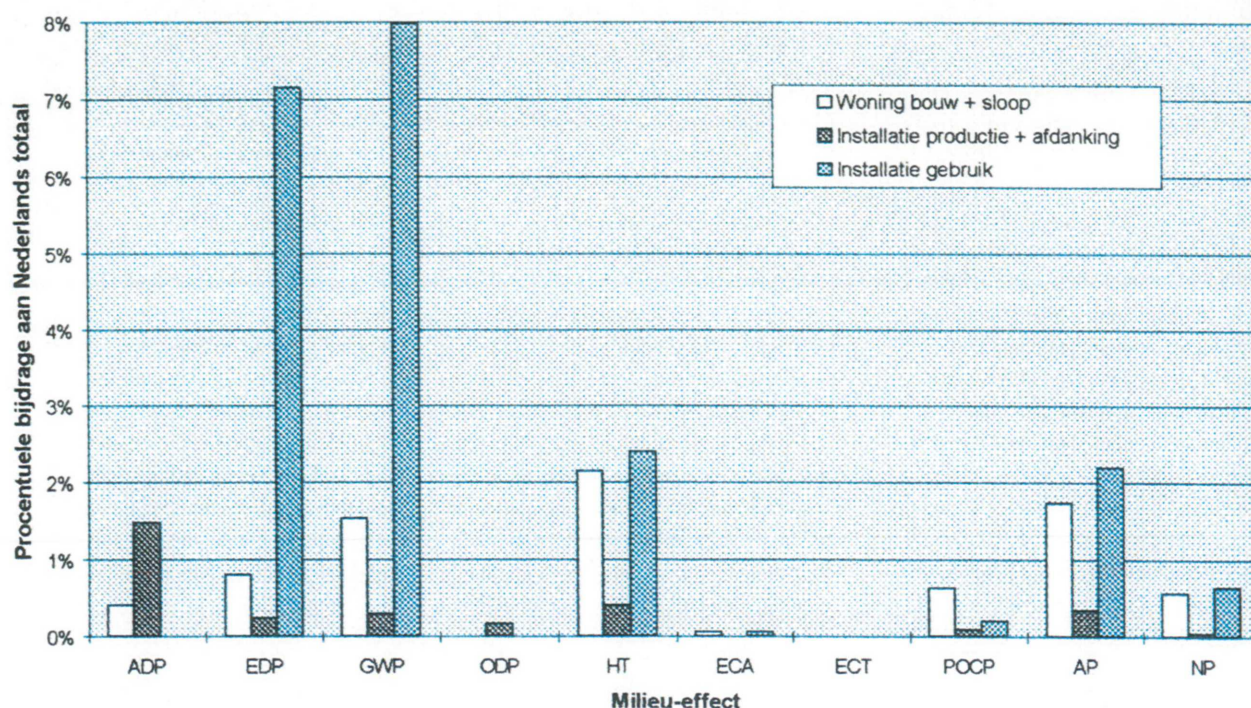
In de studie is ook gekeken naar de relatieve bijdragen van afzonderlijke bouwcomponenten, alsmede naar het effect van beter isoleren op energieprestatie (EP) en milieuprofiel. De meest interessante uitkomsten en conclusies van LCA-studies moeten nog komen. Dit zal gebeuren wanneer methodische tekortkomingen zullen

zijn opgelost en een groot aantal verschillende ontwerpopties zullen zijn doorgerekend.

Het nieuwe hoofdkantoor van Heilijgers Bouw BV te Amersfoort (*figuur 3*) is het eerste kantoorgebouw in Nederland waarvoor, door DHV AIB, een LCA-studie is uitgevoerd [3]. Het betrof het toetsen van de gevel en gevelvarianten met behulp van een levenscyclusanalyse. Stond bij de LCA-studie van Woon/Energie [2] het energiegebruik centraal, hier waren de uitgangspunten:

- materiaalextensivering;
- hergebruik;
- vervanging van primaire grondstoffen door secundaire en vernieuwbare.

In het kader van dit onderzoek zijn hulpmiddelen voor de ontwerper ontwikkeld (ontwerprichtlijnen, checklisten en voorkeursalternatieven), gericht op materiaalkeuzes, ontwerp- en detailleringsaspecten om te komen tot milieubewust materiaalgebruik. Andere milieuthema's zoals 'water', 'energie', 'infrastructuur', 'binnenmilieu' zijn dus buiten beschouwing gebleven. Gebruik makend van de LCA-methode werd geconstateerd dat ten aanzien van de beschouwde gevelvarianten, de materiaalkeuze, de dimensionering en/of de bevestigingswijze van het binnenspouwblad, de gevelbekleding, de kozijnen en de beglazing een grote



Genormaliseerd milieuprofiel van een woning met installatie voor verwarming, tapwater en ventilatie (TNO-MEP)

-FIGUUR 2-

invloed blijken te hebben op de totale milieubelasting. De bijdrage van afwerking en isolatiemateriaal is beperkt. In het onderzoek is geen aandacht besteed aan materiaalgebruik in de installatietechnische sfeer (inherent aan de opdracht). Te verwachten valt dat op dit aspect de nodige milieuwinst valt te behalen.

ONTWIKKELINGEN IN ANDERE LANDEN

Noorwegen

In Noorwegen is door het NBRI (Norwegian Building Research Institute) een LCA-studie uitgevoerd op gebouwniveau [7]. Het doel daarvan was inzicht te verkrijgen in de (relatieve) milieubelasting van gebouwen respectievelijk het bouwen in Noorwegen. De LCA's zijn uitgevoerd volgens internationale richtlijnen van SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) en US EPA (United States Environmental Protection Agency). Voor meer dan 30 verschillende bouwmaterialen is de procesboom gevolgd. Veertien Noorse bedrijven participeerden in het onderzoek. Van vijf gebouwen (drie woningen en twee kantoren) is een volledige analyse uitgevoerd.

De eindresultaten zijn overigens niet te vertalen naar de Nederlandse situatie omdat in Noorwegen de ruimteverwarming grotendeels gebeurt met elektriciteit verkregen van waterkrachtcentrales.

Canada

In Canada [8] is een prototype van een beslissingsondersteunend instrument (figuur 4) beschikbaar gekomen voor het bepalen van de milieubelasting van bouwmaterialen en het gebouw als geheel. Het instrument is gebaseerd op het concept van de levenscyclusanalyse. De database bevat meer dan 35 bouwmaterialen en een reeks samengestelde bouwmaterialen. Het onderzoeksproject werd gecoördineerd door Forintek Canada Corp., een non-profit onderzoeksinstituut voor houtproducten.

Er wordt nu gewerkt aan een meer uitgebreid, gebruikersvriendelijk en breed beschikbaar instrument. Er wordt aan gedacht om ook mechanische, elektrische en andere gebouwssystemen op te nemen, zodat het instrument een uitgebreid milieuprofiel kan geven van het gehele gebouw.



Het nieuwe hoofdkantoor van Heiligers Bouw, gerealiseerd volgens methode en ontwerp-instrumenten 'Milieubewust materiaalgebruik in de bouw'

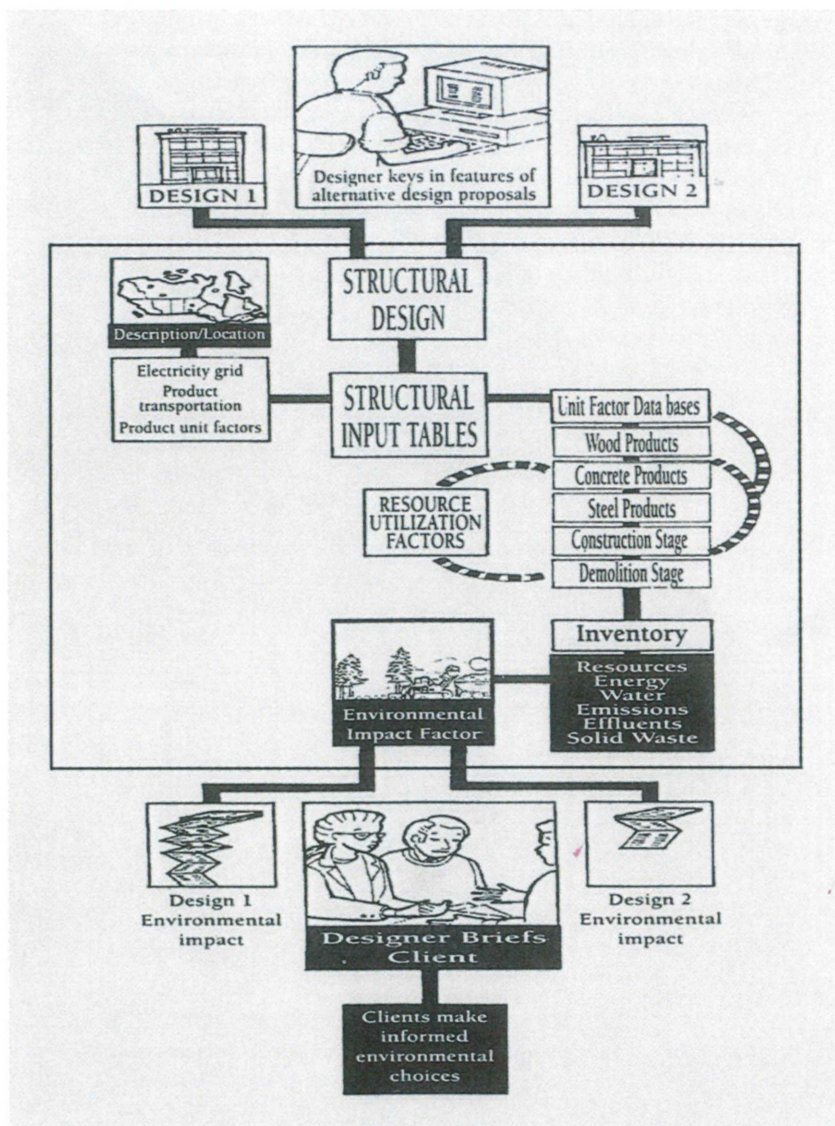
-FIGUUR 3-

Voor de Canadese 'Mortgage and Housing Corporation' is door Sheltair Scientific Ltd. een spreadsheet-toepassing gemaakt voor 'estimating the life-cycle energy, material flow, environmental impact and costs of residential buildings and assemblies' [9].

Het is waarschijnlijk een van de eerste applicaties waarin ook effecten op het binnenmilieu worden meegenomen. In de gebruikershandleiding van de spreadsheetapplicatie OPTIMIZE wordt geconcludeerd dat OPTIMIZE succesvol was gebruikt om de 'embodied energy' (energiegebruik gedurende

de gehele levenscyclus van het gebouwde) en de milieu-impact van een standaard Canadese woning te bepalen. Het werken met het programma vereist een flinke tijdsinspanning. Er is evenwel geen andere weg om deze 'totale energie-inhoud', die resulteert uit een groot aantal factoren, vast te stellen.

Naarmate meer informatie over emissies (naar het binnenmilieu) van bouwmaterialen bekend is, zal OPTIMIZE ertoe bijdragen om bij de milieu-impact ook het binnenmilieu (de keuze van bouwmaterialen) mee te wegen.



Structuur van het Canadese [8] beslissingsondersteunend instrument voor het bepalen van de milieubelasting van bouwdelen en het gebouw als geheel

-FIGUUR 4-

Australië

In Australië wordt door het onderzoeksinstituut CSIRO een computerprogramma ontwikkeld waarmee CAD tekenprogramma's worden gekoppeld aan databestanden met gegevens over de energie-inhoud van materialen [10]. Het doel van het nog lopende project is software op commerciële basis ter beschikking te stellen. Deze software is bedoeld voor Autocad-gebruikers en stelt ontwerpers in staat om uit de 3D-gebouwmodellen de materiaalhoeveelheden (en daarmee de energie-inhoud en de ermee gepaard gaande emissies) af te leiden.

CSIRO werkt samen met RMIT die de databases ontwikkelt. De databases worden geraadpleegd door het APDesign softwarepakket, dat een internationaal geaccepteerde add-in blijkt te zijn voor het AutoCad pakket. Het commercieel

verkrijgbare APDesign pakket wordt uitgebreid met modules zodat een 3D-presentatie van een compleet gebouw kan worden gegeven. Rekenformules zorgen er voor dat uit de 3D-grafische informatie de materiaalhoeveelheden worden berekend, die dan weer worden gekoppeld aan de databases met energie- en emissiegegevens.

Internationaal

Ook het 'International Energy Agency' (IEA) heeft onderkend dat in het laatste decennium de negatieve effecten van het energiegebruik op het milieu een grotere motivering gaan vormen om het energiegebruik te beperken dan een mogelijk tekort aan energie. In 1995 is door het IEA een 'task' (nr. 31) gestart [12] met als uiteindelijk doel om onderzoekers in de bouwsector te voorzien van informatie om

methodieken en gegevens te verbeteren die het mogelijk maken om energiege-relateerde effecten van gebouwen op het milieu, lokaal en globaal alsmede op het binnenmilieu, te kunnen vaststellen.

In een eerste fase is geïnventariseerd welke afgesloten en lopende activiteiten er zijn op het gebied van de milieu-impact door energiegebruik gedurende de levenscyclus van gebouwen. De LCA-gerelateerde activiteiten zijn in de bijlage van [14] opgenomen.

De inventarisatie laat zien dat in de afgelopen jaren in diverse landen zoals Denemarken, Finland, Frankrijk, Duitsland, Japan, Nederland, Nieuw Zeeland, Zweden Zwitserland en Groot-Brittannië onderzoeken zijn gestart om informatie en 'tools' te genereren voor het inzichtelijk maken van de milieu-effecten van het bouwen. Bij het zelf ontwikkelen van 'tools' is het goed, liever gezegd noodzakelijk, om hiervan kennis te nemen.

AANBEVELINGEN EN CONCLUSIES

Voor het vaststellen van de milieu-effecten van bouwproducten behoeft de methode van de levenscyclusanalyse harmonisering, standaardisering, validering en verifiëring. Te denken valt aan aspecten als: een voorgeschreven omschrijving van de procesboom (wat wordt wel/niet meegenomen, hoe vindt toerekening plaats bij recycling, etc.), eenduidige databestanden, gestandaardiseerde lijst van levensduurverwachtingen van bouw- en installatiecomponenten, scenario's voor onderhoud, upgrading, vervanging en afdanking van installaties en componenten daarvan.



N.B. Wilt u uw kennis over met name de laatste onderwerpen delen, meldt u dan aan voor de Technische Raad Commissie LCA van de TVVL, fax (033-4637050).

Gestandaardiseerde rekenregels inclusief genormeerde rekenwaarden (classificatie- en weegfactoren) zijn eveneens vereist; daarnaast is het van belang dat er een afstemming komt van de presentatie van LCA-resultaten met het gebruiksdoel: voor velen is een milieumatentabel nog bijna 'onleesbaar'. Het is wenselijk om ook binnenmilieuverontreinigingen (materiaalemissies en concentraties VOS) structureel op te nemen in LCA's.

In dit artikel worden enkele resultaten gepubliceerd van onderzoeken naar de milieu-effecten op bouwwerkniveau. De interessantste uitkomsten en conclusies moeten evenwel nog komen. Dit zal gebeuren wanneer methodische (LCA-)tekortkomingen zullen zijn opgelost en een groot aantal verschillende ontwerpopties zullen zijn doorgekeurd.

Van EnergiePrestatieNorm naar MilieuPrestatieNorm is mogelijk nog een brug te ver. Het bij ontwerp- en huisvestingsbeslissingen rekening houden met het milieu wordt echter meer en meer gemeengoed.

Het door TNO beoogde onderzoek richt zich op het optimaliseren van de 'milieu- en energieprestatie' van gebouwen. Doelstelling is het ontwikkelen en toepasbaar maken van milieukennis op grond waarvan milieu-effecten (incl. energiegebruik en zo mogelijk ook binnenmilieukwaliteit) van gebouwen in wisselwerking met hun klimatiserings- en energievoorzieningssysteem kunnen worden beoordeeld en geoptimaliseerd.

De door TNO beoogde aanpak wil aansluiting, respectievelijk integratie zoeken bij/met gangbare (EPN, kostencalculatie, STABU, NL/SfB, onderhoudsplanung, e.d.) en nieuwe (CAD, Uniforme Omgeving) methodieken en coderingssystemen in de bouw.

De door TNO, tezamen met andere partijen, bijeen te brengen basisinformatie is uitgangspunt om in samenwerking met en/of voor bouwpartijen hulpmiddelen te maken waarmee een integrale beoordeling en optimalisering van de milieu- en energieprestatie van bouwwerken mogelijk wordt.

LITERATUUR/REFERENTIES

1. Hendriksen, L.J.A.M. en P.G. Eggels. *Milieubelasting door comfortinstallaties in woningen - Pilot-studie bruikbaarheid LCA-methode* - IMET-TNO rapport 94-033, januari 1994.
2. Rijk, L. de, Anink D.A. en J. Mak. *Ketenanalyse Referentiewoning - uitgevoerd met de methode 'Milieu-informatie in de bouw'* - Rapport Woon/Energie, projectnummer 620, Gouda, mei 1994.
3. Jutte, J.H.B. e.a. *Milieubewust materiaalgebruik - Aanpak, ontwerpinstrumenten en realisatie in de utiliteitsbouw* - Rapport DHV AIB BV, nr. 9503, Amersfoort, december 1994.
4. Dullemond, A. *Integrale Milieubeoordelingsmethodiek Woningbouw*. Afstudeerverslag Rijkshogeschool IJsselland, afdeling Milieu-opleidingen. Publikatiefonds Milieu-opleidingen IJsselland, Publ. Nr. 31, Deventer, juli 1995.
5. Lanting, R.W. en N.P.M. Scholten. *Basisdocument Milieumaten - Milieuverbetering op gebouwniveau* - TNO Bouw rapport nr. 95-BKR-R0876, december 1995.
- 6.1. Mak, J., Haas, F. de en J.G.M. Kortman. *Operationalisatie van instrumenten voor de kwantitatieve bepaling van de milieubelasting van een gebouw*. Gouda, Amsterdam, november 1994. Opgenomen in bijlage D van MBB-project 'Milieumaten in de bouw', Fase 2: Plan van Activiteiten, Rapportnr. 94436, juli 1995.
- 6.2. *Eco-Quantum: rekenmethode voor de kwantitatieve bepaling van de milieubelasting van een gebouw*. Brochure W/E adviseurs duurzaam bouwen en IAM Environmental Research, Bouw RAI, april 1996.
7. Fossdal, S. *Energi-og miljøregnskap for bygg*. Norwegian Building Research Institute, Project report 173, 1995.
- Fossdal, S. *Energy consumption and environmental impact of buildings in Norway: Life Cycle Assessment*. IEA Energy Conservation News, Issue 22, October 1995, pp. 1-4.
- Fossdal, S. and K.I. Edvardsen. *Energy consumption and environmental impact of buildings. Case study of traditional and modern wooden buildings*. Norwegian Building Research Institute, Project report 177, 1995.
8. Forintek Canada Corp. *ATHENA, A Life Cycle Environmental Assessment Technology*. Brochure, 12 pp. 1995.
9. OPTIMIZE 3.1 - USER's MANUAL. *A Spreadsheet Application for Estimating the Life-cycle Energy, Material Flow, Environmental Impact and Costs of Residential Buildings and Assemblies*. Prepared for Research Division of Canada Mortgage and Housing Corporation by Sheltair Scientific Ltd., November 1995.
10. Tucker, S. *New software measures embodied energy impacts of building*. Building Innovation and Construction Technology, number 7, December/January 1996, pp. 16-17.
- Tucker, S. *Embodied energy software project. Personal fax with project objectives and strategies to achieve the objectives*. CSIRO Division of Building, Construction and Engineering, Australia, January 1996.
11. Wilhelmsen, A.M. *Sustainable Building - An Ecocycle System in Building and Construction. A proposal to the Foundation for Strategic Environmental Research - MISTRA, HACTH 1995: 2*, Göteborg, September 1995.
12. IEA Annex 31: *Energy Related Environmental Impact of Buildings. Methods and Data. Ongoing and completed work*. First Draft, 1995-12-06.
13. Pesik, P.J. *LCA woning + klimaatinstallatie*. TNO-MEP rapport nr. R.97-011 d.d. 30 december 1996
14. Rolloos, M. *Milieubelasting door gebouwen incl. klimaatinstallaties. Ontwikkelingen in binnen- en buitenland*. Rapport TNO Bouw, 96-BBI-R0746, oktober 1996.