

TNO-rapport
95.041

**Introductie van milieuvriendelijke
bouwmaterialen:
inventarisatie van knelpunten in de
bouwpraktijk**

TNO Preventie en Gezondheid
COP

Wassenaarseweg 56
Postbus 2215
2301 CE Leiden

Telefoon 071 18 18 18
Fax 071 17 63 82

auteurs:
A. Huizing
J.E.F. van Dongen

Stamboeknummer

13060

datum:
juli 1995

TNO Preventie en Gezondheid
Gorterbibliotheek

28 JUL 1995

Postbus 2215, 2301 CE Leiden

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
door middel van druk, fotokopie, microfilm
of op welke andere wijze dan ook, zonder
voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
Algemene Voorwaarden voor onderzoeks-
opdrachten aan TNO, dan wel de
betreffende terzake tussen partijen
gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 1995 TNO



CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

A. Huizing

**Introductie van milieuvriendelijke bouwmaterialen : inventarisatie van knelpunten in de bouwpraktijk / A. Huizing, J.E.F. van Dongen. - Leiden : TNO Preventie en Gezondheid, COP
TNO-rapport 95.041. - PG-publikatie. 95.041. - Onderzoek verricht door de sector Milieu, Gedrag en Gezondheid (MGG) van TNO Preventie en Gezondheid (TNO-PG) en is in 1994 en 1995 uitgevoerd in het kader van het doelsubsidieproject VROM-DGM: "gebruiks-, gedrags- en belevingsaspecten van duurzame produkten door architecten/bouwers/aannemers"
(project 6.A.3). - Met lit. opg.
ISBN 90-6743-387-X
Trefw.: bouwmaterialen en milieu.**

Deze uitgave is te bestellen door het overmaken van f 27,85 (incl. BTW) op postbankrekeningnr. 99.889 ten name van het TNO-PG te Leiden onder vermelding van bestelnummer 95.041.

INHOUD	pagina
VOORWOORD	i
1. INLEIDING	1
1.1 Achtergrond van deze studie	1
1.2 Doelstelling, onderzoeksvragen en afbakening	2
1.3 Werkwijze en opzet van het rapport	3
2. INTRODUCTIE DUURZAME BOUWMATERIALEN	4
2.1 Duurzaam bouwen: stand van zaken	4
2.2 Het bouwproces en actoren in de bouw	6
2.3 Duurzaam bouwen: bevorderende en belemmerende factoren	8
2.3.1 Juridische en bestuurlijke aspecten	8
2.3.2 Financiële/economische aspecten	14
2.3.3 Motivatie en houding ten aanzien van duurzaam bouwen	16
2.3.4 Kennis en informatie	20
2.3.5 Markt-, marketing- en garantieaspecten	24
2.3.6 Factoren bij het bouwproces	28
3. PRAKTIJKERVARINGEN BIJ VIER GESELECTEERDE PRODUCTEN	32
3.1 Algemeen	32
3.2 Compost-toiletten	33
3.3 Cellulose	34
3.4 Kozijnen van niet chemisch-verduurzaamd naaldhout	25
3.5 Gietvloeren op basis van anhydriet	36
4. SAMENVATTING, CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	39
4.1 Algemene samenvatting	39
4.2 Belemmerende en bevorderende factoren	41
LITERATUUR	45
BIJLAGEN	49

VOORWOORD

Het bevorderen van 'Duurzaam Bouwen' is een van de belangrijkste doelstellingen van het Nederlandse milieubeleid. In abstracte zin betekent 'Duurzaam Bouwen' zodanig bouwen dat wordt voorzien in de behoefte van de huidige generatie zonder inbreuken op de natuur, en zonder daarmee voor toekomstige generaties de mogelijkheden om ook in hun behoeften te voorzien in gevaar te brengen.

In het licht van deze beleidsdoelstelling wordt in dit rapport verslag gedaan van een onderzoek naar duurzame ofwel milieuvriendelijke bouwmaterialen en de mogelijkheden en belemmeringen bij de introductie ervan in de bouw.

Op basis van de literatuur over duurzaam bouwen in het algemeen, en toegespitst op het reilen en zeilen van vier milieuvriendelijke produkten (composttoiletten, cellulose-isolatie, kozijnen van niet-chemisch verduurzaamd naaldhout en anhydriet-gebonden gietvloeren), zijn knelpunten bij de introductie van milieuvriendelijke bouwmaterialen geïnventariseerd. Deze knelpunten (of omgekeerd: bevorderende omstandigheden) zijn onderscheiden naar juridische en bestuurlijke aspecten, financieel-economische aspecten, aspecten van motivatie en attitude, kennis en informatie, markt- en marketing en aspecten die te maken hebben met het feitelijk bouwproces.

Het onderzoek is verricht door de sector Milieu Gedrag en Gezondheid (MGG) van TNO Preventie en Gezondheid (TNO-PG) en is in 1994 en 1995 uitgevoerd in het kader van het doelsubsidie-project VROM-DGM: 'gebruiks-, gedrags- en belevingsaspecten van duurzame produkten door architecten/ bouwers/aannemers' (project 6.A.3). Waar dit noodzakelijk werd geacht is met name TNO Bouw betrokken bij dit onderzoek.

1. INLEIDING

1.1 Achtergrond van deze studie

In 1990 verscheen als bijlage bij het Nationaal Milieubeleidsplan-plus de Rapportage Duurzaam Bouwen (VROM, 1990). Daarin werd voor het eerst door de overheid aangegeven hoe duurzaam bouwen vorm moest krijgen. Naast de industrie, de landbouw, de energiesector en de consumenten en detailhandel vormde 'de bouw' vanaf dat moment een nieuwe doelgroep van het milieubeleid. Beoogd werd dat voortaan in alle fasen van het bouwproces aandacht zou worden besteed aan de milieuconsequenties van bouwmethoden en -produkten. Ook in het NMP-2 (VROM, 1993) wordt voortgebouwd op de hoofdlijnen van het duurzaam bouwen, waarbij met name de implementatie van het beleid en de problemen die daarbij optreden aandacht krijgen. In de begroting van VROM voor 1995 is duurzaam bouwen aangewezen als één van de beleidsprioriteiten. In abstracte termen wordt onder duurzaam bouwen het zodanig bouwen verstaan dat wordt voorzien in de behoefte van de huidige generatie zonder inbreuken op de natuur, en zonder daarmee voor toekomstige generaties de mogelijkheden om ook in hun behoeften te voorzien in gevaar te brengen (De Wit, 1994). Toegepast op concrete aandachtsgebieden voor het beleid gaat het ondermeer om zaken als levensduurverlenging van gebouwen, het gebruik van duurzame materialen en water- en energiebesparing.

Complicerende factor bij de doelgroep bouw is dat deze uit een groot aantal verschillende actoren bestaat: opdrachtgevers, architecten, overheden, beleggers, corporaties, aannemers, producenten van bouwmaterialen, beheerders, bewoners en slopers. Het in 1990 ingestelde overlegorgaan Milieuberaad Bouw, waarin de overheid en andere actoren uit de bouw vertegenwoordigd zijn, speelt een belangrijke rol bij de afstemming van het milieubeleid tussen deze verschillende actoren in de bouw. Om aan de doelstellingen uit de Notitie Duurzaam Bouwen concrete acties te koppelen is door het Milieuberaad Bouw de Beleidsverklaring Milieu-taakstellingen Bouw 1995 geformuleerd (Milieuberaad Bouw, 1993). Het gebruik van minder milieubelastende bouwmaterialen is één van de beleidslijnen in die Beleidsverklaring.

Voordat afnemers van produkten een milieubewuste keuze kunnen maken, moet er eerst een duidelijk maat zijn voor wat een milieuvriendelijk bouw materiaal is. Er zijn en worden verschillende methoden ontwikkeld om tot keuzes in materiaalgebruik te komen die zijn gebaseerd op de (totale) milieubelasting die een produkt, beschouwd van grondstof tot afval, met zich meebrengt. Daarbij worden drie hoofdvormen onderscheiden (Nota Produkt & Milieu, 1993): een

uitgebreide levenscyclusanalyse (LCA), waarin de milieu-effecten van een produkt vanaf grondstofwinning tot het met het verwijderen van het produkt geïnventariseerd worden; een globale, alleen op hoofdpunten kwantitatieve analyse (studies voor het opstellen van minimale eisen die aan milieukeuren of milieumaten moeten worden gesteld kunnen hiertoe worden gerekend) en een knelpuntenanalyse, waarbij wordt nagegaan waar de grootste milieuwinst is te behalen.

Wanneer is vastgesteld welke produkten vanuit milieu-oogpunt de voorkeur verdienen, kan het toch zijn dat deze produkten in de praktijk niet of nauwelijks in de bouw worden toegepast. Sommige minder milieubelastende bouwprodukten, zoals rookgasontzwavelingsgips en waterbesparende toiletten en douchekoppen, vinden gemakkelijk hun weg naar de markt. Andere produkten worden slechts in beperkte mate toegepast.

In deze studie wordt aan de hand van vier praktijkvoorbeelden geïnventariseerd wat de bevorderende en belemmerende factoren kunnen zijn voor de toepassing van milieuvriendelijke bouwmaterialen. Tevens wordt nagegaan op welke manier de toepassing van milieuvriendelijke bouwmaterialen bevorderd kan worden. De huidige stand van kennis omtrent de milieu-effecten van bouwmaterialen vormt daarbij het uitgangspunt.

1.2 Doelstelling, onderzoeksvragen en afbakening

Het doel van dit onderzoek is:

- het vaststellen van factoren die de toepassing van milieuvriendelijker bouwmaterialen belemmeren dan wel bevorderen;
- het geven van aanbevelingen voor het versterken van de bevorderende factoren c.q. het wegnemen van de belemmeringen die optreden bij de toepassing van milieuvriendelijke produktalternatieven in de bouw.

Dit onderzoek zal zich richten op de woningbouw (nieuwbouw en renovatie). De utiliteitsbouw blijft buiten beschouwing.

1.3 Werkwijze en opzet van het rapport

Op grond van literatuurstudie en gesprekken met relevante actoren is in hoofdstuk 2 een checklist gemaakt van mogelijke belemmerende en bevorderende factoren bij introductie van milieuvriendelijke bouwprodukten. Als bron van informatie hebben onder meer gediend (bouw)vaktijdschriften en onderzoeksrapporten over duurzaam-bouwen projecten (zoals Ecolonia in Alphen a/d Rijn) en presentaties/publikaties in het kader van de symposia 'Milieubewust bouwen en ontwerpen' (4 november 1993), 'Duurzaam bouwen & Renoveren' (25 november 1993, georganiseerd door de Stuurgroep Experimenten Volkshuisvesting) en 'Duurzaam bouwen in de versnelling' (12 april 1995, gehouden in het kader van de Nationale Duurzaamheidsdebatten 1995). De algemene bevindingen uit hoofdstuk 2 zijn vervolgens getoetst aan de hand van vier concrete voorbeelden van in de bouw reeds toegepaste milieuvriendelijke produkten.

De vier produkten, die in overleg met DGM/IBPC en TNO-Bouw werden geselecteerd, verschillen in toepassingsgebied (verschillende woningonderdelen en verschillende fasen in het bouwproces) en ontwikkelingsstadium teneinde een zo breed en algemeen mogelijk zicht te krijgen op de belemmerende en bevorderende factoren. De volgende produkten zijn nader onderzocht:

- compost-toiletten (een waterloos toiletsysteem);
- cellulose-isolatie (op basis van versnipperd krantepapier) als thermisch en akoestisch isolatiemateriaal;
- kozijnen van niet chemisch-verduurzaamd naaldhout, als alternatief voor kozijnen van tropisch hardhout;
- anhydriet-gebonden gietvloeren (met als grondstof rookgasontzwavelingsgips), een produkt dat een alternatief vormt voor de traditionele zand-cement afstrijkdekvloeren.

In hoofdstuk 3 zijn de bevindingen uit deze produkt- en marktanalyse samengevat. Voor meer gedetailleerde informatie hierover zij verwezen naar de bijlagen 1 t/m 4. Daarin worden voornoemde produkten en de resultaten van de gesprekken met de actoren nader beschreven.

Tenslotte worden in hoofdstuk 4 algemene conclusies getrokken en een aantal aanbevelingen geformuleerd.

2. INTRODUCTIE DUURZAME BOUWMATERIALEN

In dit hoofdstuk wordt in paragraaf 2.1 in het kort de stand van zaken met betrekking tot duurzaam bouwen weergegeven. In paragraaf 2.2 wordt summier ingegaan op de verschillende fasen van het bouwproces en de actoren die hierbij een rol spelen. In paragraaf 2.3 worden de resultaten van de algemene literatuurstudie weergegeven en worden de checklisten gepresenteerd.

2.1 Duurzaam bouwen: stand van zaken

Duurzame (bouw)produkten moeten in principe voldoen aan eisen met betrekking tot levensduur, repareerbaarheid en hergebruik. Tevens moeten zij leiden tot verminderd gebruik van eindige grondstoffen en tot reductie van gezondheidsrisico's en milieueffecten.

Bouwens en Dubbeling (1993) onderscheiden drie fasen in de ontwikkeling van duurzaam bouwen: Het Experiment, De Demonstratie en De Consolidatie.

De experimentenperiode begint vanaf de tweede oliecrisis in de jaren zeventig. Energiezuinig bouwen vormde het begin van de ontwikkelingen in duurzaam bouwen. Later werden energiebesparende maatregelen gecombineerd met een milieuvriendelijker bouwwijze. Er verrezen woningen met grasdaken waarin bouwmaterialen als ongeverfd naaldhout en leem werden toegepast. De grote projectontwikkelaars hielden zich nog verre van dit ecologisch bouwen. Het was te alternatief en te experimenteel.

Na het verschijnen van de Rapportage Duurzaam Bouwen (DuBo, Ministerie van VROM, 1990) kwam de bouwwereld in beweging. De rapportage DuBo was het begin van een periode waarin door verschillende initiatiefnemers grote demonstratieprojecten werden opgezet. Ecolonia in Alphen aan den Rijn, Romolenpolder in Haarlem, Ecodus in Delft en Morrapark in Drachten zijn de vier meest bekende projecten uit deze fase (schema 1).

Een stroom van publikaties, congressen en symposia over duurzaam bouwen kwam op gang naar aanleiding van de demonstratieprojecten. Onderzoeksbureaus die zich richten op milieu-effecten van het bouwen kwamen op of konden drastisch uitbreiden. Tevens begaven zich nu ook de meer gevestigde instellingen als de Nationale Woningraad, het NCIV en de Stichting Bouwresearch (SBR) op het vlak van duurzaam bouwen. De Stuurgroep Experimenten Volkshuisvesting (SEV) startte de programma's 'Schoner Wonen' en 'Expidemo'. Verschillende gemeenten hadden een

doorslaggevende rol bij het tot stand komen van duurzame bouwprojecten. Duurzaam bouwen kwam uit de sfeer van het alternatieve circuit.

De consolidatiefase is inmiddels aan de gang. Een overlegorgaan is ingesteld, het Milieuberaad Bouw, waarin het Ministerie van VROM en het bouwbedrijfsleven zitting hebben. Om aan de doelstellingen van de rapportage DuBo concrete acties te verbinden hebben verschillende partijen in de bouw de Beleidsverklaring Milieu-taakstellingen Bouw 1995 ondertekend. Ontwikkelingen met betrekking tot 'milieumaten', gebaseerd op Levenscyclus analyses, zijn, weliswaar trager dan voorzien, in volle gang (o.a. Anink & Mak, 1993; Haas, 1994; Hout van den, 1993; Mieras, 1994). Met betrekking tot het overheidsbeleid kan worden opgemerkt dat voorbereidingen worden getroffen om milieu-aspecten in een toekomstige herziene versie van het *Bouwbesluit* op te nemen. Tevens bestaat het voornemen vanaf 1998 in het *Bouwstoffenbesluit* eisen te stellen aan steenachtige primaire en secundaire bouwstoffen die aan de buitenlucht zijn blootgesteld. Dit in verband met het uitlogen in de bodem en grond- en oppervlaktewater.

Tot en met 1994 zijn in Nederland ongeveer 1650 seriematige duurzame woningen in 42 projecten gerealiseerd of in voorbereiding. Dit zijn vooral relatief kleine projecten. Voor de periode vanaf 1995 is een veelvoud hiervan in planning (Bouwens & Dubbeling, 1993). Daarbij vindt er een schaalvergroting plaats van de projecten die worden ontwikkeld. Op dit moment worden circa 2000 woningen in Dordrecht (Oudelandshoek), 5000 in Amersfoort (Nieuwland) en 8500-10000 in Zwolle (Stadshagen) op een of meer aspecten duurzaam gebouwd. In deze en toekomstige projecten zal tevens meer dan voorheen het accent gelegd worden op de stedenbouwkundige aspecten zoals stadsecologie, autovrije stadsdelen, hoogwaardige openbaarvervoersystemen en rioolwaterbehandeling door plantenzuivering. In de 'Vierde Nota Extra' is vastgesteld dat woningen die gebouwd zullen worden in de zogenaamde VINEX-lokaties aan een aantal eisen moeten voldoen die voortkomen uit het beleid inzake duurzaam bouwen en mobiliteit. Ook duurzame renovatie van bestaande woningen krijgt meer aandacht bij duurzaam bouwen.

Schema 1 Vier bekende projecten uit de Demonstratiefase van Duurzaam Bouwen

Ecolonia in Alphen a/d Rijn

Ecolonia is een demonstratieproject dat moet aantonen dat het met de huidige kennis mogelijk is milieuvriendelijke en energiezuinige woningbouw te realiseren. Negen architecten werden aan het werk gezet op negen milieu-thema's gebaseerd op het Nationaal Milieubeleidsplan. Initiatiefnemer van Ecolonia was de NOVEM. Het Bouwfonds Woningbouw bv was de opdrachtgever. In totaal zijn 101 koopwoningen gebouwd. De bouw is gestart in mei 1991. De oplevering aan de kopers was in november 1992.

Meerkosten milieu: f 30.000 per woning (waarvan f 15.000 overheidssubsidie en f 5000,- Bouwfonds).

Ecodus te Delft

Ecodus is een initiatief van de gemeente Delft, die met dit proefproject wil nagaan 'in hoeverre het mogelijk is milieubewust te bouwen binnen het standaard financiële kader met de gewone betrokkenen voor de gewone gebruikers van woningen' (Koning & Boonstra, 1993). Het project bestaat uit 136 sociale huurwoningen, en 71 koopwoningen. Daarnaast zullen in Ecobeek nog eens 45 koopwoningen gerealiseerd worden. De bouw startte in september 1991 voor de koopwoningen en in mei 1992 voor de huurwoningen. De koopwoningen zijn in 1992 opgeleverd, de huurwoningen in 1993. Bouworganisatievorm: bouwteam, waarin vertegenwoordigers van gemeente, woningbouwcorporatie, projectontwikkelaars, aannemer, architectenbureaus, milieukundig adviesbureau.

Meerkosten milieu: f 2500,- tot f 3500,- per woning.

Morrapark te Drachten

Initiatiefnemers voor dit project waren vier particulieren, de gemeente Smallingerland en de Provincie Friesland. Het is één van de voorbeeldplannen in het kader van de Vierde Nota Ruimtelijke Ordening. Belangrijke voorwaarde bij het project was om niet af te wijken van de traditionele bouwpraktijk. Het Morrapark bestaat uit 32 huurwoningen en 64 koopwoningen. De bouw startte in 1991, de huizen werden vanaf 1992 opgeleverd.

Romolenpolder te Haarlem

Deze wijk is bekend vanwege de grasdakwoningen. Er staan 35 woningen (20 sociale huurwoningen en 15 koopwoningen). De woningen zijn in april 1991 opgeleverd. Initiatiefnemer van dit project is de Stichting Mens- en Milieuvriendelijk Wonen en Werken.

De meerkosten milieu waren f 13.000 gulden per woning. De gemeente heeft het project financieel mogelijk gemaakt door een bijdrage te geven van f 5000,- per woning en door lagere grondprijzen.

Bij de selectie van de bewoners van de huurwoningen heeft het milieubewustzijn een belangrijke rol gespeeld.

2.2 Het bouwproces en actoren in de bouw

Stichting Bouwresearch geeft in haar publikatie over bouworganisatievormen in Nederland (SBR, 1992) een overzicht van de fasen in het bouwproces (schema 2). Deze fasen vallen samen met min of meer afgeronde ontwikkelingsstadia van een bouwwerk-in-woording.

Schema 2 Fasen in het bouwproces (Bron: SBR, 1992)

programma

1. initiatief (analysering van een huisvestingsbehoefte)
2. haalbaarheidsstudie (incl. lokatiekeuze)
3. projectdefinitie (programma van Eisen)

ontwerp

4. structuurontwerp
5. voorlopig ontwerp
6. definitief ontwerp

uitwerking

7. bestek
8. prijsvorming (aanbesteding)

realisatie

9. werkvoorbereiding
 10. uitvoering
 11. oplevering (waaronder vastleggen garantiebepalingen)
-

Bij het traditionele bouwproces ('het bouwen'), zoals in schema 2 in fasen is aangegeven, zijn de verantwoordelijkheden voor ontwerp en uitvoering duidelijk gescheiden. In principe geeft de *opdrachtgever* (de initiatiefnemer) aan wat zijn wensen en prioriteiten zijn. De *architect* is vervolgens verantwoordelijk voor het ontwerp en kan daarbij verschillende *specialisten* inschakelen op het gebied van constructies, installaties, bouwfysica, milieu etc. De *aannemer* is verantwoordelijk voor de uitvoering en schakelt *onderaannemers*, *nevenaannemers* en *leveranciers* in.

Wanneer wordt gewerkt met een *bouwteam* is een team, meestal bestaande uit de opdrachtgever, architect, specialisten en de aannemer verantwoordelijk voor het ontwerp, en één of meer uitvoerende partners verantwoordelijk voor de uitvoering. Daarnaast bestaat er nog een organisatievorm waarbij een zgn. 'turnkey'-organisatie verantwoordelijk is voor zowel het ontwerp als de uitvoering.

Wanneer het hele bouwwerk van 'wieg tot graf' beschouwd wordt (met andere woorden: als aan het 'bouwen' het 'wonen' en de 'afbraak' worden toegevoegd), zou in schema 2 na de oplevering ook nog een **gebruiks- en beheerfase** (eventueel groot onderhoud en renovatie) en tot slot een **herbestemmings en/of sloopfase** moeten worden opgenomen.

Samengevat, actoren die een rol spelen bij het bouwen en het wonen zijn: opdrachtgevers, architecten, beleggers, corporaties, aannemers, producenten van bouwmaterialen, beheerders,

bewoners en slopers. Daarnaast zijn rijks-, gemeentelijke en provinciale overheidsinstanties belangrijke actoren: ze bepalen de randvoorwaarden voor het bouwen (en slopen) en hebben een toezichthoudende rol.

2.3 Duurzaam bouwen: bevorderende en belemmerende factoren

Hieronder wordt een overzicht gegeven van bevorderende en belemmerende factoren voor de introductie van duurzame bouwmaterialen. De indeling in factoren is als volgt.

Juridische/bestuurlijke factoren en financieel/economische factoren worden als eerste behandeld omdat deze over het algemeen fungeren als randvoorwaarden bij het bouwen. Vervolgens komen de motivatie en houding ten aanzien van duurzaam bouwen van de verschillende actoren aan de orde, evenals kennis, informatie en afwegingsfactoren. Dan volgen factoren die te maken hebben met produktontwikkeling en het op de markt brengen van produkten (markt- en marketing aspecten) en tenslotte worden mogelijkheden en belemmeringen beschreven die zich op de bouwplaats voordoen bij de toepassing van duurzame bouwmaterialen.

Aan het einde van elke subparagraaf wordt een overzicht gegeven van belemmerende en bevorderende factoren. Deze overzichten of checklisten vormen een aanvulling op de factoren die in de tekst genoemd worden.

2.3.1 Juridische en bestuurlijke aspecten

Eén van de belangrijkste regelingen op het gebied van de bouw is het *Bouwbesluit*. Het Bouwbesluit dat als Algemene Maatregel van Bestuur op grond van de Woningwet op 1 oktober 1992 in werking is getreden, is in de plaats gekomen van het hoofdstuk technische bepalingen omtrent het bouwen uit de (Model)bouwverordening. Het Bouwbesluit moet in principe alle wetgeving gaan omvatten omtrent het bouwen en geldt voor heel Nederland. Hiermee komen dus alle gemeentelijke bouwverordeningen te vervallen. Alles wat het Bouwbesluit regelt dient objectief en eenduidig te zijn. Men heeft gekozen voor het formuleren van prestatie-eisen vanuit het oogpunt van veiligheid, gezondheid, bruikbaarheid en energiezuinigheid. Een prestatie-eis houdt in dat niet wordt voorgeschreven hoe een bepaalde constructie moet worden uitgevoerd maar aan welke eisen de gekozen constructie moet voldoen.

Het Bouwbesluit bevat in zijn huidige vorm (nog) geen expliciete bepalingen vanuit milieuoogpunt, noch zijn er artikelen in opgenomen die betrekking hebben op prestaties van materialen, die in het kader van het ketenbeheer kunnen worden gesteld. Wel kunnen in beginsel voorschriften met het oog op de veiligheid, energiezuinigheid (voor nieuw te bouwen woningen heeft dit betrekking op minimaal vereiste thermische isolatie en beperking van de luchtdoorlatendheid) en gezondheid (vastgelegd in 'kwaliteitsverklaringen') over in de constructie toegepaste materialen worden gegeven, maar in de praktijk is hiervan niets of nauwelijks iets uitgewerkt.

De bepalingen die zijn aangegeven in het Bouwbesluit mogen niet meer bij verordening door de lokale overheden worden aangevuld of gewijzigd, noch staat het gemeenten toe aanvullende bouwtechnische eisen te stellen bij het verlenen van een bouwvergunning. Hierdoor hebben gemeenten in de praktijk geen publiekrechtelijke mogelijkheden om duurzaam bouwen af te dwingen.

Vanwege de beoogde uniformiteit in de bouwregelgeving, een uniformiteit die ook wordt opgelegd vanuit de Europese regelgeving, werkt het Bouwbesluit dus beperkend voor de milieu-koplopers onder de gemeenten. Tegelijkertijd stimuleert het Bouwbesluit de andere gemeenten niet in hun beleid ten aanzien van duurzaam bouwen. Met andere woorden: sinds de invoering van het Bouwbesluit is het niet meer toegestaan om zonder meer extra milieu-eisen (bijvoorbeeld t.a.v. de toepassing van tropisch hardhout) op te nemen in de bouw- (en ook sloop-) vergunning.

Toch zijn er nog een aantal 'ontsnappingsmogelijkheden'. Wanneer de gemeente zelf initiatiefnemer of opdrachtgever is voor een bouwactiviteit dan kan zij net als ieder ander wel hogere eisen stellen en deze vastleggen in het koopcontract of de samenwerkingsovereenkomst. Er zijn mogelijkheden om duurzaam bouwen te stimuleren bij de verdeling van budgetten in het kader van het *Besluit Woninggebonden Subsidies* of door gemeentelijke subsidies vanuit een gemeentelijk beleid (zoals in Rotterdam en Delft het geval is). Ook sluiten gemeenten of stadsgewesten (zoals Den Bosch) soms *convenanten* of intentieverklaringen af met opdrachtgevers of nemen ze milieu-eisen op in bestemmingsplannen, stedenbouwkundige plannen of bij de gronduitgifte. Tevens kunnen gemeenten op basis van dat deel van de *gemeentelijke bouwverordening* dat niet vervangen is door het Bouwbesluit en op basis van de *Wet bodembescherming* voorschrijven dat bouwafval gescheiden moet worden.

Bij de uitvoerende bouwbedrijven hebben bovenstaande 'ontsnappingsmogelijkheden' geleid tot klachten over gebrek aan helderheid, uniformiteit en rechtszekerheid door de lokale regelgeving op het gebied van milieuvriendelijk bouwen; iets dat het Bouwbesluit juist beoogt tegen te gaan (Anoniem, 1994).

Tijdens de verschillende fasen in het bouwproces wordt er in de bouw gewerkt met diverse *overeenkomsten*, in relatie met en in aanvulling op de regelgeving. Als men wil dat er duurzaam en milieuvriendelijk wordt gebouwd, dan is het van groot belang dat op het juiste moment hierover afspraken worden gemaakt.

De Stichting Bouwwinkel Zeeland (Kooiman et al, 1992) heeft onderzoek gedaan naar de integratie van milieubeleid bij de besluitvorming in de woningbouw. Zij onderscheidt een 9-tal overeenkomsten bij het bouwen:

1. Het *koopcontract* (van onroerend goed zoals de grond) waaraan garanties of informatieverplichting over materialen (inclusief milieu-prestaties) en bouwprestaties kunnen worden gehecht.
2. Een *samenwerkingsovereenkomst* (tussen de initiatiefnemer/opdrachtgever/projectontwikkelaar/corporatie en het gemeentebestuur). Daarin worden afspraken gemaakt over (rand)voorwaarden en extra aandachtspunten (zoals milieu-prestaties) waaraan beide partijen zich zullen houden, en hoe planrisico's zullen worden verdeeld en in een *projectovereenkomst* worden vastgelegd.
3. Het *programma van eisen* dat een eerste inhoudelijke kwaliteitsbeschrijving van het bouwproduct is met een volledig overzicht van functionele, technische en vormgevende eisen, alsmede een opsomming van alle gewenste milieu-prestaties.
4. De *opdrachtverlening voor bouwplanvoorbereiding* (aan een externe organisatie: de bouwvoorbereider/architect), met daarbij schriftelijk of ook vaak mondeling aangegeven wat de bijzondere wensen van de opdrachtgever zijn ten aanzien van het programma van eisen en bijvoorbeeld milieu-doelstellingen (ketenbeheer, energie extensivering, kwaliteitsbevordering), welke aanvullende werkzaamheden noodzakelijk zijn en hoe de verantwoordelijkheden liggen. Na het verkrijgen van de opdracht middels de *opdrachtbrief* wordt door de bouwvoorbereider op basis van het programma van eisen en andere randvoorwaarden eerst een *voorlopig ontwerp* gemaakt, daarna een gedetailleerder ontwerp en na overleg/consultatie van instanties als Bouw- en Woningtoezicht, Welstandscommissies, Brandweer, Nutsbedrijven e.d., een *definitief ontwerp*. Dit resultaat van de bouwvoorbereiding dient als prestatie-eis te worden verwerkt in het bestek en tekeningen.
5. Het *bestek* en de *bestektekeningen*. Deze vormen de basisdocumenten waarop de bouwvergunning wordt aangevraagd en afgegeven. Ze zijn de informatiebron voor het maken van een werkbegroting en zijn na de gunning van het werk een onderdeel van de bindende overeenkomst tussen de opdrachtgever en het bouwbedrijf. Het bestek bevat de beschrijving van het project, een overzicht van de tekeningen en de voor het werk geldende voorwaarden.

Ondermeer moeten daarin de woning-, materiaal- en milieuprestaties worden omschreven die moeten worden gehaald. In de praktijk wordt vaak gebruik gemaakt van *standaardbestekken*, zoals het Standaard-bestek voor Burger- en Utiliteitsbouw (STABU) en het Standaard-Referentiebestek voor Onderhoud en Woningverbetering (SROW). In deze standaardregelingen zijn echter nog geen aanvullende milieu-bepalingen uitgewerkt. Inmiddels is gestart met de ontwikkeling van een STABU besteksmodule waarin duurzaam bouwen-maatregelen worden vastgelegd. Er wordt naar gestreefd dat dit bestek begin 1996 beschikbaar komt.

6. De *bouwvergunning*. Deze moet worden geweigerd als niet voldaan wordt aan de wetgeving (herziene Woningwet), het bestemmingsplan, de welstandseisen en het Bouwbesluit.
7. Een *subsidie beschikking*. Deze bevat echter tot op heden geen extra milieu-eisen. Alleen als een gemeente uit eigen middelen subsidie toekent, kunnen in het kader van beslissingen bij de bouwvoorbereiding (bijvoorbeeld vastgelegd in de samenwerkingsovereenkomst) hogere (milieu)eisen worden gesteld.
8. De *aanneemovereenkomst* tussen opdrachtgever en het bouwbedrijf. Met behulp van de Uniforme Administratieve Voorwaarden (die een onderdeel vormen van de STABU Standaard) kunnen gemeenten in principe eisen stellen aan de opdrachtgever en de aannemer ter voorkoming van schade aan personen, goed en milieu en ter voorkoming van afvalstoffen. In de praktijk worden er echter vrijwel geen milieu-voorwaarden in aanneemovereenkomsten opgenomen omdat de UAV's nog niet met milieubepalingen zijn aangevuld. Nadere wensen op het gebied van het milieu kunnen momenteel het beste middels gemeenschappelijke afspraken in de *opdrachtbrief* of het *bestek* worden overeengekomen. Bovendien kan bij de (voor)selectie van de aannemer het 'milieu-profiel' van het bouwbedrijf een belangrijke keuzefactor zijn.
9. Het *huurcontract*. In beginsel kunnen de verhuurder en de huurder in aanvulling op het huurcontract of (in geval van woningverbetering) renovatiecontract in een schriftelijke overeenkomst regels over het te verwachten energieverbruik of de kwaliteit van het binnenmilieu overeenkomen, maar in de praktijk gebeurt dit niet.

In de huidige bouwpraktijk worden afspraken over duurzame bouwprodukten vooral in de overeenkomsten 1, 3, 5 en 6 gemaakt. Met betrekking tot overeenkomst 6 moet, zoals hierboven reeds is aangegeven, worden opgemerkt dat sinds de invoering van het Bouwbesluit de mogelijkheid milieu-eisen te stellen aan bouwprodukten kleiner is geworden. Het maken van keuzes en afspraken over de gewenste milieu-prestaties wordt meestal overgelaten aan de partijen in de bouw.

Omdat de bouwvoorbereider in principe het overzicht heeft van alle eisen en prestaties waaraan een bouwwerk moet voldoen, zou hem, vastgelegd in de overeenkomsten 2 en 4, ook de verantwoordelijkheid over de realisatie van milieu-prestaties in handen gelegd kunnen worden, maar in de praktijk wordt dit slechts in beperkte mate gedaan (voornamelijk met betrekking tot het energieverbruik).

Bij de onderhandelingen over bovenstaande overeenkomsten spelen een aantal factoren een belangrijke rol zoals tijd, toekomstige relatie, (materiaal)deskundigheid/kennis en attitude.

De milieuvoorwaarden die kunnen worden opgenomen, kunnen worden onderscheiden in vier gradaties:

- *inspanningsplicht*: de contractant bindt zich aan het zo goed mogelijk realiseren van de voorwaarde, waarbij de toetsing van de inspanningsplicht kan gebeuren door de contractant verantwoording af te laten leggen over zijn inspanning;
- *mededelingsplicht*: er bestaat een verplichting (bij bijvoorbeeld de verkoper) om informatie te verstrekken;
- *onderzoeksplicht*: een verplichting om door een deskundige onderzoek, bijvoorbeeld naar milieu-effecten, te laten verrichten;
- *prestatie-eis*: deze geeft ondubbelzinnig aan wat de minimumwaarde van de te leveren prestatie is, alsmede hoe de waarde bepaald moet worden.

Voor de keuze van (bouw)materialen met het oog op een verantwoord ketenbeheer liggen de aanvullende milieuvoorwaarden, zolang een 'milieu-maat' (nog) ontbreekt, vooral op het niveau van de *inspanningsplicht*. Aanvullingen van milieuvoorwaarden worden vooral mogelijk geacht in de overeenkomsten 1, 2, 3, 4, 5 en 8.

De eindevaluatie van het project Ecolonia in Alphen aan de Rijn leert dat voor een dergelijk project een goede gemeentelijke projectorganisatie met een intensieve samenwerking tussen de verschillende gemeentelijke diensten en nutsbedrijven en een vroegtijdige betrokkenheid van essentiële betekenis is. Als belangrijkste belemmering werd de tijdsdruk genoemd met consequenties voor de gestelde programma's van eisen. Dit leidde tot bouwfouten en onvoldoende keuzemogelijkheden voor de bewoners wat betreft het zogenaamde meer- en minderwerk. Zo werden in Ecolonia binnen een jaar na oplevering een groot aantal keukens weer vervangen, hetgeen niet bepaald een goed voorbeeld is van het duurzaam omgaan met produkten (NOVEM, 1995).

Schema 3 geeft een overzicht van in de literatuur aangetroffen juridische en bestuurlijke factoren die belemmerend of bevorderend werken bij de implementatie van duurzaam bouwen in het algemeen en duurzame producten in het bijzonder.

Schema 3 Juridische en bestuurlijke aspecten: belemmerende (-) en bevorderende (+) factoren

Algemeen

- + het stellen van milieueisen/ taakstellingen
- het ontbreken van duidelijke/ eenduidige regelgeving
- onbekendheid of onvoldoende ervaring (jurisprudentie) met nieuwe regelgeving
- te veel regelgeving/ 'van boven opgelegde eisen' belemmert innovaties
- normen/ richtlijnen zijn vaak gebaseerd op specifieke producten (bijv. hardhout i.p.v. naaldhout)
- onduidelijkheid over verantwoordelijkheden
- trage besluitvorming (door bijvoorbeeld onbekendheid of onzekerheden)

Gemeente

- algemeen: onvoldoende decentrale/ lokale regelgeving en bevoegdheden
- het ontbreken van een politiek draagvlak op gemeentelijk niveau
- gemeente heeft geen publiekrechtelijke gronden om duurzaam bouwen af te dwingen
- Bouwbesluit werkt beperkend voor koplopers onder de gemeenten
- zwakke positie van de (bouw- en woningtoezicht) ambtenaar in het netwerk van ambtelijke instanties
- + gemeente als opdrachtgever kan hogere eisen vastleggen in koopcontract
- + Besluit Woninggebonden Subsidies biedt mogelijkheden om DuBo te stimuleren
- + milieu-eisen kunnen worden opgenomen in bestemmingsplannen/stedebouwkundige plannen en bij gronduitgifte
- + gemeenten kunnen convenanten afsluiten
- + op grond van Wet Bodembescherming kan gemeente scheiden van bouwafval voorschrijven

Overheden algemeen

- het meersporenbeleid van overheden: planologisch beleid/ milieubeleid/ economisch beleid/ etc.
- verschillen in beleid tussen sectoren zoals: energie/ afval/ water/ lucht/ verkeer
- onderlinge strijdigheid van ministeriële regelingen
- het ontbreken van een relevant beleid/ structuurplan bij overheden/ ondernemingen (c.q. het onderhouden van een andere formele beleidsvisie m.b.t. stedebouw)
- het ontbreken van een verbondenheid van de initiatiefnemer met de ambtelijke en politieke structuur
- strijdigheid met Woningwet m.b.t. welstand (esthetica)
- strijdigheid met voorschriften uit het Bouwbesluit (constructieve veiligheid, brandveiligheid, schadelijke of hinderlijke invloeden of stoffen, bruikbaarheid en energiezuinigheid)
- strijdigheid met bestaande procedures
- strijdigheid met stedebouwkundig plan/ stedebouwkundige motieven
- strijdigheid met het Besluit woninggebonden subsidies
- strijdigheid met Europese regelgeving (richtlijnen)/ internationale handvesten
- het ontbreken van of onvoldoende Europese regelgeving/ normering/ keur
- strijdigheid met regelgeving in voor de bouw belangrijke andere landen (zoals Duitsland)

Opdrachtgever

- onvoldoende gebruik maken van de mogelijkheden die de diverse overeenkomsten in de fasen van het bouwproces bieden
- het ontbreken van de juiste contractvorm (bijvoorbeeld het niet hanteren van een prestatiebestek)
- ontbreken van milieu-bepalingen in standaardbestekken
- nog geen milieubepalingen in de Uniforme Administratieve Voorwaarden

Aannemer

- gebrek aan duidelijkheid, uniformiteit en rechtszekerheid door lokale regelgeving
- de ketenaansprakelijkheid belemmert toepassing onbekende materialen en werkmethoden
- /+ veiligheids- en/of arbeidsomstandighedenvoorschriften

Bewoners

- er worden geen regels over te verwachten energieverbruik en kwaliteit binnenmilieu gesteld in huurovereenkomsten

2.3.2 Financieel/economische aspecten

'Om milieuvriendelijke gewoonten te creëren moet bewerkstelligd worden dat de milieuvriendelijke versie van het gedrag het minste kost in termen van bijvoorbeeld geld, tijd en/of moeite'. Deze constatering, ontleend aan een onderzoek naar de beïnvloeding van milieu-relevante gewoonten en automatismen (Huizing, 1995) is niet alleen van toepassing voor individuele personen, maar geldt evenzeer voor de actoren die duurzaam bouwen tot een succes moeten maken: de ontwerpers, overheden, de uitvoerders en de woonconsumenten.

Eén van de belangrijkste belemmeringen voor duurzaam bouwen is dat het in veel gevallen duurder is dan de traditionele woningbouw. Algemeen wordt aangenomen dat milieuvriendelijk gebouwde woningen circa 10 tot 15% duurder zijn dan reguliere woningen (o.a. Bouwens & Dubbeling, 1993; Van der Schuyt, 1994). Dit hangt ondermeer samen met de ontwikkelings- en marketingkosten die aan nieuwe milieuvriendelijke produkten zijn verbonden en met de beperkte omvang van de vraag naar deze produkten (wat veelal weer voortkomt uit het feit dat de produkten onvoldoende uitontwikkeld en marktrijp zijn). Ook zijn sommige duurzame bouwwijzen arbeidsintensiever en daardoor duurder dan de reguliere bouwwijze.

Behalve de ontwikkelings- en marketingkosten maakt het gebrek aan afzetmogelijkheden milieuvriendelijke bouwmaterialen duurder dan de reguliere materialen. Soms wordt de prijs van traditionele bouwmaterialen kunstmatig laag gehouden, om een marktaandeel te behouden. Door een grootschaliger toepassing, eventueel gestimuleerd door subsidies, kan desalniettemin verwacht worden dat sommige duurzame bouwprodukten in de toekomst goedkoper worden. Voorts blijkt in de praktijk dat de meerkosten per maatregel sterk per locatie, aannemer en project verschillen (NOVEM, 1994b).

Bepaalde duurzame bouwmaterialen blijken nu reeds zonder meerkosten op de markt te zijn. De SEV heeft in haar Handleiding Duurzame Woningbouw (Anink & Mak, 1993) een basiskeuze aangegeven. Dat is het alternatief dat het minst milieubelastend is én dat zonder problemen en meerkosten toegepast kan worden.

Bij sommige milieuvriendelijke maatregelen, zoals het gescheiden inzamelen van bouwafval of het aanbrengen van energiebesparende voorzieningen, kunnen kosten bespaard worden. Een knelpunt hierbij is dat een goede kosten-baten analyse, waarin besparingen op langere termijn zijn verwerkt, niet altijd te maken is.

Overheidssubsidies hebben tot nu toe voor een belangrijk deel de meerkosten van het duurzaam bouwen gedekt. Dit werd gedaan door bijvoorbeeld de grondprijs te verlagen of door een 'milieupremie' in te stellen voor duurzaam te bouwen woningen. Subsidies voor duurzaam bouwen

komen voornamelijk van gemeenten, van de Stuurgroep Experimenten Volkshuisvesting (SEV) en van de NOVEM. Toepassing van zonneboilers en HR-ketels werd door overheidssubsidie voor veel huishoudens rendabel.

Vanwege de prijsconcurrentie zullen de meeste *aannemers* alleen op eigen initiatief milieumaatregelen nemen wanneer die kostenneutraal of profijtelijk zijn (Bossink, 1994). Door de onbekendheid met de verwerking van nieuwe duurzame materialen calculeren sommige (onder)aannemers hogere prijzen om eventuele risico's, zoals vertragingen en extra arbeidskosten, te dekken (Custers, 1994). De grotere bouwbedrijven kunnen invloed uitoefenen op de introductie van duurzame bouwmaterialen. Deze aannemers kunnen de leveranciers een bepaalde afzet garanderen waardoor deze bereid zijn hun produkt aan te passen (Beemsterboer, 1993).

De meerprijs van duurzaam bouwen is ook voor *woningbouwcorporaties* een knelpunt, met name in de sociale woningbouw waar men gebonden is aan de maximaal toelaatbare stichtingskosten zodat de marges krap zijn. Veel corporaties zien milieu-maatregelen niet als investeringen die zich (snel) terugverdienen (Van der Laan, 1994). Bij het toepassen van waterbesparende voorzieningen, energiezuinige installaties, zoals zonneboilers of een HR-ketel of bij energiezuinige constructies zoals tochtportalen, is degene die de investering doet (bijv. de corporatie) niet altijd degene die de voordelen heeft van een energiezuinige uitvoering (de woonconsument). Woningbouwcorporaties zien evenals aannemers ook (financiële) risico's bij het werken met nieuwe materialen. Onzekerheid over de levensduur en de hoeveelheid onderhoud van het milieuvriendelijke materiaal spelen voor hen ook een rol (Kuiken, 1992). *Toekomstige bewoners* hebben eerder geld over voor direct aanwijsbare, comfortverhogende en besparende maatregelen (zonneboiler, centrale stofzuiger, serres, dubbel glas) dan voor 'onzichtbare' maatregelen zoals beton met toeslagstoffen (Van den Broek & Scholtens, 1993).

Aansluitend en aanvullend op bovenstaande geeft schema 4 een overzicht van een aantal in de literatuur genoemde financiële/economische factoren die belemmerend en bevorderend blijken te werken bij de implementatie van duurzame produkten in de bouw.

Schema 4 Financiële en economische aspecten: bevorderende (+) en belemmerende (-) factoren

Opdrachtgever/exploitant

- er wordt gebouwd primair met winstoogmerk
- expliciet aangeven van meerkosten duurzaam bouwen schrikt af
- prijs telt zwaarder dan kwaliteit
- toekomstige kostenaspecten (bijvoorbeeld m.b.t. sloop) worden niet meegenomen
- + (overheids)subsidies en premies voor duurzaam bouwen stimuleren duurzaam bouwen
- onzekerheid/onzekerheid over subsidies en subsidieregelingen
- ontbreken van/ onaantrekkelijke fiscale tegemoetkomingen (zoals vervroegde afschrijving van milieuinvesteringen)
- inschakelen van milieudeskundigen te duur binnen de maximaal toegestane stichtingskosten en normale budgetten
- te laag/geen rendement van de toe te passen maatregelen
- te lange terugverdientijd
- de opbrengsten en terugverdieneffecten zijn onzeker
- kosten liggen bij de investeerder/opdrachtgever, baten bij de exploitant/bewoner
- onvoldoende financieel draagvlak voor investeringen (technisch, logistiek en kennis) t.b.v. duurzame bouwmaterialen
- de kostenbegrenzing bij sociale woningbouw (maximale stichtingskosten/maximale huur)
- kleine marges bij premiekoopwoningen
- hogere investeringskosten worden niet verrekend met lagere exploitatiekosten
- onzekerheid over toekomstige onderhoudskosten van milieuvriendelijke materialen
- onzekerheid over de levensduur van milieuvriendelijke materialen wordt doorberekend in de prijs
- meerkosten berekend aan de hand van standaardwoning waaraan ecologische maatregelen zijn toegevoegd
- + sommige maatregelen kunnen zonder meerkosten worden toegepast
- + met sommige maatregelen kunnen kosten worden bespaard
- + grootschaliger toepassing kan duurzame materialen goedkoper maken

Leveranciers

- kleine bedrijven hebben te weinig financiële ruimte voor promotie en certificering

Aannemers

- geringe financiële speelruimte
- prijsconcurrentie tussen aannemers, aanbesteding vindt plaats volgens het criterium van de laagste prijs
- zo laag mogelijke bouwsom realiseren binnen de eisen die de opdrachtgever stelt
- onzekerheid over kosten van toepassing van duurzame materialen en producten, inclusief aanschafkosten, montagekosten
- extra kosten calculeren vanwege onzekerheid en risico's van nieuwe materialen
- extra kosten door vertragingen bij de bouw
- extra kosten door arbeidsintensievere werkwijze
- gevolgen van toepassing duurzame materialen voor bedrijfsvoering, bezettingsgraad per bouwproject en aantal werknemers
- derving van inkomsten door neveneffecten bij de toepassing van materialen en producten
- de storkosten bouw- en sloopafval zijn soms lager dan de kosten van het extra werk t.b.v. het scheiden van de fracties
- ontbreken van specialistische kennis t.b.v. het maken van voorcalculaties
- + duurzame materialen soms gunstig effect op arbeidsomstandigheden en gezondheid
- + grote bouwbedrijven kunnen invloed uitoefenen op het tot stand komen van duurzame bouwmaterialen

Consumenten

- /+ extra uitgaven alleen voor meer comfort, luxe, energie-besparing of zichtbare aspecten

2.3.3 Motivatie en houding ten aanzien van duurzaam bouwen

Zeer belangrijk voor de introductie van duurzame milieuvriendelijke bouwmaterialen is dat er mensen zijn die geloven in hun eigen produkt, een lange adem hebben, bereid zijn hun nek uit te steken, conflicten met overheden en andere participanten in de bouwmarkt niet schuwen en bereid en/of in staat zijn financiële risico's te nemen. Deze mensen zijn schaars.

Vanuit welke motivatie wordt er milieuvriendelijk gebouwd, en van wie komt het initiatief?

Stichting Bouwresearch (SBR, 1993) heeft op basis van een enquête onder 250 opdrachtgevers vijf categorieën opdrachtgevers beschreven, waarbij vooral gekeken is naar de mate van professionaliteit en het primaire doel van het bouwen. Uit het onderzoek blijkt dat milieuvriendelijk bouwen bij alle opdrachtgevers relatief laag scoort. Bij ongeveer een derde van de geënquêteerde opdrachtgevers wordt prioriteit gegeven aan milieuvriendelijk en energiezuinig bouwen. Onderscheiden worden:

1. *Incidentele opdrachtgevers* (minder dan één opdracht in twee jaar). Deze zijn duidelijk minder dan de regelmatige opdrachtgevers geïnteresseerd in milieuvriendelijk bouwen. Zij hechten meer dan anderen belang aan een lovende publieke opinie en het goed functioneren van de eigen (veelal commerciële) bedrijfsorganisatie.
2. *Regelmatige opdrachtgevers voor huisvesting van de eigen organisatie* (inclusief overheden). Relatief belangrijk zijn een comfortabel binnenklimaat en de aantrekkelijkheid voor de gebruiker. Vaker dan anderen houdt men rekening met milieu-effecten en schakelt men hiertoe speciale deskundigheid in.
3. *Regelmatige opdrachtgevers voor belegging*. Bij deze opdrachtgevers zijn naast een hoog beleggingsrendement vooral belangrijk lage huisvestingskosten en spraakmakende architectuur.
4. *Regelmatige opdrachtgevers voor sociale woningbouw in de huursector*. Deze vinden meer dan de andere opdrachtgevers van belang:
 - eisen aan materialen (i.v.m. onderhoud en exploitatielasten);
 - eisen aan milieuvriendelijk bouwen (ofschoon hierbij weinig gebruik wordt gemaakt van externe deskundigen op het gebied van milieuvriendelijk en energie-efficiënt ontwerpen);
 - tevreden gebruikers;
 - comfortabel binnenklimaat.
5. *Regelmatige opdrachtgevers voor projectontwikkeling* (voor verkoop, maar ook belegging). Deze hechten meer dan anderen aan:
 - de tevredenheid van de gebruiker;
 - een goed binnenmilieu;
 - aantrekkelijke vormgeving.

De opdrachtgevers bepalen de eisen waar het bouwproject aan moet voldoen. Zij hebben daardoor een belangrijke stem in de manier van bouwen.

Aan de andere kan een *architect*, meer dan nu het geval is de opdrachtgever ook sturen in de richting van milieuvriendelijk bouwen. Wanneer een architect over voldoende kennis van duurzame

bouwmaterialen en -technieken beschikt kan hij/zij vaak in samenwerking met de aannemer een grote rol spelen, zeker wanneer ze toch aan de eisen van de opdrachtgever weten te voldoen.

Dit geldt ook voor *projectontwikkelaars* zoals Bouwfonds Woningbouw dat bij het project Ecolonia op milieugebied als zodanig een voortrekkersrol wilde vervullen. Publiciteit en naambekendheid zijn belangrijke motieven. Belangrijk voor het Bouwfonds was dat Ecolonia kennis oplevert voor de normale bouwproductie in een tijd dat milieuvriendelijk bouwen in de belangstelling staat (De Mos, 1992; Roosekrans, 1992).

Bouwens & Dubbeling (1993) constateren dat *gemeenten* meestal huiverig zijn voor innovatieve bouwprojecten buiten de gebruikelijke bouwpraktijk. Waar wel duurzame bouwprojecten gerealiseerd zijn heeft de gemeente vaak een belangrijke rol gespeeld zoals de gemeente Delft met Ecodus en de gemeente Drachten met Morrapark. Volgens Bouwens en Dubbeling (1993) is de rol van gemeenten doorslaggevend bij het tot stand komen van duurzaam-bouwen projecten. Sommige gemeenten hebben hiervoor beleidsuitgangspunten geformuleerd, bijvoorbeeld met betrekking tot het niet meer toepassen van tropisch hardhout. Een probleem is echter dat de bestaande regelgeving (zoals het Bouwbesluit) beperkingen oplegt aan de milieu-eisen die een gemeente kan stellen (zie paragraaf 2.3.1).

Bossink (1994) heeft onderzoek gedaan naar de beweegredenen van *aannemers* om milieumaatregelen te nemen. Zijn conclusie is dat de aannemer uitsluitend op eigen initiatief milieumaatregelen neemt wanneer die kostenneutraal zijn. Scheiding van bouwafval op de bouwplaats is een voorbeeld van zo'n maatregel. Bij de bouw van het Morrapark waren diverse aannemers wel bereidwillig om mee te werken aan het project, maar voor velen was de belangrijkste motivatie de opdracht te hebben (Prins, 1993). Uit een onderzoek van het Economisch Instituut voor de Bouwnijverheid naar milieuzorg bij bouwbedrijven blijkt dat grote bedrijven hiermee verder zijn dan kleinere bedrijven.

Bij een aantal projecten waren het de (toekomstige) *bewoners* die het initiatief namen tot milieuvriendelijk bouwen. Bij de verbouwing van het Wilhelminagasthuis in Amsterdam stelden de bewoners als voorwaarde dat de verbouwing zo milieuvriendelijk mogelijk zou worden uitgevoerd (Kuiken, 1992). Ook bij de grasdakwoningen in de Haarlemse Romolenpolder en de wijk Maaspoort in Den Bosch waren het de bewoners, vertegenwoordigd door de stichting Mens- en milieuvriendelijk Wonen en Werken, die het initiatief namen tot de 'mens- en milieuvriendelijke' bouw. Het Groene Dak in Utrecht is eveneens een bewonersinitiatief. Het Morrapark in Drachten ontstond als gezamenlijk initiatief van een aantal particulieren, de gemeente en de provincie.

Voor de mensen die een woning kochten in Ecolonia in Alphen aan de Rijn speelden de milieumaatregelen bij de beslissing niet de belangrijkste rol. De meeste bewoners waren al van plan

te verhuizen voordat Ecolonia in beeld kwam. Zo waren de grootte en vormgeving van de woningen, de prijs en de ligging doorslaggevend (Buijs, 1995). Overigens wil dit niet zeggen dat milieuvriendelijke voorzieningen niet belangrijk werden gevonden. Bij de definitieve keuze speelden vooral zaken als de warmte-isolatie, de zonneboiler, de geluidsisolatie en energie- en waterbesparing een rol. Een bevinding uit het bewonersonderzoek is ook dat bewoners met een hoger milieubesef even hoge eisen stelden aan de kwaliteit van milieuvriendelijke voorzieningen als bewoners met een lager milieubesef.

Ook in de wijk Ecodus in Delft speelde het milieu slechts bij een klein percentage van de kopers een rol. Milieu-maatregelen zoals een gesloten keuken werden door sommige toekomstige kopers niet op prijs gesteld. De afvalkast in de keuken, bedoeld voor de gescheiden inzameling van afvalfracties werd door veel bewoners na oplevering van de woning voor andere doeleinden gebruikt (Cüsters, 1993a). In een project in Zutphen hadden sommige bewoners de gevelmuur tussen de kamer en de serre weggebroken, waardoor het buffer-effect van de serre teniet werd gedaan. Ook bleken bewoners nog te kiezen voor geïmpregneerd tuinhout (De Groot, 1994b).

Voor de koopwoningen in de Romolenpolder in Haarlem zijn bewoners geselecteerd die de milieu-uitgangspunten onderschreven. Ook bij de selectie van de bewoners van huurwoningen heeft het milieubewustzijn een belangrijke rol gespeeld (Cüsters, 1993b). Bij Ecodus werden de woningen juist niet speciaal als ecologische woningen gepresenteerd. Het imago van milieuwoning "is op termijn te negatief om het op grote schaal geaccepteerd te krijgen. Mensen waarderen het wel mits het er niet te dik en te betweterig bovenop ligt" (projectcoördinator van Wilma Bouw in Cüsters, 1993a).

Het imago van milieuvriendelijke bouwmaterialen kan ook een knelpunt zijn voor de toepassing ervan. Sommige milieuvriendelijke materialen hebben een slecht imago omdat het geassocieerd wordt met vroeger. Dat is bijvoorbeeld het geval met materialen die gemaakt zijn van vernieuwbare grondstoffen zoals stroplaten (Delemarre, 1992). Bij composttoiletten speelt zowel het imago als het gebruik een rol: mensen associëren het met de tonnen van vroeger en vinden het primitief. Tevens vergt het gebruik ook veel instructies en de zelfdiscipline zich hieraan te houden (Huizing, 1993).

Aansluitend en aanvullend op bovenstaande geeft schema 5 een overzicht van een aantal in de literatuur over duurzaam bouwen genoemde factoren met betrekking tot de motivatie voor duurzaam bouwen.

Schema 5 Motivatie en houding: bevorderende (+) en belemmerende (-) factoren

algemeen

- het nemen van te grote stappen/ te snelle invoering kan belemmerend werken
- lange-termijn (milieu) versus korte-termijn denken
- /+ ervaringen in het verleden met duurzaam bouwen
- onvoldoende/ ontbreken van mentaliteitsverandering en extra inspanning van alle betrokkenen in het bouwproces
- /+ sterkte van milieubewustzijn/ mate van milieubetrokkenheid bij alle actoren
- /+ passieve, traditionele houding versus persoonlijke gedrevenheid en initiatief
- /+ gewoontegedrag/ vanzelfsprekendheid/ routine versus gedragsverandering
- /+ scepsis versus geloof
- 'geitenwollensokken-imago' van duurzaam bouwen
- onvoldoende ervaren noodzaak/ nut van duurzaam bouwen
- + de bereidheid verantwoordelijkheden op zich te nemen/ nek uit te steken
- /+ afweging tussen milieu (lange termijn) en comfort (m² ruimte) en luxe (korte termijn)
- /+ afweging tussen gezondheids- en hygiënische effecten van produkten en milieuvriendelijkheid van produkten

architecten

- ondervonden keuze-/ontwerpbeperkingen bij architecten
- /+ afweging architectonische motieven (schoonheid, functionaliteit) vs milieukwaliteit

projectontwikkelaars/verkopers

- 'eko-kwaliteit' werkt vooralsnog niet als extra aanbeveling of verkoopargument
- het reeds toegepast zijn van een (ander) milieuvriendelijk produkt/ voorziening

aannemers

- afweging tussen innovatieve karakter v/e produkt en door consument verlangde kwaliteitsgaranties
- onvoldoende ervaren noodzaak van aanschaf
- belangrijkste motivatie is de opdracht te krijgen, ongeacht de milieumaatregelen
- alleen milieumaatregelen wanneer die kostenneutraal zijn

Consumenten

- lokatie, type woning, budget en grootte van de woning zijn belangrijker dan milieukwaliteit
- bij consumenten wegen zwaarder:
 - * de prijs
 - * de lokatie (-/+)
 - * de architectonische vorm (-/+)
 - * de beperkte keuze op de (bouw/woning)markt (-/+)
- 'milieu' als overweging bij besluitvorming staat op zelfde nivo als keuze voor toilettegels
- /+ (onvoldoende) gebruikersvriendelijkheid van milieuvriendelijk produkten
- milieuvriendelijk bouwen mag niet ten koste gaan van comfort
- + letten op gezondheidsrisico's

2.3.4 Kennis en informatie

Veel knelpunten bij de introductie van milieuvriendelijke bouwmaterialen zijn terug te voeren op een gebrek aan kennis, zowel ten aanzien van de milieueffecten als de technische toepassingsmogelijkheden van het produkt (Anink en Korbee, 1991; Bouwens en Dubbeling, 1993). De vereiste kennis is tijdgebonden en voortdurend aan verandering onderhevig vanwege nieuwe ontwikkelingen. Ook is de kennis vaak onvolledig omdat gegevens die nodig zijn voor een Levens Cyclus Analyse (LCA) niet beschikbaar zijn. Bedrijven zijn uit concurrentie-motieven huiverig produktinformatie te verschaffen. De vaststelling van een eenduidige 'milieumaat' per produkt blijkt veelal een onmogelijke opgave, niet alleen door het ontbreken van kennis, maar ook vanwege

tegenwerking uit de markt. De problemen die de Stichting Milieukeur ondervindt zijn hiervoor illustratief (Van den Bosch, 1995). Ofschoon inmiddels voor 19 produktgroepen (zogenaamde 'consumenten-eindprodukten', waarvan 3 aan de bouw zijn gerelateerd) onderzoek is verricht en met medewerking van de producenten het certificatieschema tot stand gekomen is, hebben de producenten van 10 van de 19 produktgroepen te kennen gegeven uiteindelijk zelf (vaak om commerciële redenen) geen behoefte te hebben de Milieukeur-kwalificatie te krijgen. Als het leveren van een milieu-kwaliteit uit maatschappelijk oogpunt dan toch noodzakelijk wordt geacht, dan wensen de meeste fabrikanten zich uit concurrentie- en marketingmotieven primair te richten op de minder strenge eisen die het Europese Ecolabel stelt.

De drie aan de bouw gerelateerde produkten van hiervoor genoemde 19 produktgroepen zijn: verf, CV-ketels en douchekoppen. Bij de produktgroep 'verf' is het probleem dat de Vereniging van Doe-het-zelf-winkels heeft afgezien van een gezamenlijke aanvraag voor een milieukeur voor muurverf op aandrang van de Vereniging van Verf- en Drukinktfabrikanten. De producenten dreigden de muurverf niet meer te willen leveren als de winkeliers de aanvraag door wilden zetten.* Anderzijds kan worden vermeld dat in februari 1995 ook door het 'Regulatory Committee' voor het Europese Ecolabel, op basis van LCA studies, minimale milieueisen voor verven zijn vastgesteld.

Bij producenten van CV-ketels wordt de Milieukeur ervaren als 'overheidsdwang'. Wel hebben ze de bereidheid uitgesproken hun eigen 'Gaskeur' enigszins aan te scherpen op het aspect milieu. Een aantal fabrikanten van douchekoppen houdt bij de produktontwikkeling inmiddels rekening met de certificeringseisen die zijn vastgesteld, maar vinden een Milieukeur-aanvraag niet echt nodig, ondermeer omdat ze ook al voldoen aan de KIWA-eisen.

Hoewel absolute uitspraken over milieu-effecten meestal niet gedaan kunnen worden, is het wel mogelijk rangordeningen te maken. De vraag is dan hoe de milieubelasting van een materiaal zich verhoudt tot de alternatieven. Inmiddels zijn er meerdere handleidingen verschenen die de keuze voor milieuvriendelijker bouwmaterialen moeten vergemakkelijken op grond van afweging tussen de verschillende materialen. Zo zijn ondermeer verschenen: het Handboek Milieuzorg van de Nationale Woningraad (1991), de Handleiding Duurzame Woningbouw van de SEV (Anink & Mak, 1993), de NIBE milieuclassificatie Bouwmaterialen (Haas, 1994) en de Milieuchecklist

* In het kader van een onderzoek naar de beïnvloeding van milieu-relevante gewoonten en automatismen bij consumenten zijn determinanten van gedrag geanalyseerd met betrekking tot het verven (als vorm van klussen in en om de woning) (Huizing, 1995). Behalve dat de prijs, kwaliteit, gemak en gewoontevorming de keuze van type verf bij de klussende consument bepalen, blijkt dat het gebrek aan makkelijk toegankelijke en specifieke informatie een belangrijke determinant is bij het al dan niet letten op milieuaspecten van verf en verfmethoden.

Nieuwbouwwoningen Dordrecht van Milieukundig Onderzoek- en OntwerpBuro BOOM (Hoogers & Stofberg, 1992). Het architectenburo Inbo, één van de grotere buro's, heeft een speciaal milieubestek ontwikkeld met financiële steun van de SEV (Cüsters, 1994). Het milieubestek is bedoeld om de moeite die architecten moeten doen om een milieuvriendelijk bestek te schrijven te verkleinen.

Milieuvriendelijk is geen eenduidig begrip. Bovendien is milieuvriendelijkheid van een gebouw één van de aspecten waar rekening mee gehouden moet worden naast de prijs, arbeidsomstandigheden, sterkte van de constructie etc. De afweging tussen de verschillende aspecten kan zowel in het voordeel als in het nadeel van milieumaatregelen uitvallen.

De meeste handleidingen laten ook ruimte voor deze afwegingen. Milieukundig Onderzoek- en OntwerpBuro BOOM (o.a. Hoogers & Stofberg, 1992) werkt met een vier-varianten schema, het ABCD schema. Bij het samenstellen van een programma van eisen kan per thema een bepaald streefniveau vastgelegd worden. A is de hoogst haalbare variant, en D gaat uit van de gangbare situatie.

Ook de handleiding Duurzame Woningbouw van de SEV (Anink & Mak, 1993) gaat uit van vier voorkeuren (van 'voorkeur 1' tot 'vermijden'), waarbij telkens één van de vier voorkeuren (meestal de eerste of de tweede voorkeur) de basiskeuze is. Dit is die variant die in de praktijk al in verschillende projecten is toegepast, die technisch volwaardig en onomstreden is en waarvan de meerkosten zeer beperkt zijn. Alle basiskeuzes samen vormen het basispakket. De beoordeling van de milieu-aspecten van de verschillende bouwmaterialen, waar deze milieuvoorkeur-methodiek uit voortkomt, is gebaseerd op literatuuronderzoek. Van de kant van toeleverende industrieën is scherpe kritiek gekomen op de SEV-handleiding. Volgens deze industrieën, vertegenwoordigd in het Milieuberaad Bouw, had gewacht moeten worden tot de levenscyclusanalyses (LCA's) van alle bouwmaterialen beschikbaar zijn. Van de kant van de SEV wordt hiertegen ingebracht dat ook LCA's op subjectieve aannamen berusten en dat de uitvoering van LCA's vanwege de complexiteit van de materie sterk stagneert, terwijl er aan de andere kant grote behoefte bestaat aan informatie over de milieuvriendelijke kwaliteit van vergelijkbare produkten. In reactie op nieuwe kennis en ontwikkelingen zal in 1995 een actualisering van de handleiding worden gepubliceerd (Schuyt en Fokkema, 1995).

Gebrek aan kennis over milieuvriendelijke materialen speelt een belemmerende rol. Ook wanneer kennis wel aanwezig is, is er vaak nog geen bruikbare manier waarop 'de informatie met het produkt door het gehele bouwproces kan reizen en daarbij door de hele bouwkolom gebruikt kan worden' (EcoLoge 1, 1993). Het toetsen van bestaande kennis aan ervaringskennis (m.b.t.

duurzaamheid, onderhoudsbehoefte, detaillering) die veel corporaties en andere woningbeheerders de afgelopen jaren hebben opgedaan is daarbij ook belangrijk (Van der Laan, 1994). NOVEM (1994a) constateert in een evaluatie van Ecolonia dat aanpassing van de bouwopleiding nodig is. Bouwplaatspersoneel moet leren omgaan met nieuwe milieuvriendelijke bouwmaterialen. In Ecolonia bleek dat sommige medewerkers van de betrokken bedrijven (technische) problemen die zich bij de bouw en installaties (zoals verwarmingssystemen) voordeden veelal ten onrechte in eerste instantie toeschreven aan de milieuvriendelijke maatregelen. Met andere woorden: het milieuvriendelijke karakter van het project fungeerde als zondebok (Buijs, 1995).

Sommige bouwbedrijven zijn er toe overgegaan hun personeel speciaal te scholen op het gebied van milieuvriendelijk werken op de bouw om hen bekend te maken met de begrippen van het duurzaam bouwen (Ditte, 1994).

Volgens Wolsink (1990) gaat het niet alleen om informatie op zich, maar ook om de bron van informatie. De geloofwaardigheid van de bron hangt af van de onafhankelijkheid ervan. Wanneer onzekerheden over nieuwe materialen niet weergegeven worden, bestaat de kans dat alle informatie van die bron gewantrouwd wordt.

In een aantal duurzaam-bouwen projecten worden de gebruikers van gebouwen geïnstrueerd over het gebruik en onderhoud van de woning en installaties. In Ecolonia is in de woningen een boekje met informatie over milieubewust wonen (o.a. ventilatie- en stookgedrag) aanwezig. Het idee hierachter is dat een goed binnenmilieu voor een groot deel afhangt van het gedrag van bewoners. Bovendien kregen de bewoners informatie over het milieuvriendelijk inrichten en onderhouden van de woningen. Uit het bewonersonderzoek is overigens gebleken dat de gegeven schriftelijke informatie onvoldoende motiverend bleek om tot gedragsverandering over te gaan (Buijs, 1995).

Aansluitend en aanvullend op bovenstaande geeft onderstaand kader (schema 6) een overzicht van factoren met betrekking tot kennis- en informatie die belemmerend en bevorderend blijken te werken bij de implementatie van duurzame producten in de bouw.

Schema 6 Kennis en informatie: bevorderende (+) en belemmerende (-) factoren

opdrachtgevers/architecten/aannemers

- kennis is nog in ontwikkeling, nog niet uitgekristalliseerd
 - ontbreken van een toetssteen/ leidraad bij de materiaalkeuze (zoals LCA-, ABCD-matrics, milieumaat)
 - maximale effecten van maatregelen die elkaar beïnvloeden moeilijk te berekenen
 - tijds-/ kennisafhankelijkheid van levenscyclusanalyses/ ecobalansen
 - incomplete, inconsistente en moeilijk hanteerbare informatie
 - ontbreken van of onvoldoende kennis over (de kwaliteit van) nieuwe materialen en produkten ('onbekend maakt onbemind')
 - onvoldoende onafhankelijkheid van de bron van informatie
 - te rooskleurig verkoopverhaal van producent/leverancier
 - het ontbreken van een bruikbare manier om informatie en kennis te verspreiden
 - onvoldoende verspreiding/ communicatie/ beschikbaarheid van bestaande milieukennis
 - extra informatie vereist over het 'nut' en de 'voordelen' van milieuvriendelijke produkten
 - het ontbreken van gebruiksaanwijzingen, bijsluiters, produktinformatie
 - onvoldoende kwaliteit van gebruiksaanwijzingen, bijsluiters, produktinformatie
 - ontbreken van eensgezindheid bij deskundigen/ elkaar tegensprekende deskundigen
 - verschillen in opleidings- en kennisniveau van betrokkenen bij het bouwproces/ mensen op de bouwplaats
 - het niet (meer) bij kunnen houden/ cumulatie van de (milieu)informatie
 - te veel papieren/ bureaucratische rompslomp
 - onvoldoende materiaal-, produkt- en installatiekennis bij uitvoerders in de bouw
 - onvoldoende gelegenheid voor opleiding en bijscholing bij uitvoerders in de bouw
 - onvolledige kennis over milieuaspecten van produkten bij architecten (vooral inzake secundaire grondstoffen en eindigheid van voorraden)
 - +/- vaststelling/inschatting van het maximale effect van elkaar beïnvloedende maatregelen
 - +/- afweging/keuzes van produkten/materialen per levensfase (grondstofwinning, productie van bouwmaterialen en installaties, constructiefase (ontwerp en bouwproces), gebruiks/ onderhoudsfase, sloopfase, afvalverwerking) en per eigenschap (grondstoffen, verontreinigingen/emissies, afval, hinder, energie, herbruikbaarheid, repareerbaarheid en levensduur)
 - +/- afweging/ keuzes van produkten/ materialen per toepassing
 - +/- afweging/ keuzes tussen gezondheidseffecten van produkten/ materialen/ verschijnselen (bijvoorbeeld radon versus vocht)
 - +/- afweging tussen prijs, arbeidsomstandigheden, kwaliteit en milieuaspecten
-

2.3.5 Markt-, marketing- en garantieaspecten

De marktintroductie van nieuwe milieuvriendelijke bouwmaterialen verloopt in de meeste gevallen moeizaam. In het bijzonder geldt dit voor produkten op basis van vernieuwbare grondstoffen, zoals vlasvezelplaten, lijnolieverf en naaldhouten kozijnen (De Wit, 1994). Vooral kleinere producenten en vertegenwoordigers ontbreekt het aan financiële middelen om marketing en promotie te betalen. Ze moeten opboksen tegen het marktleiderschap van gevestigde bedrijven en voor hen is het bijna onmogelijk om via organisaties als de NOVEM of de EU aan subsidies te komen om hun produkt te ontwikkelen en op de markt te brengen. Ook hebben kleine bedrijven vaak te weinig financiële armslag om de benodigde certificering te verkrijgen. Een belemmering bij de introductie van milieuvriendelijke produkten blijkt ook te zijn dat buitenlandse certificaten van deze produkten in Nederland niet worden erkend (zo is dit bijvoorbeeld het geval met cellulose als isolatiemateriaal; zie bijlage 2).

Anderzijds is een gunstige ontwikkeling dat door het Garantie Instituut voor de Woningbouw (GIW) inmiddels garanties voor een 15-tal duurzame produkten verleent (GIW, 1995), te weten:

- keramische buizen met rubberring voor buitenriolering;
- PPC en PE (poly-etheen) voor binnenriolering;
- houten palen met betonoplanger als fundering;
- beton met betonpuingranulaat;
- DPC-folie in niet aan UV-licht blootgestelde toepassingen als waterkerende aansluiting;
- EPDM-folie voor daken en goten;
- vegetatiedaken;
- vurehouten kozijnen;
- Amerikaans grenen, Hemlock en Oregon Pine voor kozijnen;
- Western Red Cedar gevelbekleding;
- kalkstucwerk als wandafwerking binnen;
- rogips voor stucwerk van niet-vochtige ruimten;
- anhydriet gietvloeren;
- wandverwarming;
- zonneboilers.

Het ontbreken van een garantie op nieuwe, milieuvriendelijk produkten, constructies en technieken komt uit verschillende publikaties als knelpunt naar voren (Cüsters, 1993b en 1994; Mos, 1992; NOVEM, 1994a). Soms zijn het de aannemers die geen garantie willen geven op duurzame bouwmethoden. In andere gevallen zijn het toeleveranciers die bij een bepaalde verwerking van hun produkt geen garantie willen of kunnen geven. Garandering van de kwaliteit van een bouwwerk is in de praktijk ook moeilijker als de organisatie van het bouwproces in handen is van niet één maar meer organisaties.

Bij Ecolonia bleek garantie op bepaalde produkten alleen mogelijk wanneer de naden met het 'milieuonvriendelijke' PUR-schuim werden gevuld (NOVEM, 1994a). Wanneer deze garanties er niet zijn, zullen opdrachtgevers de toepassing van nieuwe materialen of technieken vaak niet aandurven. Zo was in de Romolenpolder het gebruik van natuurverf een probleem. Dit had nog niet het in de bouw voorgeschreven garantiecertificaat. Ook kon er geen garantie worden gegeven op de kozijnen wanneer die in de fabriek voorbehandeld zouden worden met milieuvriendelijke materialen. De corporatie heeft de kozijnen uiteindelijk zonder garantie geaccepteerd. De kopers waren terughoudender maar bleken uiteindelijk beschermd te zijn in het koopcontract (Cüsters, 1993b). Vaak verschuilen de verschillende actoren zich achter elkaar als het gaat om het nemen

van risico's en de verantwoordelijkheid voor de gevolgen ervan. Volgens Vriesman (Bouwbedrijf Moes, in: *Ecologie* 2, 1993) is het antwoord op de vraag wie van de actoren het risico neemt voor milieuvriendelijke materialen en methoden, de achillespees voor het milieubewust bouwen.

In paragraaf 2.3.3 is reeds aangegeven dat ook het imago van een milieuvriendelijk produkt van belang is voor de acceptatie. Tevens is de aantrekkelijkheid van een milieuvriendelijk produkt groter als het naast milieu-kwaliteiten ook andere positieve eigenschappen heeft zoals een fraaie vormgeving, gebruiks- en toepassingsvriendelijkheid of verbeterde arbeidsomstandigheden (zoals bij gietvloeren van anhydriet; zie bijlage 4).

Veel milieuvriendelijke bouwmaterialen zijn moeilijk te verkrijgen (en duurder) omdat er (nog) weinig vraag naar is. Dit kan sterk verschillen per regio. Zo heeft de materiaalkeuze bij de Romolenpolder de aannemer voor nogal wat problemen gesteld. De holle bakstenenvloeren bleken maar door één bedrijfje in Nederland te worden geleverd, dat niet gewend was de hoeveelheid vloeren te leveren voor een bouwproject van 35 woningen (Cüsters, 1993b). Schaalvergroting kan een aantal van dit soort vraag- en aanbodproblemen oplossen. In Amersfoort worden voor de te bouwen wijk Nieuwland afspraken gemaakt over het vervangen van grind in beton door puingranulaat. Omdat het daar gaat om 4000 woningen is het rendabel om een complete produktiestroom op gang te brengen.

Een milieuvriendelijke woning waarin duurzame bouwmaterialen verwerkt zijn moet ook verhuurbaar of verkoopbaar zijn. Op de markt voor sociale woningbouw speelt de hoogte van de huur voor de toekomstige bewoners een belangrijke rol. De Woonbond, de vereniging van huurders, vindt duurzaam bouwen belangrijk maar vindt dat woningen wel betaalbaar moeten blijven voor mensen met een lager inkomen. Een extra kwaliteitsaspect zoals milieuvriendelijkheid dat tot huurverhoging leidt, staat op gespannen voet met de eis van betaalbaarheid (Brouwer, 1994).

In de vrije sector is de marktvraag vooral van belang. Milieuvriendelijker gebouwde huizen die duurder zijn dan regulier gebouwde huizen hebben een concurrentie-nadeel. Milieu is maar een van de factoren die bij het kiezen van een huis een rol spelen. Andere aspecten zijn de lokatie en de grootte van de woning. De markt in Noord-Nederland was zo slap dat bij een paar duurzaam gebouwde vrije sector woningen de serre is ingeruild voor een garage (Prins, 1993). In het westen spelen deze problemen niet of nauwelijks. In het woningbouwproject Ecodus (zie schema 1) gingen twee projectontwikkelaars akkoord met een aantal zaken die niet gunstig lijken voor de verkoopbaarheid van de woningen: de koopwoningen hebben geen garage en geen open haard (Cüsters, 1993a). Toch zijn ook deze woningen verkocht. Daarbij werden ze bewust niet als

ecologische woningen gepresenteerd, omdat het imago van milieuwoning nog te negatief is om het op grote schaal geaccepteerd te krijgen (Cüsters, 1993a).

Volgens Hoen (Bouwfonds, geciteerd in EcoLoge 2, 1993) verwachten kopers van woningen die milieuvriendelijk zijn gebouwd, vooral een toename van comfort, betere geluidsisolatie en energiebesparing. De rest van de meerwaarde van het milieu is moeilijker te verkopen. Moeilijk te verkopen zijn ook (onvoorziene) extra onderhoudskosten. Vanuit de makelaarswereld wordt benadrukt dat 'milieu' geen verkoopargument is (Van der Laan, 1994).

Een belangrijke constatering uit het bewonersonderzoek van het Ecolonia-project is dat de verkopers van de woningen slecht geïnformeerd waren over de milieuvriendelijke maatregelen (Buijs, 1995). Bepaalde maatregelen werden niet te zeer benadrukt, omdat dit geen stimulans zou vormen voor de verkoop. Zo wist de meerderheid van de bewoners die erover beschikten niet dat ze een afvalrecyclingkast in hun woning hadden. Tevens gingen de verkopers, zoals in paragraaf 2.2.3 reeds is aangegeven, er ten onrechte vanuit dat de meeste (potentiële) kopers niet gevoelig zijn voor milieuvriendelijke maatregelen. Tweederde van de uiteindelijke bewoners noemde één of meerdere milieuvriendelijke voorzieningen als belangrijk koopmotief. Voor ruim een kwart van de bewoners waren deze voorzieningen het belangrijkste koopmotief. Op het moment van de koop bleek nagenoeg niemand (1%) te vinden dat er te veel milieuvriendelijke voorzieningen in de woningen aanwezig waren. 24% vond dat ze er juist te weinig waren en de helft daarvan kon hiervan concrete voorbeelden noemen. Ook blijkt uit een onderzoek naar woonwensen van gegadigden voor een woning op de VINEX-lokatie dat de milieuvriendelijkheid van woningen één van de veel gevraagde voorzieningen vormen (Wassenberg et al, 1994).

Aansluitend en aanvullend op bovenstaande geeft schema 7 een overzicht van markt- en marketingaspecten die belemmerend en bevorderend blijken te werken bij de implementatie van duurzame producten in de bouw.

Schema 7 Marktaspecten: bevorderende (+) en belemmerende (-) factoren

Algemeen

- het vrije-marktmechanisme werkt niet in de bouw, ondermeer vanwege de krappe markt
- + bij een groeiende markt prijsdalingen van duurzame producten

Leveranciers/producenten

- milieukwaliteit alléén is niet voldoende voor een produkt om in markt te penetreren
- /+ marktintroductie van produkten afhankelijk van de aard van de innovatie (continu/discontinu)
- de introductie van duurzame produkten vereist een zeer grote marketing-inspanning
- kleine bedrijven die duurzame materialen produceren moeten opboksen tegen marktleider
- kleine bedrijven te weinig mogelijkheden voor promotie en certificering
- het succes van een milieuvriendelijk produkt kan leiden tot overcapaciteit voor de productie van traditionele produkten
- marktafsluiting door fabrikanten en detailhandel

Overheid

- algemeen overheidsbeleid: keuze voor vrije-markt principe i.p.v. (meer) centrale regulering
- ontbreken van stimulerend (overheids)beleid t.a.v. goede marktvorwaarden

Aannemer

- + de keuze van de aannemer wordt meer bepaald door de (verwachte) kwaliteit/goede ervaringen dan de prijs van het werk
- de toepassing heeft consequenties voor bestaande relaties met onderaannemers
- aantasting van bestaand grijs/ zwart circuit bij de bouwuitvoering (onderaannemers)
- de toepassing heeft consequenties voor bestaande contracten en relaties met leveranciers
- beperking in keuze- en substitutiemogelijkheden
- onvoldoende afstemming van bestekmaten op handelsmaten
- beschikbaarheid/leveringsvoorwaarden en levertijd van milieuvriendelijke produkten
- het ontbreken van genormeerde produktkwaliteitseisen/kwaliteitscertificaten/ garanties
- het ontbreken van verifieerbare en prestatiegerichte kwaliteitskenmerken
- milieu-aspecten vormen geen wezenlijk onderdeel van de huidige certificering (-)
- afhankelijkheid van keuringsvoorschriften/ garanties m.b.t. andere materialen/produkten (bijvoorbeeld verf op hout) (-)

Opdrachtgever en consument

- bij ruime woningmarkt extra inspanning nodig om ecologische woningen te verkopen
- + bij krappe woningmarkt kunnen juist extra maatregelen ingevoerd worden
- onvoldoende vraag bij de bewoner/ consument naar bepaalde maatregelen
- + bij aantoonbare voordelen/neveneffecten wel vraag naar het produkt

2.3.6 Factoren bij het bouwproces

In de paragrafen 2.2 en 2.3.1 is reeds aangegeven hoe het bouwproces is gefaseerd en welke actoren betrokken zijn in het bouwproces en bij de overeenkomsten die worden gesloten. Daaruit kan worden afgeleid dat in de programma-, ontwerp- en uitwerkingsfase met name de *opdrachtgever* en de *architect* de sleutelpersonen zijn bij wie de beslissing al of niet duurzaam te bouwen ligt. In de realisatiefase is vooral de rol en de beslissingsvrijheid van de *aannemer* van belang. In de Nederlandse bouwtraditie wordt, anders dan bijvoorbeeld in Duitsland het geval is, het aan de aannemers overgelaten zelf een keuze te maken uit bouwmaterialen. Gewoontevorming bij aannemers (maar niet bij hen alleen) en het vasthouden aan hun traditionele relatief autonome positie (met bijvoorbeeld de vrijheid om bouwprodukten zelf te kiezen, mits ze voldoen aan 'gelijkwaardige' kwaliteitseisen) vormen dikwijls een belemmerende factor bij de introductie van

milieuvriendelijke bouwmaterialen. De keuze voor een bepaalde organisatie op de bouwplaats, de materialen en de toepassingen ervan wordt niet bij elk bouwwerk opnieuw overwogen, maar ligt veelal vast in bestaande (prijs)afspraken en relatienetwerken met onderaannemers en leveranciers. Nieuwkomers met nieuwe milieuvriendelijke produkten krijgen weinig kans toe te treden in deze netwerken.

Een duurzaam bouwproces betekent dat "per fase van het proces de betrokken persoon de juiste (milieu)kennis, de tijd en de mogelijkheden moet hebben en enthousiast moet zijn om in het proces mee te werken aan een milieuvriendelijk resultaat" (Drok & Duijvestein, 1993: p.23). Het is daarom belangrijk dat het bouwproces vanuit milieu-optiek gecoördineerd wordt door bijvoorbeeld een stuurgroep of een *milieucoördinator*. Uit onderzoek van Bossink (1994) komt naar voren dat het werken in *bouwteamverband* bevorderend is voor de communicatie tussen de participanten. De communicatie over milieu-aspecten komt daardoor ook beter op gang volgens de geïnterviewde bouwbedrijven.

De NOVEM (1994a) noemt als remmende factor bij de bouw van Ecolonia de in deelprocessen gesplitste organisatie van het bouwproces. Daardoor is het niet één bouwpartner die het risico draagt en de garanties levert, maar is het een netwerk van gedeelde verantwoordelijkheid. Volgens NOVEM verkleint dat de motivatie tot vernieuwing en bemoeilijkt het de samenwerking. Bovendien was bij Ecolonia sprake van extreme tijdsdruk omdat een aantal aannemers op het laatste moment afhaakte. Wilma Bouw, dat ervaring had opgedaan met het project Ecodus in Delft werd toen verzocht binnen een maand de definitieve ontwerpen van 50 van de 101 woningen te realiseren (NOVEM, 1995).

De toepassing van milieuvriendelijke bouwprodukten vereist vaak een grotere nauwkeurigheid en maatvastheid, speciale behandelingen of een andere wijze van monteren (van der Schuyt, 1994; NOVEM, 1994a). Kortom, meer tijd, vakbekwaamheid en aandacht voor het werk. Bijvoorbeeld: het uitgangspunt in woningen geen PUR-schuim te gebruiken maakt het noodzakelijk een veel nauwkeuriger maatvoering te volgen (Cüsters, 1993b). In het project Ecolonia zijn door technische problemen (zoals kiervorming of hechtproblemen) en in verband met garantieverlening soms andere materialen toegepast dan oorspronkelijk de bedoeling was zoals Poly-urethaan (PUR)-schuim en bitumineuze produkten (NOVEM, 1994a). De grasdaken van de woningen in de Romolenpolder in Haarlem brachten extra timmerwerk met zich mee. Het project vergde meer 'ouderwets vakmanschap' dan gebruikelijk in de woningbouw. Het zetten van tegels in mortel is milieuvriendelijker maar arbeidsintensiever dan het lijmen van tegels. Schilders hebben moeite met natuurverf, omdat deze minder snel droogt (en daardoor extra gevoelig is voor vervuiling door

zand, etc.), slechter vloeit en minder kleurvast zou zijn. In sommige gevallen bleek het ook moeilijk om goede mensen te vinden voor dit 'ouderwetse vakmanschap'. Zulke zaken kunnen vervolgens het hele bouwproces vertragen. Improvisatie en flexibiliteit zijn dan noodzakelijk om onverwachte gebeurtenissen op te vangen. De neiging bestaat dan om 'terug te vallen' naar oude, efficiënt gebleken, maar vaak milieu-onvriendelijke gewoonten en oplossingen.

Nieuwe produkten kunnen de arbeidsomstandigheden verzwaren, zoals bij keramisch buizen, maar ook lichter maken. De arbeidsomstandigheden bij het aanbrengen van anhydrietvloeren zijn gunstiger dan bij het traditionele zandcement (Anink & Mak, 1993). De introductie van anhydrietvloeren blijkt met name door de verbeterde arbeidsomstandigheden te slagen. Hier is dus sprake van een goed voorbeeld van de grote invloed van een positieve nevenkwaliteit van een milieuvriendelijk produkt (zie ook bijlage 4). De vervanging van synthetische bekistingsolie (gebruikt bij het storten van beton) door plantaardige olie leidde tot tevredenheid bij de werknemers omdat ze minder snel last kregen van huidirritaties.

Nieuwe produkten en toepassingen (innovaties) kunnen beschreven worden op de dimensies continu-discontinu (Van Raaij & Antonides, 1994). Toegespitst op de bouw kan een continue innovatie beschreven worden als een innovatie die in het bestaande bouwproces in te passen is, bijvoorbeeld een zelfde produkt waarmee op dezelfde wijze gewerkt kan worden, maar gemaakt van een andere, milieuvriendelijker grondstof. Een voorbeeld is de plantaardige bekistingsolie. Een discontinu innovatie is een nieuwe produkt met andere mogelijkheden dan de bestaande produkten waarbij ook het gedrag wezenlijk verandert. Voor de bouw zou dit betekenen dat het produkt een geheel andere constructie vraagt en/of een andere manier van werken. Een voorbeeld van een discontinu innovatie is het composttoilet. Discontinuu innovaties verspreiden zich over het algemeen moeilijker dan continue innovaties.

Aansluitend en aanvullend op bovenstaande geeft schema 8 een overzicht van een aantal in de literatuur over duurzaam bouwen genoemde bevorderende en belemmerende factoren bij het bouwproces.

Schema 8 Het bouwproces: belemmerende (-) en bevorderende (+) factoren

-
- (onvoorziene) technische problemen
 - geen/onvoldoende technische mogelijkheden om het productieproces aan te passen (-)
 - de grote verscheidenheid en aantallen van actoren, belangen en opinies in de bouw
 - onvoorziene omstandigheden (bijvoorbeeld: weersomstandigheden)
 - bij het ontwerpproces wordt vaak vanuit een hoger schaalniveau (het stedenbouwkundig ontwerp) naar een lager schaalniveau (verkavelingsplan, woningontwerp) toegewerkt
 - de organisatievorm van de bouw (bijvoorbeeld m.b.t. onderaannemers, leveranciers) (-/+)
 - onvoldoende organisatie van het bouwproces
 - traditionele werkwijze in de bouwrijvrijheid ('WAT-relatie': Working-Apart-Together)
 - de vaste relaties/ contacten in de bouw
 - tijdsdruk
 - het ontbreken van zeggenschap over de gehele bouwproductieketen
 - als sprake is van gedeelde verantwoordelijkheden
 - werkweigering
 - /+ gevolgen voor de arbeidsomstandigheden en/of veiligheid
 - het ontbreken van een bouwteam
 - onvoldoende multidisciplinaire benadering
 - te late participatie in de bouwvoorbereidingsfase (ontwerpfase)
 - te veel hanteren van standaardbestekken
 - het afwijken van het vastgestelde milieuvriendelijke bestek
 - extra controle vereist bij uitvoering
 - het ontbreken van een milieuzorgsysteem/ milieuzorgprogramma (mede afhankelijk van de grootte van de bouwonderneming)
 - het ontbreken van schriftelijke vastlegging van eisen en aanbevelingen/ afspraken/ procedures/ werkinstructies;
 - het ontbreken van een platform/ vereniging/ bedrijfsschap van producenten/ gebruikers
 - toepassing vereist meer nauwkeurigheid/maatvastheid en speciale behandelingen
 - gevoeligheid voor uitvoeringsfouten/kinderziekten
 - het ontbreken van standaardisering van de maatvoering van milieuvriendelijk producten (-)
 - het ontbreken van controle door een (directievoerende) architect
-

3. PRAKTIJKERVARINGEN BIJ VIER GESELECTEERDE PRODUCTEN

3.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden de bevindingen gerapporteerd uit de groeps- en individuele gesprekken met de actoren rond de vier geselecteerde bouwprodukten, te weten:

- compost-toiletten (een waterloos toiletsysteem);
- cellulose-isolatie (op basis van versnipperd krantepapier) als thermisch en akoestisch isolatiemateriaal;
- kozijnen van niet chemisch-verduurzaamd naaldhout, als alternatief voor kozijnen van tropisch hardhout;
- anhydriet-gebonden gietvloeren (met als grondstof rookgasontzwavelingsgips), een produkt dat een alternatief vormt voor de traditionele zand-cement afstrijkdekvloeren.

Voor meer gedetailleerde informatie hierover wordt verwezen naar de bijlagen 1 t/m 4. Daarbij is de volgende indeling gehanteerd:

- verantwoording produktkeuze en werkwijze;
- beschrijving van het produkt (technische gegevens, milieu-aspecten en toepassingsmogelijkheden);
- resultaten van de gesprekken met de actoren;
- conclusies en aanbevelingen.

Per produkt is eerst een inventarisatie gemaakt van de belangrijkste actoren in de keten (bv. producent, importeur, leverancier, ontwerper, afnemer enz). Vervolgens zijn met de in hoofdstuk 2 ontwikkelde checklist als leidraad gesprekken gevoerd met de verschillende actoren om belemmerende en bevorderende factoren voor toepassing van het produkt op te sporen. Aan de hand van de inventarisatie van belemmerende en bevorderende factoren is in overleg met de betrokken actoren gezocht naar oplossingen.

Met de actoren bij de produkten 'composttoiletten' en 'cellulose-isolatie' zijn groepsgesprekken gehouden. Dit heeft als voordeel boven individuele gesprekken, dat de verschillende partijen met elkaar om de tafel zitten op initiatief van een onafhankelijke derde, waardoor gezamenlijke afspraken om de belemmeringen weg te nemen makkelijker tot stand kunnen komen. Het groepsgesprek fungeert als een soort katalysator van een proces dat de participanten uiteindelijk

zelf aan de gang moeten houden, bijvoorbeeld door het creëren van een platform voor gemeenschappelijke belangenbehartiging.

Met de relevante actoren van de produkten 'kozijnen' en 'anhydriet-gietvloeren' zijn individuele interviews afgenomen. De actoren gaven aan geen behoefte te hebben aan een groepsgesprek.

Uit de analyse van de marktintroductie ('implementatie-analyse') van de vier geselecteerde milieuvriendelijke bouwprodukten kunnen de volgende conclusies en aanbevelingen worden geformuleerd.

3.2 Compost-toiletten

Bij het duurzaam bouwen is waterbesparing een steeds belangrijker thema. Terwijl waterbesparende douchekoppen, doorstroombegrenzers en toiletten met een spoelbegrenzer steeds meer standaard worden toegepast, bevindt de produktontwikkeling van composttoiletten zich nog in een experimentele fase. Het composttoilet vraagt geen water en is niet aangesloten op het rioolstelsel. Ze zijn nog slechts in een beperkt aantal woningen (circa 40) geïnstalleerd.

Een composttoilet kan gezien worden als een discontinue innovatie. Het vereist een heel ander gebruik (bewust gebruik) dan het watercloset en het past niet in een standaard toiletruimte in een eengezinswoning. De vormgeving van het produkt en de beheersbaarheid van het composteringsproces (i.v.m. vliegjes, vocht, pathogenen etc.) zijn daarbij de belangrijkste aandachtspunten.

Uit het groepsgesprek over de composttoiletten kan worden geconcludeerd dat de produktontwikkeling stagneert. De financiering van de ontwikkeling van het produkt is onvoldoende en niet structureel van aard en een intermediair richting overheid (zoals NOVEM of SEV) en industriële ondersteuning ontbreekt. Dit werkt belemmerend voor de verdere ontwikkeling en marketing van het composttoilet. De aanschafkosten van een composttoilet zijn hoog: in de orde van f 5000,- tot meer dan f 10.000 voor het duurste merk; daarnaast zijn kosten verbonden aan de vereiste aanpassingen aan de standaard woningen. Onzekerheid over de ontwikkeling van de waterprijzen in Nederland maakt het moeilijk de terugverdientijd aan te geven.

Naast technische onvolkomenheden (zoals het ruimtebeslag en de beheersing van het composteringsproces) vergt het composttoilet (nog) te veel gedragsaanpassingen van de gebruiker.

Knelpunten doen zich ook voor op bestuurlijk- en beleidsniveau. Zo komt het composttoilet niet in aanmerking voor een KIWA-keur, omdat er geen water aan te pas komt. Anderzijds kan de

strengere wetgeving op het gebied van ongezuiverde lozingen in bodem en water een gunstige randvoorwaarde zijn. Er is in Nederland een, zij het kleine, potentiële markt: niet op de riolering aangesloten woningen (3%), woonboten/schepen en wellicht treinen. Gelet op de toekomstige waterproblematiek (zowel aanvoer als afvoer), vooral in ontwikkelingslanden, maar ook bijvoorbeeld op schepen of treinen, lijkt verdere ontwikkeling van het produkt toch zinvol.

3.3 Cellulose

Een betrekkelijk nieuw, en vanuit milieu-oogpunt veelbelovend, produkt op de Nederlandse markt is isolatiemateriaal op basis van cellulosevezels uit oud papier. Cellulose heeft als voordeel boven minerale wol (glaswol en steenwol) of isolatiematerialen als Poly-urethaan (PUR) en Polystyreen (PS), dat de grondstoffen vernieuwbaar zijn, de produktie minder energie kost en relatief schoon is, en het afval goed afbreekbaar is. Bovendien wordt er gebruik gemaakt van een restprodukt dat in grote hoeveelheden aanwezig is: oud papier. Het materiaal heeft daarnaast, in vergelijking met minerale wol, goede geluidabsorberende eigenschappen. Op een aantal lokaties in Nederland, zoals in het project Ecolonia in Alphen aan de Rijn, is al gebruik gemaakt van isolatiemateriaal op basis van cellulosevezels. Grootschalige toepassing vindt hier echter nog niet plaats. In Amerika en Canada wordt in 30% van de houtbouw cellulose toegepast en deze markt is, mede vanwege twijfels over mogelijke gezondheidseffecten bij blootstelling aan minerale vezels, groeiende. Ook in Duitsland is sprake van een groeiemarkt.

De belangrijkste belemmeringen voor introductie van cellulose (in de vorm van versnipperd papier) in de Nederlandse bouwmarkt zijn de hoge prijs (in vergelijking met minerale wol) en het ontbreken van in Nederland geldige certificering, bijvoorbeeld ten aanzien van brandbaarheid en vocht. Ook de sceptische houding van vergunningverlenende instanties en aannemers vormt een belemmerende factor. Deze houding is gebaseerd op een aantal negatieve ervaringen (inklinken, vocht, stof) die zich ooit bij proefprojecten hebben voorgedaan en die blijven 'rondzingen'. De behoefte bestaat aan proefprojecten waarin kan worden aangetoond dat het produkt inmiddels voldoende uitontwikkeld is.

Het aangeven van de meerwaarde van cellulose ten opzichten van minerale wol (en dit opnemen in het programma van eisen) en het promoten van cellulose in dak-en wandconstructies in plaats van het produkt op zich, zullen belangrijke aandachtspunten bij de marketing van cellulose moeten zijn.

Naast toepassing als thermisch isolatiemateriaal, kan cellulose ook worden gebruikt als akoestisch dempend materiaal.

Volgens de actoren moet cellulose niet in eerste instantie als een milieuvriendelijk bouw materiaal worden gepresenteerd. De kwaliteit van het materiaal en de duurzaamheid (in de zin van levensduur) zijn betere verkoopargumenten. Ten behoeve van het vaststellen van functionele eisen is nader onderzoek noodzakelijk.

Tevens is het noodzakelijk dat ten behoeve van de certificering (uiteindelijk een KOMO-keur) branche-breed een BRL (beoordelingsrichtlijn) wordt opgesteld. Dit vergt voor de kleine bedrijven waarschijnlijk echter een te hoge investering. De samenwerking wordt bemoeilijkt doordat de bedrijven concurrenten van elkaar zijn. Financiële steun van de kant van de papier(recycling)industrie, overheid of een organisatie als de NOVEM kon tot dusver niet worden verkregen. Gelet op de ontwikkelingen in het buitenland moet ook in Nederland een hoger marktaandeel te realiseren zijn.

3.4 Kozijnen van niet chemisch-verduurzaamd naalddhout

In 1991 werd het Regeringsstandpunt inzake Tropisch regenwoud vastgesteld. Eén van de onderdelen van dit regeringsstandpunt heeft betrekking op de handel in tropisch hout. De overheid streefde er naar om vanaf 1995 de import van tropisch hout te beperken tot duurzaam geproduceerd hout. De afspraken over het beperken van de import van tropisch hout tot duurzaam geproduceerd hout, zijn door de houtindustrie, overheid, vakbeweging en een aantal natuur- en milieuorganisaties vastgelegd in het Convenant Tropisch Hout. Ofschoon de meningen over een directe beperking van het gebruik van tropisch hout nog verdeeld zijn, heeft inmiddels een aantal grote afnemers besloten om het gebruik van tropisch hout te beperken tot hout uit duurzaam beheerde bossen. De import van tropisch hout in Nederland is in 1994 met 28% afgenomen in vergelijking met 1993. Drie grote doe-het-zelf-ketens (Gamma, Karwei en Praxis) hebben gezegd dat ze na 1995 alleen duurzaam tropisch hout verkopen (De Volkskrant, 29-6-95). Omdat het in de praktijk nog moeilijk is om tropisch hout te verkrijgen dat op erkend, d.w.z. gecertificeerd, duurzame wijze is geproduceerd, is er vraag naar een goed alternatief voor tropisch hout. Een aantal timmerfabrikanten heeft ingespeeld op deze vraag. In 1993 was, voortkomend uit de vraag uit de markt (opdrachtgevers) voor wat betreft kozijnen de verhouding ongeveer 80% hardhout, 20% naalddhout en sindsdien is sprake van een toenemende vraag naar naalddhout.

Ten behoeve van de implementatie-analyse van onverduurzaamde naalddhouten kozijnen zijn gesprekken gevoerd met een fabrikant en met twee samenwerkingsverbanden van fabrikanten van kozijnen. Deze fabrieken hebben naalddhouten kozijnen ontwikkeld die door speciale constructies niet chemisch verduurzaamd hoeven te worden en die een volwaardig alternatief vormen voor kozijnen van tropisch hardhout. Deze systemen zijn alle gecertificeerd.

Uit de analyse van de introductie van kozijnen van niet-chemisch verduurzaamd naalddhout blijkt dat de marktintroductie van kozijnen van niet-chemisch verduurzaamd naalddhout bij sommige fabrikanten goed en bij andere minder goed verloopt. Het produkt is technisch gezien uitontwikkeld, ofschoon de ervaringen met de slechte kwaliteit van vurehouten kozijnen bij de grote bouwstromen in de na-oorlogse jaren nog steeds zorgen voor negatieve beeldvorming rond naalddhout. Belemmerende factoren zijn ook dat de toepassing van tropisch hardhout op grond van verordeningen in het Bouwbesluit niet kan worden verboden en dat de kozijnen van chemisch verduurzaamd naalddhout door de overheid, opdrachtgevers en aannemers beschouwd wordt als een voor het milieu voldoende goed (en goedkoper) alternatief voor tropisch hardhout.

Belangrijke factoren voor een succesvolle introductie blijken ook de reeds gevestigde marktpositie van een bedrijf en de marktbenadering van een bedrijf te zijn. Het opereren vanuit een aparte verkooporganisatie voor milieuvriendelijke kozijnen lijkt succesvoller dan een strategie waarbij de verkopers zowel hardhouten als (niet-chemisch verduurzaamde) naalddhouten kozijnen moeten verkopen. De beide produkten beconcurreren elkaar dan.

Tenslotte vereist het toepassen van niet-chemisch verduurzaamd naalddhout in kozijnen soms een andere bouwuitvoering, die aanpassingen vraagt van de traditioneel opererende aannemers en Nederlandse manier van bouwen. Een voorbeeld hiervan is het toepassen van stelkozijnen en vervolgens volledig beglaasde en afgelakte montagekozijnen, iets wat bij de bouw van nieuwbouwwoningen in Nederland, anders dan bijvoorbeeld in Duitsland, niet gangbaar is. De toepassing van afgelakte montagekozijnen (van niet-chemisch verduurzaamd naalddhout) lijkt wat dit betreft een beter marktperspectief te hebben in renovatie-projecten.

3.5 Gietsvloeren op basis van anhydriet

De anhydrietgebonden gietsvloer is een milieuvriendelijk en vooral ook arbeidsvriendelijk alternatief voor de zand-cement dekvloeren. Het milieuvriendelijke aspect ervan is dat er rookgas-ontzwavelingsgips (rogips), als restprodukt van kolengestookte elektriciteitscentrales, in verwerkt is.

Vanuit het Nationaal Onderzoeksprogramma Kolen (NOK) en via de NOVEM heeft de produktontwikkeling en marketing van anhydriet gietvloeren, anders dan het geval was bij de composttoiletten, de cellulose en de naaldhouten kozijnen, veel financiële ondersteuning gekregen van de overheid. De techniek om rogips op te werken tot anhydriet van goede kwaliteit is inmiddels gerealiseerd. Twee bedrijven brengen het in Nederland op de markt, een derde bedrijf is bezig met de introductie van een nauwverwant produkt: gietvloeren op basis van half-hydraat calciumsulfaat.

In Nederland wordt per jaar ongeveer 12 miljoen m² dekvloer gelegd. Twee miljoen m² daarvan wordt inmiddels gegoten met anhydriet, waarvan ongeveer de helft in de woningbouw (in circa 10% van de nieuwbouw).

Met betrekking tot de introductie van gietvloeren op basis van anhydriet blijkt dat vooral door de hiervoor genoemde financiële ondersteuning dit produkt een sterke positie op de markt lijkt te hebben veroverd. Er heeft zich 'branche-breed' een Bedrijfsschapscommissie gietvloeren gevormd en ter vaststelling van eisen waaraan een gietvloer moet voldoen is een CUR-aanbeveling (CUR 34) tot stand gekomen en is de SBR/ NOVEM-brochure 292: 'anhydriet vloeren, van ontwerp tot toezicht' uitgebracht.

De introductie van de gietvloer wordt in sterke mate bevorderd door een niet-milieu-gebonden positief neveneffect van het produkt: de verbetering van de arbeidsomstandigheden in vergelijking met die bij het leggen van de traditionele zand-cement dekvloeren. Een rol speelt ook dat gemeenten en bouwers steeds meer in convenanten afspreken uitsluitend gietvloeren toe te passen. In tegenstelling tot gietvloeren op basis van (rogips)anhydriet zijn gietvloeren op basis van cement nog niet in voldoende mate uitontwikkeld. Vanwege dit gunstige marktperspectief zijn de betrokken bedrijven bereid en in staat, nu overheidssubsidies zijn gestopt, eigen gelden in te zetten ter vergroting van het marktaandeel. Daarbij blijkt overigens dat de prijs van de gietvloeren kunstmatig laag worden gehouden, in feite te laag om voor (nieuwe) bedrijven die geen winsten uit ander produkten kunnen genereren, renderend te kunnen zijn.

Ondanks het gunstige marktperspectief doen zich toch ook nog een aantal belemmeringen voor bij de verdere marktintroductie van anhydriet gietvloeren. Dit heeft ook te maken met fouten die in het verleden zijn gemaakt en blijven 'rondzingen'. Punten van zorg zijn vooral de vochtproblematiek en opdroogsnelheid, de vereiste andere afwerking (dan van zand-cementvloeren) en de toepassing van de juiste egaliseermiddelen en lijmen ten behoeve van de vloerbedekking. Het werken met anhydriet is specialistischer en vereist een zorgvuldigheid en een 'just in time' organisatie die bij veel vloerenbedrijven niet gebruikelijk is. Alle partijen in het bouwproces, van architect tot

vloerbedekker moeten hiermee rekening houden, hetgeen soms botst met bestaande belangen. Acties ten behoeve van scholing, prijsstelling, certificering en kwaliteitscontrole, niet alleen met betrekking tot de gietvloeren maar ook de traditionele zand-cement vloeren, worden noodzakelijk geacht door de betrokken actoren.

4. SAMENVATTING, CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Een van de hoofdaandachtsgebieden van het milieubeleid in Nederland is 'Duurzaam Bouwen'. 'Duurzaam bouwen' is zodanig bouwen dat wordt voorzien in de behoefte van de huidige generatie zonder inbreuken op de natuur, en zonder daarmee voor toekomstige generaties de mogelijkheden om ook in hun behoeften te voorzien in gevaar te brengen. Concreet gaat het hierbij ondermeer om het stimuleren van het gebruik van duurzame produkten en materialen in de bouw.

Om inzicht te krijgen in welke factoren in de praktijk een belemmerende dan wel bevorderende rol spelen bij de introductie van nieuwe produkten en materialen is eerst literatuur geraadpleegd. Aan de hand van de bevindingen hieruit zijn, toegespitst op vier uiteenlopende typen milieuvriendelijke produkten, aanvullende gesprekken gevoerd met vertegenwoordigers uit de bouwwereld die hiermee te maken hebben. Deze produkten zijn composttoiletten, cellulose als isolatiemateriaal, kozijnen van niet-chemisch verduurzaamd naaldhout en anhydriet-gebonden gietvloeren.

De doelstellingen van het onderzoek, waarvan dit rapport een neerslag vormt, waren:

- het vaststellen van factoren die de toepassing van milieuvriendelijker bouwmaterialen belemmeren dan wel bevorderen;
- het geven van aanbevelingen voor het versterken van de bevorderende factoren c.q. het wegnemen van de belemmeringen die optreden bij de toepassing van milieuvriendelijke produktalternatieven in de bouw.

4.1 Algemene samenvatting

Samengevat kan in het algemeen worden gesteld dat, ondanks beleidsinspanningen en goede voornemens en ondanks een aantal experimentele bouwprojecten, de toepassing van duurzame produkten in de bouw nog geen gemeengoed is geworden.

De voornaamste reden hiervan is dat de prijs van bestaande produkten de introductie van nieuwe produkten belemmert. Nieuwe produkten zijn in principe duurder, omdat daaraan, nog afgezien van een vereiste tenminste gelijkwaardige kwaliteit, ontwikkelings- en marketingkosten verbonden zijn. Daarnaast speelt een rol dat de actoren in de Nederlandse bouw over het algemeen zeer traditioneel en 'sectoraal' te werk gaan. Tevens hebben ze de sterke neiging risico's te mijden om hun positie op de markt te behouden. Een groot knelpunt is onzekerheid over de kwaliteit ('prestatie') en levensduur, omdat langdurige ervaring met de produkten ontbreekt. 'Kinderziektes' blijven lang 'nazingen', waardoor aannemers en leveranciers toch kiezen voor het vertrouwde maar minder

duurzame alternatief. Bovendien ontbreken eenduidige criteria op grond waarvan een produkt als duurzaam kan worden aangemerkt, of de criteria staan continu ter discussie.

Waar duurzame produkten in de bouw zijn toegepast is dit meestal gebeurd in het kader van demonstratieprojecten, waarbij een beperkt aantal duurzame produkten of 'concepten' zijn toegepast. De toepassing vindt over het algemeen alleen dan plaats als ze niet duurder zijn dan de gangbare produkten, als er subsidies of premies voor worden verstrekt, als sprake is van kapitaalkrachtige kopers, als vanuit de regelgeving eisen worden gesteld of als sprake is van heffingen (bijvoorbeeld op het storten van afval of het gebruik van energie of grondstoffen). De druk moet komen vanuit convenanten en het beleid van lokale overheden. Deze lagere overheden moeten dan ook de creativiteit en bereidheid hebben belemmeringen die de bouwregelgeving (Bouwbesluit) oplegt te omzeilen.

Bij slechts een beperkt aantal opdrachtgevers en architecten is duurzaam bouwen in het oorspronkelijke bouwplan een centraal uitgangspunt geweest. Een nog geringer aantal van hen zal niet bereid zijn concessies te doen bij de uitvoering van het programma van eisen en afwijkingen van het bestek. Ontwikkelingsgelden en ontwikkelingstijd zijn er onvoldoende. Inpassing van nieuwe produkten in bestaande bouwsystemen en bouwprocessen stuit op tal van bezwaren. Producenten en leveranciers van duurzame produkten lijken soms eerder geneigd te zijn elkaar te beconcurreren dan afspraken te maken over gemeenschappelijke branche-belangen. Het ontbreekt in de bedrijven aan mensen die in de gelegenheid zijn de beschikbare kennis te verwerken en bij te houden. Veel hangt af van het enthousiasme en doorzettingsvermogen van enkelingen of van het kunnen beschikken over bedrijfsinkomsten die uit de verkoop van andere dan duurzame produkten worden gegenereerd (overigens met het risico dat ze daarbij hun traditionele produkten gaan beconcurreren).

Aannemers en bouwers hebben er geen belang bij als het financieel voordeel van duurzaam bouwen (zoals een energiebesparend verwarmingssysteem) voor de bewoners is, terwijl zij de risico's lopen of hebben gelopen. Voor de verkopers van woningen is de toepassing van duurzame bouwmaterialen nog steeds iets waar ze liever mee te koop lopen. Bij woningzoekenden is het feit dat een woning duurzaam gebouwd is niet het eerste punt van aandacht.

Waar de introductie wel lukt is vaak sprake van een andere positieve eigenschappen van een produkt, naast de milieuvriendelijkheid, zoals betere arbeidsomstandigheden.

4.2 Belemmerende en bevorderende factoren

Factoren die belemmerend c.q. bevorderend werken zijn in het onderhavige rapport nader onderscheiden in juridische en bestuurlijke aspecten, financieel/economische, psychologische aspecten (motivatie en attitude), kennis-aspecten, marktaspecten en aspecten die te maken hebben met het bouwproces.

Conclusies op het gebied van juridische en bestuurlijke aspecten zijn ondermeer de volgende.

- Het Bouwbesluit heeft, als zeer belangrijk instrument van regelgeving, in zijn huidige vorm een remmende werking, omdat het geen bepalingen bevat vanuit het milieu-oogpunt en omdat het lagere overheden (gemeenten) niet toestaat aanvullende bouwtechnische en milieueisen te stellen bij het verlenen van een bouwvergunning.
- De introductie van duurzaam bouwen op gemeentelijk niveau is sterk afhankelijk van de politieke wil, het beleid, de (gemeentelijke) projectorganisatie en het creatief omgaan met of profiteren van (andere) regelgeving en verordeningen.
- In relatie met en in aanvulling op de regelgeving zou meer gebruik gemaakt moet worden van overeenkomsten en inspanningsverplichtingen in de verschillende fasen van het bouwproces, in het bijzonder in het koopcontract, de samenwerkingsovereenkomst, het programma van eisen, de opdrachtverlening voor bouwplanvoorbereiding, het bestek en de aanneemovereenkomst tussen de opdrachtgever en het bouwbedrijf. Sleutelpersonen hierbij zijn vooral de opdrachtgever, de architect, de bouwvoorbereider en de aannemer.

Aanbevolen wordt door landelijke regelgeving het duurzaam bouwen te bevorderen en 'af te dwingen'. Dit schept uniformiteit en duidelijkheid voor alle partijen in het bouwproces, voorkomt oneerlijke concurrentie en is kwaliteitsbevorderend. Tevens sluit dit goed aan bij de filosofie van het Bouwbesluit waarin het voldoen aan prestatienormen centraal staat. Onderlinge tegenstrijdigheden in en tussen diverse regelgevingen zou nader moeten worden geïnventariseerd om deze uit de weg te ruimen.

Met betrekking tot financieel/economische aspecten kan het volgende worden geconcludeerd.

- In het algemeen is duurzaam bouwen tot op heden om verschillende redenen in de orde van 10% duurder dan traditioneel bouwen.
- Duurzame milieuvriendelijke bouwmaterialen voor de participanten in het bouwproces, zoals (onder)aannemers, zijn alleen aantrekkelijk als ze bij dezelfde kwaliteit tenminste kostenneutraal en risicoloos zijn.

- Om een marktaandeel te kunnen veroveren, lijken (overheids)subsidies en premies nog onontbeerlijk. In de meeste gevallen leveren de milieuvriendelijke produkten nog onvoldoende rendement. Soms kunnen ze alleen op de markt gebracht worden als een bedrijf voldoende rendement heeft uit andere produkten. De prijzen van traditionele minder milieuvriendelijke produkten lijken in sommige gevallen zelfs kunstmatig laag gehouden te worden.

Naar verwachting zullen de prijsverschillen tussen traditionele en milieuvriendelijke produkten verminderen naarmate meer duurzaam-bouwen projecten tot stand komen en dus de afzetmogelijkheden voor de milieuvriendelijke produkten groter wordt. Door velen in de bouwwereld wordt de verwachting uitgesproken dat dit marktproces zonder stimulering, 'dwang' of prijsbeleid van de overheid niet uit zichzelf tot stand zal komen.

Met betrekking tot de motivatie en houding ten aanzien van duurzaam bouwen kan het volgende worden geconcludeerd:

- Gedreven voortrekkers zijn onontbeerlijk.
- Duurzaam en milieuvriendelijk bouwen scoort bij de opdrachtgevers relatief laag. Het meest gunstig is dit nog het geval bij opdrachtgevers voor sociale woningbouw en, primair vanuit het oogpunt van publiciteit en naambekendheid, bij een beperkt aantal projectontwikkelaars.
- De groep architecten die zich gespecialiseerd heeft in duurzaam bouwen is nog klein.
- Veel gemeenten zijn huiverig voor innovaties en willen het liefst de huidige bouwpraktijk handhaven.
- Aannemers opereren primair behoudend en winstmaximaliserend.
- Voor de verreweg de meeste bewoners is het kunnen krijgen van een woning en het beschikken over een bepaald wooncomfort vooralsnog veel belangrijker dan de milieukwaliteit van de woning.

Om een doorbraak in de attitude ten aanzien van duurzame bouwprodukten en het feitelijke gebruik ervan bij de verschillende actoren te verwezenlijken, moet het vertrouwen in de kwaliteit van deze produkten worden bevorderd. Dat betekent dat de produkten voldoende uitontwikkeld en vrij van 'kinderziektes' moeten zijn. Voorts wordt, om de milieuvriendelijk produkten aantrekkelijker te maken, aanbevolen er zorg voor te dragen dat deze produkten ook aan andere dan milieukwaliteitseisen voldoen (zoals een aantrekkelijke vormgeving of gebruiksvriendelijkheid).

Voorts moet worden bevorderd dat woonconsumenten, meer dan tot nu, expliciet gaan vragen naar milieuvriendelijke en duurzame voorzieningen en materialen in woningen.

Ten aanzien van de kennis en informatie van milieuvriendelijke produkten in de bouw kan het volgende worden geconcludeerd.

- De kennis over de produkten is vaak onvolledig, op 'geruchten' gebaseerd en onderhevig aan veranderingen.
- Enerzijds, zowel bij actoren in de bouw als bij woonconsumenten, bestaat er een grote behoefte aan produktinformatie, gebruiksaanwijzingen en onafhankelijk verricht vergelijkend warenonderzoek.
- Anderzijds is het (bouw)bedrijfsleven, uit concurrentie- en marketingmotieven en uit belangenbescherming, veelal niet geneigd om de benodigde specifieke produktinformatie te verschaffen en heeft het grote bezwaren tegen vastlegging van de bevindingen uit dergelijk onderzoek in publikaties of 'milieukwaliteitskeuren'.
- Aanpassingen in de bouwopleiding en betere informatieverschaffing aan zowel de ontwerpers als uitvoerders in de bouw zijn vereist.

Aanbevolen wordt het onderzoek ten behoeve van het maken van produktvergelijkingen ('milieu-keur-onderzoek') sterker te bevorderen en minder afhankelijk te maken van de animo en financiering vanuit het betrokken bedrijfsleven. Tevens is een betere en meer gecoördineerde informatieverschaffing noodzakelijk, niet alleen aan bouwproducenten en woningbeheerders, maar ook aan woonconsumenten.

Met betrekking tot markt-, marketing- en garantieaspecten van milieuvriendelijke bouwmaterialen kan het volgende worden geconcludeerd.

- De marktintroductie verloopt overwegend moeizaam, vooral wegens gebrek aan financiële middelen, het ontbreken van kwaliteitsgaranties en de sterke marktpositie van de traditionele produkten van gevestigde bedrijven die hun bestaande belangen verdedigen.
- Er moet een schaalvergroting plaatsvinden van duurzaam bouwen om vraag- en aanbodproblemen op te lossen.
- Voor huurders in de sociale woningbouw staat de betaalbaarheid van de woning centraal; voor de verkopers van woningen is 'het milieu' geen verkoopargument, maar door een aanzienlijk aantal kopers c.q. huurders wordt de aanwezigheid van milieuvriendelijke voorzieningen (met name met betrekking tot energiebesparing) toch wel belangrijk gevonden.
- Bij de promotie van milieuvriendelijke produkten moet vooral op positieve neven-kwaliteiten worden gewezen: milieuvriendelijkheid alleen verkoopt niet.

Aanbevolen wordt het duurzaam bouwen vooralsnog nog niet aan de 'vrije markt' over te laten. Zonder sturing en ondersteuning van de overheid in de vorm van geformuleerd beleid, regelgeving, extra financiering (c.q. heffingen) zal de ontwikkeling naar duurzaam bouwen stagneren.

Op het gebied van factoren die te maken hebben met het bouwproces komt als belemmerend voor de introductie van milieuvriendelijke produkten het volgende naar voren.

- De introductie kan verstorend werken op de traditionele bouwwijze.
- Met name aannemers neigen vast te houden aan hun beproefde werkwijzen en bestaande netwerken van onderaannemers en leveranciers, waardoor nieuwe werkmethoden en nieuwkomers weinig kansen krijgen.
- Het bouwproces in Nederland is te veel in afzonderlijke onderdelen en vak- en branchegebieden verdeeld, waardoor niemand verantwoordelijk is voor het geheel.
- De specifieke vakbekwaamheid en zorgvuldigheid nodig voor het werken met sommige van de nieuwe materialen en produkten is vaak onvoldoende aanwezig.

Aanbevolen wordt in duurzaam bouwen projecten meer in bouwteamverband te werk te gaan en een milieucoördinator aan te wijzen. Bouwplaatspersoneel moet ook meer worden getraind in zorgvuldig werken en worden geïnformeerd waarom dit moet. Aanbevolen wordt ook dat het aannemers moeilijker gemaakt wordt af te wijken van wat in het programma van eisen en in het bestek is vastgelegd.

LITERATUUR

- ANINK D, KORBEE H. Methode 'milieu-voorkeur' helpt de bouw op het milieupad. *BouwWereld* 87 nr.9 (3 mei 1991):24-26.
- ANINK D, MAK J. Handleiding Duurzame Woningbouw. Milieubewuste materiaalkeuze bij Nieuwbouw en Renovatie. Rotterdam, SEV, 1993.
- ANONIEM. Milieubeleid te veel versnipperd. *Bouw* nr.18, 9 sept.1994:6.
- BEAMIX. De Beamix Alpha Gietvloermortel. Brochure. Beamix Mortelprodukten BV, Eindhoven, 1995.
- BEDET M. Duurzaam bouwen in de versnelling. In: Waagmeester, K (red): Ontstolen welvaart. Platform voor duurzame ontwikkeling, Utrecht, 1995.
- BEEEMSTERBOER E et al. Isolatiematerialen uit vernieuwbare grondstoffen; een onderzoek naar de mogelijkheden van cellulose en vlas. Amsterdam, IVAM, 1993.
- BOSSINK BAG. Milieuzorg bij bouwbedrijven. Enschede, Faculteit Technische Bedrijfskunde Universiteit Twente, 1994.
- BOUWENS C, DUBBELING M. Is Nederland rijp voor duurzaam bouwen? *Bouw* nr.2, 29 januari 1993:7-20.
- BROEK C van den. Milieueffecten van bouwmaterialen. Studiegroep Stadsontwerp en Milieu, TU Delft, 1989.
- BROEK M van den, SCHOLTENS B. Duurzaam bouwen wordt gewoon, maar je ziet er weinig van. *Volkskrant* 25 september 1993.
- BROERS EN PARTNERS. Eindrapportage NOVEM gietvloeren onderzoek. Baam: Broers & Partners, 1989.
- BROUWER A. Een klein raam op het noorden wordt gewoon. Duurzaam bouwen uit de luiers. *Natuur en Milieu* 1994:14-15.
- BUJIS A. Bewonersonderzoek Ecolonia. Rotterdam: Erasmus Studiecentrum voor Milieukunde, 1995.
- CUR-aanbeveling 34. Gietvloeren met calciumsulfaat als bindmiddel. Stichting CUR, Gouda, 1993.
- CÜSTERS J. Het moet er niet te dik bovenop liggen. *Bouw* nr.2, 29 januari 1993a.
- CÜSTERS J. Voor deze gasdakwoningen is hard geknokt. *Bouw* nr.2, 29 januari 1993b:40-41.
- CÜSTERS J. Milieubestek. Prikkel voor opdrachtgevers. *Bouw* nr.1, 14 januari 1994.
- DELEMARRE V. Ecolonia: voorbeeld van duurzaam bouwen. *Corporatie Magainze* 92.11:22-25.
- DONGEN JEF en STEENBEKKERS JHM. Gezondheidsproblemen en het binnenmilieu in woningen. Leiden: NIPG-TNO, 1993. Pub.nr.93.067.
- DIDDE R. Duurzaam bouwen: kleinschalig. *Milieustrategie* 1/2-1994:36-39.
- DROK M, DUIJVESTEIN K, red. Duurzaam bouwen in Amersfoort-Nieuwland. Rotterdam: SEV, 1993
- EcoLoge 1. Economische factoren belemmeren het milieubewust bouwen. *BouwWereld* nr.6, 19 mrt. 1993:18-21.

EcoLoge 2. Milieubewust bouwen, daar word je altijd beter van. BouwWereld nr.9 30 april 1993:14-17.

FRAANJE P. Milieu-effecten van kozijnen. Beter onderzoek bepleit. De Architect - dec. 1990:111-113

FRAANJE P. Natuurlijk isoleren. Bouw nr,20, 7 okt.1994:38-41.

GARANTIE INSTITUUT WONINGBOUW. Duurzame woningbouw, garanties op bouwprodukten en -toepassingen. Brochure GIW, Rotterdam, 1995.

GROOT F de. Isoleren met vlas en cellulose. BouwWereld nr.2 (21 januari 1994a):22-25.

GROOT F de. Betaalbare milieuwoningen in Zutphen. Bouw nr. 16/17m 19 aug. 1994b:43-45.

GROOT F de. Isoleren met papiersnippers. BouwWereld 20a, 7 oktober 1994c:47-49.

GYVLON. De anhydrietgebonden gietvloer, een gezond alternatief. Brochure. Gyvlon Handelmaatschappij BV, Geertruidenberg, 1994(?).

HAAS M. NIBE-Milieuclassificatie Bouwmaterialen. Een literatuurstudie van recent verschenen literatuur over de milieu- en gezondheidseffecten van bouwmaterialen en bouwconstructies. 9e druk. Bussum: NIBE, 1994.

HAASTER PH. OSKAM AG. Milieu-effect kozijnen moeilijk in te schatten. Bouw nr.5, 13 maart 1992:41:43.

HOOGERS AJM, STOFBERG FE. Checklist bouwen en milieu 2. Milieuchecklist renovatie en onderhoud Dordrecht. Delft: BOOM, 1992.

HOUT KD van den. Nauwkeurigheden in de milieugerichte Life Cycle Analysis. Delft: TNO-Milieu en Energie, 1993.

HUIZING A. Composttoiletten in Nederland: toepassingsmogelijkheden en gebruikaspecten. Wageningen: Wetenschapswinkel Landbouwuniversiteit, 1993.

HUIZING A, ZAAL K en MIEDEMA HME. Beïnvloeding van milieu-relevante gewoonten en automatismen. TNO-rapport C.047, TNO-PG, Leiden, 1995.

KONING E, BOONSTRA C. Milieubewust bouwen in Ecodus. Beschrijving en resultaten. Rotterdam: SEV, 1993.

KOOIMAN WA, HACK PK, LANGE R de. Integratie milieubeleid bij de besluitvorming in de woningbouw. Middelburg: Stichting Bouwwinkel Zeeland, 1992.

KUIKEN B. Duurzaam bouwen met milieubewuste knuffelwanden. Het Parool, 10 oktober 1992.

LAAN PCH van der. Milieubewust PvE: een overzicht van mogelijkheden. Corporatiemagazine 94.12:24-27.

LIEBREGTS M en PERSON J. Zwevende dekvloeren voor woningrenovatie. Bouwhulp Management en Techniek, Eindhoven, 1993.

LORENZ-LADENER C red. Kompost-toiletten. Wege zur sinnvollen Fäkalien-Entsorgung. Staulen bei Freiburg: ökobuch, 1992.

MIERAS M. Op zoek naar de grote milieuformule. 45.000 strafpunten voor een rijtjeshuis. Intermediair, 7 oktober 1994:39-41.

MILIEUBERAAD BOUW. Beleidsverklaring Milieu-taakstellingen Bouw 1995. Den Haag: VROM/DGM, 1993.

MILIEUDEFENSIE. De evaluatie van het Regeringsstandpunt Tropisch Regenwoud. Amsterdam: Milieudefensie, 1994.

MILIEUBEWUST BOUWEN EN ONTWERPEN. Syllabus Symposium Milieubewust bouwen en ontwerpen. Regelgeving, materialen en bouwprocessen. Delft, Stichting Dispuut Utiliteitsbouw, 1993.

MINISTERIE VAN VOLKSHUISVESTING, RUIMTELIJKE ORDENING EN MILIEUBEHEER. Nationaal Milieubeleidsplan-plus. Notitie Instrumentarium en duurzaam bouwen. Tweede Kamer, vergaderjaar 1989-1990, 21 137, nr.22. Den Haag: SDU, 1990.

MINISTERIE VAN VOLKSHUISVESTING, RUIMTELIJKE ORDENING EN MILIEUBEHEER. Nationaal Milieubeleidsplan 2. Tweede Kamer, vergaderjaar 1993-1994, 23 560, nrs.1-2. Den Haag: SDU, 1993.

MINISTERIE VAN VOLKSHUISVESTING, RUIMTELIJKE ORDENING EN MILIEUBEHEER. Nota Produkt & Milieu. Kamerstuk nr 23562,1, Den Haag,: SDU, 20 december 1993.

MINISTERIE VAN VOLKSHUISVESTING, RUIMTELIJKE ORDENING EN MILIEUBEHEER. Individuele behandeling van afvalwater bij verspreide bebouwing (IBA). Onderzoek fase 4B: IBA-richtlijn. Publikatiereeks Milieubeheer nr. 1991/7. Den Haag, Ministerie van VROM, 1991.

MOONEN L.J.G. Van rookgasontzwaveling tot gietvloeren. Sittard: NOVEM, 1991.

MOS P de. De Eco-logica van een commercieel project. Bouw nr.11 5 juni 1992:33-35.

NATIONALE WONINGRAAD. Handboek Milieuzorg. Bouwen en beheren door woningcorporaties. Almere, Nationale Woningraad, 1991.

NOVEM. Op weg naar Ecolonia (3). Het stedenbouwkundig plan en het voorlopig ontwerp van negen architecten. Sittard: NOVEM, 1991

NOVEM. Op weg naar Ecolonia (5). Uitvoeringsaspecten van milieubewust bouwen. Sittard: NOVEM, [1994a]

NOVEM. Op weg naar Ecolonia (6). Kosten en milieukwaliteit. Sittard: NOVEM, [1994b]

NOVEM. Op weg naar Ecolonia. Evaluatie en bewonersonderzoek. Sittard: NOVEM, 1995.

NIPO. Het waterverbruik thuis. Eindrapport. No. T-353. Amsterdam: NIPO, 1992.

OLDENGARM J., VRIES G de. Ecolonia. Uitvoeringsaspecten. Rotterdam: V&L Consultants/Delft: TNO-Bouw, 1993

PRINS M. Jammer dat overal subsidie op moet. Bouw nr.2, 29 januari 1993.

RAAIJ WF van, ANTONIDES G. Consumentengedrag. Een sociaal-wetenschappelijke benadering. Utrecht: Lemma, 1994.

RAVESLOOT CHM. Duurzaam isoleren met cellulosevlokken. Vloer Technisch Magazine, februari 1992/1:4-7

ROOSEKRANS P. De winst van Ecolonia zit vooral tussen de oren. Bouw nr.11 5 juni 1992:17-19.

SCHUYT P van der. Ervaringen met milieubewust bouwen. ROM nr.6, juni 1994:21-25.

SCHUYT, JGCM en FOKKEMA, J. Pragmatische benadering, reacties op milieuvoorkeur onder vuur. In: Bouw nr 2, februari 1995.

SEV. Waterbesparing loont. Rotterdam: Stuurgroep Experimenten Volkshuisvesting, 1994.

SPAANSEN. Spaansen vloervloeren, dekvloeren voor Woning- en Utiliteitsbouw. Brochure. Winkel, 1994(?).

STICHTING BOUWRESEARCH/NOVEM. Anhydrietgebonden gietvloeren, van ontwerp tot toezicht. SBR publicatie 292, Rotterdam, 1993.

STICHTING BOUWRESEARCH. Bouworganisatievormen in Nederland. Rotterdam: SBR, 1992.

STICHTING BOUWRESEARCH. Opdrachtgevers in beeld. Rotterdam: SBR, 1993.

TWEEDE KAMER DER STATEN GENERAAL. Rioleringen: naar een in het milieubeheer functioneel inzamel- en transportsysteem. Rioleringsnotitie. Tweede Kamer, vergaderjaar 1991-1992, 19 826, nr.18. Den Haag: Sdu, 1992

V&D PROJECTINRICHTING. Vloevloeren. Gebruiks- en toepassingsaanwijzingen, versie 2. Nijmegen, mei 1994.

VVNH. Goed op weg met tropisch hout. Wie zou dat willen boycotten. Almere: Vereniging Van Nederlandse Houtondernemingen, 1994.

WASSENBERG FAG, KRUYTHOFF HM, LELIVELD TAL, HEIJDE JEH van der. Wonen op niveau. De marktvraag voor VINEX-locaties in de Randstad gepeild. Den Haag: VROM, 1994.

WIT L de. Duurzaam bouwen. Aanbevelingen voor effectief Rijksbeleid. Utrecht, Stichting Natuur en Milieu, 1994.

WITTEVEEN en BOS. Individuele behandeling van afvalwater bij verspreide bebouwing fase 2B. Uitvoering praktijkonderzoek. Werkrapport van het onderzoek aan een komposttoilet aan de Grevelingen. Deventer: Witteveen+Bos, 1987.

WOLSINK M. Maatschappelijke acceptatie van windenergie. Houdingen en oordelen van de bevolking. Amsterdam: Faculteit der Psychologie Universiteit van Amsterdam, 1990.

WOLTERS TJJ red. Ketenbeheer in de bouw. Naar een duurzame aanpak van milieuproblemen. Alphen aan den Rijn, Samson Bedrijfsinformatie, 1993.

BIJLAGEN

Bijlage 1 Introductie van composttoiletten	51
Bijlage 2 Introductie van cellulose	65
Bijlage 3 Introductie van kozijnen van onverduurzaamd naaldhout	79
Bijlage 4 Introductie van gietvloeren op basis van anhydriet	89

BIJLAGE 1.
Introductie van composttoiletten

1. INTRODUCTIE VAN COMPOSTTOILETTEN

1.1 Inleiding

1.1.1 Verantwoording produktkeuze

Waterbesparing krijgt steeds meer aandacht bij duurzaam bouwen. Waterbesparende douchekoppen, doorstroombegrenzers op kranen en toiletten met een spaarspoeltoets of spoelbegrenzer worden in steeds meer nieuwbouwprojecten, ook in de sociale woningbouw, standaard toegepast en zijn volop te krijgen in doe-het-zelf zaken. De Stuurgroep Experimenten Volkshuisvesting (SEV) heeft een stimuleringspremie beschikbaar gesteld aan woningbeheerders die bereid zijn om bepaalde waterbesparende maatregelen te treffen. Deze stimuleringspremie wordt financieel ondersteund door het Ministerie van VROM/DGM in het kader van het Actieplan Waterbesparing. Daarin is als doelstelling geformuleerd dat 10% bespaard moet worden op het totale waterverbruik binnen huishoudens in het jaar 2000.

Minder bekend dan toiletten met regelbare stortbak en nog meer in een experimenteel stadium is het composttoilet. Bij een composttoilet is geen spoelwater nodig en kan een aansluiting op de riolering achterwege blijven. Dit laatste vormt de meerwaarde van het composttoilet ten opzichte van andere waterbesparende toiletten. De meeste composttoiletten die tot nu toe geplaatst zijn bevinden zich in het buitengebied (o.a. recreatiewoningen, Natuurmonumenten, particuliere woningbouw). Met name vanwege de aantrekkelijkheid van het composttoilet voor het niet-gerioleerde buitengebied is er vanuit provincies, waterschappen en gemeenten interesse voor het composttoilet als alternatief voor drukriolering. Het composttoilet moet bij het ontbreken van riolering overigens gecombineerd worden met een systeem voor de zuivering van het afvalwater uit badkamer en keuken (het 'grijze' water).

Het eerste sociale woningbouwproject waar composttoiletten zijn toegepast is Het Groene Dak in Utrecht. Daar vormen composttoiletten onderdeel van het (experimentele) integrale ecologische waterbeheer. Niet alleen waterbesparing maar ook zuivering en hergebruik van afvalwater speelt daarbij een belangrijke rol. Zo zijn, naast composttoiletten, bij Het Groene Dak rietvelden aangelegd voor de zuivering van het 'grijze' water. De gemeente Utrecht geeft subsidie om metingen te verrichten en het experiment te evalueren.

Omdat het in het kader van onderhavig onderzoek interessant is om produkten te selecteren die zich in verschillende ontwikkelingsstadia bevinden (van zeer experimenteel tot 'rijp voor de markt') is het composttoilet gekozen als een produkt dat nog in een experimentele fase verkeert. Daarbij is er vanuit verschillende kanten (gemeenten, provincies, ecologische woningbouw) interesse voor dit produkt, vooral als alternatief voor de vaak kostbare aanleg van riolering in het buitengebied. Riolering wordt door een aantal rioleringsdeskundigen niet meer bij voorbaat als meest optimale methode van afvalwaterverwerking gezien, zeker niet op plaatsen waar de riolering nog aangelegd moet worden. Het is vanuit dat oogpunt belangrijk om te kijken naar alternatieven voor de riolering. Tevens is een composttoilet mogelijk interessant voor toepassing in derde-wereldlanden. Een analyse van succes- en faalfactoren kan bijdragen aan het vergroten van de mogelijkheden voor marktintroductie.

1.1.2 Werkwijze

Voor de inventarisatie van mogelijkheden en belemmeringen is een groepsgesprek gehouden met ontwikkelaars/bouwers en leveranciers van composttoiletten.

Daarnaast is gebruik gemaakt van literatuur, met name van het onderzoeksrapport 'toepassingsmogelijkheden en gebruikaspecten van composttoiletten in Nederland' van de Wetenschapswinkel Landbouwniversiteit Wageningen (Huizing, 1993).

De volgende personen namen deel aan het gesprek:

- Dhr. D. Vandy (Ecosave), importeur van Clivus Multrum composttoiletten en leverancier van een assortiment waterbesparingsartikelen;
- Dhr. M. van der Wal assisteert bij Ecosave;
- Dhr. R. Dufour van bureau Ecostad. Houdt zich onder andere bezig met de ontwikkeling en verkoop van twee typen composttoiletten: de Mini-composteur en de Kantel-composteur (gebaseerd op het werk van De Twaalf Ambachten: de Compact Composteur);
- Dhr. M. Post, actief bij bewonersvereniging Het Groene Dak te Utrecht, alwaar hij waterbesparing en waterzuivering voor zijn rekening heeft genomen. Hij is nauw betrokken geweest bij het realiseren, met steun van de gemeente Utrecht, van een aantal composttoiletten in de huizen van woningbouwproject Het Groene Dak;
- Dhr. W. Faber, lid van Ecologisch Wonen Groningen, daarbinnen actief in de watergroep STEA (Stichting Toepasbaar Ecologisch Alternatief). Waterbesparing en vermindering van de

vervuiling van water zijn de aandachtspunten. STEA is onder meer bezig met de ontwikkeling van een kantel-composttoilet van hergebruikt poly-etheen, op basis van het model van De Twaalf Ambachten;

- Dhr. H. Baarslag, werkt als instructeur op het Centrum Vakopleidingen te Almelo. Hij heeft daarnaast een technisch bureau. Heeft De Twaalf Ambachten ondersteund bij het detailleren van de praktische uitvoering van de Compact Composteur.

De Twaalf Ambachten, centrum voor alternatieve technologie te Boxtel, had er geen behoefte aan deel te nemen aan het gesprek, ofschoon zij tien jaar geleden het composttoilet in Nederland hebben geïntroduceerd. Momenteel ligt hun prioriteit bij het verder ontwikkelen en op de markt brengen van zuivering van afvalwater door rietvelden (helofytenfilters).

1.2 Beschrijving produkt

1.2.1 Technische gegevens

Het composttoilet

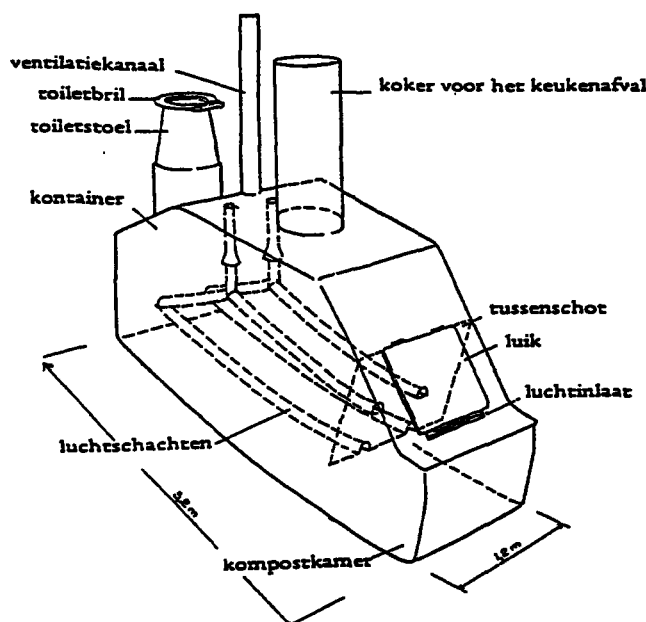
Een composttoilet is een toiletsysteem dat werkt zonder waterspoeling en zonder aansluiting op de riolering. In een composttoilet worden menselijke uitscheidingsprodukten en eventueel ook organisch keukenafval afgebroken tot compost. Een composttoilet bestaat uit een toiletstoel die geplaatst is op een container waarin de fecaliën opgevangen worden. Soms bevat de toiletstoel een speciale zitting met één of twee zelfsluitende kleppen die open gaan wanneer de gebruiker op de zitting plaatsneemt. Al naar gelang het type composttoilet bevat de container één of meerdere compartimenten, een systeem om de massa te keren en/of te verschuiven, een systeem voor beluchting en ventilatie en een vochtafvoer. Door de ventilatie ontstaat er een lichte onderdruk in de container zodat luchtjes niet via de toiletstoel naar buiten komen, maar door een ventilatiekanaal afgevoerd worden.

De composttoiletten die momenteel op de Nederlandse markt zijn, vinden hun oorsprong in de Clivus Multrum van de Zweed Richard Lindström (figuur 1). De Clivus Multrum is een groot composttoilet dat in een kelder onder het huis geplaatst moet worden. Een kleiner composttoilet, de Compact Composteur is ontwikkeld door De Twaalf Ambachten, een centrum voor alternatieve techniek te Boxtel. Dit composttoilet, van roestvrijstaal of hout met epoxy, is kantelbaar en wordt gedeeltelijk (ongeveer 50 cm) in de vloer verzonken. De Compact Composteur heeft twee

compartimenten zodat het verse materiaal gescheiden wordt van het reeds gecomposteerde materiaal. Door het composttoilet te kantelen, verschuift de massa van het eerste naar het tweede compartiment. De Compact Composteur stond aan de basis voor het door STEA, Stichting Toepasbaar Ecologisch Alternatief, ontwikkelde composttoilet van hergebruikt polyetheen. Ook dit composttoilet is kantelbaar.

Bureau Ekostad te Haarlem ontwierp speciaal voor een standaard toiletruimte de Mini-Composteur, gemaakt van hout met een bitumen bekleding.

Figuur 1. Composttoilet (Clivus Multrum)



Het composteringsproces

Organisch materiaal bevat van nature bacteriën en schimmels die onder gebruikmaking van zuurstof (aëroob) het organisch materiaal afbreken tot kooldioxide, water en humus (compost). Daarbij komt energie vrij in de vorm van warmte. De snelheid en volledigheid van het composteringsproces is afhankelijk van een aantal factoren: de temperatuur van de massa, de vochtigheid, de zuurstoftoevoer, de koolstof/stikstof (C/N) verhouding en, in mindere mate, de zuurgraad van de massa. Om de C/N verhouding te optimaliseren moet regelmatig koolstofrijk materiaal als stro of zaagsel toegevoegd worden. Deze materialen kunnen tevens het absorptievermogen en de doorlaatbaarheid van de massa verhogen. Dit is belangrijk voor het creëren van aërobe omstandigheden. Bij een volledige compostering vindt er een volumereductie plaats van 90 - 95 % van het oorspronkelijke materiaal (Witteveen + Bos, 1987). De compost kan in de tuin gebruikt worden.

1.2.2 Milieu- en gezondheidsaspecten

Het gebruik van een composttoilet moet leiden tot een reductie van de milieubelasting door zowel een besparing op drinkwater als een vermindering van de watervervuiling. Ongeveer 30 % van het huishoudelijk waterverbruik komt voor rekening van het watercloset (Bron: NIPO, 1992). Wanneer in plaats van een watercloset een composttoilet gebruikt wordt, bedraagt de waterbesparing per persoon per dag gemiddeld 42,7 liter.

Niet alleen vanuit het oogpunt van waterbesparing kunnen composttoiletten worden toegepast. Een andere motivatie vormt het ontbreken van riolering. Ongeveer 3% van alle woningen en bedrijven (zo'n 175.000 percelen), voornamelijk in het buitengebied, is niet aangesloten op de riolering. Er wordt direct geloosd op het oppervlaktewater (70%) of in de bodem (30%) (Tweede Kamer der Staten Generaal, Rioleringsnotitie 1992). Soms vindt eerste een beperkte afvalwaterbehandeling plaats door middel van septic tanks. Om technische en/of financiële redenen zal een deel van deze 3 % ook niet in aanmerking komen voor aansluiting op een gemeentelijk rioolstelsel. Een alternatief voor kostbare aansluiting op de riolering is het ter plekke behandelen van afvalwater, ofwel Individuele Behandeling van Afvalwater (IBA-richtlijn, VROM 1991; de IBA-richtlijn is een leidraad bij de beoordeling van individuele behandelssystemen voor afvalwater). Een composttoilet, gecombineerd met een systeem voor de zuivering van het water uit keuken en badkamer (het 'grijze' afvalwater) kan fungeren als IBA-systeem.

Wanneer de temperatuur in massa gedurende enkele weken voldoende hoog is (60 graden of hoger) vindt pasteurisatie van pathogenen plaats. De hoogte van de temperatuur in de massa is echter sterk afhankelijk van een aantal omstandigheden die sterk kunnen wisselen, zodat geen algemene uitspraak gedaan kan worden over de hygiënische veiligheid van het eindproduct.

1.2.3 Toepassingsmogelijkheden

In verschillende niet-europese landen, waaronder veel ontwikkelingslanden, zijn systemen voor compostering van menselijke fecaliën meer ingeburgerd dan hier (Lorenz-Ladener, 1992). Daar gaat het meestal om systemen die buiten de woning geplaatst worden. In onder andere Zweden en de Verenigde Staten worden composttoiletten toegepast in buitenhuisjes, langs snelwegen en op kampeerterreinen. In Nederland is nog weinig ervaring met de toepassing, het gebruik en de werking van composttoiletten. Dit blijkt uit een onderzoek naar de toepassingsmogelijkheden en gebruikaspecten van composttoiletten in Nederland (Huizing, 1993). In januari 1993 waren er

ongeveer 40 composttoiletten in Nederland, waarvan er op dat moment 16 daadwerkelijk in gebruik waren.

1.3 Mogelijkheden en belemmeringen

1.3.1 Juridische en bestuurlijke aspecten

De strengere regelgeving ten aanzien van ongezuiverde lozingen (Lozingenbesluit Bodem en ontwerp-lozingenbesluit Wet Verontreiniging Oppervlaktewater) kan een stimulans zijn voor de aanschaf van een composttoilet (met aanvullende grijswaterzuivering) in het niet-gerioleerde gebied.

Voor gebieden waar geen riolering wordt aangelegd zullen ongezuiverde lozingen gesaneerd worden. Een systeem voor de Individuele Behandeling van Afvalwater (IBA) zal aangelegd moeten worden. Daarbij zal overigens altijd een afweging plaatsvinden tussen milieuhygiënische eisen en economische randvoorwaarden. De IBA-richtlijn (VROM, 1991) is een leidraad bij de beoordeling van individuele behandelssystemen voor afvalwater, maar heeft geen wettelijke status. De richtlijn geeft aanbevelingen voor de dimensionering, uitvoering en bedrijfsvoering van diverse IBA-systemen. De richtlijn voor composttoiletten is gebaseerd op de Clivus Multrum omdat dit ten tijde van het ontstaan van die richtlijn het enige type composttoilet was in Nederland. De andere typen composttoiletten komen derhalve in de richtlijn niet voor. In de IBA-richtlijn wordt aanbevolen om andere systemen slechts toe te passen op basis van deskundig advies. Dit kan een drempel vormen voor het toepassen van een ander type composttoilet.

Het Bouwbesluit verplicht tot aansluiting op de riolering voor woningen die binnen 40 meter van de riolering liggen. Het Bouwbesluit voorziet echter wel in de mogelijkheid om hier van af te wijken. De alternatieve oplossingen moeten gelijkwaardig zijn aan het niveau van de eisen in het Bouwbesluit. Dit kan betekenen dat een onderzoeksrapport of een verklaring van een onafhankelijke deskundige moet worden overlegd voordat toestemming wordt verkregen voor het plaatsen van een composttoilet en grijswaterzuivering in plaats van riolering. Het college van Burgemeester en Wethouders stelt vast of de voorgestelde alternatieve oplossing gelijkwaardig is met de eisen die in het Bouwbesluit staan.

Bij composttoiletten ontbreekt een duidelijke intermediair richting overheid, zoals bijvoorbeeld de NOVEM of de SEV dat voor andere produkten (bijv. zonneboilers of waterbesparende kranen) is.

1.3.2 Financieel/economische aspecten

Aanschafkosten

De hoge kosten voor aanschaf van een composttoilet** in vergelijking met de kosten van een conventioneel toilet in een gerioleerd gebied, werken belemmerend voor de toepassing ervan. In gebieden waar geen riolering ligt is het financiële plaatje gunstiger omdat ook met de aanleg van riolering in het buitengebied hoge kosten gemoeid zijn (bedragen van rond de f 70,- per strekkende meter). Wel zal in dat geval ook een systeem voor de zuivering van het 'grijze' water aangelegd moeten worden.

De kosten van riolering worden in veel gevallen hoofdelijk omgeslagen over alle inwoners van de gemeente terwijl de aanschaf van een composttoilet een individuele aangelegenheid is. Er vindt zodoende geen reële afweging plaats tussen de kosten van een composttoilet en die van riolering.

Bouwkosten

Bij nieuwbouw in Groningen, waar in het ontwerp al rekening is gehouden met de inbouw van een composttoilet (type Compact Composteur van poly-ethen (PE)), zijn alsnog extra bouwkosten door aanpassingen aan de woning van f 1500,- gemoeid (STEA). Wanneer de Clivus Multrum van buitenaf onder een woning kan worden geplaatst, wat in het buitengebied vaak het geval is, bedragen de bouwkosten ongeveer f 5000,- (Ecosave).

Terugverdientijd

Wanneer gebruik wordt gemaakt van een composttoilet bedraagt de besparing op drinkwater voor een vierpersoonshuishouden bij de huidige waterprijzen tussen de f 50,- en f 150,- per jaar. Wanneer geen gebruik wordt gemaakt van het riool en er ontheffing is verkregen van rioolrecht en zuiveringsheffing, levert dat een extra besparing op.

Wanneer het Waterspoor (koppeling van zuiveringsheffing en rioolbelasting aan het waterverbruik) ingevoerd gaat worden, zullen de kosten van het waterverbruik stijgen zodat de terugverdientijd van het composttoilet korter wordt. Het Waterspoor wordt vooralsnog niet ingevoerd omdat één op de vijf woningen in Nederland geen individuele watermeter heeft.

De financiële besparingen bij aanschaf van een composttoilet zijn onzeker zolang geen duidelijkheid is over de ontwikkeling van de waterprijzen in Nederland.

** Afhankelijk van het type, kost een composttoilet tussen de f 5000,- en f 14.000,- (prijsspeil januari 1993).

Subsidie

In de fase waarin het composttoilet zich nu bevindt is subsidie van de overheid belangrijk. Er is nu geen sprake van structurele subsidie. De composttoiletten vallen ook niet onder de Stimuleringspremie Waterbesparing van de Stuurgroep Experimenten Volkshuisvesting (SEV). Als argument wordt genoemd dat composttoiletten erg duur zijn en de toepassing er van op maatschappelijke weerstanden stuit (SEV, 1994).

Incidenteel zijn wel subsidies mogelijk, vooral in gebieden waar geen riolering ligt (bijv. in het kader van de bijdrageregeling bodembeschermingsgebieden). Daarbij zijn er afstemmingsproblemen tussen subsidiegever, locatiekeuze en gebruiker. Een provincie wil bijvoorbeeld wel subsidie geven maar dan alleen voor een locatie in een bodembeschermingsgebied waar ook nog geen riolering ligt. Er moet dan net in dat gebied een huishouden of organisatie zijn die een composttoilet wil. Aan de andere kant zijn er ook huishoudens die een composttoilet willen, maar geen subsidie krijgen omdat er al een rioolaansluiting ligt.

Ontheffing van rioolrecht en zuiveringsheffing wordt incidenteel verleend wanneer geen gebruik wordt gemaakt van het gemeenteriool.

1.3.3 Motivatie en attitude

De motivatie om een composttoilet aan te schaffen komt allereerst voort uit milieuoverwegingen. Waterbesparing en vermindering van de afvalwaterstroom spelen daarbij een cruciale rol. Daarnaast speelt de noodzaak voor een eigen systeem voor de behandeling van afvalwater (IBA-systeem) een rol, vooral bij mensen in het buitengebied en bij overheden (Huizing, 1993). Een aantal van de mensen die een composttoilet aangeschaft hebben gaven aan het leuk te vinden om te experimenteren met nieuwe produkten. De meesten handelden uit idealisme. Kleinschaligheid en zelf verantwoordelijk zijn voor je afval zijn daarbij belangrijke overwegingen.

Voor de meeste mensen die in een huis wonen waar reeds een watercloset en riolering aanwezig is, is de noodzaak om een composttoilet aan te schaffen niet groot. Daarnaast vormen psychologische barrières een belangrijke belemmering voor de marktintroductie van composttoiletten. De volgende psychologische barrières werden genoemd door mensen die wél een composttoilet hebben (Huizing, 1993):

- kinderen blijken het vaak eng te vinden dat ze boven een donker gat zitten. Het maken van een afsluitklep kan een praktische oplossing zijn;

- het zicht hebben op de massa in het composttoilet wordt ook als afstotend beschouwd (dit speelt alleen bij de kleinere composttoiletten). Door de pot op een verhoging te zetten wordt de afstand tot de massa groter en verslechterd het zicht. Ook hier kan een afsluitklep een esthetische oplossing zijn.

Er zijn verschillende uitvoeringen van kleppen: kantelklep (tevens egalisator) en demonteerbare dubbele klep;

- het idee dat men direct met menselijke uitwerpselen te maken heeft wordt vaak afstotelijk gevonden. Men wil niet met het eindprodukt te maken hebben;
- de afsluitende handeling van het doortrekken bij spoeltoiletten wordt bij composteurs gemist. Bij de kantelklep van de C.C. moet wel een handeling verricht worden (de klep moet weer dichtgedaan worden met een hendel, waardoor tevens de massa geëgaliseerd wordt);
- composttoiletten worden geassocieerd met de tonnen van vroeger en de lucht die daarbij hoorde. Men vindt het primitief. Ook is men bang dat het stinkt en niet hygiënisch is.

In het algemeen kan gesteld worden dat de techniek van het verwerken van menselijke uitwerpselen door middel van een composttoilet sterk afwijkt van wat men gewend is. In plaats van doorspoelen en zo snel mogelijk laten verdwijnen, blijft het afval binnen de woning. Afval wordt iets waar je je bewust mee bezig moet houden, in plaats van iets wat je zo snel mogelijk kwijt wilt zien te raken. Dit vereist een cultuuromslag (Huizing, 1993).

Milieuvriendelijk bouwen mag voor veel mensen niet ten koste gaan van comfort en gebruikersvriendelijkheid. Composttoiletten vereisen bewust gebruik: de beheersing van het klimaat in het composttoilet vergt veel aandacht en controle. In Ecolonia zijn composttoiletten niet toegepast vanwege de gebruikersgevoeligheid (NOVEM, 1991). Het schoonmaken van composttoiletten geeft enige knelpunten. De afsluitkleppen zijn moeilijk schoon te houden. Het feit dat geen chemische schoonmaakmiddelen (zoals chloor) gebruikt mogen worden voor de reiniging van het toilet wordt soms als onhygiënisch en onaanvaardbaar beschouwd. Bovendien willen mensen niet van hun vertrouwde merken af.

1.3.4 Kennis en informatie

Vanwege het experimentele stadium waarin de ontwikkeling van het composttoilet zich bevindt, is het belangrijk dat er een goede communicatie is met de gebruikers om nieuwe bevindingen over te brengen. Een klacht van een aantal mensen die een composttoilet in gebruik hadden, was dat de

informatie die ze van te voren hadden gekregen te rooskleurig was. Ook was er te weinig aandacht gevestigd op het feit dat het composttoilet nog een experimenteel karakter heeft (Huizing, 1993).

1.3.5 Markt- en marketingaspecten

Produktontwikkeling

Het composttoilet is nog onvoldoende uitontwikkeld. Het composteringsproces is nog niet beheersbaar en vooral in de opstartfase treden er problemen op als vliegenplagen en een overmaat aan vocht in de massa. De onzekerheid over de werking vormt één van de belangrijkste belemmeringen voor toepassing (Huizing, 1993).

In Amerika wordt gewerkt aan een volledig computergestuurde composteur met sensorische controle op vochtigheid in combinatie met sprinklerautomaat en automatische afvoer van vloeistofoverschotten, geregelde ventilatie, continue temperatuurmeting, en automatische toevoeging van pyretrum (een middel tegen vliegjes, zie ook 3.3.4). Hierbij hoeft men zelf enkel na 6 tot 9 jaar de compost eruit te halen. Het nadeel van dergelijk geautomatiseerd systeem is de hoge kosten.

Marktstrategie

De verschillende systemen (Clivus Multrum, Compact Composteur van PE, en Mini-composteur) worden door de deelnemers aan de groepsdiscussie niet gezien als concurrerend, maar als verschillende systemen om water te besparen. Elk toilet heeft zijn eigen toepassingsgebied en heeft daardoor een eigen plaats op de markt. Om een betere positie op de markt te krijgen gaan de bouwers en verkopers van composttoilet een platvorm creëren voor belangenbehartiging.

Volgens Leeftang van De Twaalf Ambachten (de organisatie die het composttoilet in Nederland heeft geïntroduceerd) moet vanwege de haken en ogen die nog aan het composttoilet kleven, de marktintroductie niet geforceerd worden. Er moet eerst meer ervaring mee opgedaan worden (telefonisch gesprek met De Twaalf Ambachten).

Mogelijkheden op de markt

Een potentiële markt voor composttoiletten vormen de 175.000 percelen in Nederland die nog niet op de riolering zijn aangesloten. Ook de uitbreiding van nieuwbouw biedt mogelijkheden, hoewel het composttoilet dan moet concurreren met andere manieren van waterbesparing (spoelonderbre-

king, 6-liter reservoir, regenwateropvang en het zogenaamde Gustavsberg-toilet ***), die goedkoper zijn en meer aansluiten bij de gangbare woningbouw. De gemeente Utrecht wil aan de hand van de ervaringen van Het Groene Dak kijken of het mogelijk is in het toekomstige VINEX-uitbreidingsgebied (ten westen van de stad) een wijk te bouwen rond het thema waterbesparing, eventueel zonder riolering. Het waterleidingbedrijf heeft al aangegeven dat ze voor die uitbreidingswijk niet aan de watervraag kunnen voldoen wanneer het waterverbruik op hetzelfde niveau blijft.

Daarnaast kan nog worden bekeken of en hoe het composttoilet in hoogbouw en compact-wonen projecten kan worden toegepast.

Een andere potentiële markt vormt het buitenland, in het bijzonder de ontwikkelingslanden. De gemeente Utrecht is bezig om in Nicaragua te kijken of de invoering van het spoeltoilet daar tegengehouden kan worden door het ontwikkelen van alternatieven. Er is daar namelijk geen rioolwaterzuivering.

Dienstverlening

De deelnemers aan de groepsdiscussie vinden het belangrijk een soort van dienstverlening ('after sale service') te ontwikkelen voor gebruikers van composttoiletten, waarbij eventuele problemen en vragen kunnen worden opgelost. Reacties van gebruikers kunnen bovendien gebruikt worden bij het uitontwikkelen van de composteurs zodanig dat de acceptatie groot zal zijn. Gedacht kan ook worden aan dienstverlening in de vorm van het centraal nacomposteren van het materiaal uit kleinere composteurs.

Garanties

Het Bouwbesluit geeft mogelijkheden om andere dan standaardinstallaties toe te passen. Probleem is de certificering van het composttoilet: wie geeft garanties over de kwaliteit? Het Keuringsinstituut voor waterleiding artikelen (KIWA) keurt geen toiletten waarbij geen spoelwater gebruikt wordt.

*** Het Gustavsbergtoiletsysteem is een Zweeds systeem dat vooral in de gestapelde bouw kan worden toegepast. De stortbak bevat slechts 4 liter spoelwater en de toiletpot heeft, ter versnelling van de stroomsnelheid van het water een speciale vorm. Tevens wordt, ter voorkoming van verstoppingen van de riolering, een zogenaamde "stroomvergroter" toegepast, gebruik makend van vacuümwerking in een reservoir waarin afvalwater, afkomstig uit meerdere (flat)woningen wordt verzameld.

1.3.6 Gevolgen voor het bouwproces

Waar een composttoilet in bestaande woningen toegepast wordt, zal de noodzaak tot verbouwing van de woning belemmerend kunnen werken. Woningen die onder de IBA-regeling vallen zijn vaak oudere woningen, waarbij het toilet tegen de buitenmuur is geplaatst. Bij dit type woningen is de aanpassing minder ingrijpend omdat de composteur van buitenaf onder de woning kan worden aangebracht.

Bij nieuwbouw kan het composttoilet bij het ontwerp van de woning worden meegenomen. Daarbij kan wel door een gemeente of woningbouwvereniging geëist worden dat de situatie omkeerbaar is, dus dat er wel riolering moet liggen voor het geval het composttoilet vervangen wordt door een watercloset (Het Groene Dak).

1.4 Conclusies en aanbevelingen

De produktontwikkeling van composttoiletten is nog in een experimentele fase. De vormgeving van het produkt en de beheersbaarheid van het composteringsproces (i.v.m. vliegjes, vocht, pathogenen etc.) zijn daarbij de belangrijkste aandachtspunten. De financiering van deze ontwikkeling onvoldoende en niet structureel van aard en een intermediair richting overheid (zoals NOVEM of SEV) en industriële ondersteuning ontbreken. Dit werkt belemmerend voor de verdere ontwikkeling en marketing van het composttoilet.

De strengere wetgeving op het gebied van ongezuiverde lozingen in bodem en water is een gunstige randvoorwaarde. Met het oog hierop zal bij de verdere ontwikkeling van het composttoilet ook een oplossing aangedragen moeten worden voor het zuiveren van het 'grijze' afvalwater.

Een composttoilet kan gezien worden als een discontinue innovatie. Het vereist een heel ander gebruik (bewust gebruik) dan het watercloset en het past niet in een standaard toiletruimte in een eengezinswoning. Het composttoilet maakt geen gebruik van de bestaande infrastructuur voor afvalwater.

Met name voor veel ontwikkelingslanden kan het composttoilet waarschijnlijk nuttig zijn, gelet op de grote problemen met vervuiling van het oppervlaktewater en ontbrekende mogelijkheden voor waterleiding en riolering enerzijds en de aanwezigheid van arme landbouwgronden anderzijds.

BIJLAGE 2

Introductie van cellulose

2. CELLULOSE

2.1 Inleiding

2.1.1 Verantwoording produktkeuze

De meest gebruikte isolatiematerialen in de bouw in Nederland zijn Poly-urethaan (PUR), Polystyreen (PS) en minerale wol (glaswol en steenwol). PUR en PS veroorzaken een grote milieubelasting door uitputting van grondstoffen (o.a. aardolie), emissies van schadelijke stoffen en een zeer hoog energieverbruik bij de produktie. Glaswol en steenwol verdienen vanuit milieu-oogpunt de voorkeur boven PUR en PS (Anink en Mak, 1993). Voor de produktie is in vergelijking met PUR en PS minder energie nodig. De bij de produktie vrijkomende schadelijke stoffen worden opnieuw in het produktieproces ingevoerd middels een vrijwel gesloten proces. Ook de milieubelasting in de afvalfase, die ontstaat doordat de vezels niet afbreekbaar zijn, kan teruggebracht worden. Fabrikanten van glas- en steenwol hebben inmiddels recycling-systemen opgezet.

Toch is er ook aan minerale vezels nog een aantal milieu-bezwaren verbonden, waaronder het gebruik van niet-hernieuwbare grondstoffen (kwartzand voor glaswol en diabaas voor steenwol). Daarnaast leidt minerale wol mogelijk tot negatieve effecten op de gezondheid, met name van de verwerker. De vezels die vrij komen bij de verwerking kunnen leiden tot irritatie van huid, ogen en slijmvliesen. Of de vezels, zoals bij asbest, tot een verhoogd risico op kanker leiden is nog een punt van discussie tussen verschillende onderzoekers (Van Dongen, 1993; Fraanje, 1994).

Een betrekkelijk nieuw, en vanuit milieu-oogpunt veelbelovend, produkt op de Nederlandse markt is isolatiemateriaal op basis van cellulosevezels uit oud papier. Cellulose heeft als voordeel boven minerale wol dat de grondstoffen vernieuwbaar zijn, de produktie minder energie kost en relatief schoon is, en het afval goed afbreekbaar is. Bovendien wordt er gebruik gemaakt van een restprodukt dat in grote hoeveelheden aanwezig is: oud papier. Het materiaal heeft daarnaast, in vergelijking met minerale wol, goede geluidabsorberende eigenschappen. Wat betreft gezondheidsaspecten scoort dit produkt, voor zover bekend, ook beter dan minerale wol. Wel kan bij het aanbrengen veel stof vrijkomen. Niet bekend is of dit schadelijk effecten heeft op de

gezondheid. Door in de fabriek in plaats van op de bouwplaats gevel-, wand- of dakelementen met cellulose te vullen, kan het stofprobleem beter worden gecontroleerd.

Op een aantal locaties in Nederland, zoals in het project Ecolonia in Alphen aan de Rijn, is al gebruik gemaakt van isolatiemateriaal op basis van cellulosevezels. Grootschalige toepassing vindt hier echter nog niet plaats. Gezien de in potentie positieve eigenschappen van dit materiaal, zowel wat betreft milieu als wat betreft gezondheid, is het belangrijk om de knelpunten voor toepassing in kaart te brengen.

2.1.2 Werkwijze

Voor de inventarisatie van mogelijkheden en belemmeringen is een groepsgesprek gehouden met drie importeurs van cellulose-isolatiemateriaal en bouwers en architecten die met deze produkten werken of gewerkt hebben. Daarnaast is gebruik gemaakt van literatuur, met name het rapport "Isolatiematerialen uit vernieuwbare grondstoffen; een onderzoek naar de mogelijkheden van cellulose en vlas" van de IVAM (Beemsterboer, 1993).

De volgende personen namen deel aan het gesprek:

TNO Bouw (Afdeling Binnenmilieu, Bouwfysica en Installaties): Dhr. Oldengarm

TNO Bouw (Centrum voor Houttechnologie): Dhr. de Jong

Buro Ecohome (ontwikkeling en advies op het gebied van duurzaam bouwen): Dhr. Bangma

Isotechniek (dealer van Isocell): Dhr. Overvoorde

Warmteplan (dealer van Isofloc): Dhr. van der Woude

Asona (akoestische isolatie): Dhr. Hylkema

Balans Architectencoöperatie: Dhr. Ravesloot (architect)

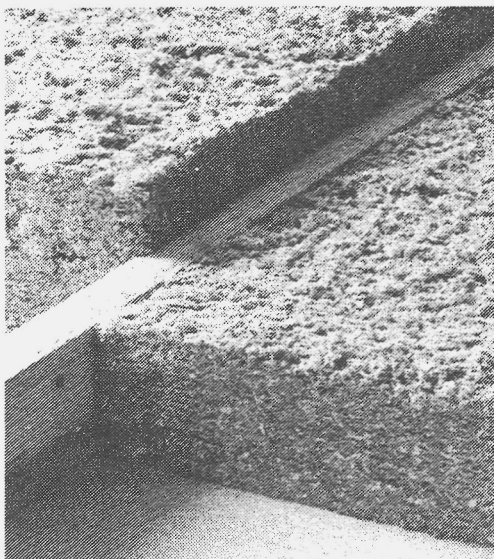
2.2 Beschrijving produkt

2.2.1 Technische gegevens

Er zijn in Nederland twee cellulose-produkten voor thermische isolatie op de markt, te weten Isofloc en Isocell. Deze produkten worden geïmporteerd uit Duitsland en Groot-Brittannië omdat

produktie niet in Nederland plaatsvindt. Daarnaast worden cellulose (geïmporteerd uit de Verenigde Staten) in de vorm van spray-coating en in plaatvorm toegepast als akoestisch dempend materiaal. De belangrijkste grondstof voor cellulose-isolatie is oud papier. Dit wordt fijn gemalen. Aan Isofloc worden vervolgens boorzouten en -zuren (boraten) toegevoegd tegen schimmel en ongedierte. De boraten zorgen er tevens voor dat de brandwerendheid van het materiaal verbetert. Aan Isocell worden naast boraten ook gips en minerale zouten toegevoegd. Figuur 2 geeft een indruk van hoe cellulose-isolatiemateriaal er uitziet.

Figuur 2. Cellulose als isolatiemateriaal



Het isolatiemateriaal kan op de volgende manieren verwerkt worden (Beemsterboer, 1993):

- volblazen van holle dak-, vloer- en wandruimten. Bij deze methode wordt cellulose vanuit een blaasapparaat via een flexibele slang een holle ruimte ingeblazen;
- opspuiten van wandvlakken en plafonds, ook wel sprayen genoemd. Dit is vooral geschikt voor wandvlakken en plafonds. Vanaf het mondstuk van de slang wordt de cellulose bevochtigd met water. Daardoor kleven de vlokken aan de constructie. Deze methode is ook geschikt voor spouwmuurisolatie, mits er voldoende tijd wordt ingeruimd om het opgespoten materiaal te laten drogen.

Voor het opspuiten van de onderkant van plafonds (bij akoestische isolatie), waarbij de isolatie zichtbaar blijft, wordt vaak een 'witte' variant van cellulosevlokken gebruikt. Dit is gemaakt van foto-papier;

- los storten in vloeren en dakvlakken. Het materiaal wordt bij deze methode licht besproeid met water, zodat de bovenste laag gaat hechten en er een samenhangende deken ontstaat.

Daarnaast zijn thermisch isolerende wand- en muurplaten van cellulose in ontwikkeling.

In Ecolonia (in woningen van BEAR Architecten) zijn met cellulose gevulde dakelementen toegepast. Deze dakelementen zijn in de fabriek gevuld met droge cellulose (dit vereist overigens een zorgvuldige detaillering en maatvoering van de dakelementen ten behoeve van het aanbrengen op de bouwplaats). Daarnaast zijn op de bouwplaats zelf niet-dragende gevelelementen met behulp van water gevuld met cellulose, een methode die achteraf niet bleek te voldoen, omdat, ondanks de bevochtiging, veel stof vrijkwam, de droogtijd relatief lang was en de cellulose bij het opdrogen enigszins inzakte (NOVEM, 1994a).

Van belang is de juiste verdichting van het materiaal. Voor vloeren, daken en wanden zijn hoeveelheden nodig van respectievelijk 30-40 kg/m³, 50-60 kg/m³ en 60-70 kg/m³. Wanneer deze verdichtingen aangehouden worden, kan volgens de importeur van Isofloc geen uitzakking van het materiaal plaatsvinden.

De dikte van de aangebrachte laag kan variëren van 50 tot 500 millimeter. Vanwege zowel de nauwkeurigheid die vereist is bij het aanbrengen, als de apparatuur die nodig is, kan het isolatiemateriaal momenteel alleen door gespecialiseerde bedrijven aangebracht worden.

2.2.2 Milieu- en gezondheidsaspecten

Milieuaspecten

Het productieproces van cellulose-isolatie is relatief schoon, er ontstaat geen restmateriaal, en het kost weinig energie. In een overzicht van Woon/Energie (schema 9), scoort cellulose, getoetst aan de hand van de criteria uitputting, aantasting, energie, emissie, gezondheid en afval (samen met kurk en riet) verreweg het best van alle isolatiematerialen die zijn onderzocht. Bij de energie-inhoud gaat het om de energie die nodig is voor winning, transport en produktie. Bij aantasting gaat het zowel om natuurlijke (ecologische) als landschappelijke waarden. Met emissie wordt bedoeld de uitstoot van schadelijke stoffen naar lucht, bodem en water. En bij het criterium afval spelen zowel afbreekbaarheid als hergebruikmogelijkheden een rol.

Een vergelijking van de energie-inhoud (de energie die nodig is voor winning, transport en produktie) van verschillende isolatiematerialen, uitgaande van isolatieprestatie, laat zien dat cellulose wat betreft energie-inhoud het beste scoort (schema 10).

Het basismateriaal, cellulosevezels, is een hernieuwbare grondstof. Bovendien wordt voor de winning ervan gebruik gemaakt van een afvalstof die in grote hoeveelheden aanwezig is, namelijk oud papier. De toevoegingen zijn niet hernieuwbaar. Boorverbindingen behoren tot de essentiële

sporenelementen. De giftigheid ervan is te vergelijken met die van keukenzout. De concentraties schadelijke stoffen als gevolg van inkten e.d. blijven ruim onder de normen die zijn gesteld voor voedingsmiddelen (Ravesloot, 1992).

Het isolatiemateriaal is opnieuw te gebruiken zonder verdere bewerkingen. De vlokken kunnen gewoon weer opgezogen worden. Wanneer het materiaal vrijkomt als afvalstof, is het niet meer milieubelastend dan kranten. Isofloc heeft in Duitsland het 'blauwe Engel' keurmerk gekregen, een symbool dat wordt toegekend aan produkten die geen schadelijk stoffen voor mens, en milieu bevatten.

Gezondheidsaspecten

Bij het aanbrengen van cellulose kunnen hoge concentraties stof ontstaan. Het dragen van stofkapjes wordt door de importeurs aangeraden. Vandaar dat wordt aangeraden dit onder gecontroleerde omstandigheden in de fabriek te doen. Over de gezondheidsaspecten door dit stof is nog niet veel bekend. Boorzouten lijken geen gezondheidseffecten zoals slijmvliesirritaties of huidklachten te veroorzaken. Wanneer het cellulose eenmaal is aangebracht en droog blijft zijn geen negatieve effecten op de bewoners te verwachten. Eerder is sprake van een positief effect op het binnenklimaat doordat de cellulose dampdoorlatend en vochtregulerend is. Er ontstaat een 'ademende' constructie (Beemsterboer, 1993).

Schema 9 Beoordeling per kilogram van isolatiemateriaal op zes milieucriteria (Anink en Korbee, 1991)

	Uitputting	Aantasting	Energie	Emissie	Gezondheid	Afval
Kurk	++	+	+	+	+	++
Cellulose	++	++	+	+	+	++
Riet	++	++	+	+	+	++
Houtwolmagnesiet	+	0	+	0	0	+
Perliet	0	0	+	0	+	0
Glaswol	-	-	0	0	0	0
Steenwol	0	0	0	-	0	0
Glasfoam	-	-	+	0	+	0
Aluminiumfolie	-	--	--	-	+	-
Poly-urethaan (PUR)	-	--	--	--	+	-
Polystyreen (PS)	-	--	--	-	+	--

++ = geen of zeer geringe milieubelasting

+ = geringe milieubelasting

0 = milieubelasting

- = aanzienlijke milieubelasting

-- = zeer grote milieubelasting

Schema 10 Energie-inhoud per m² bij isolatiewaarde R=2,5 (Anink en Korbee, 1991)

Materiaal	MJ/m ²
Cellulose	3
Aluminiumfolie	3
Glaswol	53
Kurk	39
Riet	66
Steenwol	84
Perliet	92
Glasfoam	105
Houtwolmagnesiet	116
Polystyreen	158
Poly-urethaan	244

2.2.3 Toepassingsmogelijkheden

Toepassingsmogelijkheden van cellulose zijn isolatie van vloeren, daken, wanden, plafonds en leidingschachten. Cellulose is vooral geschikt voor droge toepassingen, zoals in de houtskeletbouw en in dakdozen. Wanneer het materiaal aan grote hoeveelheden vocht (meer dan 20 vol.pct) wordt blootgesteld loopt de isolatiewaarde terug (Fraanje, 1994).

Toepassing van cellulose-isolatie vindt in Nederland alleen op kleine schaal plaats. In de Verenigde Staten en Canada wordt cellulose-isolatie vooral in de houtskeletbouw toegepast. Ook in Europese landen als Duitsland, Groot-Brittannië en in Scandinavische landen wordt cellulose-isolatie al geruime tijd gebruikt.

In Ecolonia is cellulose als isolatiemateriaal toegepast bij de hout-skeletwoningen van BEAR Architecten vanwege de relatie met het thema 'extra aandacht voor hergebruik bouwmaterialen'. Verder is het produkt toegepast in een renovatieproject te Zutphen (19 woningen) (De Groot, 1994a 1994b, 1994c), een project in Rotterdam (120 woningen) en in een aantal individuele woningen. Oorspronkelijk was het ook de bedoeling dat cellulose-isolatie ook zou worden toegepast in de woningen van het Ecodus-project in Delft, maar hier werd uiteindelijk door de gemeente (Bouw- en Woningtoezicht) geen toestemming voor verleend.

2.3 Mogelijkheden en belemmeringen

2.3.1 Juridische en bestuurlijke aspecten

Volgens de deelnemers aan het groepsgesprek speelt het programma van eisen een belangrijke rol bij de introductie van cellulose. Cellulose is meer dan alleen maar een thermisch isolatiemateriaal. Het is belangrijk dat de meerwaarde van cellulose ten opzichte van minerale wol (luchtdichtheid, gezondheidsaspecten, akoestische isolatie) in het programma van eisen opgenomen wordt. De aannemer zal dan toch aan die eisen moeten voldoen en kan niet meer voor minerale wol kiezen in de plaats van cellulose.

Pogingen om cellulose in het Stabu bestek onder te brengen stuiten op problemen omdat men niet wist in welk hoofdstuk en bij welke verwerkingsmethodiek het ondergebracht moest worden.

2.3.2 Financieel/economische aspecten

De eerste belemmering om cellulose-isolatie te introduceren is de hoge prijs ervan in verhouding tot de prijzen van steenwol, glaswol en polystyreen. De prijs wordt met name bepaald door de hoogte van de importprijzen en de noodzakelijkheid van gespecialiseerde verwerkers. Prefabricage (het van te voren aanbrengen van cellulose in gesloten elementen) is een mogelijkheid om de prijs omlaag te brengen.

De *aannemer* kan prijstechnisch met cellulose geen voordeel behalen. Hij zal het, tenzij de opdrachtgever of architect dit echt eist, daardoor in het algemeen niet gebruiken.

Een ander financieel knelpunt is het ontwikkelen van een beoordelingsrichtlijn (BRL) ten behoeve van certificering. Elders in deze paragraaf wordt geconstateerd dat het ontbreken van certificering een belangrijke belemmering is. Het laten ontwikkelen van een BRL kost echter veel geld. Met name voor kleinere bedrijven is dit een probleem. Daarom is het nuttig om samen naar een certificerende instelling te gaan.

2.3.3 Motivatie en attitude

Tot nu toe is de toepassing van cellulose in een aantal projecten het initiatief geweest van enkele (milieuvriendelijke) architecten en (particuliere) opdrachtgevers die wel extra willen betalen.

De aannemer is het moeilijkst te beïnvloeden volgens de deelnemers aan het groepsgesprek.

De traditie in de bouw werkt zo dat de aannemer het recht heeft om bepaalde dingen te veranderen in het bestek. De aannemer is uit op zijn voordeel en zal goedkopere alternatieven voor cellulose proberen aan te bieden waarbij hij een hogere marge kan opstrijken (zie ook paragraaf 2.3.2). De participanten in het groepsgesprek benadrukken dat het vaak emotionele argumenten zijn om geen cellulose te gebruiken. "Het is iets nieuws: men is bang voor vocht en muizen; deze nestelen zich trouwens ook in steenwol; en het is krantepapier dus het zou gevoelig zijn voor brand en rot". Gerefereerd wordt aan praktijkproeven waaruit blijkt dat de brandgevoeligheid van cellulose, zoals het wordt toegepast als isolatiemateriaal, 'normaal' tot 'moeilijk ontvlambaar' is. Het probleem is dat de uitkomsten van de brandwerendheidstesten die in het buitenland (Duitsland en Zwitserland) zijn uitgevoerd in Nederland niet geldig zijn, waardoor de toepassing van cellulose in Nederland alleen in niet-dragende muren wordt toegestaan.

2.3.4 Kennis en informatie

De minder geslaagde resultaten van het toepassen van cellulose in Ecolonia hebben een negatieve beeldvorming veroorzaakt onder opdrachtgevers en architecten. De droogtijd was te lang zodat de bouwstroom stagneerde en de cellulosevulling bleek in te klinken na toepassing. Ook bleek er bij het maken van dakdoorvoeren voor installaties cellulose-verlies te zijn.

Naast de negatieve beeldvorming is er bij veel opdrachtgevers, architecten en aannemers onbekendheid met het materiaal, met de milieuvoordelen en de brandveiligheid van cellulose.

Het is belangrijk dat de meerwaarde van cellulose ten opzichte van minerale wol (luchtdichtheid, akoestiek, gezondheid etc.) duidelijker wordt gecommuniceerd naar architecten en aannemers.

2.3.5 Markt- en marketingaspecten

Garanties

Het ontbreken van in Nederland geldige certificering is een van de belangrijkste belemmering voor grootschalige introductie van cellulose op de Nederlandse markt. Een aantal grote projecten waarin oorspronkelijk cellulose-isolatie gepland was (zoals in het Ecodus-project in Delft), maar dit is niet doorgegaan vanwege het ontbreken van garanties. Er zijn Nederlandse certificaten nodig, gericht op de constructies waarin het materiaal gebruikt gaat worden. Zo is vanwege het ontbreken van Nederlandse brandveiligheidsattesten (zie ook paragraaf 2.3.3) in Ecolonia het cellulose alleen toegepast in de niet-dragende gevelelementen. De importeur kon alleen buitenlandse attesten overleggen die in Nederland vanwege afwijkende testmethoden niet geaccepteerd worden.

Het is belangrijk dat een beoordelingsrichtlijn (BRL) ten behoeve van certificering specifiek voor cellulose wordt ontwikkeld. Ook gezondheidsaspecten moeten daarin aan de orde komen, omdat dat één van de punten is waarop cellulose zich in positieve zin zou kunnen onderscheiden van minerale wol. Een BRL kan een belangrijk marketing instrument zijn.

Ontwikkelingen op de markt

De houtskeletbouw vormt een potentieel goede afzetmarkt voor cellulose. Daar zijn de cellulose-bedrijven dan ook mee in gesprek. Voor het overige hebben de beide importeurs van cellulose-isolatie een 'low-profile' benadering van de markt. Reacties van bezoekers op bouwbeurzen zijn wel positief, maar voor de uiteindelijke toepassing van cellulose wachten zij liever af tot er meer ervaringen mee zijn.

Het Ministerie van VROM wil dat het houtgebruik in de bouw in Nederland de komende jaren met 20% omhoog gaat. Dat geldt met name voor zachthout. In hoeverre dit echt koersbepalend is voor de bouw is niet helemaal duidelijk, maar het is wel een beleidswens waar ook gelden voor vrijgemaakt kunnen worden. Dit biedt perspectieven voor cellulose. VROM zal echter nimmer een produkt op zich aanwijzen. Daarom zou cellulose ook als een systeem (bijvoorbeeld in de vorm van gevulde dak- of muurplaten) geïntroduceerd moeten worden, net zoals houtskeletbouw.

Pogingen om via NOVEM of SEV meer voet aan de grond te krijgen met cellulose zijn gestrand.

Bij de benadering van de markt komen de toepassingsmogelijkheden van cellulose, gericht op de Nederlandse bouwsystemen, onvoldoende uit de verf. Het produkt wordt niet als systeem voor de bouw gepresenteerd, maar als een los materiaal. Houtskeletbouwers en bouwers van dakelementen, die cellulose goed zouden kunnen gebruiken, lopen tegen het probleem aan dat er een nieuw

materiaal is waar geen spelregels bij zitten wat er wel en niet mee kan. Onduidelijk is wanneer het niet en wanneer het wel toegepast kan worden en hoe dit dan moet gebeuren. Ook een onderbouwing ten behoeve van regelgeving en testen van cellulose, toegepast in bouwsystemen zoals doosconstructies, ontbreken.

Bij het groepsgesprek is vastgesteld dat de discussie zich moet toespitsen op cellulose in bepaalde constructies. "Je zou het niet los moeten verkopen, maar verwerkt, want er kan een heleboel misgaan als de verwerking niet goed gebeurt".

De belemmeringen en mogelijkheden van cellulose zijn nauw verbonden met het bestaan op de markt van minerale vezels. De commerciële kracht van deze bedrijven is groot. De vraag is hoe cellulose zich kan onderscheiden van de minerale vezels.

Er is in Nederland een traditionele bouwmethode op het gebied van hout, waar materialen in zitten die we al jaren gebruiken, namelijk minerale wol. Cellulose is in die oude toepassing gestopt. Volgens de deelnemers aan het groepsgesprek moet er een constructie ontworpen worden, gericht op cellulose waardoor de positieve eigenschappen beter tot hun recht komen. Door de toepassingen te veranderen kan ook het hele marktaandeel veranderen. Dan lever je een speciaal produkt met eigen verwerkingsvoorschriften en kan het ook duurder zijn dan andere materialen. "De boodschap moet niet de prijsboodschap zijn, maar de boodschap dat cellulose een ander produkt is met ander eigenschappen waar andere dingen mee kunnen. De meerwaarde van cellulose moet boven tafel gehaald worden. Daarnaast moet aandacht besteed worden aan twee zaken die altijd genoemd worden bij cellulose: vocht en brand. De boodschap moet daarop gebaseerd zijn", aldus één van de deelnemers aan het gesprek.

Tijdens het groepsgesprek wordt verder vastgesteld dat een te snelle introductie op grond van de gezondheidsaspecten van minerale wol op dit moment niet verstandig is. Het komt vanzelf wel: "hetzelfde is gebeurd met hard en zacht hout. Vijf jaar geleden begonnen drie bedrijven met het lamineren van zachthout. Twee daarvan zijn over de kop gegaan omdat de tijd nog niet rijp was".

2.3.6 Factoren bij het bouwproces

Zoals hiervoor (in paragraaf 2.3.4) reeds is, waren er bij de toepassing van cellulose in Ecolonia enige problemen. Wilma Bouw vond het een belemmering dat cellulose de gang van zaken bij het bouwproces te veel stagneerde. Er werd daar volgens de 'natte methode' cellulose gespoten, maar er is te weinig tijd geweest om het uit te laten dampen. Er is direct, toen het cellulose nog nat was, aan de binnenzijde van de woningen een dampremmende laag van poly-etheen (PE)-folie toegepast.

Ofschoon verdamping naar buiten toe wel kon optreden, heeft dit het uitdroogproces vertraagd (Oldengarm, 1993; NOVEM, 1994a).

Bij het op de bouwplaats maken van dakdoorvoeren voor de installaties, viel een gedeelte van het materiaal naar buiten. Dit werd aangevuld met minerale wol. Verder bleek het cellulose na enkele dagen uitgezakt te zijn, waardoor er een niet geïsoleerde spleet in de wand ontstond, die eveneens met minerale wol is aangevuld.

Het is een traditie in het bouwproces dat de aannemer alternatieven aanbiedt voor produkten die in het bestek staan. Het is moeilijk dit soort tradities te doorbreken.

Een strategie is ervoor te zorgen dat het aanbrengen van cellulose buiten de activiteiten van de aannemer wordt gehouden. Er komt een aparte ploeg het materiaal aanbrengen, en dat wordt logistiek ingepast. De aannemer verdient er niets aan, maar heeft er ook geen last van.

2.4 Conclusies en aanbevelingen

Belangrijkste belemmeringen voor introductie van cellulose zijn de hoge prijs (in vergelijking met minerale wol) en het ontbreken van in Nederland geldige certificering. Het ontwikkelen van een beoordelingsrichtlijn ten behoeve van certificering vergt voor de kleine bedrijven een grote investering. Ook de commerciële kracht van de glas- en steenwolfabrikanten staat introductie van een nieuw, milieuvriendelijk isolatiemateriaal in de weg.

Een aantal minder geslaagde ervaringen met cellulose in proefprojecten, die ondermeer het gevolg waren van een verkeerde wijze van aanbrengen, heeft voor negatieve beeldvorming gezorgd.

Belangrijke aandachtspunten bij de marketing van cellulose zijn:

- het aangeven van de meerwaarde van cellulose ten opzichten van minerale wol (en dit opnemen in het programma van eisen);
- het promoten van constructies en toepassingen met cellulose in plaats van het promoten van cellulose als materiaal op zich;
- in Nederland geldende brandbaarheids- en produkttesten laten uitvoeren.

BIJLAGE 3

Introductie van kozijnen van onverduurzaamd naaldhout

3. INTRODUCTIE VAN KOZIJNEN VAN ONVERDUURZAAMD NAALDHOUT

3.1 Inleiding

3.1.1 Verantwoording produktkeuze

Over de mate van aantasting van tropische bossen door grootschalige commerciële houtkap lopen de meningen uiteen. Dit heeft onder meer te maken met de manier waarop die aantasting berekend wordt. De Vereniging Van Nederlandse Houtondernemingen (VVNH) stelt dat de commerciële houtkap maar voor een gering percentage (6%) verantwoordelijk is voor *bosvernietiging*. Tachtig procent van de ontbossing wordt veroorzaakt doordat de grond nodig is voor landbouwdoeleinden. De VVNH baseert zich op cijfers van de FAO.

Vereniging Milieudefensie (1994), die zich voor een deel ook op cijfers van de FAO baseert, spreekt niet over bosvernietiging maar over *bosdegradatie*. Bosdegradatie houdt meer in dan alleen vernietiging. Jaarlijks degradeert 21 miljoen hectare tropisch bos waarvan 15,4 miljoen hectare ontbost (= bosvernietiging) en 5,6 miljoen wordt aangetast door selectieve houtkap. Het aandeel van de bosbouwsector in de degradatie van tropisch bos (in totaal 21 miljoen hectare tropisch bos) moet volgens Milieudefensie dan ook langs de volgende wegen worden berekend:

- het aandeel van de bosbouwsector in de kaalslag (ontbossing) van tropisch bos (6-10% of 1,2 miljoen hectare, wat ongeveer overeenkomt met de 6% van de VVNH);
- de aantasting door selectieve houtkap (5,6 miljoen hectare).

De directe bijdrage van de bosbouwsector aan de totale bosdegradatie in de tropen is dan 6,8 miljoen hectare ofwel 32% van het totale oppervlak dat jaarlijks degradeert. Daarnaast spreekt Milieudefensie ook nog over ontbossing ná selectieve kap. Zij haalt diverse studies aan waaruit blijkt dat in de tropen minimaal de helft van de zwerflandbouw plaatsvindt in bossen die eerder door houtbedrijven zijn uitgekapt.

Ook over de manier waarop de ontbossing of degradatie van het tropisch regenwoud kan wordt vertraagd lopen de meningen uiteen. In 1991 werd het Regeringsstandpunt inzake Tropisch regenwoud vastgesteld. Eén van de onderdelen van dit regeringsstandpunt heeft betrekking op de handel in tropisch hout. De overheid streefde er naar om vanaf 1995 de import van tropisch hout te beperken tot duurzaam geproduceerd hout. In 1993 is dit opgeschort naar het jaar 2000.

De afspraken over het beperken van de import van tropisch hout tot duurzaam geproduceerd hout, zijn door de houtindustrie, overheid, vakbeweging en een aantal natuur- en milieuorganisaties vastgelegd in het Convenant Tropisch Hout.

Hart-voor-Hout, een samenwerkingsverband van Milieudefensie en Novib, wil dat de overheid haast maakt met het stimuleren van projecten voor de produktie van duurzame geproduceerd hout en vraagt de overheid om al dit jaar met een keurmerk te komen voor duurzaam geproduceerd tropisch hout en het overige tropisch hout van de markt te weren.

Volgens de Vereniging van Nederlandse Houtondernemingen (VVNH, 1994) werkt het averechts om nu te stoppen met het gebruik van tropisch hout. Er is dan geen geld, bereidheid of stimulans meer bij de produktielanden voor duurzaam bosbeheer. Nu stoppen met het gebruik van tropisch hout ontnemt ons de invloed als koper, volgens de VVNH. Bovendien loopt Nederland vooruit op de internationale afspraken die de houtconsumerende en -producerende landen hebben gemaakt.

De meningen over een directe beperking van het gebruik van tropisch hout zijn dus verdeeld. Toch heeft inmiddels een aantal grote afnemers (waaronder gemeenten, woningbouwverenigingen, projectontwikkelaars, doe-het-zelf zaken en tuincentra) besloten om het gebruik van tropisch hout te beperken tot hout uit duurzaam beheerde bossen. Omdat het in de praktijk nog moeilijk is om tropisch hout te verkrijgen dat op erkend, d.w.z. gecertificeerd, duurzame wijze is geproduceerd, is er vraag naar een goed alternatief voor tropisch hout. Een aantal timmerfabrikanten heeft ingespeeld op deze vraag. Zij hebben kozijnen ontwikkeld van onverduurzaamd naaldhout. Hieronder wordt ingegaan op de bevorderende en belemmerende factoren bij de introductie van die kozijnen.

3.1.2 Werkwijze

Met de volgende drie fabrikanten van kozijnen van onverduurzaamd naaldhout zijn individuele gesprekken gevoerd:

- Economy Garant System (EGS). EGS is een samenwerkingsverband van 5 timmerfabrikanten en 9 onderhouds- en afbouwbedrijven. EGS heeft een kozijn van onverduurzaamd naaldhout ontwikkeld en biedt dit aan in combinatie met een onderhoudskontraakt van vijftien jaar.
- Eurokozijn. Het Eurokozijn is ontwikkeld door een samenwerkingsverband van vijf timmerfabrikanten. Het gesprek is gevoerd met één van de bij Eurokozijn aangesloten timmerfabrieken: De Jong's timmerfabrieken te Bergambacht.

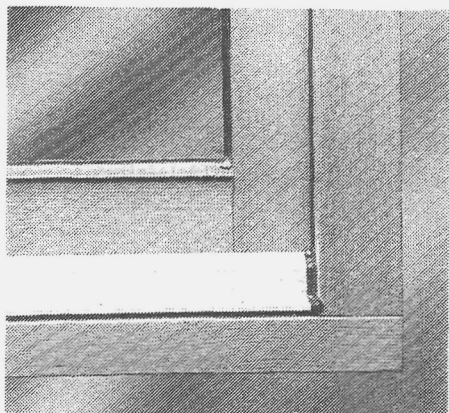
- De Vries Kozijnen, onderdeel van de De Vries Groep. Dit is in Nederland de grootste leverancier van houtprodukten voor de bouw.

3.2 Beschrijving produkt

3.2.1 Technische gegevens

De drie fabrikanten gebruiken naaldhout (zachthout) als alternatief voor tropisch hout. Door het hout te vingerlassen en/of te lamineren kunnen onregelmatigheden uit het hout gehaald worden en wordt een goede kwaliteit zachthout verkregen. Tevens wordt het hout hiermee werkingsarm gemaakt. Vingerlassen is een techniek waarbij met een frees V-vormige profielen in de kopse kanten van twee balken worden gemaakt, zodanig dat ze precies in elkaar passen. Met speciale lijm worden de balken aan elkaar vastgezet. Lamineren is het verdikken van hout door de lange kanten van latten of balken tegen elkaar aan te lijmen. Door een speciale constructie van de kozijnen (waarbij gebruik wordt gemaakt van een 'onderdorpelafdekker', vaak van kunststof of aluminium), is chemische verduurzaming van het hout bij geen van de drie kozijnen nodig (zie figuur 3).

Figuur 3. Kozijn met 'onderdorpelafdekker'



Het Eurokozijn wordt gemaakt van vurehout, EGS maakt de kozijnen van hemlock, lariks en vuren en De Vries Kozijnen levert kozijnen van oregon pine als alternatief voor tropisch hardhout.

Zowel De Vries als Eurokozijn en EGS kunnen de kozijnen leveren met watergedragen verf of high-solid verf.

EGS levert niet alleen een kozijn, maar koppelt hieraan ook het onderhoud voor een periode van 15 jaar. Het onderhoud wordt gedaan door de bij EGS aangesloten onderhoudsbedrijven. De kosten voor de totale onderhoudsperiode worden vooraf opgegeven.

3.2.2 Milieu- en gezondheidsaspecten

Het Centrum voor Milieukunde te Leiden heeft in juni 1990 een onderzoek gedaan naar milieu-effecten van de toepassing van vijf kozijntypen die zijn opgebouwd uit respectievelijk de volgende materialen: aluminium, hardhout (iroko en meranti), kunststof (PVC) en zachthout (vuren).

De eindconclusie van het rapport is dat elk kozijn type minstens op één deelaspect slecht scoort. Het meest milieuvriendelijke kozijn kan op grond van de gebruikte gegevens niet worden aangewezen. Volgens Fraanje (1990) is wel mogelijk om op grond van de gegevens die nu bekend zijn vanuit milieu-oogpunt een voorkeur uit te spreken. Wel geeft hij daarbij aan dat een subjectieve weging van bepaalde factoren daarbij een rol speelt. Aantasting van het tropisch regenwoud is volgens hem een ernstig probleem. Daarom komt hij tot de conclusie dat een kozijn van niet-verduurzaamd vurehout de voorkeur verdient boven een kozijn van iroko of meranti (tropisch hout).

Ondanks het feit dat een eenduidige maat voor de milieu-beoordeling van bouwmaterialen vooralsnog ontbreekt, wordt er door gemeenten, woningbouwcorporaties en andere actoren in de bouw al gewerkt met verschillende milieuclassificaties waarop besluitvorming over duurzame bouwmaterialen wordt gebaseerd. Wat betreft het gebruik van tropisch hardhout wordt in de handleiding Duurzame Woningbouw (Anink & Mak, 1993) voor buitenkozijnen de volgende voorkeurslijst gegeven:

voorkeur 1: duurzaam hout, onverduurzaamd naaldhout;

voorkeur 2: naaldhout met boorzuurpillen;

voorkeur 3: aluminium, verduurzaamd naaldhout;

vermijden : tropisch hardhout, PVC.

Ook de Milieuclassificatie Bouwmaterialen van het NIBE (Haas, 1994) geeft de voorkeur aan naaldhout boven hardhout. Tropisch hardhout afkomstig van ongecontroleerde kap krijgt bij deze

classificatie zelfs een 'veto' op het aspect 'uitputting'. Dit 'veto' houdt in dat het maatschappelijk niet aanvaardbaar wordt geacht. In de vier-variantenmethode van BOOM (Hoogers & Stofberg, 1992) is niet-verduurzaamd inlands naaldhout de meest milieuvriendelijke variant. Tropisch hardhout (al dan niet verduurzaamd) levert de meeste milieubezwaren op het wordt afgeraden.

Om de milieu-effecten van verschillende materialen inclusief hun onderhoudsbehoefte te vergelijken, heeft de Nationale Woningraad een model ontwikkeld, het Milieu informatie- en afwegingsmodel (MIAM). De afweging van de milieu-informatie, die moet leiden tot een milieuscore, kan op basis van prioriteiten door een gebruiker van het model zelf worden uitgevoerd.

In een voorbeeld van dit model, toegepast op buitenkozijnen en uitgerekend voor twee voorbeeldgebruikers die hun eigen prioriteiten stellen, krijgt meranti een gunstiger beoordeling dan in de bovengenoemde milieuclassificaties (Haaster & Oskam, 1992).

Duidelijk is dat een eenduidige beoordeling van milieu-effecten van kozijnen vooralsnog niet mogelijk is.

3.3 Mogelijkheden en belemmeringen

3.3.1 Juridische/bestuurlijke aspecten

Juridische en/of bestuurlijke belemmeringen voor de introductie van naaldhouten kozijnen lijken er niet te zijn. Wel verwachten de actoren van de rijksoverheid dat deze meer sturend optreedt met betrekking tot chemische verduurzaming van naaldhout. Gemeenten en opdrachtgevers stellen vaak wel eisen ten aanzien van het gebruik van hardhout, maar nog niet ten aanzien van chemisch verduurzaamd naaldhout. Gevolg kan zijn dat gekozen wordt voor naaldhout met chemische verduurzaming, in plaats van voor kozijnen van onverduurzaamd naaldhout. (Wanneer met naaldhout gewerkt wordt, staat in de regelgeving van de Stichting Keuring Hout dat chemische verduurzaming toegepast moet worden). Het ontbreken van regelgeving met betrekking tot chemische verduurzaming van naaldhout kan aldus een belemmering vormen voor de snelheid waarmee kozijnen van onverduurzaamd naaldhout geïntroduceerd worden.

3.3.2 Financieel/economische aspecten

De invloed van de aannemer in de bezuinigingsrondes van bouwprojecten is groot, volgens de respondenten. Vaak wordt onder druk van de aannemer in plaats van het milieuvriendelijke kozijn van naaldhout toch gekozen voor chemisch verduurzaamde kozijnen of kozijnen van tropisch hardhout.

Bij de EGS formule, waar planmatig onderhoud voor de eerste tien jaar gekoppeld is aan het kozijn, speelt de scheiding die veel opdrachtgevers (met name projectontwikkelaars) maken tussen stichtingskosten en onderhoudskosten een belemmerende rol. Sinds begin 1995 kunnen woningbouwverenigingen geen beroep meer doen op het rijk voor de onderhoudskosten. Ze zijn nu gedwongen om stichtingskosten en onderhoud als één geheel te zien. Dat is voor de EGS-formule een positieve ontwikkeling.

Geen van de fabrikanten heeft voor de ontwikkeling of promotie van het milieuvriendelijke kozijn financiële steun gekregen van de overheid of een aan de overheid gelieerde organisatie als NOVEM of SEV.

3.3.3 Motivatie/attitude

Het hangt in de eerste plaats sterk af van de opdrachtgever of naaldhout dan wel hardhout wordt toegepast. Bij woningbouwverenigingen kan de invloed van de achterban een factor van betekenis zijn.

Wanneer opdrachtgevers onder druk van een gemeente (bijv. een hardhout-convenant) het gebruik van hardhout weren, wil dat nog niet zeggen dat een kozijn van één van de bovengenoemde fabrikanten wordt toegepast. Omdat er door de overheid nog geen eisen worden gesteld ten aanzien van chemisch verduurzaamd hout, vormt dit laatste voor veel opdrachtgevers een alternatief voor tropisch hout, dat goedkoper is dan kozijnen van niet-chemisch verduurzaamd naaldhout.

3.3.4 Kennis en informatie

De ervaringen met vurehouten kozijnen die na de oorlog in de grote bouwstromen werden toegepast hebben geleid tot negatieve beeldvorming rond naaldhouten kozijnen. De condities waaronder vurehout destijds werd toegepast waren echter veel slechter dan nu. Er was nog geen

sprake van kunstmatige droging van hout en er waren nog geen goede lijmsorten. Bij het promoten van kozijnen van onverduurzaamd naaldhout, moeten de opdrachtgevers er van overtuigd worden dat dit nieuwe produkt beter is en dat er garanties zijn op de levensduur.

3.3.5 Markt- en marketingaspecten

Het aandeel van het naaldhouten kozijn op de totale produktie is verschillend voor de drie geïnterviewde fabrikanten. Ook hebben de drie actoren een verschillende benadering van de markt. Dit verschil komt vooral tot uiting in de mate waarin de verkopers de opdracht krijgen om speciaal het milieuvriendelijke kozijn te promoten.

De positie van het bedrijf op de kozijnenmarkt lijkt ook een factor van betekenis. Een sterke positie geeft (financiële) ruimte voor innovaties en het promoten daarvan.

Een belemmering voor de introductie van het onverduurzaamd naaldhouten kozijn kan de 'concurrentie' zijn tussen de verschillende eigen produkten. Een aantal fabrikanten verkoopt zowel hardhouten kozijnen en chemisch verduurzaamde naaldhouten kozijnen als 'milieuvriendelijke' kozijnen van onverduurzaamd naaldhout. Wanneer verkopers op pad gaan met de boodschap om opdrachten binnen te halen, zonder een specifieke opdracht om het milieuvriendelijke kozijn te promoten, is er grote kans dat een opdrachtgever die geen tropisch hout wil kiest voor het chemisch verduurzaamde naaldhout omdat dat in aanschaf goedkoper is.

Waar alle drie de fabrikanten tegen aan lopen is dat in de markt wel de discussie gaande is over naaldhout in plaats van tropisch hout, maar dat er voorbij wordt gegaan aan de kwaliteit ervan en aan chemische verduurzaming van naaldhout.

3.3.6 Gevolgen bij het bouwproces

Bij het EGS-kozijn wordt het gevelement integraal aangebracht en afgeschilderd door bij EGS aangesloten bedrijven. De aannemer kan dit als een nadeel beschouwen omdat hij zijn eigen schilders daarvoor niet kan inzetten.

De andere twee fabrikanten leveren zowel montagekozijnen (die afgelakt en beglaasd in een stelmontuur worden toegepast, voornamelijk voor de renovatiemarkt) als metselkozijnen. Dit laatste pas meer in de Nederlandse bouwtraditie.

3.4 Conclusies en aanbevelingen

De marktintroductie van kozijnen van niet-chemisch verduurzaamd naaldhout verloopt bij sommige fabrikanten goed, bij andere minder goed.

Het produkt is technisch gezien uitontwikkeld. De maatschappelijke druk om minder tropisch hout te gebruiken kan een bevorderende factor zijn. Belemmerende factor is echter hierbij het feit dat de kozijnen van chemisch verduurzaamd naaldhout door sommige opdrachtgevers en aannemers ook gezien wordt als een goed (en goedkoper) alternatief voor tropisch hardhout. Zolang de overheid hier niet sturend in optreedt, vormt dit een serieuze belemmering voor de introductie van kozijnen van niet-chemisch verduurzaamd naaldhout. De slechte ervaringen met vurehout zorgen nog steeds voor negatieve beeldvorming rond naaldhout.

Een belangrijke factor voor een succesvolle introductie lijkt ook de wijze van marktbenadering te zijn: gaan verkopers de markt op primair om het milieuvriendelijke kozijn te verkopen?

Tenslotte lijkt ook bij dit produkt, evenals bij cellulose de marktpositie van het bedrijf een rol te spelen. Hoe beter de positie, hoe makkelijker een nieuw produkt geïntroduceerd kan worden.

BIJLAGE 4

Introductie van gietvloeren op basis van anhydriet

4. INTRODUCTIE GIETVLOEREN OP BASIS VAN ANHYDRIET

4.1 Inleiding

4.1.1 Verantwoording produktkeuze

De anhydrietgebonden gietvloer is een milieuvriendelijk en arbeidsvriendelijk alternatief voor de zand-cement dekvloeren. De geschiedenis van de introductie van gietvloeren op basis van anhydriet begint eigenlijk bij de energiecrisis in de jaren '70. Het energiebeleid van de overheid richtte zich vanaf dat moment op de diversificatie van de energievoorziening. Een belangrijk onderdeel daarvan vormde de herintroductie van de kolengestookte elektriciteitscentrales. De NOVEM werd, in het kader van het Nationaal Onderzoeksprogramma Kolen (NOK), belast met het realiseren van de afzetmogelijkheden voor de reststoffen, die vrijkomen bij de verbranding van steenkool en de ontzwaveling van rookgassen, waaronder rookgas-ontzwavelingsgips (rogips) (Moonen, 1991).

In 1986 vond er vanuit NOVEM een marktverkenning plaats met betrekking tot de kansrijke toepassingen van rogips. Rogips kan in verschillende producten toegepast worden, zoals gipskartonplaten, gipsvezelplaten en gipsblokken. De NOVEM concentreerde zich op de mogelijke toepassing van rogips in gietvloeren. Daarbij had NOVEM twee hoofdtaken:

- realisatie van de productie van geschikt anhydriet op basis van rogips;
- ondersteuning bij de introductie van gietvloeren in de Nederlandse bouw.

In 1989 is in opdracht van NOVEM een onderzoek verricht naar het Nederlands marktperspectief voor gietvloeren (Broers & Partners, 1989).

In vergelijking met de composttoiletten, de cellulose en de naaldhouten kozijnen is de anhydriet-gietvloer een produkt dat veel ondersteuning heeft gekregen van de overheid. De techniek om rogips op te werken tot anhydriet van goede kwaliteit is inmiddels gerealiseerd. In Geertruidenberg staat een opwerkingsfabriek voor rogips (ROCAL).

In Nederland wordt per jaar ongeveer 12 miljoen m² dekvloer gelegd. Twee miljoen m² daarvan wordt inmiddels gegoten met anhydriet. Hoewel de verschillende partijen het er over eens zijn dat er goede marktperspectieven zijn, doen zich ook een aantal belemmeringen voor bij de verdere marktintroductie van anhydriet gietvloeren.

4.1.2 Werkwijze

Met de volgende drie leveranciers van anhydrietgebonden gietvloeren zijn individuele gesprekken gevoerd:

- Dhr. Wagelaar van Gyvlon Handelmaatschappij bv.

Gyvlon Handelmaatschappij neemt deel in ROCAL, de Nederlandse opwerkingsfabriek voor Ro-gips. Gyvlon is verantwoordelijk voor de productie en levering van het anhydrietbindmiddel aan geselecteerde specieproductiebedrijven (betoncentrales). Deze leveren de anhydrietspecie af op de bouwplaats waar het door geselecteerde vloerenbedrijven (licentiehouders) wordt aangebracht. Gyvlon levert voornamelijk voor de woningbouw.

- Dhr. van Zijp van Spaansen Vloevloeren.

Spaansen vloevloeren importeert ro-anhydriet uit Duitsland, mengt de mortels en giet de dekvloeren met eigen machines. Spaansen giet voornamelijk voor de utiliteitsbouw.

- Dhr. Bal van Beamix.

Beamix Mortelprodukten B.V. is gespecialiseerd in geprefabriceerde droge mortels. Naast cementmortels leveren zij ook een gietvloermortel op basis van Ro-gips. Er wordt voor deze mortel geen gebruik gemaakt van anhydriet maar van een soortgelijk produkt (Alpha gietvloermortel): half-hydraat calciumsulfaat. Dit bindmiddel wordt uit Duitsland geïmporteerd. De gietvloermortel (Alpha Gietvloermortel) wordt op de bouwplaats in silo's geblazen. Door een aantal geselecteerde vloerenbedrijven wordt op de bouwplaats de ingestelde hoeveelheid water toegevoegd aan de droge mortel en op de plaats van bestemming gegoten met een op de silo aangesloten mengpomp.

Naast gesprekken met deze drie leveranciers is een interview gehouden met Dhr. Schinkel van Bouwcentrum Advies bv te Maarsen, die als technisch adviseur betrokken is geweest bij de ontwikkeling van gietvloeren op basis van ro-anhydriet.

Tenslotte is, in verband met problemen die vloerbedekkers/stoffeerdere onder vinden met anhydriet gietvloeren, een telefonisch gesprek gevoerd met een vertegenwoordiger van V&D Projectinrichting te Nijmegen.

4.2 Beschrijving produkt

4.2.1 Technische gegevens****

Gewoonlijk wordt een ruwe draagvloer in een gebouw afgewerkt met een dekvloer van 30 tot 50 mm. Traditioneel gebeurt dat met een mortel van zand, cement en water die met de hand wordt aangebracht. Gietvloeren die gebonden zijn met anhydriet of met half-hydraat calciumsulfaat zijn een alternatief voor zo'n zand-cement dekvloer. Anhydriet is gips (calciumsulfaat) zonder water. Half-hydraat calciumsulfaat is gips waaraan een halve watermolecuul gebonden is.

Bij anhydriet gietvloeren fungeert het anhydriet als grondstof voor een bindmiddel dat samen met zand, water en een superplastificeerder wordt gemengd tot een gietspecie. De specie wordt via een slang op de vloer gegoten. De ontwikkeling van de super-plastificeerders (vloeimiddelen) is, naast de ontwikkeling van de opwerking van rogips, ook van belang geweest voor de ontwikkeling van gietvloeren.

Anhydriet wordt in de natuur gevonden (natuuranhydriet) maar kan ook worden gemaakt uit reststoffen die bij andere productieprocessen vrijkomen. Zo is er synthetisch anhydriet, dat vrijkomt als restprodukt tijdens de productie van fluorwaterstof. Vanwege de verminderde productie van deze stof is rookgasontzwavelingsgips tegenwoordig een belangrijke grondstof voor anhydriet.

Kenmerken van anhydrietgebonden gietvloeren zijn het zelf-nivellerend vermogen en de grotere vlakheid, grotere buig-/treksterkte en de geringe krimp. De sterkte van anhydriet maakt het mogelijk de vloer dunner te maken dan een zand/cementvloer. Anhydrietgebonden gietvloeren kunnen direct op draagvloeren van bijvoorbeeld beton worden aangebracht (zie figuur 4). Maar het is ook mogelijk de gietvloer uit te voeren als zwevende dekvloer of in combinatie met vloerverwarming. Bij een zorgvuldig uitgevoerde toepassing op een zwevende dekvloer kan een nevenvoordeel van een ('natte') anhydrietgebonden gietvloer zijn dat de bijdrage aan de geluidisolatie groter is dan van een zwevende dekvloer van (het 'droge') zand-cement (Liebrechts, 1993). En in een zorgvuldig aangebrachte gietvloer bij vloerverwarming gaat minder warmte verloren rond de warmwater-leidingen in de vloer.

**** Gebaseerd op SBR/Novem (1993), MOONEN (1991) en Beamix (1995).

Figuur 4. Het aanbrengen van een gietvloer



Wanneer de anhydriet gietvloer is aangebracht, moet de vloer eerst verharden (het kristallisatieproces). Dit duurt maximaal 72 uur. Daarna moet de vloer nog drogen. Bij gunstige omstandigheden bedraagt de droogtijd één week per centimeter. De verhardings- en droogomstandigheden bij anhydrietgebonden zijn kritischer dan bij zand-cementvloeren.

Bij sommige soorten anhydriet gietvloeren komt aan het oppervlak een dun laagje calciumcarbonaat. Dit moet verwijderd worden voordat er vloerbedekking kan worden aangebracht. Over de toepassing van een scheidende folie tussen de draagvloer en de dekvloer zijn de meningen verdeeld. Sommige deskundigen verwachten dat in de sloopfase de scheiding tussen de draagvloer en de anhydriet gietvloer geen problemen op zal leveren vanwege de geringe hechting. Anderen zijn van mening dat folie wel essentieel is in verband met hergebruik van bouwmaterialen. Daarnaast wordt folie ook nodig geacht bij vervuilde draagvloeren in renovatiepanden, bij zwevende dekvloeren, bij vloerverwarmingssystemen, bij houten vloeren of op draagvloeren die niet op tijd droog zijn.

Bij de toepassing van anhydriet gietvloeren is het belangrijk rekening te houden met de onverenigbaarheid van cement en gips onder vochtige omstandigheden. Daarom wordt er in sommige gevallen scheidende folie toegepast op draagvloeren boven vochtige ruimtes.

4.2.2 Milieu- en gezondheidsaspecten

Anhydriet is een relatief milieuvriendelijk bouw materiaal:

- er wordt gebruik gemaakt van industriële reststoffen;
- het is na sloop opnieuw te gebruiken (indien de gietvloer op scheidingsfolie is aangebracht);
- afgravingen worden vermeden.

Door de hoge dichtheid van het materiaal leveren anhydriet gebonden gietvloeren daarnaast ook een positieve bijdrage aan de geluidsisolatie, met name bij de uitvoering als zwevende dekvloeren.

Anhydriet gietvloeren zijn niet alleen een milieuvriendelijk alternatief voor zand-cement vloeren, ook de arbeidsomstandigheden bij het aanbrengen van anhydriet gietvloeren zijn gunstiger. Het handmatig aanbrengen van traditionele zand-cement afstrijkdekvloeren vergt veel van rug en knieën. Ook het bereiden van de specie is zwaar werk. Het ziekteverzuim om vloerenleggers ligt boven de 20%. De specie voor gietvloeren is vloeibaar en zelfnivellerend. De vloerenlegger kan staand of lopend werken. Het verdelen en uitvlakken van de specie (dit gebeurt met een drijfrei) kost vrijwel geen moeite.

De radioactieve straling (radongas) vanuit zowel rookgasontzwavelingsgips als uit natuurgips is gering en lager dan de straling uit andere bouwmaterialen zoals (gas)beton, baksteen en nitrogips en zeer veel lager dan het relatief sterk radioactieve fosfogips.

4.3 Mogelijkheden en belemmeringen

4.3.1 Juridische/bestuurlijke aspecten

De NOVEM heeft een belangrijke rol gespeeld bij de studie naar de opwerkingsfabriek voor roanhydriet en bij de marktintroductie van anhydriet gietvloeren. Met verschillende partners uit de hele breedte van de markt is er een stimuleringsgroep gietvloeren opgezet, wat later de Bedrijfsschapscommissie gietvloeren werd. Eén van de maatregelen ter stimulering van de introductie van gietvloeren betrof regelgeving: een opdrachtgever moeten weten aan welke prestaties een gietvloer moet voldoen. Dit heeft geresulteerd in een CUR-aanbeveling (CUR 34) en de SBR/NOVEM-brochure 292: 'anhydriet vloeren, van ontwerp tot toezicht' (CUR, 1993; SBR, 1993).

Op initiatief van de stimuleringsgroep is er voor gezorgd dat de nieuwbouw van VROM met gietvloeren werd uitgerust. Eveneens in Den Haag is een groot renovatiepand met gietvloeren uitgerust. De steun van de NOVEM is inmiddels afgelopen.

Een gemeente kan door middel van eisen te stellen aan duurzaam bouwen een anhydrietvloer afdwingen. Zo zijn in het convenant Duurzaam Bouwen in Den Bosch gietvloeren voorgeschreven. Tevens wordt daarin beschreven dat er een folielaag tussen de draagvloer en de dekvloer moet worden aangebracht vanwege hergebruik van materialen na sloop.

4.3.2 Financieel/economische aspecten

De prijs van een dekvloer is vaak een doorslaggevend criterium voor het al dan niet toepassen van gietvloeren. Anhydriet gietvloeren zijn iets duurder dan zand-cement vloeren. Een voordeel van anhydriet is dat er per dag veel meer vierkante meters gelegd kunnen worden. Bij grote oppervlakken wordt het dus voordeliger om anhydriet toe te passen. Bij kleine hoeveelheden anhydriet worden de extra kosten vooral gevormd door de pompinstallatie plus man-uren (schoonmaak van de pomp, uitrollen van de slangen etc.).

Omdat de prijzen van de zand-cementvloeren de laatste decennia nauwelijks zijn gestegen en in feite te laag zijn, worden de prijzen voor gietvloeren ook kunstmatig omlaag gebracht. Gyvlon hanteert een stimuleringsregeling voor de aangesloten vloerenbedrijven, gericht op het toepassen van gietvloeren. Deze regeling is bedoeld om een marktaandeel van anhydriet gietvloeren ten koste van de zand-cement vloeren te verwerven.

Een probleem is dat aannemers soms opgezeald worden met hoge kosten door de vloerbedekkers. Deze rekenen, vanwege de onbekendheid met het materiaal, soms hogere kosten voor de vloerbedekking wanneer er een anhydriet dekvloer ligt.

Het gebruik van een scheidende folie maakt de vloer duurder. Dat is ongunstig in verband met de concurrentie met zand-cement dekvloeren. De opdrachtgever zal over het algemeen geen geld willen betalen voor folie in verband met hergebruik van materialen over meer dan 40 jaar. Het is daarom belangrijk dat het folie meegecalculeerd wordt in het bestek.

4.3.3 Motivatie en attitude

De ontwikkelingen in de bouw gaan steeds meer richting anhydriet gietvloeren. Voor de vloerenbedrijven en aannemers zijn de gunstige arbeidsomstandigheden en de daling van het ziekteverzuim belangrijke motieven om vóór anhydriet gietvloeren te kiezen. De rol van de opdrachtgever en architect wordt echter cruciaal geacht. Er wordt vaak gewerkt met standaardbestekken waarin een zand-cement vloer staat voorgeschreven. Het is belangrijk dat anhydriet gietvloeren in het bestek komen. Anders wordt de prijs het doorslaggevend criterium bij de aannemers. Zodra deze in concurrentieslag moeten is de motivatie om te kiezen voor anhydriet gietvloeren vaak verdwenen.

Voor een organisatie als het Sociaal Fonds Bouwnijverheid is het terugdringen van het ziekteverzuim belangrijk. Zij schrijven dan ook sinds enige tijd gietvloeren in hun bestekken voor. Bij de Rijksgebouwendienst is dit ook het geval.

Omdat Beamix van huis uit cementgebonden produkten verkoopt, is het bedrijf ook bezig met de ontwikkeling van een cementgebonden gietvloer. De gietvloer op basis van gips fungeert als een soort voorloper voor de nog ontwikkeling zijnde cementgebonden gietvloer. De bedoeling is dat beide produkten hun eigen plaats krijgen in de bouw.

Een andere motivatie om voor anhydriet gietvloeren te kiezen is dat per uur veel meer vierkante meters kunnen worden gemaakt. Omdat de technologie dit vereist, verloopt de organisatie van het aanbrengen van de dekvloer meestal beter dan bij de zand-cement vloeren. Het heeft dus logistieke voordelen voor een aannemers om te kiezen voor anhydrietgebonden gietvloeren.

4.3.4 Kennis en informatie

In het verleden zijn fouten gemaakt bij het toepassen van anhydriet gietvloeren. Het ging hierbij om bouwfysische- en uitvoeringsfouten. Dat heeft tot gevolg dat veel aannemers kiezen voor de zekerheid van de traditionele zand-cementvloer.

Om die 'erfenis' te ontzenuwen besteden de bedrijven veel aandacht aan informatieoverdracht.

Er is inmiddels een cursus opgezet voor de vloerenbedrijven over het toepassen van gietvloeren. Gyvlon heeft er voor gezorgd dat anhydrietvloeren nu goed opgenomen zijn in het Stabu-bestek. Dit is op een diskette uitgezet bij architecten. De lijmfabrikanten hebben verlijmingsvoorschriften voor anhydrietvloeren opgesteld.

Dat anhydriet radio-actief zou zijn, een verhaal dat momenteel in de bouw de ronde zou doen, is tegengesproken door onderzoek van zowel INTRON als TNO.

De veronderstelling dat gietvloeren niet toe te passen zouden zijn bij vloerverwarming, is gebaseerd op het feit dat het *achteraf* aanbrengen van vloerverwarming bij gietvloeren op moeilijkheden stuitte omdat het frezen van sleuven in de vloer bij anhydriet moeilijker is dan bij zandcement. Anhydriet leent zich juist goed voor vloerverwarming omdat de verwarmingsbuizen volledig omhuld kunnen worden ingegoten zodat weinig warmteverlies ontstaat.

Ook blijft het verhaal de ronde doen dat in natte ruimtes geen gietvloeren gebruikt kunnen worden, terwijl dat wel kan wanneer er aandacht wordt besteed aan een goede combinatie van de verschillende elementen (folie, dekvloer, lijm).

Er moet met name naar architecten en vloerenbedrijven duidelijker gemaakt worden wat de beperkingen zijn van gietvloeren. Doordat er te weinig rekening is gehouden met de beperkingen van gietvloeren, zijn er schades ontstaan die vervolgens het beeld beïnvloed hebben.

De informatie over de toepassing van vloerbedekking op anhydriet gietvloeren is vaak niet duidelijk of onjuist. In sommige gevallen wordt ten onrechte een egaliseerlaag voorgeschreven door lijmfabrikanten, terwijl dit niet nodig is.

4.3.5 Markt- en marketingaspecten

Marktbenadering

De drie geïnterviewde bedrijven hebben alle drie een andere benadering van de markt.

De strategie van Gyvlon is gebruik te maken van bestaande logistieke structuren (speciecentrales en vloerenbedrijven). Aan de 12 geselecteerde betoncentrales is de eis gesteld te investeren om anhydriet-specie te kunnen maken. De betoncentrales hebben vaak al een unit voor alternatieve produkten naast de betonmortel. Anhydriet vereist een aparte installatie, afweging, menging en opslag vanwege de onverenigbaarheid van cement en anhydriet. De speciecentrales zijn directe partners van Gyvlon Handelsmaatschappij. De vloerenbedrijven zijn indirecte partners: 17 vloerenbedrijven zijn licentiehouder van Gyvlon. Deze geselecteerde vloerenbedrijven zijn niet zozeer de kleine zelfstandigen zonder personeel, maar zijn bedrijven die de potentie hebben om te kunnen groeien en mee te denken over de ontwikkeling van gietvloeren. Bovendien moeten zij bewust bereid zijn om te investeren in gietvloeren in plaats van zand-cement vloeren, zodat op termijn zij alleen nog maar gietvloeren leveren. Het voordeel van het gebruik maken van de bestaande vloerenbedrijven is dat de bedrijfstak al contacten heeft met de aannemerij. Het

vloerenbedrijf neemt de vloer aan van de hoofdaannemer en probeert waar mogelijk een beoogde vloer van zand-cement te vervangen door anhydriet. Een doelgroep waar Gyvlon zich speciaal op richt zijn de architecten. Ten behoeve van hen is een diskette uitgebracht waarin in Stabu-bestekvorm anhydrietvloeren zijn opgenomen.

Bij Spaansen is de aannemer primair degene waarop men zich richt. Met name de uitvoerdersvriendelijkheid, de service en logistiek die Spaansen levert zijn verkoopargumenten. Spaansen erkent wel het belang van het bewerken van architecten, zodat anhydriet voorgeschreven wordt in het bestek. De marketing-strategie van Spaansen is 'alle dagen kwaliteit maken', het werk komt dan vanzelf wel. Daarom wordt er ook niet zo veel geld/tijd vrijgemaakt om aan promotie, bijv. richting architecten, te doen.

De gietvloermortel van Beamix wordt door een aparte vloerenafdeling van Beamix gepromoot, los van de andere producten van Beamix. Ook Beamix ziet het benaderen en informeren van architecten als een belangrijk aspect van de marketing. Daarnaast is begeleiding van de vloerenbedrijven een aandachtspunt. Belangrijker dan marktvergroting is op dit moment een goede en constante kwaliteit.

Certificering

Een dekvloer wordt niet belangrijk gevonden door aannemers en er worden daardoor weinig eisen aan gesteld. Zand-cementvloeren zijn niet gecertificeerd. Er is wel een NEN-norm (NEN 2741), maar er wordt niet streng op gecontroleerd. Ook zijn er geen sancties wanneer niet wordt voldaan aan de norm. De handhaving van kwaliteitsnormen is een probleem in Nederland. In Duitsland zijn er veel strengere controles op kwaliteit. Er wordt wel steeds meer gewerkt met prestatiebestekken, dus ook bij zand-cement zal de kwaliteit moeten verbeteren. Wanneer zand-cement wel gecertificeerd zou zijn, is een betere prijs-prestatie vergelijking met gietvloeren mogelijk.

De aannemer heeft belang bij een goede kwaliteit dekvloer want hij is de aanspreekpersoon voor de opdrachtgever. Van belang is wie verantwoordelijk is voor de toplaag van de vloer. Wanneer een vloerbedekker/stoffeerder nog geen vloerbedekking kan leggen omdat de dekvloer te vochtig is of onvoldoende 'plakrijp' opgeleverd wordt, kan de oplevering van een bouwwerk vertraging oplopen. Het vloerenbedrijf wordt door de aannemer daarop aangesproken. Het vloerenbedrijf kan vervolgens de leverancier van de mortel aanspreken, als bijvoorbeeld een te natte specie de oorzaak van de schade is.

De certificering van gietvloeren is traag op gang gekomen. Een branche-vereniging voor gietvloeren ontbreekt. Er is wel een CUR-aanbeveling tot stand gekomen, maar die is niet bindend en is te ruim opgezet qua voorwaarden en inhoud (CUR, 1993). Een nationale beoordelingsrichtlijn

voor het bindmiddel, de specie of de applicatie is er nog niet. Certificering is één van de onderwerpen die aan de orde komen op de komende bijeenkomst van de gietvloerenproducenten.

Volgens Beamix zou meer naar het totale vloersysteem (de 'sandwich') gekeken moeten worden: de ondervloer, de dekvloer, de lijm en de vloerbedekking. Die verschillende lagen moeten op elkaar afgestemd zijn. Gyvlon en Spaansen zien meer in aparte certificering voor de grondstof (anhydriet), de mortelspecie en de vloer.

Gyvlon heeft een eigen reglement kwaliteitsborging opgesteld voor de drie onderdelen van het systeem: de grondstof, de specie en de verwerking. Ook Spaansen heeft een eigen certificeringstraject ingezet.

4.3.6 Gevolgen bij het bouwproces

Toepassing van anhydriet gietvloeren vereist een bijstelling van de planning van het bouwproces, met name bij de woningbouw omdat het pas rendabel is om een heel blok woningen tegelijk te gieten.

Al naar gelang de omstandigheden kan de droogtijd van een anhydriet gietvloer variëren van 1 cm per week tot 1 cm per drie weken (bij dekvloeren van circa 5 cm dikte). Omdat er hogere eisen worden gesteld aan de droog-omstandigheden is het belangrijk dat er goede instructies worden gegeven aan aannemers en stukadoors. Omdat gietvloeren een afbouwproduct zijn, worden ze tegen de einddatum van de oplevering aangebracht. Er is dan weinig speelruimte meer voor het geval de droging trager is dan verwacht was.

Het werken met anhydriet gietvloeren vereist in het algemeen van de vloerenleggers meer precisie en expertise dan het werken met zand-cement. Het is specialistisch werk. Tot nu toe heeft de vloerenbranche zich in het algemeen gekenmerkt door een lage deskundigheid (Broers & Partners, 1989). Een aantal vloerenbedrijven die met anhydriet gietvloeren op de markt kwamen, konden niet aan de kwaliteitseisen voldoen. Dit heeft tot gevolg gehad dat er fouten zijn gemaakt die schade tot gevolg hadden.

Ook voor de vloerbedekker heeft de toepassing van anhydrietvloeren gevolgen. De vloerbedekker wil pas gaan leggen wanneer het vochtpercentage 0,5% is (bij dampdichte vloerbedekking). Door een te langzame droging en de consequenties daarvan voor het aanbrengen van vloerbedekking kan een project dus vertraging oplopen. De aannemer is degene die hierop wordt aangesproken door de opdrachtgever.

Een recente ontwikkeling is dat de dekvloer en de vloerstoffering steeds vaker in één hand komen. Dat wordt door de leveranciers als een gunstige ontwikkeling gezien omdat het vloerenbedrijf zich daardoor meer verantwoordelijk gaat voelen voor de kwaliteit. Een andere ontwikkeling is dat afbouwbedrijven (zoals stukadoors) steeds vaker vloeren erbij nemen.

4.4 Conclusies en aanbevelingen

De gietvloer op basis van rogipsanhydriet is op zich een technisch uitontwikkeld produkt. Een gevoelig punt blijft de zorgvuldigheid die nodig is ter voorkoming van vochtproblemen en een te trage opdroogsnelheid. Het werken met anhydriet vereist een zorgvuldigheid en organisatie die bij veel vloerenbedrijven die gewoonlijk werken met zand-cement niet gebruikelijk is. Een knelpunt is ook dat de toepassing in de praktijk op problemen stuiten bij de vloerbedekkers/ stoffeerdere, vanwege een vereiste andere afwerkingsmethode van de dekvloer en de toepassing van de juiste egaliseermiddelen en lijmen. De belemmeringen voor marktintroductie hebben te maken met onjuiste informatie, onbekendheid met het materiaal en 'rondzingende' verhalen over fouten die gemaakt zijn met anhydrietvloeren. Dit speelt bij alle partijen in het bouwproces, van architect tot vloerbedekker.

Ondanks het beschikken over een CUR-aanbeveling worden nadere acties noodzakelijk geacht ten behoeve van certificering en kwaliteitscontrole. Dit moet dan niet alleen betrekking hebben op gietvloeren, maar ook op de traditionele zand-cement vloeren. En tevens zouden daarbij gebruikaspecten (zoals stoffering, onderhoud) betrokken moeten worden.

Van essentieel belang is dat de gietvloeren met anhydriet of met een half-hydraat calciumsulfaat in prijs en kwaliteit kunnen concurreren met de traditionele zand-cement vloeren. Het blijkt dat de prijs van de gietvloeren kunstmatig laag moet worden gehouden om toegang te kunnen krijgen op de markt. Dit terwijl de prijs van de zand-cement vloeren, reeds op een zeer laag niveau ligt. In feite betekent dit dat alleen bedrijven die in staat zijn voldoende inkomsten te genereren uit andere produkten of die gebruik (hebben) kunnen maken van subsidies, anhydriet gietvloeren op de markt kunnen brengen. Deze bedrijven gaan toch door met anhydriet gietvloeren omdat het marktperspectief gunstig wordt geacht in verband met de aangescherpte eisen die door de overheid ten aanzien van arbeidsomstandigheden zijn gesteld. En tevens komt dit omdat het alternatief van vloeibare cement-vloeren nog ontbreekt. De ontwikkeling ervan stagneert.

Reprografie: PG-TNO
Projectnummer: 40019