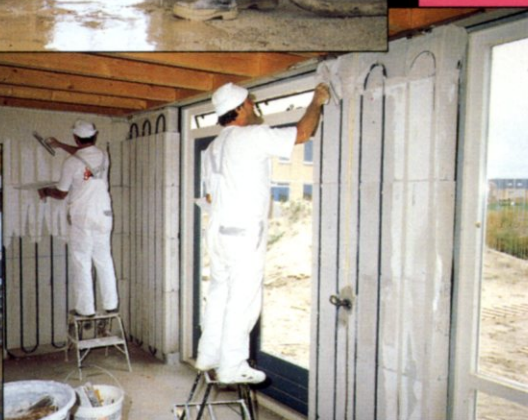


5 Uitvoeringsaspecten van milieubewust bouwen

Nederlandse onderneming voor energie en milieu bv
Novem



De praktijk van milieubewust bouwen	4	Ervaringen per bouwproject	
- Kwaliteit verbeteren	4	- Extra aandacht voor het terugdringen van warmteverliezen	16
- Garanties en risico's	4	(<i>Bakker Boots Van Haaren Van der Donk architectenbureau, Schagen</i>)	
- Invloed vormgeving	5	- Extra aandacht voor het benutten van zonne-energie	18
- Acceptatie door bewoners	5	(<i>Architectenbureau J.P. Moehrlein, Groningen</i>)	
- Toelevering aan zet	6	- Extra aandacht voor energiegebruik bij bouwen en wonen	20
- Samenwerking bepalend	6	(<i>Architectenbureau Hopman bv, Delft</i>)	
Uitvoering van het stedenbouwkundig plan	7	- Extra aandacht voor beperken van watergebruik en hergebruik bouwmaterialen	22
- Waterbehandeling	8	(<i>BEAR Architecten, Bureau voor Ecologie Architectuur en Renovatie, Gouda</i>)	
- Openbare groenvoorziening	8	- Extra aandacht voor lange levensduur onderhoudsarme bouwmaterialen en organische architectuur	24
- Inrichting openbare ruimte	8	(<i>Architectenbureau Alberts & Van Huut, Amsterdam</i>)	
- Afvalinzameling	9	- Extra aandacht voor flexibel bouwen en wonen	26
Uitvoeringservaringen in detail	10	(<i>Lindeman c.s. Architecten en Ingenieurs, Adviseurs energiebeheer, Cuijk</i>)	
- Vloeren	10	- Extra aandacht voor geluidisolatie binnen en buiten de woning	28
- Kozijnen en gevels	10	(<i>Werkgroep Woningbouw en Energiebesparing, vakgroep FAGO, TU-Eindhoven</i>)	
- Daken	11	- Extra aandacht voor gezondheid en veiligheid	30
- Isolatiemateriaal	12	(<i>Bureau voor energie-ontwerp, architectuur en stedenbouw Peter van Gerwen, Amersfoort</i>)	
- Installaties	13	- Extra aandacht voor bio-ecologisch bouwen	32
- Secundaire grondstoffen	14	(<i>Architectenbureau Archi Service, 's-Hertogenbosch</i>)	
- Luchtdichtheid	14	Literatuuroverzicht	34
- Riolering	15	Gebruikte afkortingen	35
- Bouwafval en scheiden van huisafval	15		

Op weg naar Ecolonia (5)

Eén stedebouwkundige, negen architecten, twee aannemers, een projectontwikkelaar en een begeleidingsteam van deskundigen. Dat zijn de betrokkenen bij Ecolonia als de eerste paal in 1991 de grond in gaat. Zij staan dan voor de taak zoveel mogelijk bestaande kennis over milieubewust bouwen in de praktijk ten uitvoer te brengen. Twee jaar later is Ecolonia voltooid. In die tussentijd is er vergaderd en gebouwd, onderzocht en aangepast, veranderd en verbeterd. Niet alles bleek mogelijk, en niet alles dat mogelijk was bleek milieubewust. Het was een interessant leerproces voor alle betrokkenen, waarin veel nieuwe kennis is opgedaan. En niet minder belangrijk, het resultaat is een kwalitatief hoogwaardig project. Met de bouw van Ecolonia zijn weer enkele stappen gezet op de weg naar duurzaam bouwen en wonen. Omwegen zijn onderkend en kunnen in het vervolg worden vermeden. Op een aantal kruispunten kan nu de juiste weg

worden gekozen. Het 'Ecoloniseren' kan beginnen, terwijl ondertussen de (onder)zoektocht naar het ware Ecolonia kan doorgaan.

Op 29 september 1993 werd Ecolonia officieel geopend als bewijs dat milieubewust bouwen veel dichterbij is dan de dagelijkse bouwpraktijk doet vermoeden. Deze brochure heeft het uitvoeringsproces van de ontwerpen die zijn besproken in de brochure 'Op weg naar Ecolonia 4' als onderwerp. Het is geen overzicht van alle genomen maatregelen, maar een bespreking van voorgestelde uitvoeringsaspecten na uitvoering in de praktijk. Tenminste, voor zover dit nieuwe gezichtspunten opleverde. Voor een totaalbeeld van de mogelijkheden dienen beide brochures naast elkaar gebruikt te worden.

Kostenaspecten van de getroffen maatregelen in relatie tot de milieukwaliteit komen aan de orde in de brochure 'Op weg naar Ecolonia 6'.

Novem bv
Postbus 17
6130 AA Sittard
Telefoon 046-595295

Bouwfonds Woningbouw bv
Postbus 15
3870 DA Hoevelaken
Telefoon 03495-39111

ISBN 90-72130-64-2

De praktijk van milieubewust bouwen

Ecolonia is geen experiment, maar een demonstratieproject voor milieubewust- en energie-efficiënt bouwen en wonen. De woningen zijn ontwikkeld voor de kopersmarkt en gebouwd onder GIW-garantie. Dat stelt eisen aan de (gebruiks)kwaliteit van de toegepaste constructies, materialen en voorzieningen. Maar het stelt ook bijzondere voorwaarden aan bij de uitvoering betrokken partners. Welke lessen zijn uit de uitvoeringservaringen te trekken?

Kwaliteit verbeteren

Kwaliteitsverbetering van bouwwerken vraagt om een steeds grotere nauwkeurigheid. De (maat)toleranties worden kleiner als gevolg van hogere eisen aan de gebruiksmogelijkheden, en aan architectonische, bouwtechnische en milieukwaliteiten. Dat leerde het verleden, waarin de toepassing van geprefabriceerde bouwonderdelen toenam. Het bleek ook één van de belangrijkste ervaringen tijdens de bouw van Ecolonia. Of het nu de geluidisolatie, het energiegebruik of een stofvrij binnenmilieu betrof, tijdens de bouwperiode vroeg de uitvoeringsnauwkeurigheid voortdurend aandacht. De geconstateerde speciebaarden in ankerloze spouwmuren en luchtlekken bij leidingdoorvoeren zijn voorbeelden van slordig werken die na controle hersteld konden worden.

Industrieel bouwen kan bijdragen aan kwaliteitsverbetering. In een fabrieksmatig productieproces is het makkelijker bouwonderdelen maatvast samen te stellen en productie-afval te beperken dan op de bouwplaats. Aan de andere kant verdient het arbeidsintensieve en handmatige karakter van bouwen een zekere voorkeur vanwege het geringe beslag op primaire energiebronnen. Er dient een evenwicht tussen deze twee uitersten te ontstaan. Ook op in weer en wind vervaardigde, steeds weer unieke projecten moet onder andere de kozijn-muuraansluiting nauwkeurig kunnen worden uitgevoerd. Kiezen voor de juiste bouwwijze kan de oplossing brengen. Bijvoorbeeld door eerst het kozijn te stellen en daar tegenaan te metselen. Een nauwkeurige bouwmethode die tegenwoordig helaas vanuit kostenoverwegingen achterwege wordt gelaten.

Aanpassen van de bouwopleiding vormt een andere invalshoek. Deskundigen spreken over het maken van een woningschil met fysische eigenschappen. Bouwplaatspersoneel heeft het over een vloer, een wand of een dak. Zij moeten met milieubewuste bouwmaterialen leren

werken. Zij moeten ook leren dat een hamer die op een luchtdichte keramische vloer valt een lekke vloer tot gevolg heeft. En dat het maken van een leidinggat in een sandwichpaneel, gevuld met milieuvriendelijke papiercellulose, speciale aandacht vraagt om bouwfysische problemen te voorkomen. Door het leren omgaan met andere materialen en technieken moet milieubewust bouwen maakbaar worden. De kwaliteit van de uitvoering moet van meerdere kanten komen. Het begint al op de tekentafel van de architect en bij de toeleverende industrie. Vervolgens speelt het kwaliteitsbeheersingssysteem van het bouwbedrijf en beter opgeleid personeel een rol, ook bij onderaannemers. De conclusie moet zijn: niet alleen denken in constructie(belasting) maar ook in milieu(belasting).

Garanties en risico's

Tijdens de uitvoering kwam naar voren dat de bouwpraktijk achter loopt bij de laatste ontwikkelingen. Op zich niet vreemd, maar in Ecolonia wel een belemmering. Voorbeelden? Garantie op producten was in sommige gevallen alleen mogelijk indien naden met PUR-schuim werden gevuld, ook al leek dat niet nodig. In andere gevallen konden de leveranciers alleen maar buitenlandse attesten en certificaten overleggen. Veel kleinere producenten en vertegenwoordigers ontbreekt het aan financiële middelen om de vaak hoge kosten van certificering te betalen. Hierdoor komen soms nieuwe milieubewuste alternatieven niet in aanmerking. Zowel opdrachtgevers, ontwerpers, bouwbedrijven, controlerende instanties en toeleveranciers zullen zich moeten inspannen om waar mogelijk nieuwe technieken en materialen een kans te geven. Het Garantie Instituut voor de Woningbouw geeft in een aantal gevallen het goede voorbeeld.

Een andere remmende factor is de steeds meer in deelprocessen gesplitste organisatie van het bouwproces. Daardoor draagt niet één enkele bouwpartner het risico en levert de garanties, maar is het een netwerk van gedeelde verantwoordelijkheden. Dat verkleint de motivatie tot vernieuwing en bemoeilijkt de samenwerking om tot een geïntegreerd en gegarandeerd bouwwerk te komen.

Een aantal maatregelen in Ecolonia viel buiten de GIW-garantie. De projectontwikkelaar nam in deze gevallen het risico op zich. Voorbeelden zijn: vuren kozijnen, natuurverven, anhydrietgebonden gietvloeren, vegetatiedaken, cellulose

isolatiemateriaal, holle baksteenvloeren, maar ook voorzieningen als de warmtewand en zonneboilers (certificering in voorbereiding). De in Ecolonia opgedane ervaringen met het toepassen van minder bekende milieubewuste materialen en voorzieningen worden door het Garantie Instituut Woningbouw gebruikt om de GIW-garantie waar mogelijk aan te passen.

Invloed vormgeving

Sinds de industriële revolutie hebben de technische mogelijkheden zich steeds verder uitgebreid. Messcherpe dakrandaansluitingen, grote overspanningen en daardoor bredere gevelopeningen, fijnere detailleringen door beter bewerkbare materialen, evenals alle denkbare kleuren zijn mogelijk. En voor moderne zaagmachines is geen enkele figuur een probleem. Toch blijft het opletten. Onbehandeld Western Red Cedar blijkt enigszins uit te logen, waar-

door de aansluiting op het metselwerk veel aandacht vraagt, ter voorkoming van vlekken op onderliggende lichtgekleurde bakstenen. Fraaie hoekoplossingen en schuin op elkaar aansluitende wanden veroorzaken extra bouwafval en veel materialen die vanuit het milieu de voorkeur hebben, blijken niet leverbaar in door de architect gewenste kleuren.

Tijdens de bouw van Ecolonia is soms met man en macht gezocht naar een compromis.

Voorbeeld daarvan zijn de dakgoten. De voorkeur ging uit naar vurehouten goten, afgewerkt met EPDM. Het blijkt dan dat de detaillering goed voorbereid moet worden, wil het in de praktijk ook uitvoerbaar zijn. Om die reden is in veel gevallen toch uitgeweken naar een alternatief, zoals zink.

Geheel ten onrechte zou de indruk kunnen ontstaan dat milieubewust bouwen leidt tot standaardoplossingen. De gevarieerde architectuur in Ecolonia laat zien dat er meerdere oplossingen zijn te bedenken voor één bouwkundig probleem. Wat helemaal past in de filosofie van de stedeboekkundige. Hij toont in Ecolonia aan dat een woonwijk levensvatbaarheid bezit als er voldoende kwaliteit is om deze ook te behouden. De wijk straalt dat kwaliteitsniveau nu reeds uit.

Uiteindelijk blijft milieubewust bouwen een kwestie van kiezen uit een overweldigend aanbod van mogelijkheden, die zowel de persoonlijke beleving als het milieu geen geweld aan doen. Een keuze die, mede op basis van de ervaringen in Ecolonia, concreet vorm kan krijgen in materiaalvoorkeuren van opdrachtgevers en gemeentelijke bouwdiensten.

Acceptatie door bewoners

'... voor een aantal projecten is gekozen voor vurehouten plinten die beplakt zijn met papier (milieu-aspecten: geen hardhout, zo min mogelijk verfwerk). Vanwege de kans op vervuiling hebben wij gekozen voor de kleur lichtgrijs. Deze plinten blijken toch esthetische bezwaren te hebben:

- de zaagkant (kopse kant) is hier en daar zichtbaar en blijft onbehandeld;

- spijkergaatjes blijven zichtbaar.

Het is ecologisch gezien een verantwoorde keus, doch de acceptatie van de kopers blijkt gering te zijn, gezien de vele opmerkingen hierover bij de opleveringen. In de toekomst zal nog moeten blijken of het papier van het hout valt te scheiden en of dit dan tot herbruikbare grondstoffen/materialen is terug te leiden...'

Uitgangspunten voor de milieumaatregelen

Bij de start van de planvorming voor Ecolonia in 1989 zijn de voorwaarden geformuleerd waaraan de woningontwerpen zouden moeten voldoen, gebaseerd op de toenmalige kennis van zaken. Dit programma van eisen bestond uit drie onderdelen:

1. Een algemeen programma van eisen, waarin aan milieubewuste en energie-efficiënte woningen te stellen voorwaarden zijn vastgelegd.
2. De eisen voortvloeiend uit de drie beleidslijnen van het Nationaal Milieubeleidsplan:
 - energie-extensivering;
 - integraal ketenbeheer;
 - kwaliteitsbevordering.
3. De extra aandachtsgebieden, waarvan iedere architect er één kreeg toegewezen. (De invulling hiervan is vermeld bij de projectbeschrijvingen.)

De gestelde voorwaarden zijn gericht op de volgende onderwerpen:

- Toepassen van milieubewuste materialen voor binnen- en buitenriolering.
- Toepassen van betonpuingranulaat als toeslagmateriaal.
- Vermijden van tropisch hardhout.
- Gebruik van extra isolerend dubbelglas (HR-glas) in de woningen.
- Toepassen van anhydrietgebonden gietvloeren met rookgasontzwavelingsgips.
- Aanbrengen van waterbesparende voorzieningen.
- Kiezen voor de minst schadelijke verven en verduurzamingsmiddelen.
- Vermijden van CFK's in toe te passen materialen.
- Scheiden van (huishoudelijk) afval.
- Beperken van energiegebruik tot $\leq 300 \text{ MJ/m}^3$ woninginhoud, of $\leq 220 \text{ MJ/m}^3$ voor woningen gebouwd volgens de beleidslijn 'Energie-extensivering'.
- Gebruik van zonneboilers (indien de lokatie het toelaat).
- Gebruik van passieve zonne-energie.
- Voorkomen van toepassing bitumineuze producten.
- Voorkomen van toetreding radon in de woningen.
- Gebruik van installaties voor ruimteverwarming met een HR-low NO_x -ketel.

Uitvoeringsgegevens Ecolonia

Stedebouwkundig plan

Opdrachtgever	: Gemeente Alphen aan den Rijn
Stedebouwkundige	: Atelier d'urbanisme, d'architecture et d'informatique Lucien Kroll, Brussel
Groenvoorziening	: Copijn Groenadviseurs bv, Utrecht
Uitvoering	: Gemeentewerken Alphen aan den Rijn

Woningen

Opdrachtgever	: Bouwfonds Woningbouw bv, Delft
Architecten	: Bakker Boots Van Haaren Van der Donk architectenbureau bv, Schagen J.P. Moehrlin, architect, Groningen Architectenbureau Hopman bv, Delft BEAR, Buro voor Ekologie, Architectuur en Renovatie, Gouda Architectenbureau Alberts & Van Huut, Amsterdam Lindeman c.s., Architecten en Ingenieurs, Adviseurs energiebeheer, Cuyk Werkgroep Woningbouw en Energiebesparing, vakgroep FAGO, faculteit Bouwkunde TU-Eindhoven Bureau voor energie-ontwerp, architectuur en stedebouw Peter van Gerwen, Amersfoort Architectenbureau Archi Service, 's-Hertogenbosch
Uitvoering	: Ostade Bouw- en aannemingsbedrijf, Schiedam Wilma Bouw bv, Den Haag
Installaties	: Feenstra Verwarming bv, Lelystad

Voornoemde passage komt uit een verslag van een bouwvergadering. Typisch voorbeeld van de opgedane ervaringen: milieubewuste keuzes wijken soms af van het alledaagse en worden niet altijd geaccepteerd door woningkopers. Het voorbeeld maakt duidelijk waarom opdrachtgevers soms voorzichtig zijn met het voorschrijven van nieuwe materialen en voorzieningen. Een onverkoopbaar huis vermindert de animo om milieubewust te bouwen. Om deze reden zijn er in Ecolonia innovatieve ontwikkelingen uit het programma van eisen geschrapt, zoals de vloekas en het composttoilet. Enerzijds omdat deze voorzieningen zich nog in een experimenteel stadium bevinden, maar vooral vanwege de verwachte acceptatieproblemen door kopers.

Toelevering aan zet

Om milieubewust te kunnen bouwen moeten alle partijen meewerken. Dat vergt aanpassingen bij alle betrokkenen, ook de toeleverende industrie. Deze moet bereid zijn waar nodig productie, detaillering en afwerking aan te pas-

sen. Tijdens de uitvoering van Ecolonia bleek dat de toeleverende industrie nog onvoldoende is ingespeeld op de groeiende vraag naar tot nu toe weinig toegepaste alternatieve materialen en producten. Van een bepaald type dakbedekking was 100 m² nodig, maar het bleek slechts leverbaar bij afname van tenminste 2000 m².

Een ander voorbeeld: raamhout is gedimensioneerd op dubbelglas en niet op het iets bredere dubbelglas met een gasvulling. Gevolg is een uitstekende glaslat, waarvoor in het werk een oplossing gezocht moest worden. Ook wordt nog niet standaard rekening gehouden met voldoende breed kozijnhout, om de bevestiging van het bedieningsmechanisme van rolluiken mogelijk te maken.

De kennis en stand van de techniek is al verder, maar de toelevering ijlt na. Er zijn echter ook andere voorbeelden, zoals de fabrikant van RO-gipsplaten die de messing- en groefverbinding aanpaste, zodat op de naden geen niveauverschil ontstond en er direct overheen kon worden behangen.

Samenwerking bepalend

Sommige zaken zijn overgeleverd aan structuren die slechts langzaam wijzigen. Er is tijd en gewenning nodig om ze in de bouw toegepast te krijgen. Het grote aantal deelnemers aan het voorbereidings- en bouwproces is daar mede debet aan. Een goede samenwerking tussen de bouwpartners is essentieel voor milieubewust bouwen. Ook dat is een ervaring uit Ecolonia. De wil om naar elkaar te luisteren is van doorslaggevend belang, zeker als het gaat om niet-routinematige beslissingen. En puur routinewerk komt in de bouw, met altijd weer unieke projecten en wisselende samenwerkingsverbanden, maar weinig voor.

Wie met leden van het begeleidingsteam spreekt zal merken dat zij regelmatig hebben gewezen op de noodzakelijke aandacht voor detailleringen. Toch werden reeds in een vroeg stadium aangegeven verbeteringen niet altijd op de tekeningen verwerkt. En als het gebeurde, werd op de bouwplaats een detaillering soms op een verkeerde manier uitgelegd. Zo moesten achteraf kieren worden gedicht met PUR-schuim, zij het CFK-vrij, terwijl het de bedoeling was dit materiaal juist te vermijden.

De les uit Ecolonia is als volgt samen te vatten: milieubewust bouwen leidt tot de beoogde kwaliteit, indien alle betrokken partijen samenwerken, met een 'open mind' voor de consequenties van wat zij doen en laten.

Uitvoering van het stedenbouwkundig plan

Bij de start was Ecolonia niet meer dan een opgespoten veengebied. Het enige oorspronkelijke element is dan de Wetering die langs het bouwterrein stroomt. Een stedenbouwkundige uitdaging om hier een woonwijk te realiseren waar het milieu centraal moet staan.

De Belgische stedenbouwkundige Lucien Kroll stond voor ogen om milieubewust bouwen in de stedenbouwkundige visie te integreren. Zijn ontwerp omvat een wijk om te wonen en te werken met in totaal 300 woningen. Centraal in dit plan vormen 101 woningen het eigenlijke Ecolonia demonstratieproject.

Bij de presentatie van zijn plannen stelde Kroll dat hij, om een ecologisch verantwoorde wijk te maken, in feite de normale groei die een stad in honderden jaren doormaakt, in zes maanden moest zien samen te vatten. Hij wilde logische patronen nabootsen, alsof deze in de loop van de jaren op een natuurlijke manier waren gegroeid. Het hoekje om te spelen, het pleintje om met elkaar te praten, het pad dat de weg afsnijdt, zijn daar voorbeelden van.

Tegelijkertijd moest er volgens Kroll ruimte overblijven voor de bewoners om hun wijk naar eigen behoefte verder in te vullen. Op die

manier ontstaat dan een wijk met voldoende kwaliteit om vanzelf te gaan leven en een eigen geschiedenis te krijgen, als motivatie voor bescherming en beheer van de omgeving.

De filosofie van de stedenbouwkundige resulteerde in een ontwerp waarin water, veel groen, functionele openbare ruimten, een bescheiden plaats voor autoverkeer en een grote verscheidenheid aan architectuur centraal staan. De vijver met kade en vlonders midden in het project, de straatjes en pleintjes, het achterwege blijven van trottoirs, het gebruik van loofbomen tegen windhinder en als beschaduwing, een boomgaard, volkstuintjes en openbaar groen in gezamenlijk beheer maakten Ecolonia tot een uniek stedenbouwkundig concept. Een vooruitstrevend plan dat, zoals veel vernieuwingen, botste met de bestaande regelgeving en met de beschikbare budgetten van de gemeente.

Gemeente en projectontwikkelaar stonden positief ten aanzien van het stedenbouwkundig plan. Toch bleken soms de verwachte beheer- en acceptatieproblemen een te grote barrière te zijn. In dat geval is naar aanvaardbare alternatieven gezocht.

In de volgende korte omschrijving komt aan de orde waarom bepaalde voorzieningen wel of niet zijn uitgevoerd.



De bouwplaats: Opgespoten zand. Geen aanknopingspunten voor ecologische stedenbouw, behalve de Wetering die langs het terrein stroomt.



Toegang tot Ecolonia: Wijkende bebouwing met een extra verdieping op hoekwoningen langs de langzaamverkeersroute accentueert een 'toegangspoort' naar de wijk.



Stedenbouwkundig accent: Door de kopwoning van een rijtje woningen opvallend naar voren te laten uitspringen ontstaan links en rechts 'intieme plekken'.



Ontmoetingsplaats: De harde en deels uitspringende kademuur van de waterpartij, een centraal gelegen kruispunt voor sociale functies in de wijk.

Opvang regenwater: Open bestrating op een parkeerstrook houdt regenwater in de wijk. De plaats van de lantaarnpaal illustreert de gelijkwaardigheid van in dit geval parkeren en openbare functie.



Waterbehandeling

Eén van de stedenbouwkundige kenmerken van Ecolonia is het waterbeheer. Water uit de vijver wordt gebruikt om de tuin te sproeien en om de auto te wassen, maar tevens als speelelement. De vijver wordt gevoed door regenwater uit het openbaar gebied en van de woningdaken. De uitvoering en aanleg van dit systeem leverde geen noemenswaardige problemen op. Het waterbeheer in de wijk funtionneert naar behoren. Een in het plan opgenomen beschoeiing van wilgetenen is, evenals een houten vlonder in de vijver, uitbezuinigd om een stenen kademuur te kunnen bekostigen. Inmiddels is de gescheiden afwatering van schoon- en vuil water ook in andere gemeenten toegepast.

Openbare groenvoorziening

Loofbomen zorgen voor zuurstof. Geplaatst bij de zuidgevel van woningen, zijn ze in de zomer een bron van schaduw, terwijl ze in de winter zonlicht en zonnwarme toelaten. Bij het plaatsen van openbaar groen dient hier rekening mee te worden gehouden. Overigens grenzen in



Bereikbaarheid: Langzaam verkeer kan overal komen, de auto wordt het moeilijker gemaakt.

Ecolonia de op het zuiden gerichte woningen vrijwel nooit aan openbare ruimtes, maar aan de tuin.

Kenmerkend ecologisch aspect in het stedenbouwkundige plan was de boomgaard bij het schoolplein. Toch is dit onderdeel niet uitgevoerd. Hiervoor zijn twee redenen aan te voeren: het schoolgebouw werd groter dan oorspronkelijk gedacht, maar minstens zo zwaar wogen de bezwaren van de gemeente Alphen aan den Rijn. Verwachte problemen bij het beheer en onderhoud lagen daaraan ten grondslag. Om dezelfde redenen zijn de door Kroll gewenste volkstuintjes in de wijk achterwege gebleven. Wel kregen de bewoners inspraak bij de keuze van de boomsoorten die in hun omgeving zullen worden geplant. De gemeente zorgde bovendien voor de aanplant van 'geriefhout' in de vorm van bosjes en een park langs de Wetering.

Inrichting openbare ruimte

Ecolonia ligt aan een langzaamverkeersroute van het centrum naar het onlangs geopende themapark 'Archeon'. De wijk ligt circa 10 minuten lopen van het NS-station. Langs de wijk loopt een stadsbuslijn met diverse opstappunten.

De verkeerssituatie in Ecolonia is gelijk aan die van een woonerf. De gelijkwaardige positie van alle verkeersdeelnemers komt ook tot uiting in het ontbreken van trottoirs. In de visie van de stedenbouwkundige worden auto's niet meer dan getolereerd.

In deze gedachtengang past geen aparte ruimte voor parkeerplaatsen. De auto staat op eigen



Inspraak bewoners: Pleintje ingericht in samenspraak met de bewoners die ook het beheer voeren, leidde tot een vrij traditionele indeling.



Eenheid in vormgeving: Op voorstel van de architect is de brugleuning geïntegreerd in de vormgeving van de aangrenzende woning.

terrein of in 'natuurlijke havens' in het gevarieerde stratenpatroon.

Uiteindelijk is op enkele plaatsen, soms in overleg met de bewoners, toch gekozen voor parkeergelegenheid die in het bestratingspatroon herkenbaar is. Het binnenpleintje achter de woningen van de WEB en het plein waaraan de woningen van Hopman liggen, zijn hier voorbeelden van.

In samenspraak met de bewoners is het plein waaraan de woningen van architect Hopman zijn gesitueerd door de gemeente ingericht, waarbij afspraken zijn gemaakt over gemeenschappelijk onderhoud. Het binnengebied tussen de woningen van de WEB, Van Gerwen, Lindeman en Alberts & Van Huut is eigendom van de bewoners en in samenspraak met hen ingericht door de gemeente.

Ook naast het informatiecentrum zijn parkeerplaatsen aangelegd, zij het met groendoorlatende stenen. Op verschillende plaatsen wordt het verkeer in de wijk afgeremd door verkeersdrempels.

Asfalt is niet voor verharding van wegen toegepast. De bestrating bestaat voor een deel uit klinkers waarin vliegglas is verwerkt. Een veel groter deel (70 procent) van de gebruikte klin-

kers is voorzien van een natuurlijke deklaag, in verschillende kleurschakeringen. En tenslotte is gebruik gemaakt van klinkers die elders in de stad vrijkwamen bij wegenonderhoud.

Gemeente en begeleidingsteam bogen zich gezamenlijk over de keuze tussen stalen of aluminium lichtmasten. Alles afwegende op milieucriteria bleek er geen duidelijke 'winnaar' uit de bus te komen. Op voorstel van de gemeente is toen gekozen voor aluminium lichtmasten, vanwege het geringe onderhoud. PL- en QL-lampen dragen bij aan energiebesparing van de openbare verlichting, terwijl op verschillende plaatsen langere lichtmasten zijn geplaatst om het rendement van de verlichting te vergroten.

Afvalinzameling

Hoewel nu in de meeste gemeenten gebruikelijk, waren in 1989 de geplande maatregelen met betrekking tot gescheiden inzameling van huisvuil vooruitstrevend. Zo worden op verschillende plaatsen in de wijk, waar geen sprake is van geluidsoverlast, glascontainers geplaatst. Een centraal gelegen milieuparkje is inmiddels uitgerust met voorzieningen voor het gescheiden inzamelen van plastics, papier, textiel en meubels. Een geplande 'oliebol' is achterwege gelaten vanwege het risico dat het milieuparkje dan een plaats wordt waar de automobilist gaat 'klussen', waardoor olie in de omringende grond terecht kan komen.

Bewoners kunnen bij de gemeente Alphen aan den Rijn compostevaten kopen voor het tuinafval, naast de bij de woning behorende twee vuilniscontainers, één voor groente-, fruit- en tuinafval en één voor het overige huisafval.

Uitvoeringservaringen in detail

Veel van de voorgestelde maatregelen, materialen en technieken zijn zonder problemen verwerkt tijdens de bouw van de woningen in Ecolonia. Toch bleek begeleiding en controle nuttig en noodzakelijk. Toepassing van minder gebruikelijke materialen en voorzieningen, maar ook de kierdichting, vroegen voortdurende aandacht. Dit hoofdstuk behandelt de praktijkervaringen, ingedeeld naar bouwdeel en aandachtsgebied.

Vloeren

• **Vloeroplegging.** In de ontwerpfase was oorspronkelijk bedoeld de begane grondvloeren op te leggen op foamglass. Daarvan is afgezien omdat de leverancier geen garantie verstrekte op de druksterkte van het materiaal. Nu is de begane grondvloer opgelegd op één en in de meeste gevallen op twee lagen kalkzandsteen. Dit leverde ruimte voor de doorvoer van ventilatiekokers, terwijl de gevelisolatie in de verdiepte spouw doorloopt. Berekeningen toonden aan dat is voldaan aan de eis betreffende de temperatuurfactor voor koudebruggen ($> 0,65$). Inmiddels kan foamglass wél onder garantie worden gebruikt bij vloeroplegging. De combinatie van dit materiaal en enkele lagen kalkzandsteen levert de ideale combinatie van een perfecte koudebrugonderbreking, een verdiepte geïsoleerde spouw, en ruimte voor de doorvoer van kruipruimteventilatie.

• **Kanaalplaatvloeren.** Daar waar de met steenwol geïsoleerde kanaalplaatvloeren op de fundering aansluiten, is circa 100 mm steenwol weggelaten, als maattolerantie bij de oplegging. Na het opleggen van de vloerelementen is deze



Oplegging begane grondvloeren: Bestaat uit enkele lagen kalkzandsteen, waarin de kruipruimteventilatie verwerkt is. Nu zou de keus vallen op een oplegging van foamglass, waarvoor tijdens de uitvoering van Ecolonia nog geen garantie was te verkrijgen.



Voorkomen geluidoverdracht: Viltstroken moeten geluidoverdracht via de begane grondvloeren naar de fundering en aangrenzende woning beperken.

isolatie alsnog aangebracht in de nauwe en soms natte kruipruimte. Alleen door de steenwol op de juiste maat onder de vloerelementen te bevestigen, kan dit arbeidsonvriendelijke extra werk achterwege blijven.

Bij de keuze van kanaalplaatvloeren voor ongeïsoleerde vloergedeelten van bergingen, garages of serres, speelt de juiste milieuklasse een rol. Keuze van een verkeerd type brengt het risico mee van wapeningscorrosie, wat slechts is te voorkomen door toch een isolatielaag onder de vloer aan te brengen.

Openingen aan de uiteinden van de kanaalplaten dienen te worden dichtgezet. Dit om (koude) luchttransport vanuit de gevelspouw te voorkomen en bij woningscheiding uit het oogpunt van geluidwering. PUR-schuim geeft een goede afdichting, maar is milieubelastend en afdichten met cement is zeer arbeidsintensief. Gekozen is voor steenwol, waarmee het beoogde effect is bereikt.

• **Zwevende dekvloeren.** Eén van de woningprojecten kreeg op de begane grond vloerverwarming, verwerkt in een zwevende zandcement dekvloer. Een techniek, waarbij de dekvloer met kantstroken van de wanden dient te worden vrijgehouden om werking van de zwevende vloer op te vangen en horizontale geluidoverdracht te voorkomen. In dit geval werd de zandcement dekvloer tegen de wanden aangebracht en moest naderhand langs de randen worden losgezaagd.

Kozijnen en gevels

• **Vermijden tropisch hardhout.** Gebruik van tropisch hardhout is in alle woningen verme-



Begane grondvloeren: Uitgezonderd de woningen van Hopman, Alberts & Van Huut en Archi Service bestaan de begane grondvloeren uit kanaalplaatvloeren, aan de onderzijde geïsoleerd met 100 mm steenwol.

Begeleidingsteam

Tijdens de uitvoering werden aannemers en opdrachtgever bijgestaan door diverse deskundigen, waaronder:

- TNO-instituten;
- WoonEnergie, Gouda
- V&L Consultants, Rotterdam.

den. Kozijnen en deuren zijn, evenals trappen en bordessen, vervaardigd van vurehout. Onderdorpels zijn soms afgedekt met een aluminium profiel. Glaslatten zijn vervaardigd van eikenhout. De onderste glaslat is verbreed uitgevoerd. Voor de houten gevelbekleding is onbehandeld Western Red Cedar toegepast.

• **Detailering.** Het gebruik van vurehout heeft gevolgen voor de detailering. De structuur van vurehout is grof en er zitten veel kwasten in, waardoor een fijne profilering moeilijk is. Beter is het om gelamineerd vurehout te gebruiken, maar dat is duurder. Een hoger kwaliteitsniveau van vurehouten kozijnen, ramen en deuren is echter ook te realiseren door de slechte stukken in het hout via de vingerlasmethode te vervangen. Daarmee worden tevens de uitzetting en krimp beperkt die optreden bij raamkozijnen en deuren van vurehout, vooral als deze zijn behandeld met watergedragen verf.

• **Kozijnslabbe.** Tijdens de uitvoering van het eerste project bleek dat EPDM, toegepast als kozijnslabbe, te slap is om prettig te kunnen verwerken. Er is echter een alternatief in de vorm van het steviger en ook nog minder milieubelastende DPC. Dit materiaal is vervolgens in de andere projecten toegepast.

• **Verduurzamingsmiddelen en verf.** Om de duurzaamheid van het toegepaste hout te kunnen garanderen, is een zorgvuldige detailering en bescherming belangrijk. In Ecolonia is steeds geadviseerd de minst schadelijke verduurzamingsmiddelen te gebruiken: borax en boorzuur. IJzermenie vervangt de voor milieu en gezondheid zeer schadelijke loodmenie. Vanuit milieustandpunt dient het gebruik van verf, zowel binnen als buiten, zo beperkt mogelijk te blijven. Soms leidde dit tot het afwerken van binnendeuren en -kozijnen met lijnolie. Waar wel verf nodig was, is natuurverf of waterverdundbare verf gebruikt. Overigens zou op basis van recente informatie high-solidverf nu de voorkeur krijgen boven waterverdundbare verf. Houten delen van de gevel zijn bekleed met onbehandeld Western Red Cedar, dat op natuurlijke wijze 'vergrijs' en een duurzame gevelafwerking vormt.

• **Natuurverf.** Milieubewuste natuurverf bevat geen vluchtige stoffen. Gevolg is een langere droogtijd. Door kozijnen, deuren en ramen zoveel mogelijk in de fabriek of werkplaats af te schilderen, kan worden voorkomen dat stof en zand op de bouwplaats voor problemen zorgen. Het bijwerken van beschadigingen vraagt extra aandacht, omdat kleurverschillen kunnen ontstaan. Met name de kleur blauw en mengkleuren zijn daar gevoelig voor.

• **Bitumineuze producten.** Zowel bij de invulling van het stedenbouwkundig plan als bij materiaalkeuze voor de woningen zijn bitumineuze producten vermeden. De buitengevelisolatie van de woningen van BBHD en Hopman bleek echter alleen met bitumenhoudende lijm bevestigd te kunnen worden. In overleg met de leverancier is gekozen voor een tweecomponentenlijm op basis van bitumen en cement, als minst milieubelastend alternatief.

Daken

• **Prefab elementen.** In de meeste woningen zijn de schuine daken bedekt met geprefabriceerde dakplaten, voorzien van isolatiemateriaal. Traditioneel zorgt PUR-schuim voor kierdichting. Zo niet in Ecolonia. Daar werd geprobeerd met behulp van houten veren, tape en schuimband hetzelfde effect te bereiken.

Aanvankelijk niet zo succesvol. De eerste tijd waren de dakplaten onderhevig aan krimp, wat leidde tot kraken en tot tochtverschijnselen. In een later stadium zijn de dakplaten met lange schroeven aan elkaar verbonden en zijn de daken met tape en waar nodig een afdeklat als nog kierdicht gemaakt.

• **EPDM-rubber.** In het Ecolonia-project is EPDM toegepast in plaats van bitumineuze dakbedekking. Los gelegd en geballast voldoet dit materiaal aan alle gestelde verwachtingen. Op daken van bergingen is het EPDM geplakt. Hier werd na verloop van tijd op sommige plaatsen lichte schimmelvorming geconstateerd. Momenteel wordt naar een oplossing gezocht. De houten goten die eveneens zijn beplakt met EPDM, functioneren naar behoren.



Kozijnslabbe: Aanvankelijk was het de bedoeling EPDM als kozijnslabbe te gebruiken. Dit materiaal bleek te slap bij toepassing in de eerste woningen. Er is daarom gekozen voor DPC-folie als kozijnslabbe voor de andere woningen.



Dakbedekking: Los gelegd op platte daken en geballast voldoet EPDM-folie aan alle gestelde verwachtingen. Geheel onverwacht deden zich condensatieproblemen voor bij op houten constructies geplakt EPDM.

EPDM is zonder problemen aangebracht als losliggende waterkerende laag boven de isolatie van de tien woningen met een vegetatiedak. Op de licht hellende daken van twee woningen is EPDM geplakt op verankerde steenwolisolatieplaten met een gecacheerde bovenlaag. In dat geval is een ballastlaag nodig, omdat de lijmverbinding in de praktijk niet stormvast is.

• **Regenwaterafvoer.** Voor de regenwaterafvoer viel de keuze aanvankelijk op PPC. Tijdens de bouw bleek dit materiaal echter niet geschikt voor buitentoepassing. U.v.-bestendig PPC was destijds nog in ontwikkeling.

Regenwaterafvoeren van PE bleken niet recht en strak te monteren. Toepassen van koper of roestvast staal was vanuit het oogpunt van kosten geen reëel alternatief voor alle projecten. Om die reden is gekozen voor afvoerpijpen van PVA, waarmee zoveel mogelijk aan de bezwaren tegen het toepassen van PVC tegemoet wordt gekomen. Nu zou u.v.-bestendig PPC de voorkeur krijgen.

• **Gebruik van koper.** Koperen goten en regenwaterafvoeren zijn wel toegepast binnen het thema 'Extra aandacht voor lange levensduur, onderhoudsarme materialen en organische architectuur', zij het alleen aan de straatzijde, vanwege de hoge kosten.

• **Kettingen als regenwaterafvoer.** Voor de woningen van Archi Service zijn, bevestigd aan de onderkant van de vegetatiedaken, kettingen toegepast als regenwaterafvoer. Naderhand zijn deze kettingen vervangen door PVA-regenwaterafvoerpijpen. De afstand tussen de gevel en de kettingen, gevoegd bij de windturbulentie rond de woningen, maakte dat het af te voeren regenwater van de kettingen tegen de woningen werd geblazen. Hierdoor ontstond het gevaar van algengroei op de gevels.

Isolatiemateriaal

• **Vloerisolatie.** Onder de begane grondvloer is de isolatie bij de broodjesvloeren (in het werk) en bij de holle baksteenvloeren (in de fabriek) met staaldraad vastgezet. De aansluiting tussen vloer en isolatiemateriaal laat in beide gevallen te wensen over. Deze problemen deden zich niet voor bij de geplakte isolatielaag onder de betonnen kanaalplaatvloeren.

• **Gevelisolatie.** Bouwfonds heeft de ervaring dat isolatieplaten van glaswol zich iets beter houden dan die van steenwol. Als steenwol omgebogen wordt (bijvoorbeeld door windbelasting) breekt het vrij makkelijk af. Steenwol heeft ook een lossere structuur en geen flexibe-



Spouwmuurisolatie: Woningen die zijn gebouwd binnen de aandachtsgebieden 'thermische isolatie' en 'geluidisolatie' zijn voorzien van een 160 mm brede spouw, gevuld met 140, respectievelijk 130 mm minerale wol.

le veerkrachtige buitenlaag. Hierdoor zijn bij het aanbrengen beschadigingen moeilijk vermijdbaar.

Als gevolg van de gestelde isolatie-eisen zijn in twee projecten dubbele isolatieplaten aangebracht. In één geval gebeurde dat met glaswol (60 + 75 mm in een spouw van 160 mm) en in het andere met steenwol (70 + 70 mm in spouw van 160 mm). Er dient op te worden toegezien dat de steenwolplaten voldoende stevig zijn, omdat anders het gevaar van uitzakken bestaat, waardoor de luchtspouw verdwijnt. Het stugge glaswol zakt niet uit.

• **Cellulose.** Verschillende architecten stelden voor cellulose op basis van versnipperd oud papier toe te passen als thermisch isolatiemateriaal. In Nederland is dit materiaal nog niet gecertificeerd, waardoor garantiebepalingen ontbreken. Vanwege het vernieuwende aspect is toch besloten cellulose te gebruiken in de 'kringloopwoningen' van BEAR. In verband met eisen van de plaatselijke brandweer is het materiaal toepast in niet-dragende gevel- en dakelementen. De geprefabriceerde dakelementen zijn fabrieksmatig via een droge methode met cellulose gevuld. De gevelelementen zijn ter plaatse gevuld met de vochtig gemaakte grondstof. Een proces dat nogal wat stof veroorzaakte. Daarnaast duurde het relatief lang voor de cellulose droog was, waarbij het materiaal in geringe mate inzakte. Toepassing van in de fabriek gevulde elementen verdient de voorkeur.

• **Dubbelglas.** Alle woningen zijn uitgevoerd met isolerend dubbelglas (HR-glas), soms in combinatie met gewoon dubbelglas op de verdieping. De isolatiewaarde verschilt per project en ligt tussen $U = 1,4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ en $3,0 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$,



Hoewel extreem duurzaam, is koper voor goten en regenwaterafvoer slechts aan de straatzijde van één woningproject aangebracht, vanwege de hoge kosten.

V.I.n.r. : Hoogrendementsketels: In de meeste woningen is gekozen voor een (lage temperatuur) radiatorenverwarming, in combinatie met een HR-low NO_x-ketel. Zonneboilers: In 71 woningen is een zonneboiler aangebracht. Bovendien beschikken 4 woningen over een vergrote zonneboiler die naast warmtapwater een bijdrage levert aan de ruimteverwarming. WTW: Gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning is aangebracht in 61 van de 101 woningen in Ecolonia.



Noord-zuid gesitueerde woningen beschikken allemaal over een zonnecollector, verwerkt in de schuine daken of in de dakopbouw. Gevelcollectoren zijn toegepast in enkele woningen zonder schuin dakvlak op het zuiden.

afhankelijk van het thema. Bij de projectbeschrijvingen staan de gebruikte glassoorten vermeld, met de juiste isolatiewaarden.

Installaties

• **Verschillende verwarmingssystemen.** In de meeste woningen is gekozen voor een HR-low NO_x-ketel voor ruimteverwarming. Twee projecten zijn uitgevoerd met een luchtverwarmingssysteem, twee andere projecten hebben in de woonkamers vloerverwarming en een (lage temperatuur) radiatorverwarming in de rest van de woning. De overige woningen hebben een (lage temperatuur) radiatorverwarming, met uitzondering van de woningen die Archi Service ontwierp. Radiatoren zijn hier vervangen door warmtemuren.

• **Ventilatiesystemen.** Gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning (mechanische toe- en afvoer van ventilatielucht) is aangebracht in 61 woningen; 32 woningen beschikken over mechanische afvoer van ventilatielucht (uit keuken, badkamer en toilet), terwijl in de acht woningen met als thema bio-ecologisch bouwen de lucht op natuurlijke wijze (via klepramen en ventilatieroosters) wordt toe- en afgevoerd.

• **Waterbesparende voorzieningen.** In alle woningen zijn waterbesparende douchekoppen, doorstroombegrenzers op kranen en regelbare toiletspoelsystemen toegepast. Maatregelen die tegenwoordig min of meer normaal zijn, maar in 1989 nog vrij uitzonderlijk.

• **Gebruik van zonneboilers.** Bij de situering van de woningen in Ecolonia is zoveel mogelijk rekening gehouden met de toepasbaarheid van actieve zonne-energie; 71 woningen beschikken over een zonneboiler en 4 woningen over een vergrote zonneboiler. Deze laatste zorgt niet alleen voor verwarming van warmtapwater, maar levert tevens een bijdrage aan de ruimteverwarming. De zonneboilers zijn gekoppeld aan zonnecollectoren op schuine dakvlakken op het zuiden. Uitzondering vormen vier woningen van Archi Service. Omdat deze geen schuine dakvlakken op het zuiden hebben, is gekozen voor gevelcollectoren.

• **Montage en inregelen.** Het inregelen van de installaties vraagt beslist meer aandacht. Zeker als het niet-alledaagse installaties of combinaties betreft. Opvallend is dat ook eenvoudige en in Nederlandse nieuwbouwwoningen veel toegepaste installaties voor verwarming en ventilatie onzorgvuldig worden aangebracht en inregelen achterwege blijft.

Aandacht voor geluid en geluiddemping tijdens de montage voorkomt klachten. Dat kan vaak met eenvoudige middelen. Voorbeeld: in Ecolonia zijn tijdens het aanbrengen van de installaties geluiddempers geplaatst in de luchttoevoer- en afvoerkanalen en zijn de leidingen in rubber ingeklemd. Montage in een latere fase had veel tijd en geld gekost.

• **Oplevering en -beproeving.** Naast de bouwkundige oplevering verdient de controle van de installaties gerichte aandacht. Gebleken is dat een standaardprocedure voor een opleveringscontrole en -beproeving van installaties ontbreekt. Deze is door de betrokken leden van het

begeleidingsteam zelf opgesteld en uitgevoerd.

- **Onderhoud en reparatie.** De toegankelijkheid tot de verschillende componenten van een installatie verdient extra aandacht. Dit in verband met onderhoud en reparaties en eveneens om de gebruiker in de gelegenheid te stellen onderdelen te reinigen of te vervangen. Ook het bedieningsgemak mag niet uit het oog worden verloren. Met onduidelijke en/of te complexe installaties en bijbehorende handleidingen is de gebruiker niet gediend.

- **Vakmanschap.** Reeds gestarte scholingsactiviteiten in de installatiebranche zullen moeten worden uitgebouwd en geïntensiveerd om te kunnen voldoen aan gestelde kwaliteitseisen.

Secundaire grondstoffen

- **Betonpuingranulaat.** In nagenoeg alle betontoepassingen is betonpuingranulaat verwerkt als grindvervangende, secundaire grondstof. Het betrof de funderingspalen (Ecopaal), prefab of in het werk gestorte funderingsbalken, de prefab betonnen vloerelementen, in het werk gestorte vloeren en de lateien. Beton waarin betonpuingranulaat is verwerkt, is (nog) niet overall even makkelijk leverbaar. Vaak moet een andere betoncentrale worden ingeschakeld, wat extra transport tot gevolg heeft. Levering van betonpuingranulaat kan afhankelijk zijn van de beschikbaarheid van de juiste kwaliteiten betonpuingranulaat. Vroegtijdig overleg met de betoncentrale daarover kan vertraging in de levering voorkomen.

- **RO-anhydrietgebonden gietvloeren.** In zes van de negen projecten is gekozen voor anhydrietgebonden gietvloeren als dekvloer.



Ecopaal: Het hele project is gefundeerd op palen waarin 20 procent betonpuingranulaat als grindvervanger is verwerkt.



Funderingsbalken: Ook bij in het werk gestort beton is betonpuingranulaat als grindvervanger toegepast. Niet iedere betoncentrale verwerkt deze grondstof. Bovendien treden door gebrek aan puingranulaat soms langere levertijden op.

Hiervoor is rookgasontzwavelingsgips gebruikt, een materiaal dat vrijkomt bij het reinigen van rookgassen in kolengestookte elektriciteitscentrales. Via een opwerkingsproces ontstaat een homogeen, zuiver anhydriet, zeer geschikt als grondstof voor anhydrietgebonden gietvloeren. Gietvloeren hebben de volgende voordelen: ze zijn vlakker, kunnen vaak dunner zijn dan een zandcement dekvloer, en zijn arbeidsvriendelijker. De produktiemethode is echter gericht op toepassing in grotere bouwstromen, wat een betere produktieplanning vraagt. Kan daar niet aan worden voldaan, dan stijgen de kosten van dit type dekvloer. Er dient op te worden toegezien dat de toplaag van de anhydrietgebonden gietvloer wordt geschuurd of geborsteld, voordat de vloerafwerking wordt aangebracht.

Luchtdichtheid

- **Vloeren.** Het Bouwbesluit stelt eisen aan de luchtdichtheid van begane grondvloeren. In Ecolonia is hieraan veel aandacht besteed. De nogal ruwe gaten, aangebracht ten behoeve van doorvoeren, vroegen de nodige nazorg voor kierdichting achteraf. Door in de fabriek of op het werk de gaten voor de doorvoeren met de juiste diameter te boren en afdichtingsringen te gebruiken, kan het maken van luchtdichte vloeren worden vergemakkelijkt.

- **Kruipluik.** Om problemen met de luchtdichtheid te voorkomen, moet het kruipluik vormvast zijn en vochtbestendig, rustend op een vlak oplegprofiel, over de hele omtrek voorzien van flexibel afdichtingsband. Na aanmerkingen van het begeleidingsteam zijn in verschillende woningen de duimgaten in de kruipluiken dichtgemaakt en voorzien van een luikoog.

- **Meterkast.** In de meterkast is gebruik gemaakt van een stalen prefabelement (grondplaat) waarin de nodige mantelbuizen zijn aangebracht. Na het aanbrengen van de leidingen is de naad tussen de leidingen en de mantelbuis met kit afgedicht om luchttransport (vocht en radon) vanuit de kruipruimte naar de woning te voorkomen. Inmiddels is door het Nutsbedrijf een kunststofversie van dit element ontwikkeld, voorzien van een klemafdichting voor doorgevoerde kabels en leidingen.

- **Houtskeletbouw.** Door de goede detaillering en uitvoering voldeed het houtskeletbouwproject van architect BEAR ruimschoots aan de eisen van luchtdichtheid. In het hsb-project van Moehrlein traden luchtlekken op, via openingen die bewust waren aangebracht als extra beveiliging voor de dampspanningsvereffening in de



Houtskeletbouw: De houtskeletbouw-woningen van BEAR en Moehrlein zijn op de bouwplaats geassembleerd uit geprefabriceerde grote bouwdelen. Aannemer Wilma Bouw gebruikte veel van de eigen kennis in de detaillering van de woningen.

constructie. Desondanks voldoen beide hout-skeletbouwprojecten ruimschoots aan de eisen gesteld in het Bouwbesluit.

- **Beperken toetreding radon.** In de meeste ontwerpen zijn door de architecten geen bijzondere voorzieningen voorgesteld om toetreding van radongas uit de kruipruimte in verblijfs-ruimten te voorkomen. Vanuit het begeleidings-team is besloten in alle woningen kruipruimte-ventilatie aan te brengen en te zorgen voor een goede afdichting van de begane grondvloer en van leidingdoorvoeren.

Riolering

- **Buitenriolering.** Voor de buitenriolering zijn gresbuizen gebruikt. Dit keramische materiaal is iets duurder dan het gebruikelijke, maar vanuit milieubeheer ter discussie staande PVC. Gres kan worden hergebruikt zonder dat daarbij schadelijke emissies vrijkomen.

- **Binnenriolering.** Ook voor de binnenriole-ring is PVC vermeden. Hiervoor in de plaats werd PPC toegepast, een materiaal dat het milieu minder belast. Door mofverbindingen te gebruiken was bovendien geen lijm nodig, wat gunstig is voor het hergebruik.

Bouwafval en scheiden van huisafval

- **Bouwafval.** Het voorkomen van bouwafval en het gescheiden inzamelen daarvan was één van de thema's uit het algemeen programma van eisen. De opdrachtgever heeft dit aspect in het bestek vastgelegd ten behoeve van de hoofd-aannemers.

Het gebruik van geprefabriceerde bouwdelen



Binnenriolering: PPC-buizen vervangen het gebruikelijke PVC.



Buitenriolering: Herbruikbaar gres verbindt de woningen met het hoofdriool, in plaats van PVC-buizen.

leidde bij een aantal woningprojecten tot het beperken van bouwafval. De bijzondere vormgeving van de woningen van Alberts & Van Huut, met veel schuine wanden en schuine kozijnen, veroorzaakte echter extra bouwafval. Onderaannemers werden door de hoofdaannemers verplicht het door hun werkzaamheden veroorzaakte bouwafval en emballage zelf van de bouwplaats af te voeren. Samen met de geplaatste containers voor gescheiden inzameling van het belangrijkste afval, moest dat leiden tot een schone bouwplaats. Een opzet die maar gedeeltelijk slaagde. Meest voor de hand liggende reden is de mentaliteit en traditie op dit punt in de Nederlandse bouw. Vèrgaande aandacht van bouwbedrijven is nodig, maar ook voorlichting en scholing.

- **Scheiden van huisafval.** In de gootsteenkastjes van alle woningen is standaard een duo-afvalbak aangebracht. Het programma van eisen omschreef een aparte ruimte voor de opslag van huisafval. Deze voorziening is gerealiseerd in (een deel van) de woningen van Moehrlein, BEAR, Alberts & Van Huut en Lindeman.

Iedere woning beschikt over twee door de gemeente verstrekte vuilcontainers, voor het gescheiden inzamelen van groente-, fruit- en tuinafval (gft) en ander huisafval, een voorziening die tegenwoordig heel gewoon is.



Scheiden huisafval: Duo-afvalbakken voor het gescheiden inzamelen van gft en ander huishoudelijk afval zijn standaard aangebracht in een gootsteenkastje bij alle woningen.

Extra aandacht voor het terugdringen van warmteverliezen

Bakker Boots Van Haren Van der Donk architectenbureau, Schagen

Achtien woningen in vier types, noord-zuid of oost-west gesitueerd. Het casco is gebouwd in kalkzandsteen met baksteen buitenblad op de begane grond en gepleisterde buitengevelisolatie op de verdieping. Rolluiken beperken het warmteverlies door de ramen. De slaapkamerramen zijn klein, in tegenstelling tot de grote ramen in de woonkamers. Een geïntegreerde installatie regelt de luchtverwarming, ventilatie, warmteterugwinning en warmtapwaterbereiding. Bijna alle woningen met schuin dakvlak op het zuiden beschikken over een zonneboiler.

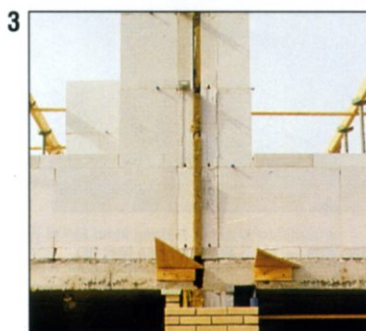
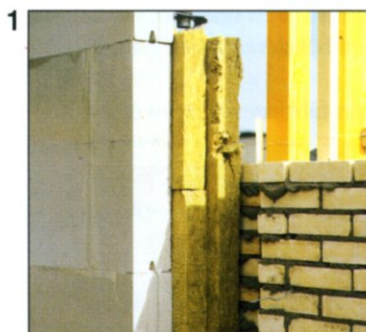


Thermische isolatie:

- Begane grondvloeren $R_c = 3,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$.
- Gevels gemiddeld $R_c = 4,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$.
- Daken $R_c = 4,4 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$.
- Dubbelglas $U = 1,6 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$, inclusief rolluiken $U = 1,4 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$.
- Geïsoleerde ankerloze woningscheidende wand.

Toelichting bij de uitvoering

- Ondanks de aandacht voor kierdicht bouwen, kon niet worden voorkomen dat er een spleet van bijna 2 cm breed ontstond tussen het binnenspouwblad en de kanaalplaatvloer bij de langsgevel. De enige uitvoerbaar geachte maatregel was het opvullen met PUR-schuim, mede gezien de aan te brengen dekvloer van vloeibaar anhydriet.
- De 160 mm brede spouw is gevuld met 2 x 70 mm steenwolplaten. Dit materiaal bleek te slap om strak tegen het binnenspouwblad te bevestigen, waardoor het op veel plaatsen de hele spouw vult. Toepassing van het stuggere glaswol, of steenwolplaten met een hardere persing voorkomt dit probleem. **(Foto 1)**
- Ter voorkoming van koudebruggen is ook de uitbouw in de gevel ter plaatse van de ingangspartij door 2x70 mm steenwol geïsoleerd. **(Foto 2)**
- De ankerloze woningscheidende spouwmuren zijn gevuld met 60 mm steenwol als extra thermische isolatie. Hiervoor is de spouw vrij gemaakt van speciebaarden en stukken puin, waardoor geen geluidlekken optreden. **(Foto 3)**
- Als buitengevelisolatie op de verdieping is gekozen voor 140 mm foamglass in plaats van steenwol, in verband met het risico van afschuiven. Om deze isolatieplaten op het casco te bevestigen was lijm op bitumenbasis nodig. Uit het oogpunt van milieubelasting een minder gelukkige oplossing. Er is gezocht naar het minst milieuschadelijke product. Hiervoor



Prioriteiten vanuit het thema:

- Hoge thermische isolatie.
- Raamsystemen met hoge warmteweerstand, met aandacht voor:
 - voorkomen van oververhitting (rolluiken).
 - dubbele beglazing met buitenzonwering.
- Thermische isolatie tussen de woningen.
- Warmteterugwinning.
- Gesloten keuken.
- Tochtportalen.
- Klein raamoppervlak in de noordgevel.
- Passieve zonne-energie.
- Actieve zonne-energie door zonneboiler.

kwam een tweecomponentenlijm in aanmerking, gebaseerd op bitumen-emulsie en cementpoeder. Na verwerking zijn de lege lijmvaten met aparte containers afgevoerd. **(Foto 4)**

- Warmteverliezen en koudebrugwerking maken de kolom tussen de diepliggende kleine ramen op de begane grond tot een thermisch zwak punt in de gevel. De Rc-waarde is ter plaatse slechts $0,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, in plaats van $R_c = 4 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ voor de vlakke gevel. Het achterwege laten van de kolom zou de isolatiewaarde van de totale gevel hebben verbeterd. **(Foto 5)**

- Er is gekozen voor draai/kiepramen van vurehout. De grove structuur van vurehout en de vele kwasten maakt dit materiaal eigenlijk ongeschikt voor de fijne profilering, nodig voor draai/kiepramen, waardoor de neopreen-rubber afdichtingsprofielen plaatselijk onvoldoende worden ondersteund. Dit gaat ten koste van de luchtdichtheid van de woning. Vroegtijdige aandacht voor de kwaliteit van het hout is belangrijk om deze problemen te voorkomen. Beter is het gelamineerd hout te gebruiken voor draai/kiepramen. Ook door vingerlassen kunnen slechte stukken worden vermeden. Beide alternatieven leiden echter tot een hogere prijs.
- De rolluiken zijn bedoeld als beweegbare zonwering en als extra thermische isolatie. Eigenlijk waren uitzetbare rolluiken bedoeld, om de ventilatie en de lichttoetreding nog beter te reguleren. Dit type bleek echter in Nederland niet leverbaar. **(Foto 6)**

- De met enkelglas beglaasde vurehouten serre

over de halve achtergevel van het op het zuiden georiënteerde woningtype T dient als energiewinner en warmtebuffer, maar ook als tochtportaal. De serre is voor de ventilatie afhankelijk van een raam in het serredak en een buitendeur. **(Foto 7)**

- De entreerimte en het trapportaal zijn met een deur van elkaar gescheiden, ter voorkoming van onnodig warmteverlies. **(Foto 8)**
- De woningen zijn voorzien van een geïntegreerde multifunctionele luchtverwarming-, ventilatie- en warmteterugwinningsinstallatie. Deze is, samen met de zonneboiler, in een hoek van de zolder geplaatst. **(Foto 9)**
- Om het geluid van de installatie zoveel mogelijk te beperken, zijn de luchtkanalen ter plaatse van de aansluiting op de roosters voorzien van geluiddempers. **(Foto 10)**

5



6



7



8



9



10



Extra aandacht voor het benutten van zonne-energie

Architectenbureau J.P. Moehrlein, Groningen

Tien woningen, gebouwd als vijf blokjes van twee woningen onder een kap, noord-zuid gesitueerd. Het woningskelet is opgebouwd uit prefab houtskeletbouw-elementen, met een buitenblad van baksteen. Over de breedte van de woning is aan de tuinzijde op het zuiden een serre aangebouwd, als energiewinner en warmtebuffer. De woningen zijn voorzien van een lage temperatuur radiatorenverwarming en een gebalanceerd ventilatiesysteem met warmte-terugwinning.

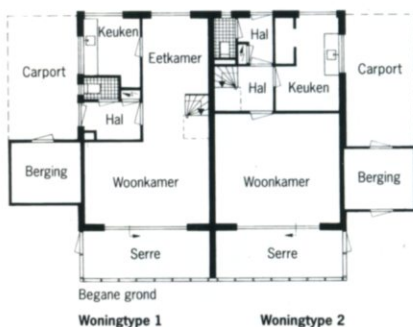


Thermische isolatie:

- Begane grondvloeren $R_c = 3,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.
- Gevels $R_c = 3,8 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.
- Daken $R_c = 3,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.
- Dubbelglas op beneden- en bovenverdieping $U = 1,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

Toelichting bij de uitvoering

- Het casco van de woningen is op de bouwplaats geassembleerd uit grote prefab houtskeletbouw-elementen. Detaillering is aangepast aan het bouwsysteem van aannemer Wilma Bouw. **(Foto 1)**
- De vloer waarop later de houten serre wordt geplaatst bestaat, evenals de begane grondvloer, uit kanaalplaten, aan de onderzijde voorzien van 100 mm steenwol. **(Foto 2)**
- In de houten bekleding van de geprefabriceerde hsb-elementen zijn door de aannemer bewust openingen aangebracht, bedoeld als extra veiligheid voor de dampspanningsvereffening in de constructie. Deze maatregel beïnvloedt de luchtdichtheid van de woningen ongunstig. Desondanks voldoen deze ruimschoots aan de eisen die het Bouwbesluit stelt.
- Tijdens metingen van de luchtdichtheid bleek dat een belangrijk deel van de luchtlekken tot stand komt via de verdiepingsvloeren. Voldoende aandacht aan de afdichting van de oplegging van de houten vloeren tijdens de uitvoering kan deze luchtlekken voorkomen.
- Kozijnen zijn zorgvuldig in de geprefabriceerde houtskeletbouw-elementen gemonteerd. Kierdichting kreeg veel aandacht. Door ramen en kozijnen is geen luchtverlies gemeten. Bovendien zijn de gevelopeningen op het noorden klein gehouden. **(Foto 3)**
- Een latei in het baksteen buitenblad, ter plaatse van de berging, maakt het mogelijk deze ruimte later bij de woonkamer te trekken. De



Prioriteiten vanuit het thema:

- Groot glasoppervlak op het zuiden.
- Kleine ramen op het noorden.
- Serre of erker.
- Zonneboiler.
- Tuinkamerwoning.
- Zonering noord-zuid.
- Maatregelen tegen oververhitting.
- Extra tochtportalen.
- Woningmassa (alleen in de serre gerealiseerd, door toepassing van een betonnen begane grondvloer in de serre en in de woningen).

berging zal in dat geval alsnog geïsoleerd moeten worden. **(Foto 4)**

• De spouw in de woningscheidende hsb-wand zet zich voort in de gemetselde spouw van de serre. **(Foto 5)**

• De opstaande kopgevel is bedoeld als architectonisch accent. Het vervaardigen van de verholten goot is echter arbeidsintensief en vraagt veel extra materiaal. **(Foto 6)**

• De woningen zijn voorzien van zinken goten. Dat geeft op aansluitende vlakke dakdelen problemen met de APP-dakbedekking. Dit materiaal tast zink aan. Om schade te voorkomen zijn de goten behandeld met een HD-coating. Beter zou zijn deze twee materialen niet op elkaar te laten aansluiten, of EPDM-rubber te gebruiken.

• Woningscheidende ankerloze houtskeletbouwwanden zijn gevuld met 2 x 90 mm steenwol, met daar tussen een luchtspouw van 40 mm. **(Foto 7)**

• De grote 15 mm dikke gipskartonplaten, vervaardigd van rookgasontzwevelingsgips, zijn horizontaal aangebracht, waarvoor twee mensen nodig waren. Mechanische hulpmiddelen kunnen hier de arbeid verlichten.

• De lage zolder is niet voor bewoning bedoeld. Er is geen daklicht in aangebracht. Via een vlistrap bereikbaar, is de zolder gereserveerd voor de cv-installatie en het gebalanceerde ventilatiesysteem met warmteterugwinning en de zonneboiler. De resterende ruimte is bruikbaar als bergruimte. **(Foto 8)**

• Grote schuifdeuren, voorzien van dubbelglas, verbinden de woonkamer en de twee meter die-

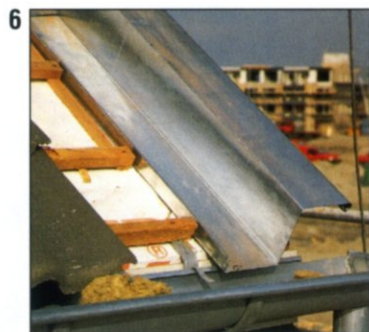
pe, met enkelglas beglaasde serre. Het dak van de serre is bedekt met draadglas. **(Foto 9)**

• Ventilatioorosters zijn in woningen met gebalanceerde ventilatie eigenlijk overbodig. In deze woningen zijn wel ventilatioorosters opgenomen. Door deze in de 'zomerstand' te zetten, ontstaat een mechanische afvoer met natuurlijke toevoer van ventilatielucht. 's Winters dienen de rooster echter luchtdicht te kunnen worden afgesloten.

• Uit berekeningen door het begeleidingsteam bleek reeds op voorhand dat zonwering en extra ventilatie nodig was in de serres. Hieraan is slechts ten dele voldaan. De voorgestelde openslaande deuren naar de tuin zijn vervangen door een deur in de zijwand. Bovendien zijn de te openen ramen in dak en gevel van de serre en laag in de gevel te plaatsen luchttoevoerroosters, tijdens de uitvoering vervangen door enkele uitzetbare luiken boven het maaiveld. Als gevolg van deze veranderingen loopt de temperatuur op warme dagen in de serre soms hoog op.

Bewoners kunnen de temperatuur in de serre gunstig beïnvloeden door zonwering aan te brengen.

• Een natuurlijke zonwering van de serre is mogelijk door toepassing van een zogenaamd 'rankgerüst', een op enige afstand van het serredak gemonteerd frame van stalen spandraden waar planten langs kunnen groeien. Daartoe zijn over de serredaken staaldraden gespannen, die echter direct op het glas liggen en daardoor het bedoelde effect grotendeels teniet doen.



Extra aandacht voor energiegebruik bij bouwen en wonen

Architectenbureau Hopman bv, Delft

Elf woningen aan drie zijden van een binnenpleintje. Split-levelindeling, vanuit een souterrain een halve verdieping onder het maaiveld en doorzon-achtige plattegronden om zoninstraling te bevorderen. Het casco is gebouwd in kalkzandsteen, met verdiepings- en dakvloer van gasbeton. Op de platte daken zijn zonnecollectoren verwerkt in een houten dakopbouw. De gepleisterde gevels zijn aan de buitenzijde geïsoleerd met harde schuimplaten. In de woonkamer is vloerverwarming aangelegd, aangevuld met lage temperatuurradiatorenverwarming, die ook de overige vertrekken verwarmen. De woningen zijn voorzien van gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning.



Thermische isolatie

- Begane grondvloeren $R_c = 3,4 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.
- Gevels $R_c \geq 3,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.
- Daken $R_c = 3,3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.
- Dubbelglas woonkamer $U = 1,6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, overige ramen $U = 1,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

Toelichting bij de uitvoering

• Vloer en wanden van het souterrain zijn, evenals de funderingsbalken en -stroken, aan de buitenzijde geïsoleerd met 100 mm dikke XPS-platen (goedkoper dan foamglass). Vóór het storten zijn de isolatieplaten voorzien van r.v.s. ankers, om een goede aansluiting, ook bij eventuele verzakkingen, te voorkomen. Naden tussen de isolatieplaten zijn met tape afgedicht.

(Foto 1)

• Bouwen zonder kruipruimte had tot gevolg dat de collector-riolen langs de gevels zijn gelegd en daarin verankerd. De buitengevelisolatie van de 100 mm dikke XPS-platen moest worden onderbroken, waardoor koudebruggen ontstonden die later opnieuw zijn ingepakt.

(Foto 2)

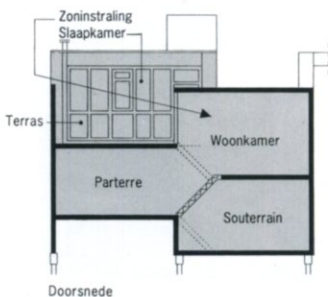
• Gasbeton vloerelementen kunnen slechts een beperkte ruimte overspannen omdat anders de toelaatbare doorbuiging wordt overschreden. Dit probleem werd ondervangen door stalen ondersteuningsconstructies. Gevolg was dat op enkele plaatsen de gevelisolatie moest worden onderbroken. Voor de thermische isolatie van de stalen kolom tussen twee kozijnen was weinig ruimte.

(Foto 3)

• De geïsoleerde fundering en de buitengevelisolatie leiden tot een perfecte afscherming van de schil tegen vocht. Hierdoor kan tijdens de bouw nat geworden kalkzandsteen en gasbeton alleen aan de binnenzijde vocht afstaan. Dit vocht moet door ventilatie worden afgevoerd.

Extra aandacht voor droogstoken is nodig.

(Foto 4)



Prioriteiten vanuit het thema

- *Beperken warmtevraag ruimteverwarming.*
- *Zonneboiler voor warmtapwaterbereiding, c.q. vergrote zonneboiler voor ruimteverwarming en warmtapwaterbereiding.*
- *Mechanische toe- en afvoer van ventilatielucht + warmteterugwinning.*
- *Passieve zonne-energie.*
- *Materialen met een lage energie-inhoud.*
- *Maatregelen tegen oververhitting (loggia's/overstekken).*
- *Compacte bouwwijze.*
- *Hoge thermische isolatie.*
- *Koele kelderkast (reductie elektriciteitsverbruik voor koelkast).*

- In tegenstelling tot het advies van de dakdekker is een dampremmende folie in de dakbedekking opgenomen, omdat het anders te lang duurt voor bouwvocht uit het dak is verdwenen en in de winter condensatie kan optreden waardoor de isolatiewaarde terugloopt. De opbouw van het platte dak is als volgt: 200 mm gasbeton, een afschotlaag van gemiddeld 65 mm zandcement, PE-folie, 80 mm steenwol, APP-dakbedekking en een grindlaag. **(Foto 5)**
- De woonkamer is voorzien van vloerverwarming. Deze is opgenomen in een 60 mm dikke anhydrietgebonden gietvloer van rookgasontzwavelingsgips. Dit type dekvloer is ook in de andere ruimten aangebracht. **(Foto 6)**
- De anhydrietgebonden gietvloeren zijn direct op de constructievloer aangebracht. Door de hoge absorptie van gasbeton traden haarscheurtjes op in de dekvloer. Dit euvel had voorkomen kunnen worden door tussen constructie-

vloer en gietvloer een folie aan te brengen. De scheurtjes zijn in dit geval met vulmiddel hersteld, waarna de dekvloer is geschuurd.

- Bevestigen van ballustrades in gasbeton vergt aanpassingen. Gekozen is om de bovenregels een constructieve functie te geven, wat bijdraagt aan de overdracht van horizontale krachten naar de dichtstbijzijnde wanden.

- Bij het detailleren van gasbetontoeepassingen dient rekening te worden gehouden met het gegeven dat gasbeton (nog) niet kan worden hergebruikt. Op die manier is onnodig bouwafval te voorkomen.

- De schuine dakopbouw van de noord-zuid gesitueerde woningen is beplakt met EPDM-rubber, op aangeven van de architect afgewerkt met rode verf. Net als bij de ongeïsoleerde bergingen, treden hier vochtproblemen op in de houten constructie onder het geplakte EPDM. Naar een oplossing wordt gezocht. **(Foto 7)**

- Alle installaties, inclusief de al dan niet vergrote zonneboiler, zijn geconcentreerd in de centrale kern die door de hele woning loopt. **(Foto 8)**

- De - een halve verdieping lager gelegen - keuken is door een glaswand afgesloten van de woonkamer die ook vanuit de dakopbouw daglicht ontvangt. **(Foto 9)**

- Het souterrain bevat een onderin het trappenhuis aangebrachte koele kast. **(Foto 10)**



Extra aandacht voor beperken van watergebruik en hergebruik bouwmaterialen

BEAR Architecten, Bureau voor Ecologie, Architectuur en Renovatie, Gouda

Vier seniorenwoningen in een rijtje en zes 'kringloop'woningen als twee onder een kap, beide typen noord-zuid gesitueerd. De woningen zijn gebouwd van houtskeletbouwelementen, met een gevelbekleding van onbehandeld Western Red Cedar. In de kringloopwoningen is cellulose (van versnipperd oud krantenpapier) toegepast als isolatiemateriaal voor niet-dragende delen van de gevel en het dak. De woningen zijn voorzien van een lage temperatuur radiatorenverwarming en de ventilatielucht wordt mechanisch afgezogen.

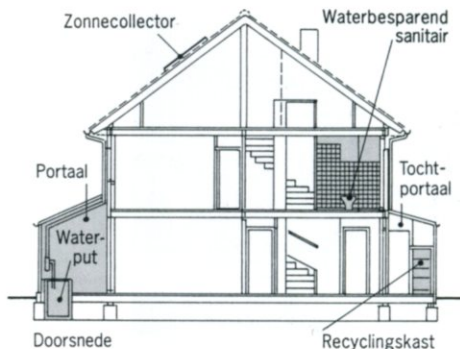


Thermische isolatie

- Begane grondvloeren $R_c = 3,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.
- Gevels gemiddeld $R_c = 3,1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.
- Daken $R_c = 2,9 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.
- Dubbelglas begane grond $U = 1,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ en op de verdieping $U = 3,0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

Toelichting bij de uitvoering

- De woningen zijn op de bouwplaats geassembleerd uit geprefabriceerde houtskeletbouwelementen. Het fabrieksmatige productieproces is kwalitatief goed beheersbaar, wat tot uiting komt in een optimaal materiaalgebruik, een kierdichte woning en weinig bouwafval. **(Foto 1)**
- De gevelafwerking van onbehandeld Western Red Cedar is voor een groot deel in de prefab gevelelementen opgenomen. Tijdens de afbouwperiode is de resterende gevelbekleding aangebracht. Op de hoeken zijn voorzieningen aangebracht voor gevelbegroeiing. **(Foto 2)**
- Brede dakoverstekken vormen een goede bescherming van de gevel. De zinken goten zijn niet in de dakoverstekken opgenomen, maar zijn hier later aan bevestigd. **(Foto 3)**
- De geprefabriceerde tochtportalen aan zowel de voor- als achterzijde van de woningen werden door enkele vaklieden snel en zorgvuldig opgebouwd. Isolatie en beglazing werd later aangebracht. **(Foto 4)**
- Cellulose van versnipperd oud krantenpapier is gebruikt als thermisch isolatiemateriaal. In verband met brandvoorschriften is gekozen voor toepassing in niet-dragende gevel en dakdelen. Wat niet wil zeggen dat het materiaal uit het oogpunt van brandveiligheid ongeschikt is. De importeur beschikte echter alleen over in Nederland niet geldige buitenlandse attesten. De dakelementen zijn in de fabriek met cellulose gevuld. Door een gespecialiseerd bedrijf zijn



Prioriteiten vanuit het thema

- Aandacht voor herbruikbare materialen.
- Houtskeletbouw.
- Natuurverven.
- Betonpuingranulaat in de begane grondvloer, rookgasontzwavelingsgips, isolatiemateriaal op basis van cellulose van versnipperd krantenpapier.
- Regenwater voor toiletspoeling, zo mogelijk voor tuin en auto.
- Waterbesparende douches, kranen en toilet.
- Afvalscheiding.
- Close-in boiler in de keuken.

- op het werk - gaten geboord op maat van de doorvoeren. Dit gaf een zodanig verlies aan cellulose dat steenwol nodig was als aanvullende isolatie. Beter is deze sparingen van tevoren aan te brengen, wat wel een nauwkeurige detaillering vraagt.

De hsb-gevelelementen zijn ter plaatse volgespoten met droog aangevoerde cellulose die tijdens het aanbrengen met water is besproeid om een samenhangend pakket te krijgen.

Desondanks kwam tijdens het aanbrengen veel stof vrij. Ook de droogtijd van in de gevel gespoten cellulose is lang. Er is geconstateerd dat het materiaal nog nat was, toen de PE-folie reeds was aangebracht. Doordat de gevelconstructie naar de buitenzijde toe open is, kon het vocht wel uit treden, maar duurde het droogproces extra lang. Bovendien is de drogende cellulose onderhevig van een lichte krimp, met als gevolg een spleet bovenin het element, die met steenwol moest worden opgevuld. Het is aan te bevelen ook gevelelementen in de fabriek met droge cellulose te vullen en op de bouwplaats te assembleren. **(Foto 5)**

• Natuurverf vraagt een lange droogtijd. Het verdient voorkeur ramen, deuren en kozijnen reeds in de fabriek of werkplaats van de deklaag te voorzien. Bijwerken van beschadigde plekken kan bij de kleur blauw en gemengde kleuren tot kleurverschillen leiden.

Voorlichting aan bewoners over de eigenschappen van deze verf is gewenst. **(Foto 6)**

• De vensterbanken zijn vervaardigd van inlands beukehout, gelakt met Auquamarijn.

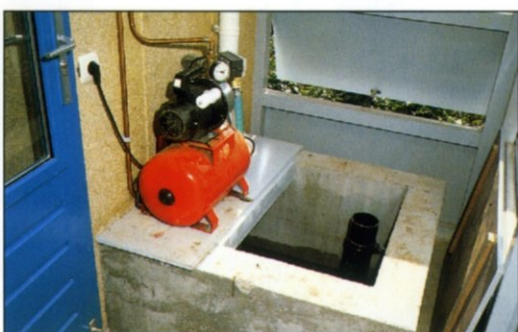
• Het betonnen regenwateropslagreservoir in het achterportaal is voorzien van een pomp om dit water te kunnen gebruiken voor toiletspoeling en eventueel voor de tuin en het wassen van de auto bij voldoende aanbod van regenwater. Op verzoek van bewoners zijn achteraf voorzieningen getroffen om het geluid van de pomp te verminderen en is een verwarmingselement in het portaal aangebracht, om bevriezing van het regenwateropslagreservoir tijdens vorst te voorkomen. **(Foto 7)**

• Het keukenblok van vurehout is behandeld met boorzout, vervolgens geolied en voorzien van een waslaag. Het blad is van beukehout. Afval kan worden gescheiden in de multibox in het keukenkastje. **(Foto 8)**

• Naast de meterkast in het voorportaal is een 'recyclingskast' aangebracht, met aparte vakken voor de opslag van klein chemisch afval, papier, glas en textiel. **(Foto 9)**

• Tijdens een vorstperiode in de winter van 1992-1993 is in de meterkast van de kringloopwoningen condensvorming geconstateerd. Door het glas boven de meterkasten te vervangen door een houten paneel is dit probleem verholpen.

• De plaats van de HR-low NOx-arme verwarmingsketel, de mechanische ventilatie en de zonneboiler op zolder is goed bereikbaar. **(Foto 10)**



Extra aandacht voor lange levensduur onderhoudsarme bouwmaterialen en organische architectuur

Architectenbureau Alberts & Van Huut, Amsterdam

Twaalf woningen ontworpen in vier types, volgens uitgangspunten van de organische architectuur. Dat had een duidelijke invloed op de vorm en op de (grillige) plattegronden. Het casco is gebouwd in kalkzandsteen, met houten verdiepingsvloeren en een buitenschil van baksteen. De dakvorm van een aantal woningen is getordeerd. Elf woningen hebben een zonneboiler en één een indirect gestookte boiler, aangesloten op de cv-ketel. De woningen zijn voorzien van een lage temperatuur radiatorenverwarming en de ventilatielucht wordt mechanische afgezogen.

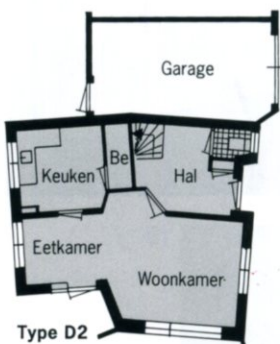


Thermische isolatie

- Begane grondvloeren $R_c = 3,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.
- Gevels $R_c = 2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.
- Daken $R_c = 2,6 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.
- Dubbelglas begane grond $U = 1,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ en op de verdieping $U = 3,0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

Toelichting bij de uitvoering

- Door de grillige plattegronden was het niet mogelijk prefab vloerelementen toe te passen zoals in de andere woningen. Gekozen is voor een begane grondvloer van betonnen balken en broodjes. De 100 mm dikke steenwolisolatie is in het werk onder de vloeren aangebracht met behulp van staaldraad dat aan de balken is bevestigd. Nadeel van deze (arbeidsintensieve) manier van bevestigen is dat de isolatielaag niet strak tegen de vloer aansluit. Conclusie is dat dit type vloer moeilijk aan de onderzijde is te isoleren. **(Foto 1)**
- De vele niet haaks op elkaar staande bouwmu- ren, binnenwanden en afgeschuinde raamope- ningen veroorzaakten veel hakwerk aan het kalkzandsteen casco en de gevelstenen. Extra bouwafval is dan niet te voorkomen. **(Foto 2)**
- De vormgeving van de plattegronden was er tevens oorzaak van dat de kruipruimte in drie beuken uitgevoerd moest worden. Gemeentelijke voorschriften stellen als eis dat de collecteurriolen onder de bouwblokken goed bereikbaar moeten zijn. Als gevolg daarvan was het nodig een kruipluik in de woonkamer aan te brengen, waarmee de opdrachtgever en de aspirant-kopers niet blij waren. In overleg is besloten de betreffende kruipluiken zoveel mogelijk in een hoek van de kamer aan te brengen.
- De verdiepingsvloeren zijn in het werk vervaardigd uit een houten balklaag, die is afgedekt met multiplex platen en aan de onderzijde afgewerkt met gipskartonplaten, vervaardigd



Prioriteiten vanuit het thema

- *Materialen en componenten met lange levensduur.*
- *Materialen en componenten die weinig onderhoud vragen.*
- *Beton- en puingranulaat.*
- *Aandacht voor detaillering.*

van rookgasontzwavelingsgips. **(Foto 3)**

- Rollagen onderstrepen de vormgeving van de raampartijen, verminderen de complexiteit van de bouwstroom en verhogen het hergebruik van het materiaal na de sloop. **(Foto 4)**
- De bijzondere en zeer bewerkelijke vormgeving stelt hoge eisen aan het vakmanschap van de metselaar. Het bezwaar van extra bouwafval geldt ook hier. **(Foto 5)**
- Niet uit milieu-overwegingen, maar vanuit de architectuur is gekozen voor een getordeerde dakvorm. Gote dakoverstekken zijn helaas achterwege gebleven, hoewel ze de gevel beter beschermen en dus in het thema pasten. **(Foto 6)**
- Ook het vervaardigen van de gecompliceerde daktrims vereiste vakmanschap tijdens de uitvoering. Het milieu zou gediend zijn bij een vormgeving die minder materiaal nodig maakt. **(Foto 7)**

- Het was de bedoeling de woningen te voorzien van koperen dakgoten en regenwaterafvoeren. Vanuit duurzaamheid en hergebruik een ideale oplossing. De hoge kosten van dit materiaal en de aanslag op eindige natuurlijke grondstoffen staan daar tegenover. Om beide aspecten tot hun recht te laten komen is besloten alleen de goten en de regenwaterafvoeren aan de voorzijde van de woningen uit te voeren in koper. Aan de achterzijde zijn goten en afvoerbuizen van zink toegepast. **(Foto 8)**
- Koper is een zacht materiaal, bovendien gevoelig voor diefstal. Daarom is het onderste deel van de regenwaterafvoer uitgevoerd in staal. **(Foto 9)**
- Als gevolg van de hoge dakvorm is het gemetsele deel van de schoorsteen relatief lang. Aansluiting op de rookgasafvoerkanalen kan al snel een slecht trekkende, ondichte schoorsteen tot gevolg hebben. Prefab rookgasafvoerkanalen in de bouwkundige schoorsteen kunnen dit probleem voorkomen. **(Foto 10)**
- Garagedaken zijn voorzien van APP-dakbedekking. De aansluiting van dit materiaal op zinken goten leidt tot problemen doordat het carbolzuur uit de toplaag van de APP-folie invreest op het zink. Om schade te voorkomen zijn de zinken goten behandeld met HD-coating. Gebruik van EPDM-rubber in plaats van APP-folie is het alternatief.

6



7



9



5



8



10



Extra aandacht voor flexibel bouwen en wonen

Lindeman c.s. Architecten en Ingenieurs, Adviseurs energiebeheer, Cuijk

Tien woningen, vier in een rijtje gebouwd, oost-west gericht en de overige zes als tweemaal drie geschakelde woningen, noord-zuid gericht. De plattegrond is binnen bepaalde grenzen flexibel indeelbaar dankzij leidinggoten in de begane grondvloer. Het casco is gebouwd in kalkzandsteenelementen met in het werk gestorte verdiepingvloer en plat dak. Op de begane grond is de buitengevel van baksteen met aansluitend gepleisterde buitengevelisolatie op de verdieping. Alle woningen beschikken over een zonneboiler, een indirect gestookte tweezone luchtverwarmingsinstallatie en gebalanceerde ventilatie met warmterugwinning, geplaatst in een houten dakopbouw die steeds noord-zuid is gesitueerd.

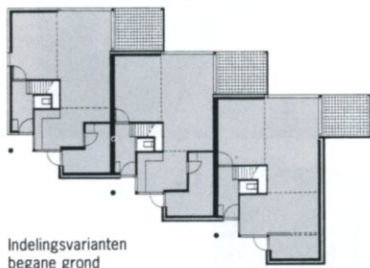


Thermische isolatie

- Begane grondvloeren $R_c = 3,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.
- Gevels begane grond $3,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ en op de verdieping $R_c = 2,9 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.
- Daken $R_c = 3,3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.
- Dubbelglas begane grond $U = 1,6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ en op de verdieping $U = 1,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

Toelichting bij de uitvoering

- Om een koudebrug via de spouw te voorkomen, dienen de kanalen van de kanaalplaatvloeren aan de uiteinden met isolatiemateriaal te worden afgedicht. Steenwol is hierbij een goed alternatief voor PUR-schuim. Betonnen verdiepingvloeren en daken zijn in het werk gestort. **(Foto 1)**
- Bij het funderen is rekening gehouden met mogelijke toekomstige uitbreidingsplannen. Aan de achterzijde van de woningen, aansluitend op de uitwisselbare gevelelementen, is hiervoor een extra paal geslagen en een funderingsbalk gelegd. **(Foto 2)**
- De verdieping- en dakvloer ter plaatse van het eventueel later uit te breiden deel van de aan de achterzijde van de geschakelde woningen worden ondersteund door een stalen kolom. Het risico van koudebruggen ter plaatse van de bevestiging aan de verdiepingvloer en het dak is ondervangen door de thermische buitengevelisolatie.
- De toegepaste houten gevelelementen op de begane grond zijn in principe uitwisselbaar, inspeland op het thema flexibel bouwen en wonen. Fabricage van de elementen vond plaats in de fabriek.
- De aansluiting van de geprefabriceerde houten gevelelementen op de begane grondvloer liet te wensen over, als gevolg van te grote maattoleranties tijdens de uitvoering. De optredende spleten van soms bijna 2 cm waren niet met dichtingsband te overbruggen en zijn noodge-



Indelingsvarianten begane grond



Prioriteiten vanuit het thema

- Herbruikbare bouwelementen in de gevel en binnen de woning.
- Uitbreidbare woning.
- Mogelijkheden van functiewijziging.
- Flexibele invulling van plattegronden en gevelelementen.
- Demontabele bouw-elementen.
- Flexibele installatie-toepassingen.
- Handzaamheid van binnenelementen voor de gebruiker (Metal-Stud).
- Flexibele aansluitmogelijkheden van gas, elektriciteit en water.
- Detaillering, in verband met geluidwering en dichtheid van binnen- en buitenaansluitingen.

dwongen afgedicht met CFK-vrij PUR-schuim. **(Foto 3)**

- Het luchtverwarmingssysteem is uitgevoerd met een open aanzuigkanaal voor recirculatie-lucht in de installatieruimte. Aanvoer van lucht vindt hierdoor ongecontroleerd plaats, wat het effect van de installatie nadelig beïnvloedt. Een 'gesloten' recirculatiesysteem is sterk aan te raden.

- Aan de voorzijde van de vier rijtjeswoningen wordt de naar buiten doorlopende verdiepingsvloer ondersteund door een betonnen kolom. De vloeren zijn aan de buitenzijde geheel ingepakt met steenwol en voorzien van een stuc-laag. Ter plaatse van de aansluiting van de vloer op de kolom ontstaat een thermisch zwakke plek die echter nog net geen koudebrug is. **(Foto 4)**

- Ankerloze spouwmuren, met zorg ontdaan van speciebaarden en puinresten zorgen voor een goede geluidwering. Op de in het werk gestorte platte daken liggen 100 mm dikke steenwolplaten, waterdicht gemaakt met EPDM-rubber. **(Foto 5)**

- De stalen hoekkolom is met isolatiemateriaal 'ingepakt'. Erg arbeidsintensief, ook al vanwege de krappe beschikbare ruimte tussen de kolom en de aansluitende gevelelementen. **(Foto 6)**

- Iedere woning beschikt over een houten dakopbouw - noord-zuid gericht - en is bedekt met betonnen dakpannen. In deze dakopbouw is de zonnecollector opgenomen. De gekozen materialen zijn duurzaam en geschikt voor herge-

bruik, aansluitend bij het thema. **(Foto 7)**

- De centrale kern is opgebouwd uit geïsoleerde Metal-Studwanden. Binnen de kern is op de begane grond een rechte trap naar de verdieping opgenomen, evenals de leidingen en inblaas- en afzuigmonden van de twee-zone luchtverwarming en de ventilatie. Direct aansluitend op de kern is op de begane grond het toilet gebouwd.

- Vóór het gieten van de 7 cm dikke anhydrietgebonden dekvloeren zijn stalen kabelgoten op de constructievloer gemonteerd. Daardoor is het mogelijk de keuken - binnen bepaalde grenzen - te verplaatsen. **(Foto 8)**

- Luchtverwarmings- en ventilatie-installatie zijn in de dakopbouw geplaatst, die aansluit op de centrale kern, waarin alle leidingen zijn verwerkt. Ook de zonneboiler vindt een plaats in de dakopbouw. **(Foto 9)**

- Door de centrale kern is ook de ruimte op de verdieping flexibel indeelbaar. De Metal-Stud tussenwanden zijn herbruikbaar en maken het mogelijk in een later stadium de indeling zonder veel breekwerk aan te passen. **(Foto 10)**

- Aan het ontwikkelen van herbruikbare en verplaatsbare gevelelementen moet nog veel aandacht worden besteed. Dat geldt met name voor de eenvoudige uitwisselbaarheid in combinatie met de luchtdichtheid.



Extra aandacht voor geluidisolatie binnen en buiten de woning

Werkgroep Woningbouw en Energiebesparing, vakgroep FAGO, TU-Eindhoven

Tien woningen in een rij, oost-west gesitueerd met een praktijkwoning aan de noordzijde en op het zuiden een lagere woning met de ingang om de hoek. Het casco is uitgevoerd in kalkzandsteen, afgewerkt met een baksteen buitenblad en Western Red Cedar delen op de verticale wand van de zolderverdieping. Binnen de woningen bevindt zich een geluidarme kern, afgebakend door 150 mm dikke kalkzandsteen-wanden. De 160 mm brede spouwmuren zijn extra geïsoleerd en de woningen hebben een gescheiden fundering. De woningen zijn voorzien van lage temperatuur radiatorenverwarming en een installatie voor mechanische afzuiging van ventilatielucht. Een voorraadbouder wordt verwarmd door de cv.

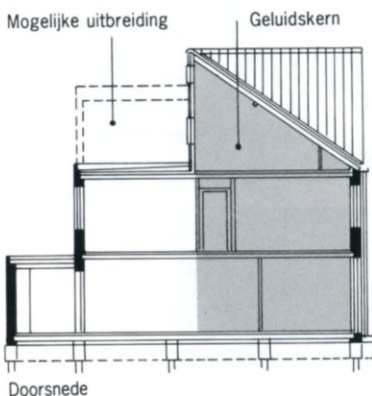


Thermische isolatie

- Begane grondvloeren $R_c = 3,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.
- Gevels $R_c = 4,1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.
- Daken $R_c = 4,4 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.
- Dubbelglas $U = 1,6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

Toelichting bij de uitvoering

- Als enige in Ecolonia zijn de woningen van de WEB voorzien van een gescheiden fundering om optimaal te kunnen voldoen aan de eisen van het thema: geluidisolatie. **(Foto 1)**
- De spouw is 160 mm breed, waarin dubbele isolatieplaten van respectievelijk 60 en 75 mm glaswol zijn bevestigd. Naast een goede geluidwering zorgt deze spouwvulling tevens voor een hoge thermische isolatie. **(Foto 2)**
- Voor glaswol in de spouw is gekozen omdat dit materiaal vormvaster en minder uitvoeringsgevoelig is dan steenwol. De 25 mm open spouw gaf de metselaar voldoende ruimte bij het metselen van het buitenblad.
- De 'geluidkern' loopt door tot op de zolder en wordt omringd door 150 mm dikke kalkzandsteen-wanden. In de kern zijn opgenomen de achterentree, het toilet, het trappenhuis, de badkamer en de installaties. **(Foto 3)**
- De geïsoleerde dakplaten zijn tussen de woningen onderbroken. De woningscheidende ankerloze spouw is overbrugd met een extra laag steenwol om geluidoverdracht te voorkomen. **(Foto 4)**
- Omdat de WEB-woningen het eerst in uitvoering zijn genomen, is EPDM-rubber, als meest milieubewuste materiaal toegepast voor de spouwslabben en kozijnafdichtingen. Dit materiaal is erg slap en daardoor moeilijk verwerkbaar. In de andere projecten is op basis van deze ervaring gekozen voor het stevigere DPC-folie. **(Foto 5)**



Prioriteiten vanuit het thema

- Geluidwering van de gevel (inclusief gevelopeningen).
- Geluidwering voor verblijfsgebieden tussen de woningen.
- Geluidwering tussen de woningen.
- Geluidwering tussen kamers in de woningen.
- Stille kamer.
- Geluidwering van installatielawaai tussen ruimtes in de woningen en tussen woningen.
- Trillingvrije oplegging van trappen, bordessen, leuningen etc.
- Close-in boiler in de keuken.

- Aan de straatzijde is een ingangspartij aangebouwd. De inpandige entree aan de achterzijde is echter minstens zo belangrijk, omdat aan deze zijde de auto geparkeerd wordt en de fietsen worden opgeborgen.
- In de kozijnen zijn geluiddempende ventilatieroosters (suskasten) geplaatst. Op aanraden van de Bond van Timmerfabrikanten is de door de fabrikant voorgeschreven montagemethode niet gevolgd. Na montage volgens de voorschriften ontstaat namelijk aan de kopse kant van de suskast een circa 1,5 cm brede spleet die later met band, kit en een afdekplaat moet worden gedicht. Met het risico van binnendringend regenwater.
- Aanvankelijk lukte het niet de daken kierdicht te krijgen, zonder gebruik van PUR-schuim. Pas nadat de dakplaten met lange schroeven aan elkaar werden verbonden, kon met behulp van schuimband en waar nodig een afdeklat, het gewenste resultaat worden bereikt.
- In het hele project zijn vurehouten plinten aangebracht, beplakt met grijs papier. Motief hiervoor is het achterwege blijven van hardhout en van lak. Veel bewoners hebben esthetische bezwaren tegen deze oplossing. Bovendien is de zaagkant soms zichtbaar en niet behandeld en blijven de spijkergaatje in het oog.
- De baksteengevel loopt door tot en met de verdieping. Daarboven is de rechte wand van de zolder opgebouwd in houtskeletbouw, afgewerkt met Western Red Cedar. Op de dekvloer ligt één laag EPDM-rubber. De in de dekvloer doorlopende woningscheidende spouw is

- gevuld met steenwol en later afgedicht met EPDM-rubber. **(Foto 6)**
- Waar de houten gevelbekleding aansluit op de lichte gevelsteen ontstaan verkleuringen op de bakstenen. Bepaalde stoffen uit het hout blijken, met name in de hoeken, door uitloging bruine verkleuringen op de gevelstenen te veroorzaken. De klacht had kunnen worden voorkomen door tijdens het detailleren in een waterhol te voorzien.
- De zolderverdieping van de woningen is uitbreidbaar met een houten 'doos', uitgevoerd in houtskeletbouw, met Western Red Cedar bekleding. De uitbreiding biedt ruimte aan twee slaap- of werkkamers. **(Foto 7)**
- Boven de deur van de stille kamer bevindt zich een akoestisch gedempt ventilatierooster. De ramen aan zowel voor- als achterzijde van de woningen zijn voorzien van een suskast. **(Foto 8)**
- De dichte keuken is niet in de geluidkern opgenomen, maar grenst daaraan. Tussen keuken en woonkamer is een 70 mm dikke wand van gipsblokken opgetrokken. **(Foto 9)**
- Op zolder, binnen de geluidkern, zijn de installaties en de op de cv aangesloten warmwaterboiler geplaatst.
- Tussenwanden buiten de geluidkern zijn opgebouwd uit vurehouten stijl- en regelwerk, gevuld met steenwol en afgewerkt met gipskartonplaten, vervaardigd van rookgasontzwellingsgips. **(Foto 10)**



Extra aandacht voor gezondheid en veiligheid

Bureau voor energie-ontwerp, architectuur en stedenbouw Peter van Gerwen, Amersfoort

Twaalf woningen, verdeeld in vijf types. Een rij van acht woningen in drie types met een 'toren'woning op één van de hoeken en vier twee onder een kapwoningen, allemaal noord-zuid gesitueerd. Het casco is gebouwd van kalkzandsteen met een buitengevel van baksteen.

Bordestrappen, lichtstraten in het trappenhuis en een centraal stofzuigstelsel spelen in op het thema. Bijna alle woningen beschikken over een zonneboiler. Op de begane grond is vloerverwarming aangelegd, in combinatie met lage temperatuur radiatorenverwarming op de verdieping en gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning.

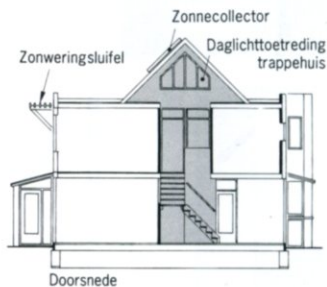


Thermische isolatie

- Begane grondvloeren $R_c = 2,4 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.
- Gevels gemiddeld $R_c = 3,3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.
- Daken $R_c = 3,1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.
- Dubbelglas begane grond $U = 1,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ en op de verdieping $U = 3,0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

Toelichting bij de uitvoering

- De begane grondvloer bestaat uit een uitgevlakte kanaalplaatvloer, aan de bovenzijde geïsoleerd door 80 mm steenwolplaten, opgebouwd uit twee lagen, kruislings en in halfsteensverband gelegd. Daarover is een PE-folie aangebracht en een gegalvaniseerd stalen wapeningsnet van 4 mm, waarop de vloerverwarmingsslangen zijn bevestigd, gevolgd door een wapeningsnet en afgewerkt met een 70 mm dikke zandcement dekvloer (D20). **(Foto 1)**
- Indertijd is gekozen voor zandcement omdat anhydriet zou verstoffen. Dit werd ontoelaatbaar geacht, gezien het thema 'veiligheid en gezondheid'. Anhydrietdeskundigen geven aan dat dit probleem zich niet voordoet, als de dekvloer na het aanbrengen wordt geschuurd of geborsteld. **(Foto 2)**
- Om de werking van de zwevende dekvloer op te vangen en ter voorkoming van geluidoverdracht, dient deze los van de wanden te liggen. Door een uitvoeringsfout werd in dit geval niet aan deze eis voldaan. De fout is hersteld door de dekvloer met een zaagsnede te ontkoppelen van de wanden. **(Foto 3)**
- De constructie voor de begane grondvloer is dikker door vloerverwarming en zwevende dekvloer. Daardoor is de vloer op één laag kalkzandsteen van 50 mm gelegd. De gevelspouw loopt nu minder diep door, met als gevolg dat de temperatuurfactor voor funderingskoudebruggen de in het Bouwbesluit genoemde norm van $f > 0,65$ niet zou halen. Gasbetonelementen



Prioriteiten vanuit het thema

- *Beperken van chemische verontreiniging van de binnenlucht.*
- *Reinigbare ventilatie systemen (gedeeltelijk gerealiseerd).*
- *Beheerste toe- en afvoer van ventilatielucht, met centrale filtering.*
- *Reinigbaarheid van de woning.*
- *Beperking verontreiniging door bouwmaterialen.*
- *Koudebrug- en schimmelproblematiek.*
- *Gesloten keuken.*
- *Centrale stofzuiginstallatie.*
- *Vloerverwarming op de begane grond.*
- *Elektrische kookapparatuur.*

in de kopgevels heffen dit probleem op.

- In combinatie met vloerverwarming zullen de oppervlaktetemperaturen van de vloer in het algemeen hoger uitkomen dan volgens de te hanteren rekenmethode is bepaald. Oppervlaktecondensatie zal daardoor niet optreden, waarmee allergenen worden voorkomen, passend in het thema veiligheid en gezondheid.
- Voor de zonneluifels aan de zuidgevel van woningtype A is met boorzout verduurzaamd tuinhout gebruikt, als milieubewuster alternatief voor het oorspronkelijk voorgestelde met benzalkonium behandelde vurehout. **(Foto 4)**
- De uitgebouwde en op het zuiden gerichte woonkamers van de twee woningen van type D hebben brede dakoverstekken. **(Foto 5)**
- Op de lichthellende daken (circa 15°) van twee woningen is EPDM-dakbedekking geplakt op gecacheerde en verankerde steenwolisolatieplaten. De lijmverbinding blijkt in de praktijk niet stormvast. Als oplossing is ervoor gekozen aluminium strips door de isolatielaag op de onderliggende constructie te bevestigen, waarover opnieuw een laag EPDM-rubber is geplakt. Alternatief zou zijn geweest een ballastlaag met betontegels.
- Voor de dakopbouw van de rijtjeshuizen waren twee types geprefabriceerde panelen beschikbaar. Eén daarvan was aan de buitenzijde voorzien van een extra schuimlaag. Beide systemen voldoen aan de gestelde hygrische eisen, als de dampremmende laag droog blijft. Om redenen van milieu en kosten is gekozen voor het type dakpaneel zonder schuimplaat,

dat werd voorzien van een PE-folie om vochttoetreding op de bouwplaats te voorkomen.

- Een deel van de dakopbouw in de rijtjeswoningen fungeert als lichtstraat voor het trappenhuis. De installaties zijn opgenomen in de rest van de dakopbouw. **(Foto 6)**
- Een stukje wand van glazen bouwsteen tussen de woonkamer en het trappenhuis zorgt voor extra lichtinval vanuit het trappenhuis naar de woonkamer en andersom, passend in het thema 'veiligheid'. **(Foto 7)**
- Twee woningtypes zijn voorzien van een glazen strook in het trappenhuis. De oorspronkelijk bedoelde glazen bouwstenen zijn niet toegepast vanwege ongunstige bouwfysische gevolgen voor de gevel. **(Foto 8)**
- De schuine wand van de zolder op één van de woningtypes is ter plaatse van het trappenhuis voorzien van een glazen wand die zorgt voor voldoende daglichttoetreding. **(Foto 9)**
- De stofzuiginstallatie is in één type woning geplaatst in de garage. In andere types staat deze installatie in de bergkast in de woonkamer en bij twee woningen in de afvalberging naast de voordeur. **(Foto 10)**



Extra aandacht voor bio-ecologisch bouwen

Architectenbureau Archi Service, 's-Hertogenbosch

Acht woningen, waarvan zes als rijtje in een hoek gebouwd en de andere twee als geschakelde woningen. De hoekwoning is een bedrijfspannd met de woning op de eerste en extra tweede verdieping. Het casco is gebouwd in kalkzandsteen, waarin warmtemuren zijn opgenomen, met een baksteen buitenblad. Voor de begane grond zijn geïsoleerde holle baksteenelementen gebruikt en de verdiepingsvloeren zijn van hout. Zes woningen beschikken over een zonneboiler, waarvan twee met extra capaciteit, zij leveren tevens een bijdrage aan de ruimteverwarming. De overige twee woningen hebben een indirect gestookte boiler. Verwarming vindt plaats door lage temperatuur-cv via warmtemuren. De woningen hebben natuurlijke ventilatie.

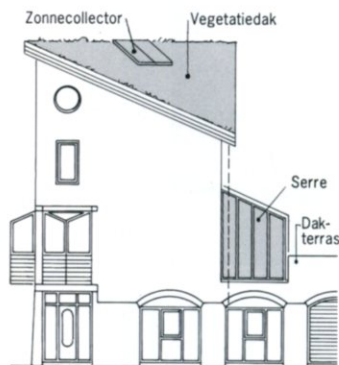


Thermische isolatie

- Begane grondvloeren $R_c = 3,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.
- Gevels $R_c = 2,8 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.
- Daken $R_c = 2,8 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.
- Dubbelglas begane grond $U = 1,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ en op de verdieping $U = 3,0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

Toelichting bij de uitvoering

- Voor de begane grondvloer is gebruik gemaakt van in de fabriek met 100 mm glaswol aan de onderzijde geïsoleerde holle baksteenelementen. Hierop zijn zandcement dekvloeren van 70 mm aangebracht. **(Foto 1)**
- Na plaatsing van de vloerelementen bleken de glaswoldekens nogal eens losjes onder de vloer te hangen, wat ten koste gaat van de isolatiewaarde. Dit is ter plaatse hersteld.
- In de garages zijn betonvloeren gestort, omdat holle baksteenvloeren niet voldoen aan de zogenoemde 'krikbelasting'.
- Ter plaatse van de warmtemuren is het casco van de woningen opgebouwd uit 150 mm dikke kalkzandsteenelementen, waarin fabrieksmatig verticale sleuven zijn gefreesd ten behoeve van de verwarmingslangen. **(Foto 2)**
- De verdiepingsvloeren rusten op een balklaag, ondersteund door een pilaar in de woonkamer. Hierop komen 28 mm dikke vloerdelen, waarover steenwol als geluidisolatie. De balklaag blijft in het zicht. **(Foto 3)**
- Een extra aantal ventilatiekokers zorgt voor voldoende ventilatie van de kruipruimte. Doordat de achtergevels kunnen worden uitgebreid met een serre, zijn hier verlengde ventilatiekokers in de spouw opgenomen (tot circa 3,5 m boven maaiveld). De verwachting is dat door een te hoge stromingsweerstand deze ventilatiekanalen niet goed zullen werken. Bovendien vermindert de isolatiewaarde van de gevels door het onderbreken van de spouwisolatie ter



Prioriteiten vanuit het thema

- Minimalisering energiegebruik en grondstoffen voor vervaardigen en gebruik van bouwwerken.
- Milieuverontreiniging voorkomen.
- Behoud of verbetering van de soortenrijkdom van planten en dieren.
- Integratie van het bouwwerk in het landschap.
- Elektrische, magnetische en elektromagnetische velden, aardstralen, kosmische straling en radio-actieve straling.
- Woonfysiologie, kleur en belevingsaspecten, zowel in de woning als in de woonomgeving.
- Geluid, licht, temperatuur, warmte, vocht en ventilatie.
- Natuurlijke bouwmaterialen en duurzame energiebronnen.
- Energiehuishouding en materiaalhuishouding, alsmede de water- en luchthuishouding in onderlinge samenhang.

plaatse. (Inmiddels is een aantal woningen door de bewoners van een serre voorzien).

- De houten kap van de schuine daken is op het werk afgewerkt met 22 mm vurehouten delen. Door de vorm waren geprefabriceerde dakplaten niet mogelijk. Zorgvuldig omgaan met materiaal beperkte het zaagafval. **(Foto 4)**
- De opbouw van het vegetatiedak is als volgt: een vuren gordingenkap met 22 mm dikke vuren delen, 0,2 mm PE-folie, 100 mm steenwolplaten, 1,2 mm EPDM-rubber als waterkerende laag, circa 80 mm geëxpandeerde kleikorrels en sedum beplanting. Aan de dakranden is een laag grind aangebracht voor de windbelasting en de brandveiligheid. **(Foto 5)**
- Het duurt enige tijd voordat de begroeiing is aangeslagen. Tijdens een storm is de 'verse' begroeiing plaatselijk van de daken gewaaid. Oplossing zou kunnen zijn de vegetatie in de vorm van vaste matten te leggen.
- In het begin hield het vegetatiedak onvoldoende vocht vast bij regen. De regenwaterafvoer, bestaande uit kettingen, raakte dan overbelast, met als gevolg dat het regenwater door de wind tegen de gevels werd geblazen. Hierdoor ontstond algengroei op de gevel. De kettingen zijn 'tijdelijk' vervangen door PVA-afvoerleidingen.
- De brede dakoverstekken vormen een goede bescherming van de gevels. Door de dikte van de dakopbouw was wel meer materiaal nodig.
- Zonnecollectoren zijn bevestigd op de zuidgevels van vier woningen. Het grote dakoverstek vormt soms een belemmering voor optimale benutting van de capaciteit. **(Foto 6)**

- In enkele woningen zijn niet-dragende warmtemuren opgetrokken van keramische steen, met horizontale gleuven voor de warmwaterslangen. **(Foto 7)**
- Nadat de verwarmingsslangen in de warmtemuren zijn aangebracht, gaat de stukadoor aan de slag. De stuclaag hoeft niet dikker dan een halve centimeter te zijn. **(Foto 8)**
- Aan de zuidgevel zijn maatregelen getroffen om eventueel later een serre aan de woning te kunnen bouwen. Hier zijn ook de zonnecollectoren zichtbaar van de vergrote zonneboilerinstallatie voor warmtapwater en ruimteverwarming. **(Foto 9)**
- Installaties zijn op zolder van de woningen geplaatst. Zes woningen beschikken over een zonneboiler en de woning op de afbeelding over een indirect gestookte cv-boiler. **(Foto 10)**
- De toegepaste Auquamarijn natuurverf blijkt in de praktijk nadelen te hebben. Belangrijkste klachten betreffen de voor bewoners onacceptabele verkleuringen en het 'verkrijten' van de verf. Daarnaast treedt kleurverschil op bij herstel van een beschadigde verflaag. De lange droogtijd wordt ook als een nadeel ondervonden, evenals het minder strakke aanzien dan de gebruikelijke hedendaagse alkylsystemen.
- In de slaapkamers zijn laag geplaatste ventilatietoevoorzieningen aangebracht in de vorm van een klappaam (klimaatraam). Deze voorziening wordt in de regelgeving niet als adequaat erkend. In feite zijn klimaatluiken bestemd om ventilatielucht uit de eventueel later aan te bouwen serre te betrekken.

5



6



7

8



9



10

Literatuuroverzicht

1. 'Zorgen voor Morgen; Nationale Milieuverkenning 1985-2010'. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Samson H.D. Tjeenk Willink, Alphen a/d Rijn, 1989
2. 'Nationaal MilieubeleidsPlan: Kiezen of verliezen'. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. 's-Gravenhage, mei 1989.
3. 'Nota energiebesparing. Beleidsplan energiebesparing en stromingsbronnen'. Ministerie van Economische Zaken. 1989/1990.
4. 'Nationaal MilieubeleidsPlan - Plus'. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening. 's-Gravenhage, juni 1990.
5. 'Nationaal MilieubeleidsPlan - Plus, Bijlage 2: Duurzaam Bouwen'. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. 's-Gravenhage, juni 1990.
6. 'Energiezuinig bouwen en het Bouwbesluit. Nieuwe regelgeving stelt eisen aan vochthuishouding in energiezuinige woningen. Stichting Bouwresearch, 1990.
7. 'Op weg naar Ecolonia 3. Het stedenbouwkundig plan en het voorlopig ontwerp van negen architecten'. Novem, januari 1991 (ISBN 90-72130-20-0).
8. 'Op weg naar Ecolonia 4. Het definitief ontwerp'. Novem, juni 1992 (ISBN 90-72130-24-3).
9. 'Het NMP in kort bestek. NMP, NMP-plus en het Dubo-rapport door de ogen van de bouw'. Stichting Bouwresearch, rapport nummer 260. Rotterdam, 1992.
10. 'Handleiding Duurzaam Renoveren. Milieubewust beslissen bij woningverbetering'. Stuurgroep Experimenten Volkshuisvesting. Rotterdam, April 1992.
11. 'Milieubewust wonen in Ecolonia. Handleiding voor de bewoners van Ecolonia in Alphen aan den Rijn', Novem en WoonEnergie. Gouda, oktober 1992.
12. 'Ecolonia, demonstration project for energy-saving and environmentally-aware building and living'. Novem, april 1992.

Gebruikte afkortingen

Alkydverf	- synthetische verf
APP	- atactisch-poly-propyleen
CFK	- chloor-fluor-koolwaterstof
DPC	- produktnaam (poly-etheen)
EPDM	- etheen-propeen-di-mono-meer
GIW	- Garantie Instituut Woningbouw
HD-coating	- high density-coating
HR	- hoogrendement
HSB	- houtskeletbouw
MJ	- MegaJoule
NOx	- stikstofoxyden
PE	- poly-etheen (poly-ethyleen)
PL	- gasontladingslamp (compacte fluorisatielamp)
PPC	- polypropeen (polypropyleen)
PUR	- poly-urethaan
PVA	- poly-vinyl-acryl
PVC	- poly-vinyl-chloride
QL	- inductieverlichting
R	- warmteweerstand- coëfficiënt
U	- warmtedoorgangcoëfficiënt
XPS	- geëxtrudeerde polystyreen

Deze brochure is tot stand gekomen met medewerking van:

V&L Consultants,
Adrianalaan 124
2053 MD Rotterdam
Telefoon 010-2180225

Tekst en vormgeving:
Bureau Tekstvorm bv, Westendorp

Basislayout:
Harrie Remie bNO, Rotterdam

Fotografie:
Hans Pattist, Rotterdam



DV 1.2.118 © Novem

NOVEM SITTARD
SWENTIBOLDSTRAAT 21
POSTBUS 17
6130 AA SITTARD
TELEFOON 046 - 595295
TELEFAX 046 - 528260

NOVEM UTRECHT
ST. JACOBSSTRAAT 61
POSTBUS 8242
3503 RE UTRECHT
TELEFOON 030 - 363444
TELEFAX 030 - 316491

NOVEM APELDOORN
HOOFDSTRAAT 21
POSTBUS 503
7300 AM APELDOORN
TELEFOON 055 - 277877
TELEFAX 055 - 224315