

# Vooronderzoek

Passief en duurzaam woongebouw Julianalaan te Wijhe

Afstudeerproject



Zwolle, april 2009  
VERSIE 2

# Vooronderzoek

Passief en duurzaam woongebouw Julianalaan te Wijhe

Afstudeerproject

**H.A. Haarsman**

Christelijke Hogeschool Windesheim  
School of Built Environment & Transport  
Zwolle

Schoolbegeleider: Dhr. H. Westra  
Bedrijfsbegeleider: Dhr. L.J. van 't Land



## Voorwoord

Voor u ligt het verslag van het vooronderzoek van mijn afstudeerproject. Dit vooronderzoek zal worden opgevolgd door een rapportage van het hoofdonderzoek. Het afstudeerproject is uitgevoerd ter afsluiting van de Hbo-opleiding Bouwkunde aan de School of Built Environment and Transport van de Christelijke Hogeschool Windesheim te Zwolle. Dit afstudeerproject, dat wordt beschouwd als het praktijkgedeelte van het eindexamen, draagt de titel 'Passief en duurzaam woongebouw Julianalaan te Wijhe' en is uitgevoerd in opdracht van de Sallandse woningstichting SallandWonen. Het afstudeerproject beperkt zich niet tot de doelgroep bouwkundigen, maar kan als bron van inspiratie en informatie dienen - of beter gezegd, zou moeten dienen - voor ieder mens.

De verdieping in verschillende actuele onderwerpen omtrent het thema 'duurzaam bouwen' heeft voor mij geresulteerd in een kennis- en interesseverbreding. De werkzaamheden in het halve jaar hebben er tevens voor gezorgd dat ik me heb gespecialiseerd in een steeds belangrijker onderdeel in de Bouwkunde.

Tijdens mijn werkzaamheden aan het afstudeerproject ben ik door vele personen en instanties bijgestaan. Allereerst wil ik graag architectenbureau 'Pallazo, Architectuur en Stedenbouw' bedanken voor de prettige samenwerking. In het bijzonder gaat mijn dank uit naar de bedrijfsbegeleider bij woningstichting SallandWonen, dhr. L.J. van 't Land en naar de schoolbegeleider dhr. H. Westra. Mijn waardering voor het vertrouwen en de ondersteuning tijdens de afstudeerperiode.

Het feit dat woningstichting SallandWonen de intentie heeft om de producten die voortvloeien uit dit afstudeerproject te gebruiken voor de daadwerkelijke realisatie van het project heeft op mij erg motiverend gewerkt.

Laat het afstudeerproject een heel klein steentje bijgedragen hebben aan het tegengaan van de klimaatverandering.

**Hilco Haarsman**

*Mariënhem*

*april 2009*



## Inhoudsopgave

|                                                     |           |
|-----------------------------------------------------|-----------|
| Voorwoord .....                                     | i         |
| Samenvatting.....                                   | ii        |
| <b>1. Inleiding .....</b>                           | <b>1</b>  |
| <b>2. Projectomschrijving .....</b>                 | <b>2</b>  |
| 2.1. Omgeving projectlocatie .....                  | 2         |
| 2.2. Projectlocatie.....                            | 2         |
| 2.3. Ambitieniveau .....                            | 3         |
| 2.4. Denkpatroon.....                               | 5         |
| 2.5. Doelstelling.....                              | 5         |
| <b>3. Energieprestatie .....</b>                    | <b>7</b>  |
| <b>4. Passiefhuis.....</b>                          | <b>8</b>  |
| 4.1. Principe van passiefhuis .....                 | 8         |
| 4.2. Thermische isolatie.....                       | 9         |
| 4.3. Luchtdichting .....                            | 11        |
| 4.4. Koudebruggen / details .....                   | 12        |
| 4.5. Kozijnen en beglazing .....                    | 12        |
| 4.6. Thermisch comfort .....                        | 13        |
| 4.7. Ventilatie .....                               | 15        |
| 4.8. Installaties verwarming en warm tapwater ..... | 16        |
| 4.9. Huishoudelijke apparaten .....                 | 17        |
| 4.10. Trends in Nederland .....                     | 18        |
| 4.11. Conclusie .....                               | 19        |
| <b>5. Cradle to cradle.....</b>                     | <b>21</b> |
| 5.1. Eco-efficiency .....                           | 22        |
| 5.2. Eco-effectiviteit .....                        | 22        |
| 5.3. Vijf stappen naar eco-effectiviteit.....       | 24        |
| 5.4. Conclusie .....                                | 26        |
| <b>6. Overige principes .....</b>                   | <b>28</b> |
| 6.1. People Planet Profit.....                      | 28        |
| 6.2. Trias Energetica .....                         | 28        |
| 6.3. Olster Zonnehuis .....                         | 28        |
| 6.4. Gulpener bier.....                             | 29        |
| <b>7. Instanties.....</b>                           | <b>30</b> |

|                                                        |           |
|--------------------------------------------------------|-----------|
| <b>8. Meetinstrumenten.....</b>                        | <b>32</b> |
| 8.1. Energielabel.....                                 | 32        |
| 8.2. EPC.....                                          | 32        |
| 8.3. LCA.....                                          | 33        |
| 8.4. Eco-Quantum.....                                  | 33        |
| 8.5. GPR-gebouw .....                                  | 33        |
| 8.6. Nationale Pakketten Duurzaam Bouwen .....         | 33        |
| 8.7. Checklist GWW .....                               | 33        |
| 8.8. Greencalc+ .....                                  | 34        |
| 8.9. BREEAM NL.....                                    | 35        |
| 8.10. LEED .....                                       | 35        |
| 8.11. Toetsing afstudeerproject .....                  | 35        |
| <b>9. Financiële prikkels .....</b>                    | <b>36</b> |
| 9.1. Europees.....                                     | 36        |
| 9.2. Nationaal .....                                   | 36        |
| 9.3. Provinciaal .....                                 | 37        |
| 9.4. Gemeentelijk .....                                | 38        |
| 9.4.1. Particulier opdrachtgeverschap .....            | 38        |
| 9.4.2. Collectief particulier opdrachtgeverschap ..... | 39        |
| <b>10. Maatregelen en uitgangspunten.....</b>          | <b>40</b> |
| 10.1. Mogelijke maatregelen .....                      | 40        |
| 10.2. Afweging.....                                    | 49        |
| 10.3. Definitieve maatregelen.....                     | 49        |
| 10.4. Niet gekozen maatregelen .....                   | 67        |
| <b>11. Vooruitblik op het hoofdonderzoek.....</b>      | <b>70</b> |

#### Literatuurlijst

|           |                                              |
|-----------|----------------------------------------------|
| Bijlage 1 | Voorbeelden passiefhuizen in Nederland       |
| Bijlage 2 | Maatregelenlijst stimuleringsregeling        |
| Bijlage 3 | Nationaal pakket Woningbouw (deel Nieuwbouw) |
| Bijlage 4 | Milieubewuste materiaalkeuze bij Nieuwbouw   |
| Bijlage 5 | BREEAM Categorieën                           |

## Samenvatting

De bouwwereld moet af van traditioneel en routinematig ontwerpen en bouwen. Onterechte gedachten over de hoge extra kosten zorgen voor een effectiviteitsverlaging voor het beleid gericht op duurzaam bouwen. Duurzaam bouwen moet een gewoonte worden. Maar hoe ziet het ontwerp van een duurzaam en passief gebouw eruit? Dat is de vraag die centraal staat in dit afstudeerproject. Op voorhand kan gesteld worden dat deze vraag niet met één oplossing te beantwoorden is. Immers, verschillende maatregelen kunnen bijdragen aan de mate van duurzaamheid en passiviteit van een ontwerp. Welke dit zijn en voor welke maatregelen in dit afstudeerproject is gekozen zal in het vooronderzoek duidelijk worden.

### Projectomschrijving

Zoals de titel al verradt, bevindt het plan zich aan de Julianalaan in de Overijsselse kern Wijhe. Waar zich op dit moment op de betreffende projectlocatie nog 16 verouderde duplexwoningen (sociale huurwoningen in het bezit van woningstichting SallandWonen) bevinden, zal op termijn plaats gemaakt gaan worden voor een nieuw duurzaam en passief appartementencomplex. Dit afstudeerproject zal bijdragen om deze ambitie van woningstichting SallandWonen te verwezenlijken. Het onderzoek is geconcretiseerd in een tweeledige doel, waardoor de term 'duurzaam' zo volledig mogelijk is ingevuld. Doelstelling I waarborgt de energiezuinigheid en doelstelling II vult aan met alle overige aspecten van duurzaamheid.

### Literatuurstudie

Om in het hoofdonderzoek beslagen ten ijs te komen en een solide product te leveren is een brede literatuurstudie uitgevoerd, waarbij onder andere kennis is opgedaan van de twee leidende beginselen in dit afstudeerproject: 'het passiefhuis' en 'cradle to cradle'. De opgedane kennis omtrent duurzaam en energiezuinig bouwen in het vooronderzoek, vormt de basis voor de uitwerking van het gebouw in het hoofdonderzoek.

### Instanties, meetinstrumenten en subsidiëring

Er is tegenwoordig een grote verscheidenheid aan instanties en meetinstrumenten op het gebied van duurzaam bouwen. Om het onderzoek helder en volledig te houden zijn de meest bekende en belangrijke instellingen met hun verschillende meetinstrumenten opgesomd. Op verschillende manieren en niveaus worden duurzame initiatieven gestimuleerd. Het onderzoek zou niet compleet zijn als hier geen aandacht aan is besteed.

### Maatregelen en uitgangspunten

De opgedane kennis uit het bovenstaande is vervolgens vertaald in een lijst van mogelijke maatregelen. Maar hoe distilleer je uit deze lange lijst van alternatieven rationele definitieve keuzes? Aanvankelijk is bedacht dit middels de toetsingsmethodiek van een multicriteria-analyse te doen. De beoordelingscriteria zouden onder andere zijn: uitvoerbaarheid, beschikbaarheid, esthetisch verantwoord, budgettechnisch verantwoord, mate van beperking van de levensduur en technische kwaliteit. Verder zou beoordeeld worden in hoeverre elk alternatief voldoet aan doelstelling I: passief woongebouw en aan doelstelling II: cradle to cradle. Het beoordelingsproces heeft min of meer ook op deze manier plaatsgevonden, maar het maken van definitieve keuzes is grotendeels een intuïtief proces geweest. De definitieve ontwerp- en uitgangspuntenlijst vormt de grondslag voor het hoofdonderzoek.

Omdat het passiefhuis-principe en de cradle to cradle filosofie niet feilloos op elkaar aansluiten, maar in het afstudeerproject beide doelstellingen toch behaald willen worden, is het keuzeproces een proces van het doen van concessies geweest. Het keuzeproces heeft geresulteerd in een ontwerpopgave waarbij beide doelstellingen worden gevoed door maatregelen die in het ontwerp zullen worden genomen. Het hoofdonderzoek zal de gemaakte keuzes verbeelden.



## 1. Inleiding

De wereld heeft te maken met een immens groot probleem. Een probleem dat voor het grootste deel door de mens zelf wordt veroorzaakt: de klimaatverandering. De stijging van zowel de gemiddelde temperatuur op aarde als de zeespiegel zijn gevolgen van de uitstoot van extra broeikasgassen in de atmosfeer. Broeikasgassen ontstaan door de verbranding van fossiele brandstoffen voor de opwekking van energie en door ontbossing, veeteelt en landbouw. Fossiele brandstoffen zijn miljoenen jaren geleden opgeslagen plantaardige en dierlijke koolstofverbindingen. Doordat er een extreem lange periode voor nodig is om deze brandstoffen te vormen en de voorraad beperkt is en ooit te gering wordt om als energiebron te gebruiken is het van essentieel belang dat er uiterst zuinig met deze energiebron omgegaan wordt. Naast de schadelijke broeikasgassen (met name CO<sub>2</sub>) die bij de verbranding vrijkomen, komen ook, afhankelijk van het type brandstof, andere verbrandingsproducten in de lucht zoals roet, fijnstof, zwavel- en stikstofverbindingen. Dergelijke stoffen kunnen leiden tot luchtvervuiling, wat negatieve gevolgen heeft voor de volksgezondheid.

Deze veranderingen zullen steeds sneller en versterkt doorzetten. De broeikasgassen die vandaag worden uitgestoten zullen nog tientallen jaren in de atmosfeer blijven en kunnen op die manier het klimaat nog lange tijd negatief beïnvloeden. Maar ook de eindigheid van fossiele brandstof zet de mens terecht aan het denken. Wat veilige grenzen zijn, valt niet te bepalen. Het heeft er vooral mee te maken hoeveel voorzorg men wil treffen om de gevolgen van klimaatverandering te beperken.

De in 1997 opgestelde aanvulling van het Klimaatverdrag, het Kyoto-protocol, verbindt industrielanden om de uitstoot van broeikasgassen vanaf 1990 tot 2008-2012 te verminderen met gemiddeld 5,2%. De reductiepercentages verschillen per land. Om in Nederland 6% minder CO<sub>2</sub>-uitstoot, wat gelijk staat aan 200.000.000.000 kilo CO<sub>2</sub>, te verwezenlijken heeft de overheid een milieubeleidsplan opgesteld. Voor bouwend Nederland is dit voelbaar door de veranderde eisen aan de energieprestatie van gebouwen. Om aan de steeds strengere eisen te voldoen zal in de toekomst moeten worden gestreefd naar een duurzame energiehuishouding.

Dit afstudeerproject toont het ontwerp van een duurzaam en passief woongebouw dat voldoet aan een tweeledig doel. Woningstichting SallandWonen hoopt met dit zowel passieve als duurzame woongebouw, een voorbeeld te zijn voor andere opdrachtgevers.

### *Doelstelling I:*

*Volgens het principe van de Trias Energetica een woongebouw ontwikkelen waarin met minimale energie een maximaal comfort wordt bereikt. Dit passieve woongebouw, met een EPC van 0,3 tot 0,5, bereiken middels kosten- en kwaliteitsbewuste keuzes en door zorgvuldig te ontwerpen.*

### *Doelstelling II:*

*Een duurzaam woongebouw met een BREEAM score 'excellent', volgens de ambities van het cradle to cradle principe, ontwikkelen.*

Het afstudeerproject is gesplitst in een vooronderzoek en een hoofdonderzoek. Het vooronderzoek, deze rapportage, omvat een brede literatuurstudie die diverse kanten van duurzaam bouwen belicht. Na de omschrijving van de betreffende projectlocatie zal in de hierna volgende hoofdstukken achtereenvolgens ingegaan worden op de huidige regelgeving op het gebied van energieprestatie, het passiefhuis-principe, cradle to cradle, betrokken instanties met hun meetinstrumenten en het subsidieveld. Na kennis te hebben opgedaan van bovenstaande onderwerpen zal een uitgebreide lijst met mogelijke maatregelen worden opgesteld waaruit, na beoordeling van elke maatregel, vervolgens definitieve keuzes worden gemaakt. De definitieve keuzes vormen tezamen de uitgangspunten voor het ontwerp in het hoofdonderzoek. Het schetsontwerp van architectenbureau 'Pallazo, Architectuur en Stedenbouw' vormt de basis voor het ontwerp in dit afstudeerproject.

## 2. Projectomschrijving

### 2.1. Omgeving projectlocatie

Het project bevindt zich aan de Julianalaan in Wijhe. Wijhe is een kern met omstreeks 5700 inwoners, gelegen aan de IJssel in de gemeente Olst-Wijhe (in de Nederlandse provincie Overijssel) en ligt tussen de steden Deventer en Zwolle. Het dorp Wijhe ligt aan de rivier de IJssel waar een passantenhaven met camperplaatsen is. Via het westen is Wijhe bereikbaar met een kabelveerpont. Verder is het ook bereikbaar via de N337 en is er een treinstation. Wijhe heeft een driebeukige, in laatgotische stijl gebouwde, protestante kerk waarvan de oudste delen gebouwd zijn in de 13e/14e eeuw. In het dorpscentrum staat verder een goed onderhouden molen, de Wijhese Molen, die nog in gebruik is.



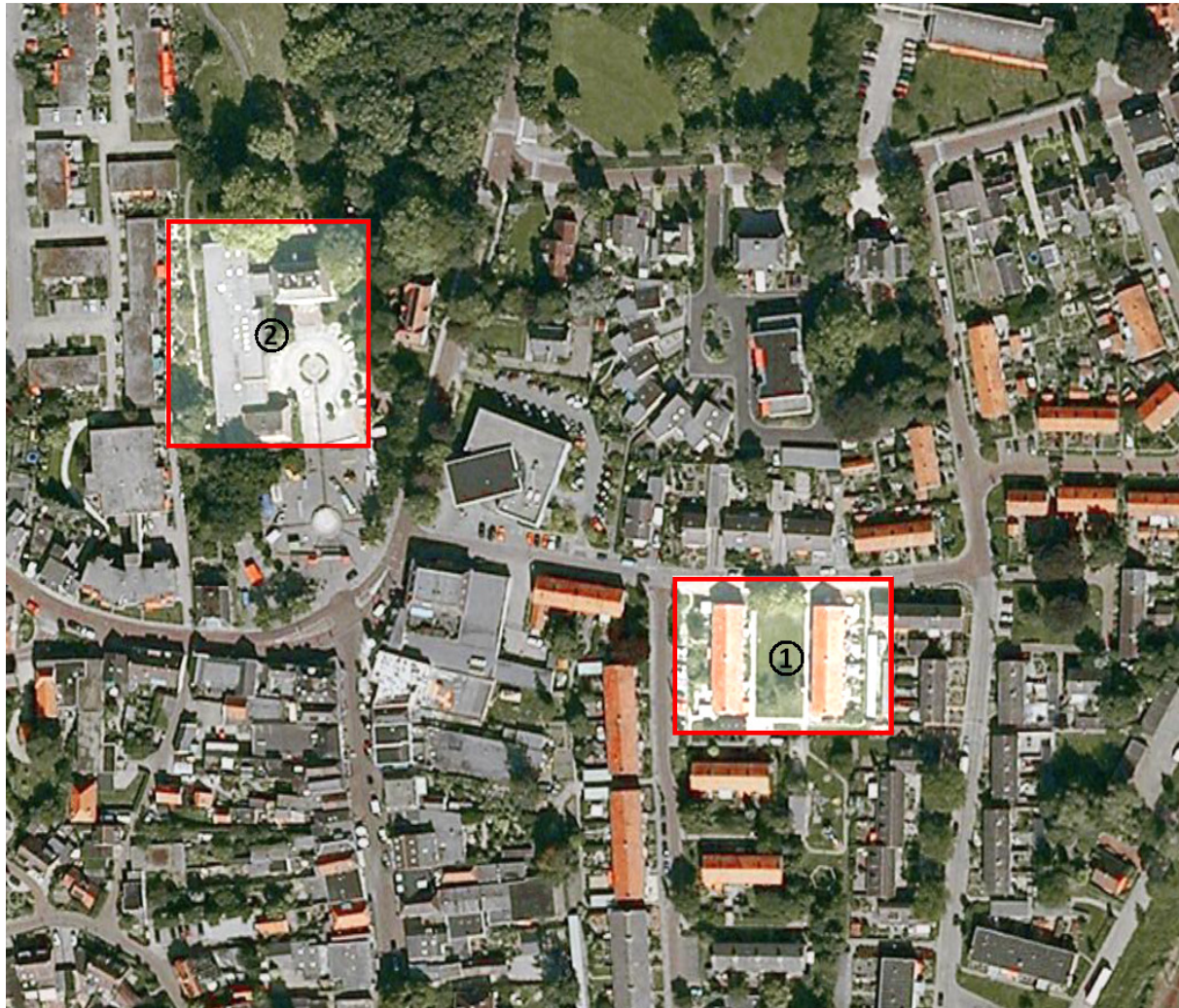
Figuur 1: De kern Wijhe (rode stip: projectlocatie)

### 2.2. Projectlocatie

Woningstichting SallandWonen is voornemens om op het grondgebied van 16 woningen aan de Julianalaan een nieuw woongebouw met omstreeks 20 appartementen te realiseren. Het project bevindt zich op een A-locatie in het hart van Wijhe (zie figuur 2). De huidige bebouwing stamt uit de jaren '50 en betreft goedkope duplexwoningen in het huursegment.

De afdeling Strategisch Beleid Marketing & Innovatie (SBMI) heeft de twee woonblokken reeds de strategie *sloop* meegegeven. Volgens de planning van de afdeling Vastgoed-ontwikkeling start de bouw in 2011 en vindt de oplevering in 2012 plaats. Het project is sterk afhankelijk van de herbestemming van het gemeentehuis Olst-Wijhe (zie figuur 2). Het gemeentehuis is momenteel op

de locatie 'Wijhezicht' gepositioneerd en zal hoogstwaarschijnlijk naar nieuwbouw aan de Raalterweg worden verplaatst. Op het grondgebied van het voormalige gemeentehuis zal vervolgens nieuwbouw worden gerealiseerd, waar bewoners van de sloopwoningen aan de Julianalaan tijdelijk zullen worden gehuisvest. Hierna kan dit project pas starten.



*Figuur 2: Luchtfoto t.p.v. locatie (1: projectlocatie: Julianalaan; 2: gemeentehuis)*

### 2.3. Ambitieniveau

De bestaande jaren '50 woningen zijn sterk verouderd en al lang niet meer van deze tijd. Woningstichting SallandWonen, eigenaar van de bestaande bebouwing ter plaatse van de projectlocatie, is zich bewust van de voorbeeldfunctie die zij als woningstichting binnen en buiten Salland vervult en heeft mede daardoor hoog ingezet bij de ontwikkeling van een passief en tegelijkertijd duurzaam woongebouw op deze locatie. Omdat deze A-locatie in het hart van Wijhe zich er uitstekend voor leent, is ervoor gekozen om dit project een voorbeeldfunctie te laten vervullen. De woningstichting wil met dit ambitieuze project de eerste woningstichting in Nederland zijn met een, zowel passief als duurzaam, ontwikkeld appartementengebouw. Woningstichting SallandWonen hecht veel waarde aan de kwaliteit van het gebouw, zodoende wordt de nadruk gelegd op bewezen technieken en materialen. Want, ook al leent het passiefhuis-concept zich er uitstekend voor, in Nederland zijn nog zeer weinig passiefhuizen gerealiseerd. In Oostenrijk, Zweden, België, Frankrijk en Midden-Europese landen worden al jaren passiefhuizen succesvol gerealiseerd. In bijlage 1 is een overzicht te zien van in Nederland gerealiseerde passiefhuizen.



*Figuur 3: Foto's huidige bebouwing*

## 2.4. Denkpatroon

Vaak wordt gedacht dat aspecten van duurzaamheid extra kosten aan een ontwerp verbinden. Daarnaast lijkt duurzaam bouwen door onvoldoende kennis gecompliceerd. Ook al weet de mensheid dat duurzaam bouwen goed is, dergelijke negatieve veronderstellingen zorgen voor een effectiviteitsverlaging voor het beleid gericht op duurzaam bouwen. De mens moet af van deze achterhaalde traditionele gedachtegang. Onderzoek in opdracht van het ministerie van VROM, uitgevoerd door het Nationaal Dubo Centrum, wijst immers uit dat duurzaamheid van gebouwen op lange termijn financieel rendabel is. Deze financiële rentabiliteit kan breed geïnterpreteerd worden: directe winst, innovatie, markt- en concurrentiepositie, continuïteit, beperking van risico's (en dus kosten), imago, meer comfort, lager ziekteverzuim, hogere arbeidsprestatie, grotere flexibiliteit in de ruimtelijke indeling, langere levensduur van het gebouw, lagere sloopkosten, enzovoorts. Ook in Nederland dient de overheid een voorbeeldfunctie te vervullen, waarbij zij zich op een stimulerende en faciliterende wijze inzet om knelpunten en de denkwijze van 'dubo is duur' te doorbreken.

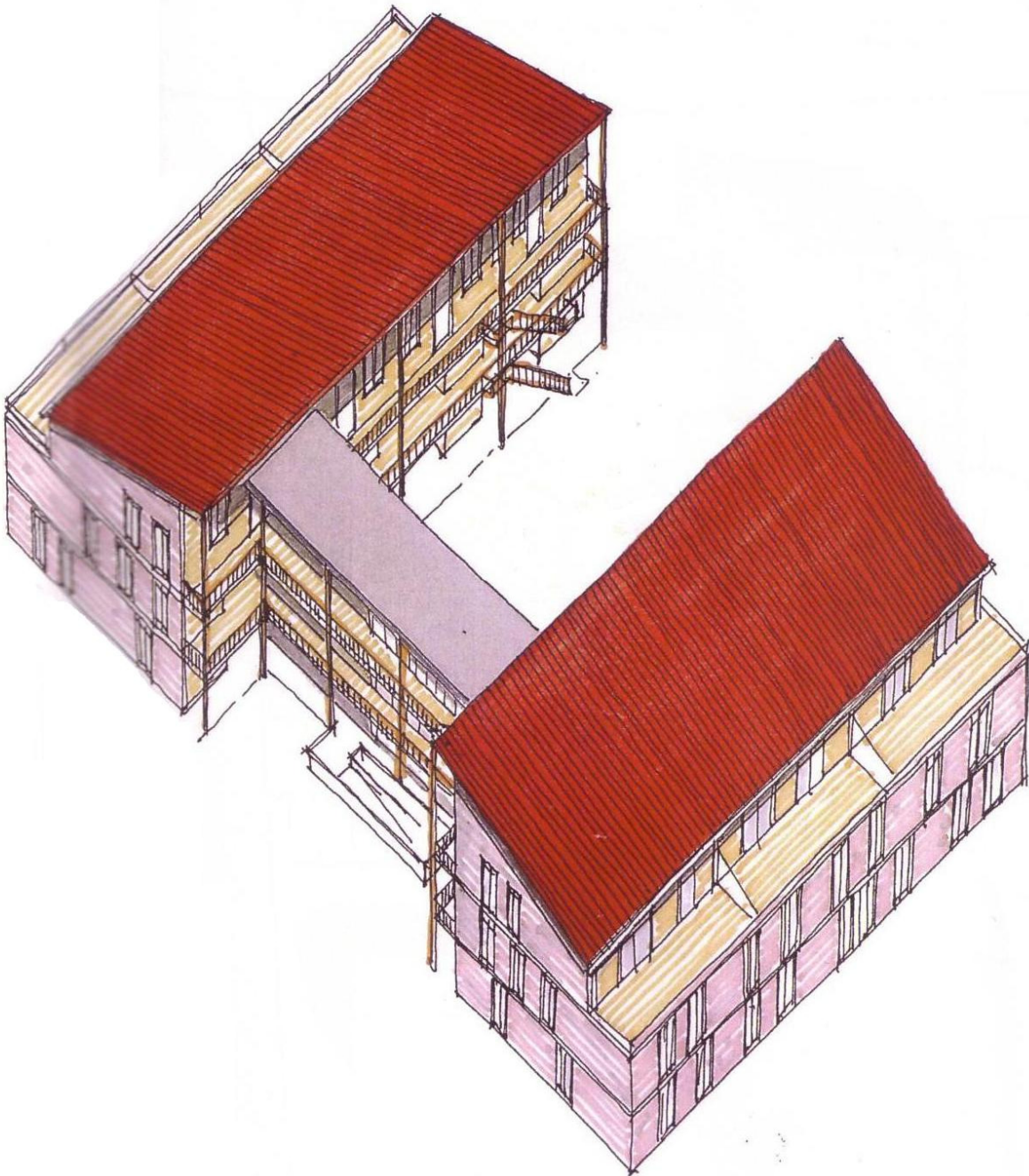
De vraag die vaak gesteld wordt is: hoe duurzaam (durable) is duurzaam (sustainable) nu eigenlijk? Tropisch hardhout of verzinkt staal zijn durable en gaan dus lang mee, maar deze materialen zijn alles behalve sustainable. Doordat het begrip duurzaam in Nederland twee betekenissen heeft - durable betekent dat het materiaal een lange levensduur heeft en onderhoudsarm is en sustainable geeft aan dat het materiaal weinig milieubelastend, herbruikbaar en hernieuwbaar is - ontstaan er vaak misverstanden over duurzaamheid. Het woord duurzaam in de titel van dit afstudeerproject heeft dus een dubbele betekenis, wellicht is een geheel nieuw begrip nodig.

## 2.5. Doelstelling

Vandaag de dag bouwen we gebouwen met een levensduur van tenminste 50 jaar. Over 50 jaar zullen deze gebouwen gesloopt worden. Los van de milieubelasting die tijdens de productie en gedurende het leven van het gebouw ontstaat komen bij het slopen ook vaak milieubelastende materialen vrij. Een gebouw dat vandaag gesloopt wordt, kan 50 jaar geleden met deze 'onzuivere materialen' ontworpen zijn. Oftewel: duurzaamheid leidt, zeker op korte termijn, tot weinig zichtbare en tastbare verandering. Met betrekking tot materiaalgebruik zal op korte termijn al helemaal weinig winst worden gemaakt. Om een bijdrage te leveren aan het oplossen van de milieuproblemen moet duurzaam bouwen zo snel mogelijk in een stroomversnelling komen. Een gebouw ontwerpen dat buitengewoon energiezuinig is en waar de benodigde energie ook nog eens middels duurzame bronnen wordt verkregen, het passiehuys, is een grote stap in de goede richting. Maar, wanneer energiezuinigheid is verkregen door bijvoorbeeld de toepassing van hoogwaardig, maar enorm milieubelastend, isolatiemateriaal, levert het weer flinke minpunten op het goede gedrag op. Het is dus van belang om ook in de materialisering van het gebouw rekening te houden met duurzaamheid. Cradle to cradle completeert de denkwijze over het energiezuinig bouwen. De denkwijze van de cradle to cradle (wie tot wie) filosofie is dat alle gebruikte materialen na hun leven in het ene product, nuttig kunnen worden gebruikt in een ander product, zonder dat er sprake is van kwaliteitsverlies of (te storten) restproducten.

In het afstudeerproject is duurzaamheid het uitgangspunt. De tweeledige doelstelling garandeert een volledige handelwijze. Waar doelstelling I uitgebreid aandacht besteedt aan de energiezuinigheid, completeert doelstelling II een duurzaam gebouw door ook rekening te houden met andere aspecten dan energiezuinigheid (zoals materiaalgebruik). Energie en materiaalgebruik zijn de twee belangrijkste thema's binnen het duurzaam bouwen. Het architectenbureau 'Pallazo, Architectuur en Stedenbouw' (onderdeel van Palazzo Groep) zal bij het afstudeerproject intensief betrokken zijn en zal de producten die uit dit afstudeerproject voortvloeien gebruiken voor verdere uitwerking.

Het hieronder weergegeven schetsontwerp is bedacht en getekend door het architectenbureau Palazzo, Architectuur en Stedenbouw. Het schetsontwerp en de definitieve maatregelen vormen de grondslag voor het hoofdonderzoek.



*Figuur 4 bron: Architectenbureau Palazzo, Architectuur en Stedenbouw*

### 3. Energieprestatie

Een belangrijke milieudoelstelling van de Nederlandse overheid is het reduceren van de koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>) uitstoot, een van de grootste veroorzakers van het broeikaseffect. Om aan de internationale afspraken (gemaakt in het Kyoto-protocol) te voldoen dienen nationaal ook strikte regels gemaakt te worden. Sinds de invoering van het Bouwbesluit zijn de minimale bouwfysische eisen vastgelegd in de wetten. Het Bouwbesluit stelt prestatie-eisen die toetsbaar zijn. Het is dan ook van groot belang dat in de ontwerp- en uitvoeringsfase rekening wordt gehouden met de prestatie-eisen om de hoge kosten van achteraf corrigeren te vermijden.

Met de invoering van de energieprestatienormering (EPN) in 1995 is het Bouwbesluit aangevuld met een belangrijk onderdeel: de energiezuinigheid. Hierbij wordt de energie-efficiency van een gebouw in één getal uitgedrukt, de EPC-waarde (energieprestatiecoëfficiënt). In 1995 kon nog worden volstaan met een EPC van 1,4 maar tegenwoordig dient de EPC al 0,8 te bedragen. Kijkend naar de toekomst zal vermoedelijk in 2011 een EPC van 0,6 behaald moeten worden en bedraagt de EPC in 2015 zelfs 0,4. Studies laten zien dat in 2020 energieneutraal (EPC = 0) bouwen haalbaar zou kunnen zijn. De EPC geeft een indicatie van het gewogen energiegebruik van een gebouw inclusief de installaties. Middels welke maatregelen de energiezuinigheid van een gebouw wordt gecreëerd mag zelf worden bepaald. Voor woningen wordt de EPW (Energie Prestatie in Woningen) berekend volgens de energieprestatienorm NEN 5128, voor utiliteitsbouw geldt de NEN 2916 als norm om de EPU (Energie Prestatie in Utiliteitsgebouwen) te bepalen. Op 4 januari 2003 is de Europese richtlijn Energy Performance Building Directive (EPBD) gepubliceerd en in werking getreden. Het doel van de richtlijn is het stimuleren van verbeterde energieprestaties van gebouwen in de Europese Unie. Deze richtlijn bevat onder andere het energieprestatiecertificaat voor gebouwen, verplicht bij verkoop of verhuur, met daarbij een advies voor verbetermaatregelen.

## 4. Passiefhuis

Nederland loopt achter op het gebied van energiezuinig bouwen. Waar in vele Europese landen het passiefhuis inmiddels een bekend fenomeen is, wordt in Nederland mondjesmaat volgens dit concept gebouwd. Nederland kent een andere woningmarkt dan veel andere (Europese) landen, de woningmarkt in Nederland wordt namelijk voornamelijk aangestuurd door projectontwikkelaars. Omdat er simpelweg te weinig aanbod is van energiezuinige woningen (opdrachtgevers in Nederland investeren veel te weinig in energiezuinigheid) worden consumenten in hun woningkeuze beperkt. Daarnaast zou Nederland veel meer moeten doen aan de informatievoorziening voor consumenten. Consumenten moeten meer op aspecten als energieverbruik, binnenklimaat en exploitatiekosten kunnen letten in plaats van te selecteren op zaken als locatie en esthetica van de woning. Maar, naast het aanbodprobleem moet er bij de Nederlandse consument wel degelijk verandering komen in de instelling en het denkpatroon. In supermarkten bijvoorbeeld, kiest de Nederlandse consument ten opzichte van consumenten uit andere landen, beduidend minder voor duurzame geproduceerde drink- en etenswaren.



Figuur 5: uit lit. 1.2.

Het passiefhuis is te omschrijven als een bouwstandaard voor woningen met een comfortabel binnenklimaat, zowel in het zomer- als winterseizoen met een beperkt verwarmingssysteem en zonder toepassing van actieve koeling. Een passieve woning zal in de ranking op het energieprestatiecertificaat een A++ scoren. In Europa is de passiefhuis-technologie reeds goed bekend. In Duitsland, Oostenrijk, Zweden, België, Frankrijk en Midden-Europese landen is het passiefhuis succesvol gerealiseerd. In Nederland is er nog geen grootschalige toepassing van dit concept, ook al leent het concept zich er uitstekend voor. Het passiefhuis is technisch realiseerbaar met in Nederland gangbare bouwsystemen, zoals tunnelgietsbouw, kalkzandsteen draagconstructies en houtskeletbouw.

In het ontwerp dient te worden gestreefd naar een ééngetalsprestatie voor de totale schil, zodat de thermische kwaliteit van de schil duidelijk wordt. In dit getal moeten waarden voor de warmteweerstand ( $R$ ), warmtedoorgangscoefficiënt ( $U$ ), lijnvormig warmteverlies ( $\Psi$ ) en luchtdichtheid ( $q_{v10}$ ) verdisconteerd worden.

Het boek 'Passiefhuizen in Nederland' van Ragna Clocquet, Chiel Boonstra & Loes Joosten geeft een goede omschrijving van de bouwstandaard. Het boek gaat in op aspecten die een rol spelen bij het ontwikkelen van passiefhuizen. Hieronder volgt een themagewijze samenvatting met, voor het afstudeerproject, relevante informatie (vaak letterlijk geciteerd) afkomstig uit het boek. De hoofdstukken uit het boek worden één voor één behandeld.

### 4.1. Principe van passiefhuis

Een passiefhuis is een grote stap in de richting van een nulenergiewoning. In combinatie met duurzame energie is een passiefhuis de basis voor energieneutraal bouwen. De resultaten van het passiefhuis laten zien dat het energiegebruik ten opzichte van de huidige Nederlandse standaard (EPC 0,8) nog sterk kan verminderen.

#### Oriëntatie

Om maximale warmtewinsten door zoninstraling te bereiken, dient een passiefhuis zuid georiënteerd te worden. Ook bij minder gunstige ligging kan een woning voldoen aan de passiefhuis-richtlijn voor maximale warmtevraag.

**Voorkomen van bouwvocht**

Om het vocht dat tijdens de bouwphase van een normale woning ontstaat door verwarmen en geforceerd ventileren af te voeren is minstens 2 stookseizoenen nodig. Dit kost meer energie want er is tot 30% meer warmtevraag. Bij passiefhuizen is de verwarmingscapaciteit zeer gering, wat betekent dat het bestrijden van bouwvocht noodzakelijk is. Houtskeletbouw leent zich beter voor het bestrijden van bouwvocht. Gemiddeld wordt voor de constructie en afwerking van een traditionele woning 6000 liter water gebruikt. Dit water moet allemaal afgevoerd worden. De bouwwijze van houtskeletbouw is een droge methode, wat betekent dat nagenoeg geen water wordt gebruikt tijdens de opbouw van de constructie.

**Passiefhuizen uitgevoerd in tunnelgietbouw**

Als basis voor het ontwikkelen van passiefhuizen in tunnelgietbouw is uitgegaan van de gietbouwmethode zoals gehanteerd binnen het W&R concept van BAM Woningbouw. Het W&R-concept richt zich op de ontwikkeling van een innovatief, efficiënt bouwproces waarin woningen met een optimale prijs/kwaliteitsverhouding worden ontwikkeld. De referentiewoning volgens dit concept is aangepast aan de huidige EPC-eis van 0,8 en is in het boek met aangegeven oplossingen uitgevoerd tot passiefhuis.

**Passiefhuizen uitgevoerd in houtskeletbouw**

Vaak wordt een passiefhuis uitgevoerd in houtskeletbouw. Het is niet per se altijd de beste oplossing maar biedt vaak voordelen: een korte bouwtijd, een droge bouwmethode en een eenvoudige opbouw met een lichte constructie. Om het plaatsen van grote isolatiediktes toe te passen is het 'doos in doos' principe toegepast. In de eerste fase worden de buitenwanden, het dak en de ramen geplaatst. Op dit moment is de woning volledig regen- en winddicht. Vervolgens wordt de isolatie aangebracht: minerale wol platen van 33 cm in de muur, 49 cm in het dak en 26 cm in de vloer. De isolatie kan dus perfect en droog geplaatst worden. Openingen in de buitenwanden worden opgevangen door lateien welke aan de uiteinden worden ondersteund door hulpstijlen aan weerszijden van de openingen. De gelijkvloerse ramen reiken tot plafondhoogte wat extra hulpstijlen overbodig maakt en bovendien zorgt voor extra diepe toetreding van daglicht.

**Passiefhuizen uitgevoerd in kalkzandsteen**

Door de isolatie te vergroten kunnen de SBR-comfortdetails worden aangepast m.b.t. een kalkzandsteen binnenspouwblad. Dit heeft wel als resultaat dat de totale wanddikte groter wordt. De funderingsbalk dient geïsoleerd te worden. Als alternatief zouden massieve bouwmuren van kalkzandsteen gecombineerd kunnen worden met prefab houten gevelelementen. De stabiliteit van het woonblok dient dan verzorgd te worden door de stijve knopen (inklemming van vloeren en wanden). Luchtdichtheid wordt gegarandeerd door de wandafwerking. De kozijndetaillering is niet anders dan bij gietbouw.

**4.2. Thermische isolatie**

Om onverklaarbare redenen wordt in Nederland vaak de relatie gelegd tussen zwaar isoleren en oververhitting gedurende de zomer. Dit is meteen één van de vooroordelen die bestaan over een passiefhuis. Het moge ondertussen duidelijk zijn dat oververhitting en isolatie helemaal niets met elkaar te maken hebben, het omgekeerde is juist waar. Een goede isolatie zal de warmte juist buiten houden. Dan moet men uiteraard wel zorgen dat de warmte niet op een andere manier binnen kan komen. Daarom is het gebruik van zonwering, overstekken en zomernachtventilatie bijvoorbeeld zo belangrijk.

Traditionele huizen rond de Middellandse Zee hebben de eigenschap dat ze zwaar gebouwd zijn. De dikke muren werken als buffer waarin warmte wordt opgeslagen. In de zomer zullen de muren pas tegen de avond aan warmte beginnen af te geven aan het binnenklimaat. Dan is het

buiten alweer afgekoeld en kunnen ramen en luiken weer open. Hierdoor ontstaat een constante en behaaglijke temperatuur in huis, zonder dat oververhitting plaats vindt. Er zal geen airco voorkomen in dergelijke woningen. Deze eigenschappen worden ook toegepast in een passiefhuis. Alleen worden de zware muren vervangen door een zwaar isolatiepakket. Hierdoor wordt een comfortabel en evenwichtig binnenklimaat gecreëerd, in de zomer en winter. De isolatie dient overal continu door te lopen, ook bij aansluitingen tussen wanden, daken en vloeren en in verbindingen met kozijnen. Om dat te bereiken kunnen de dikke isolatiepakketten het beste meerlaags worden uitgevoerd om eventuele naden te overlappen. Een voordeel van houtskeletbouw is dat de isolatie in de constructie zit vevat, in tegenstelling tot de traditionele bouw waar isolatie als een extra dikke laag wordt toegevoegd. Hierdoor blijft de totale gevelconstructie in dikte beperkt tot zo'n 35 cm en is daarmee slechts enkele centimeters dikker dan reguliere spouwconstructies met baksteen. De keuze van de isolatie volgt uit een projectspecifieke optimalisatie. In algemene zin is de strategie: maximale dakisolatie, goede kozijnen en beglazing, gevelisolatie en tenslotte de vloerisolatie verhogen. In de spouwisolatie kunnen spouwankers de warmteweerstand van de wanden aanzienlijk omlaag halen.

Aandachtspunten zijn: inspectie op de bouw, vaardigheden bij uitvoering, bij vloeren: zorgvuldige plaatsing van isolatie om samendrukking te voorkomen.

### **Begane grondvloer**

Er zijn verschillende ideeën voor isolatie van de kruipruimte:

- De kruipruimte volledig afvullen met tempexblokken;
- Tempexblokken onder prefab geïsoleerde vloer verlijmen;
- Kruipruimte volledig afvullen met tempexblokken met daarop minerale wol. Met alleen tempexblokken ontstaat altijd een valse spouw tussen de blokken en de onderkant van de vloer. Door een laag minerale wol aan te brengen die samendrukbaar is, wordt dit voorkomen;
- Kruipruimte afvullen met thermoparels (tempexballetjes). Er bestaat een risico dat deze laag op den duur zal inzakken waardoor er een valse spouw ontstaat. Garanties van de leverancier zijn dus van belang.

Omdat de kruipruimte in een passiefhuis altijd volledig gevuld moet worden, moet rekening gehouden worden met de kwaliteit van het leidingwerk. Leidingen onder de begane grondvloer worden zodanig uitgevoerd dat de kruipruimte gedurende de levensduur van de woning niet bereikt hoeft te worden. Bij bouwen zonder kruipruimte wordt de vloerisolatie doorgezet rond de funderingsconstructie.

### **Gevelisolatie tunnelgietsbouw**

Er zijn verschillende mogelijkheden voor positionering van isolatie ten opzichte van de huidige gevelisolatie in tunnelgietsbouw (W&R-woning). Een mogelijkheid is het toevoegen van een Metal Stud geïsoleerde binnenwand aan de binnenzijde. Dit betekent 160 mm extra isolatie aan de binnenzijde. Hierbij moet gezorgd worden voor extreem goede luchtdichtheid. Het naar buiten plaatsen van isolatie en metselwerk zou kunnen, maar er worden vraagtekens gezet bij de grotere spouwankers (duurder en koudebruggen). Daarnaast kan gedacht worden aan een isolatie aan zowel binnen- als buitenkant van de constructie. Dit levert thermische zwakte op in het dubbele regelwerk (ook al wordt het versprongen aangebracht).

### **Gevelisolatie houtskeletbouw**

Hout in traditionele houtskeletbouw-constructies onderbreekt een groot deel van de isolatie waardoor de isolatiewaarde aanzienlijk wordt verlaagd. Het is mogelijk om de spouw in deze traditionele constructie te isoleren, maar de toepassing van I-profielen zorgen voor een minder dikke

constructie en een hogere isolatiewaarde. De dikte van de isolatie om te voldoen aan  $R_c = 10 \text{ m}^2\text{K/W}$  in een traditionele houtskeletbouw-gevel bedraagt 430 mm, in een gevel met I-ligger is het 380 mm.

### Dak

Het verhogen van de isolatiewaarde van het dak is bouwfysisch eenvoudiger en ook goedkoper naarmate het dakvlak eenvoudiger van vorm is.

### Woningscheidende wand

In Nederland zijn de woningscheidende wanden vaak ongeïsoleerd. Het belang van isolatie tussen woningen is beperkt tot kleine verschillen in energiegebruik van individuele woningen (buren op vakantie resulteert in een afwijkend gebruik). Op het totale energieverbruik van een rij woningen heeft isolatie tussen woningen geen effect.

### Isolatiemateriaal

Aandachtspunten bij de uitvoering van isolatiemateriaal:

- Stroken isolatie tussen elementen strak aanbrengen. Door luchttransport (convectie) kan de isolatiewaarde sterk teruglopen;
- Dunne isolatie op ankers aanbrengen;
- Vermijd zoveel mogelijk elementen in de spouw die kunnen leiden tot luchtsponwen achter het isolatiemateriaal. Denk aan elektrische leidingen, staalwerk en houten regelwerk, nutsvoorzieningen liever in tussenvloer situeren;
- Om vochttoetreding te voorkomen moet de isolatieplaten aan de spouwzijde in één vlak aan worden gebracht en moet niet hoger worden geïsoleerd dan tot waar die dag wordt gemetseld. Afdekken na het metselen en isoleren.

### Dampremmende laag

Een dampremmende laag dient gesitueerd te zijn aan de binnenzijde, tussen isolatie en gipsplaat. Of de binnenste laag isolatie dient minder dampdoorlatend (= meer dampdicht) te zijn. Dampdichte isolatiematerialen zijn bijvoorbeeld geëxtrudeerd PS-schuim. Een dampremmende laag kan bestaan uit PE-folie of gebitumineerde aluminiumfolie.

## 4.3. Luchtdichting

De realiteit toont dat voldoende natuurlijke ventilatie niet meer is dan een statische uitspraak over een lange periode. Natuurlijke ventilatie door kieren en gaten is alles behalve constant. De verluchting hangt sterk af van de winddruk, windrichting en temperatuur. Zelfs een heel open gebouw wordt op een windstille, kalme dag onvoldoende verlucht. Daarnaast is er geen enkele controle over de richting van de luchtstroom. Zo ontstaat de kans dat vervuilde lucht zich verspreidt over de hele woning. Bouwfysisch is natuurlijke ventilatie evenmin ideaal. Tochtlekken veroorzaken immers heel veel bouwschade (condens in constructie). Ventilatie-roosters zijn in de winter de grootste koudebrug in woningen met een natuurlijk ventilatiesysteem. Een gecontroleerde ventilatie met warmterugwinning is zo het hedendaagse antwoord op een gezond binnenklimaat en gaat hand in hand met een zeer goede luchtdichtheid.

Typische zwakke plekken bij reguliere bouw zijn aansluitingen van buiten- met binnenwanden, rolluiken en zonwering en de aansluiting met de ruwbouw; doorgang van riolerings- en ventilatiebuizen en elektriciteits-, sanitair- of verwarmingsleidingen. De luchtdichtheid van een passiehuys wordt getest met een praktische proef, de zogenaamde blowerdoor-test.

Aandachtspunten met betrekking tot luchtdichting:

- Detaillering;
- Inspectie op de bouw;
- Vaardigheden bij uitvoering;
- Voorkomen van luchtstroom tussen een gevelspouw door de naad tussen de onderzijde van de begane grondvloer en de bovenzijde van de funderingsbalk zorgvuldig af te dichten;
- Voorkomen van luchtlekken door de dichtingen aansluitend aan te brengen. (dichtingen achter knieschotten en aan de kopzijden van de muurplaat).

Het luchtdicht inbouwen van ramen uit zich zowel in het materiaal als de plaatsing. Raamkaders van opengaande ramen zijn voorzien van een dubbele tot drievoudige luchtdichtingsstrip. Tijdens plaatsen moet de luchtdichte aansluiting tussen wand en raam verzekerd worden. Vooral het hang- en sluitwerk van het kozijn vormt vaak een zwak punt in de luchtdichting van ramen. In het bijzonder dient gelet te worden op de keuze van buitendeuren. Passiefhuisdeuren bevatten meestal een onderregel, die de luchtdichte sluiting verzekert en een extra luchtdichting creëert wanneer het slot wordt vergrendeld. Het sluitwerk zelf dient uiteraard ook koudebrugvrij te zijn. Elektronische bediening van deuren kan hieraan bijdragen. Daarnaast kan het best Roest Vast Staal (RVS) gebruikt worden.

#### 4.4. Koudebruggen / details

Doordat de buitenschil van een passiefhuis extreem goed wordt geïsoleerd is de aandacht voor eventuele koudebruggen van groot belang. Principes die gehanteerd kunnen worden zijn:

- Het onderbreken van de koudebrug door middel van een isolerend materiaal;
- Het koudebrugoppervlak zoveel mogelijk minimaliseren door bijvoorbeeld andere kozijnhoutmaten te kiezen of door het “inpakken” met isolerend materiaal van kozijnen.

#### Funderingsdetail en verdiepingsvloer

Thermische aandachtspunten met betrekking tot koudebruggen:

- Aansluiting van het buitenblad met de fundering thermisch onderbreken;
- Isolatie tussen de vloer en het buitenblad ( $\lambda = 0,025 \text{ W/mK}$ );
- Funderingsbalk isoleren (100 mm isolatie,  $\lambda = 0,05 \text{ W/mK}$ ).

Koudebruggen moeten worden voorkomen in een passiefhuis. Een detail in passiefhuisterminologie is koudebrugvrij indien de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt ( $\psi_e$ ) gelijk aan of kleiner is dan  $0,01 \text{ W/mK}$ , refererend aan buitenmaten. Voor de aansluiting van de fundering met de vloer en gevel en de aansluiting van de verdiepingsvloer met de gevel geeft het boek een aantal varianten waarin de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt bepaald is. Bij een passiefhuis moet er van uit gegaan worden dat de funderingsbalk ingepakt wordt met isolatie ( $\lambda = 0,05 \text{ W/mK}$ ), maar dat hoogwaardige isolatie tussen vloer en buitenblad te hoog is voor passiefhuis-standaarden.

Energetisch is een houten vloer gunstiger dan een kanaalplaatvloer omdat de isolatielaag minder onderbroken wordt.

#### 4.5. Kozijnen en beglazing

Het passiefhuis-glas bestaat uit drievoudig glas en werkt, mits het juist geplaatst en gedimensioneerd is, als een passieve zonnecollector. Het passiefhuis-glas heeft, in vergelijking met normaal dubbel glas, een beduidend hogere oppervlaktetemperatuur aan de binnenzijde, wat het thermisch comfort in de wintersituatie sterk verbeterd. Draaiende delen worden bij voorkeur uitgevoerd als draaikiepraam. In verband met het toepassen van een gebalanceerd ventilatiesysteem, ontbreken de ventilatietoeverroosters in de gevel.

De U-waarde van het totale raam hangt af van:

- De U-waarde van het glas en het kozijn;
- De afstandhouder in de glasrand;
- De inbouwdiepte van het glas in het kader;
- De plaatsing en bevestiging in de wand;
- De geometrie van het raam.

### Kozijnen en ramen

De kozijnprofielen van het passiefhuis-kozijn zijn in hout, aluminium en kunststof leverbaar. Houten ramen bestaan vaak uit een samenstelling van hout en isolatiemateriaal (kurk, PUR of anders). De houten ramen kunnen om onderhouds- of esthetische redenen worden voorzien van een aluminium buitenprofiel. Voor kunststofraamkaders is het essentieel dat de grote luchtkamers opgevuld worden met isolatiemateriaal (PHP-technologie wijzer, schrijnwerk).

### Beglazing

De opbouw van 3-voudig glas (in het passiefhuis-kozijn) is als volgt: drie ruiten van 4 mm met daartussen twee spouwen van 16 mm. De buitenste ruiten zijn aan de zijde van de spouw voorzien van een coating. De spouw is gevuld met het edelgas argon, dat beter isoleert dan lucht. Om koudebrugwerking zoveel mogelijk te vermijden zit het glas dieper in de sponning. Een variant van 3-voudige beglazing is dubbele beglazing met één of meerdere in de luchtspouw gespannen kunststoffolies. Zo wordt de spouwbreedte van de verschillende spouwen beperkt en valt het nadeel van het extra gewicht van de glasplaten weg.

## 4.6. Thermisch comfort

In een passiefhuis is het in de winter gelijkmatig warm in de hele woning, zelfs vlak bij de ramen. Door de goede isolatie zijn de oppervlaktetemperaturen van vloeren, wanden en glas erg hoog. Er is nauwelijks energie nodig voor verwarming. In de zomer is het eveneens aangenaam in een passiefhuis. Door de zonwering en overstekken zit men binnen in de schaduw. Door meer of minder ramen open te zetten kan de temperatuur in de woning 's avonds en 's nachts goed in de hand gehouden worden. De ventilatielucht in een passiefhuis is nooit te koud. De balansventilatie zorgt dat warmte uit de afvoerlucht wordt overgedragen aan de toevoerlucht. Het openen van ramen is een aanvulling, iets waar bewoners zelf over kunnen beslissen. In feite zijn passiefhuizen heel gemakkelijk te bewonen. In basis is ventilatie en verwarming geregeld. Al naar gelang men wil, kan men ramen openen. Uit onderzoek blijkt dat mensen, bij lagere buitentemperaturen, steeds minder met ramen ventileren, hetgeen letterlijk aansluit bij het passiefhuis-concept. Bij koud weer kunnen de ramen dicht blijven, want er is voldoende basisventilatie. Toch kan een slaapkamerraam op een kier in de winter ook bij een passiefhuis geen kwaad, voor wie dat wil. Bij oplopende buitentemperaturen ventileren mensen in het algemeen graag meer. Ook dat sluit aan bij het passiefhuis-concept: een passiefhuis heeft voorzieningen voor goede ventilatie via ramen en andere – inbraakvrije – voorzieningen. In de zomer draagt ventilatie in de avond bij aan het bereiken van een natuurlijke geconditioneerd binnenklimaat en een hoog thermisch comfort.

De zeer goed thermisch geïsoleerde schil maakt het nog gemakkelijker het gebouw koel te houden in de zomer. De temperatuur in de woning wordt meer bepaald door raamgroottes, oriëntatie, beschaduwing, ventilatie, interne warmtelasten, enzovoorts. Ter voorkoming van oververhitting spelen zonwering en zomernachtventilatie een belangrijke rol. Bij voorkeur wordt zonwering toegepast die de lage winterzon binnenlaat, terwijl in de zomer het raam beschermt wordt om oververhitting te vermijden. Nachtventilatie in zomersituaties is het zeer goed ventileren van gebouwen op momenten van de dag waarin de buitenluchttemperaturen lager zijn dan de binnenluchttemperatuur. Zodoende koelt een gebouw gedurende de nacht af naar een laag niveau. De thermische traagheid van het gebouw en het interieur leidt ertoe dat de binnentemperatuur

gedurende de dag graden lager blijft dan zonder nachtventilatie het geval is. In combinatie met goede zonwering en minimale ventilatie gedurende de dag is in veel gevallen op energiezuinige wijze een goed binnenklimaat te bereiken. Als men zegt dat het in een ruimte 'lekker' warm is, heeft dat met een tweetal factoren te maken: de stralingstemperatuur en de luchttemperatuur. In de praktijk blijkt dat de meeste mensen een lage luchttemperatuur prettig vinden. Daarnaast geldt dat stralingswarmte van grote oppervlakken als aangenaam worden ervaren. Lage temperatuurverwarming, met name in combinatie met vloer- of wandverwarming, verhoogt het comfort. Bovendien verwarmt deze combinatie het vertrek gelijkmatiger en veroorzaakt het minder luchtcirculatie.

Aandachtspunten met betrekking tot oververhitting:

- Adequate zonwering moet voorkomen dat de zon de woning opwarmt;
- De gewenste ventilatievouden voor zomernachtventilatie liggen in de range van  $n = 4$  en meer;
- Eisen met betrekking tot gevelgeluidwering;
- In de gebruikershandleiding moet duidelijk worden gemaakt hoe omgegaan moet worden met de zomernachtventilatievoorzieningen.

Voorzieningen ter beperking van hoge binnentemperaturen kunnen zonwering, accumulerend vermogen of zomernachtventilatie betreffen.

### **Zonwering**

Zonwering is noodzakelijk bij passiefhuizen met glaspartijen op het zuiden. Met luifels en overstekken is een goed binnenklimaat te realiseren. Met behulp van lamellen of screens kan de binnentemperatuur verder geoptimaliseerd worden.

### **Thermische massa**

Het toepassen van veel thermische massa (accumulerend vermogen) beperkt het risico van hoge binnentemperaturen in de zomer. Om het zomercomfort te beheersen is het aanbrengen van zonwering belangrijker dan het aanbrengen van veel massa.

### **Zomernachtventilatie**

Zomernachtventilatie is het 's nachts ventileren met koele buitenlucht om de gebouwconstructie af te koelen en 's ochtends te starten met een lagere binnentemperatuur. Dit kan uitgevoerd worden door natuurlijke toe- en afvoer, mechanische toe- en afvoer en hybride ventilatie. Om invulling te geven aan het principe van zomernachtventilatie middels natuurlijke toe- en afvoer moeten 's nachts (grote) delen kunnen worden opengezet (bijvoorbeeld ramen). Het aanwezige gebalanceerde ventilatiesysteem kan ook zorgen voor zomernachtventilatie. In dat geval dient de capaciteit van het ventilatiesysteem voldoende te zijn om een ventilatievoud van 4 à 5 te kunnen realiseren. Hierbij is het erg belangrijk dat het ventilatiesysteem erg stil is. Bovendien moet de installatie zijn uitgevoerd met een bypass, zodat koele buitenlucht rechtstreeks, zonder verder opwarmen, in de woning komt. Het hybride systeem gaat uit van natuurlijke toevoer en mechanische afzuiging, met de toepassing van zelfregelende roosters in de gevel i.p.v. een gebalanceerd systeem. Hierom wordt een hybride systeem niet in passiefhuizen toegepast.

Met betrekking tot het passiefhuis kan worden geconcludeerd dat voldaan wordt aan de minimeisen voor basisventilatie in de vorm van een gebalanceerd ventilatiesysteem. De te openen delen ten behoeve van nachtventilatie maken geen onderdeel uit van de basisventilatie.

Voor de benodigde ventilatievoorzieningen moet worden uitgegaan van de volgende voorzieningen voor nachtventilatie:

- Een ventilatievoud van 4 tot 5;

- Inbraakveilige voorziening;
- Voorzieningen ten behoeve van tenminste de woonkamer en zo mogelijk andere verblijfsruimten;
- Ventilatievoorziening. Geheel te openen geïsoleerd luik ( $> 90^\circ$  te openen), horregaas afgeschermd door lamellen.

Drie varianten zijn in principe mogelijk: ventilatie via één gevel, ventilatie via twee gevels (dwarsventilatie) en ventilatie via gevel en dak. Het toepassen van openingen in één gevel resulteert in het aanbrengen van grote openingen. Voorzieningen ter grootte van een deur moeten voor toegen afvoer zorgen. Veel gunstiger is het aanbrengen van voorzieningen in twee tegenover elkaar liggende gevels of in een gevel en in een dak (thermische trek). Het benodigde oppervlak is een factor vier kleiner. Het toepassen van een overstroomvoorziening ter plaatse van een tussendeur bij de trap is niet altijd wenselijk. De doorlaat van zomernachtventilatie (geïsoleerd luik, horregaas afgeschermd door lamellen paneel) is maximaal 50%. De bruto openingen moeten daarom 2x zo groot te zijn (of wellicht groter bij minder dan 50% doorlaat).

Voor zomernachtventilatie wordt uitgegaan van het principe van dwarsventilatie, bestaande uit:

- Toevoer van nachtventilatie in de achtergevel op de begane grond (woonkamer);
- Geen overstroomvoorziening. Let op: indien een gesloten keuken wordt toegepast zijn aanvullende maatregelen nodig;
- Afvoer van nachtventilatie in de keuken.

#### 4.7. Ventilatie

Doordat het passiehuys geen ongewenste luchtlekken kent moet er goed worden geventileerd en moet de ventilatie energetisch verantwoord worden ingericht. Als de twee luchtstromen voor de luchtverversing bij elkaar worden gebracht (zonder menging) in één toestel, kan er meer dan 95% van de thermische energie in de uitgaande lucht binnen worden gehouden. Zo wordt optimaal lucht ververst en wordt bijna alle warmte binnen gehouden. Wanneer het buiten koeler is dan binnen (in de warme zomernacht) is veelal een bypass langs de warmteterugwinning aangebracht, om de woning in de nacht sneller af te kunnen koelen. Dit heet nachtkoeling en kost geen extra energie.

Ten gevolge van de extreme luchtdichting van passiehuizen, moet veel aandacht besteed worden aan het ventilatievoud die in de woning bereikt wordt. Verder moet aandacht worden besteed aan het geluidsniveau dat door het installatiesysteem geproduceerd wordt. Ten gevolge van het hoge isolatieniveau van de woning is het achtergrondniveau van buitengeluid laag. De woning is hierdoor gevoeliger voor geluid in de woning. Om warmteverlies te vermijden dienen ventilatiekanalen geïsoleerd te zijn. Omdat de woning nagenoeg volledig luchtdicht wordt uitgevoerd, blijft uitgestraalde radioactiviteit uit (afwerk)materialen langer in de woning. Om gezondheidsproblemen ten gevolge van deze schadelijke emissies in de woning te beperken kan het gebalanceerde ventilatiesysteem met geringe overdruk worden uitgevoerd.

Aandachtspunten met betrekking tot het ventilatiesysteem:

- Vaststellen capaciteit ventilatiesysteem. Volgens het bouwbesluit moet de capaciteit van de spuivoorziening van een niet-gemeenschappelijke verblijfsruimte ten minste  $3 \text{ dm}^3/\text{s}$  per  $\text{m}^2$  vloeroppervlakte van die ruimte bedragen. Opmerkelijk is dat er niet direct een eis wordt gesteld aan het aantal aanwezige personen in een verblijfsruimte;
- Geluidsniveau van de installatie (geluiddempers, geluidsarme ventielen, overspraakdempers);
- Regelmatig vervangen van luchtfilters;
- Vaststellen van het gewenste drukverlies over de installatie, met als doel geluidarm en energiezuinig functioneren;

- Vaststellen van het maximaal acceptabel geluidniveau, in de wetenschap dat de geluidisolatie van buiten naar binnen erg goed is;
- Vaststellen van ontwerp oplossingen voor ingestorte kanalen die voldoen aan bovenstaande criteria.

### Isolatie luchtkanalen

Luchtkanalen moeten zo goed mogelijk geïsoleerd worden en zo kort mogelijk zijn. Voorbeelden van isolatiedikten voor luchtkanalen variëren tussen de 60 en 100 mm. De warmteterugwinunit kan zowel binnen als buiten de thermische schil worden geplaatst, maar in ieder geval zo dicht mogelijk bij de thermische schil, waardoor koude luchtkanalen in de woning beperkt blijven. De thermische isolatie van de koude luchtkanalen die zich binnen de thermische schil bevinden, moeten dampdicht geïsoleerd worden om condensatie op het kanaal te voorkomen.

### Geluidsniveau installatie

Het is moeilijk om een systeem te vinden dat (praktisch) geluidloos werkt. Er zijn een aantal technieken om het geluidsniveau laag te houden:

- Ronde kanalen gebruiken in plaats van rechthoekige kanalen. Een nadeel hiervan is dat het lastig is vanwege het instorten in de vloeren en de benodigde afmetingen (minimaal Ø 125 mm);
- Afzonderlijke kanalen aanleggen naar iedere ruimte. Het is gebruikelijk om één kanaal te plaatsen met afsplitsingen naar de ruimtes. Omdat dit ene kanaal voor de luchtverversing van alle ruimtes moet zorgen, moet de luchtsnelheid ook omhoog. Dat veroorzaakt extra geluid. Een nadeel van meerdere kanalen is dat er waarschijnlijk aanpassingen nodig zijn in de te storten vloeren en het overige leidingplan;
- Warmteterugwinunit plaatsen in een afgesloten ruimte.

## 4.8. Installaties verwarming en warm tapwater

Het zware accent van het ventilatiesysteem op de comfortbeleving en de beperkte mogelijkheden om via een ventilatie- en verwarmingssysteem eenvoudig per vertrek te regelen en te verwarmen of koelen, kunnen reden zijn om extra voorzieningen aan te brengen. Dat kan in de vorm van vloer- en/of wandverwarming of met wat andere lokale verwarming. De vloer- en/of wandverwarming vormt de basisvoorziening voor ruimteverwarming. De bypass in het gebalanceerde ventilatiesysteem en de mogelijkheid om de woning in de warme zomeravonden op een natuurlijke wijze door te spuien, zorgen voor koeling van het gebouw. De ultieme duurzame energieoplossing met een gecombineerd systeem op basis van thermische zonne-energie, warmtepompen en PV-cellen is niet alleen de beste energetische oplossing, het kan ook meer comfortabel zijn indien we ermee verwarmen, ventileren, eventueel koelen en tapwater bereiden. De installatieconcepten moeten altijd eenvoudig en goed gedetailleerd zijn.

Om tijdens alle omstandigheden een aangenaam binnenklimaat te bewerkstelligen, bijvoorbeeld bij extreme buitencondities, is een verwarming van geringe capaciteit nodig om in de geringe warmtevraag te voorzien. De maximale warmtevraag bedraagt in zulke omstandigheden nauwelijks 10 W/m<sup>2</sup>, wat wil zeggen dat een woning kan worden verwarmd met een strijkijzer. Mogelijkheden voor ruimteverwarming zijn middels een naverwarmer in de ventilatietoevoerlucht of een lage temperatuur verwarmingssysteem. Zoals de meeste woningen heeft het passiefhuis een systeem voor warm tapwaterverwarming nodig. De installatiekeuze voor verwarming wordt veelal gedomineerd door de warm tapwatervraag. De energievraag van een passiefhuis bestaat voornamelijk uit warm tapwater en huishoudelijke apparatuur, en voor een klein deel uit ruimteverwarming. Een passiefhuis heeft een jaarlijkse warmtevraag van 15 kWh/m<sup>2</sup> of minder voor ruimteverwarming. Bij een huidige nieuwbouwwoning is de warmtevraag meer dan vijf keer zoveel.

Oplossingen die in passiefhuizen toegepast zijn:

- Warmtepomp met warmte uit de bodem en zonnecollectoren (1-2 m<sup>2</sup> collectoroppervlak per persoon) en/of gasketel gecombineerd met kleine centrale lage temperatuur vloerverwarming;
- Kleine biomassaketel en zonnecollectoren ten behoeve van centrale lage temperatuur wandverwarming; zonnegas-combiketel ten behoeve van warm water-batterij in het ventilatiesysteem dat de ventilatielucht verwarmt;
- Stadsverwarming (water) en zonnecollectoren die warmte leveren aan ventilatielucht en één radiator in badkamer; warm tapwateropslag wordt verwarmd middels zonnecollectoren en/of stadsverwarming.

*Voorbeeld van een installatie:*

*De ventilatietoevoer is verwarmd door de ventilatieafvoer in de warmtewisselaar. De rest van de warmtevraag wordt ingevuld met warmte van bewoners, apparaten en verlichting. De warmte van bewoners is gelijk aan een energiewinst van ca. 1200 kWh/jaar. Warmtewinsten van verlichting, diepvries, koelkast, kooktoestel en andere apparaten bedragen ca. 2900 kWh/jaar, uitgaande van de meest energiezuinige apparaten die verkrijgbaar zijn. Een deel van deze warmte is bruikbaar om het gebouw te verwarmen. De woningen zijn ontworpen voor normale klimaatcondities. Koude buitentemperaturen gedurende lage perioden zijn zeldzaam en worden beschouwd als extreem. Indien dit toch voorkomt, kan de binnentemperatuur wellicht enkele graden dalen.*

#### **Warm water**

Mogelijk toe te passen maatregelen:

- Zonneboiler met collector < 2,3 m<sup>2</sup>;
- Gas-doorstroomtoestel met HRww;
- Hotfill aansluitingen voor vaatwasser in de keuken en voor wasmachine;
- Alle warmwaterleidingen isoleren.

#### **CV**

Mogelijk toe te passen maatregelen:

- Gasgestookte cv-ketel;
- Radiatoren;
- Ontwerp temperatuur 70/65 °C; alleen in woonkamer, hal begane grondvloer, badkamer en zolder;
- Lage temperatuur verwarming met een aanvoertemperatuur van ongeveer 55°C en een retourtemperatuur van ongeveer 40°C. Wellicht zijn nog lagere aanvoertemperaturen mogelijk;
- Alle CV-leidingen isoleren.

### **4.9. Huishoudelijke apparaten**

Het moet eenvoudiger worden gemaakt om zuinig met energie om te gaan. Dit is, zeker voor huishoudelijke apparaten, zeer eenvoudig te bereiken. Waarom wordt een nieuwbouwwoning niet standaard opgeleverd met een warm- en koudwateraansluiting op de plek van de wasmachine en de vaatwasser? Waarom geen gasaansluiting en rookgasafvoer op de plek van de wasdroger? De elektriciteitsmeter zit altijd verstopt in de meterkast, waarom plaatsen we geen tweede display op een zichtbare plek zodat mensen bewust worden van het verbruik? Waarom voeren we wandcontactdozen niet uit met een aan/uit schakelaar, met een rode LED waardoor goed duidelijk wordt dat een bepaald apparaat nog niet uitgeschakeld is? Dit zijn slechts enkele voorzieningen die tenminste de drempels voor het besparen van energie weghalen.

Sinds 1996 is het Energielabel verplicht voor veel elektrische apparaten. In de toekomst zullen alle elektrische apparaten voorzien zijn van het Energielabel. Het Energielabel is geen keurmerk, maar een etiket met gebruiksinformatie over het energiegebruik van een bepaald apparaat. Door een passiefhuis te voorzien van huishoudapparaten met een maximale efficiëntie (zoals warmwateraansluiting voor wasmachines en afwasmachines, gasdroogkasten, spaarlampen en FL-lampen) kan de elektriciteitsconsumptie met 50% worden gereduceerd zonder tevredenheidsverlies van de gebruikers. Een mogelijke maatregel in passiefhuizen is het opnemen van de aanbeveling om A++, A of B gelabelde apparaten, A-label verlichting en spaarlampen toe te passen.

### **Elektriciteitsbesparing in passiefhuis**

Elektriciteitsbesparing richt zich met name op 4 apparaten: ventilatiesysteem, wasmachine, wasdroger en vaatwasser.

#### **Hotfill wasmachine**

Het water in een wasmachine wordt elektrisch verwarmd. Bij de opwekking van elektriciteit in de elektriciteitscentrale gaat ongeveer de helft van de energie verloren. Wanneer het water met gas of zonne-energie verwarmd wordt, wordt dus veel energie bespaart. Bijkomend voordeel is dat bij het wassen op hogere (begin-)temperaturen de machine eerder klaar is met het programma omdat het water niet meer hoeft te worden verwarmd. De hotfill wasmachine wordt direct op de warmwaterkraan aangesloten.

Voorwaarden voor een hotfill wasmachine:

- Er moet een warmwaterleiding komen vanuit de ketel of boiler of vanuit de warmwaterkraan in de keuken of badkamer. De leiding, van bron tot ontvanger, mag niet langer zijn dan 10 meter anders gaat er teveel warmte verloren;
- Er moet een koudwateraansluiting zijn voor het spoelprogramma en de wolwas;
- Het tapwaterrendement van het verwarmingstoestel moet minimaal 70% bedragen om voldoende water te hebben.

## **4.10. Trends in Nederland**

Passiefhuis heeft als uitgangspunt zo efficiënt mogelijk de eerste stap van de Trias Energetica te realiseren, de beperking van de vraag naar energie. Bij huurwoningen speelt het aspect dat de bewoner het woonlastenvoordeel krijgt, terwijl de huur om eventuele hogere investeringskosten te compenseren niet omhoog kan. De oorzaak hiervan is dat, bij een te hoge huurprijs voor een passiefhuis, de bewoner geen mogelijkheid meer heeft tot het verkrijgen van huurtoeslag. Een hogere huurtoeslaggrens bij een energiezuinige woning kan een oplossing bieden.

### **Vooroordelen en voordelen**

Er worden regelmatig vooroordelen geuit op passiefhuizen, bijvoorbeeld:

- Een goed geïsoleerd huis kampt met oververhitting in de zomer;
- De potdichte woning leidt tot verstikking;
- De klimaatinstallaties maken lawaai en zijn ongezond.

Een goed verhaal is nodig om juist de kwaliteiten van het passiefhuis te benadrukken, met name voor de thema's:

- Woonlastenvoordeel: wat kost een passiefhuis en wat levert het op, uitgedrukt in netto woonlasten. De insteek moet zijn dat de bewoners veel financieel voordeel hebben bij het wonen in een energiezuinige woning;

- Comfort: het concept moet goed vermarkt / neergezet worden, waarbij de focus ligt op goed comfort. Door de toegepaste zonwerende maatregelen wat betreft zomercomfort is een passiefhuis niet anders of zelfs beter dan een normale nieuwbouwwoning;
- Gezondheid: Hoe gezond is een passiefhuis? Een passiefhuis is goed geventileerd, heeft voldoende lichttoetreding en geen koudebruggen. Vooroordelen over een ongezond binnenklimaat moeten worden vermeden;
- Materiaalgebruik: verantwoording levenscyclus analyse. Op het gebied van materiaalgebruik is nader onderzoek nodig. Het afstudeerproject richt zich (in de tweede doelstelling) specifiek op dit onderdeel, wat dus een brede aanpak van duurzaam bouwen garandeert.

#### GIW-garantie

Indien gebouwd wordt onder GIW-garantie, zijn de aanvullende eisen van het GIW van toepassing. Verwacht wordt dat het passiefhuis aan veel eisen van het GIW kan voldoen. Mogelijke knelpunten zijn:

- Inbraakveiligheid: in hoeverre voldoen passiefhuis-kozijnen aan de eisen met betrekking tot inbraakveiligheid;
- Het testen van passiefhuis-kozijnen. Er is geen BRL waarmee de verlijming van bijvoorbeeld PUR-hout getest kan worden.

#### 4.11. Conclusie

Het passiefhuis-concept leidt tot woningen met een energiegebruik dat veel lager is dan bij de huidige EPC-eis van 0,8. De benadering van passiefhuis in de PHPP-berekeningssystematiek (passiefhuis rekenmethode) is enigszins afwijkend van de EPC-methodiek. Er wordt bij passiefhuis eerst een grens gesteld aan de energievraag voor ruimteverwarming (max. 15 kWh/m<sup>2</sup>) en vervolgens aan het totale energiegebruik, uitgedrukt in primaire energie (max. 120 kWh;primair/m<sup>2</sup>). Echter, het is niet wenselijk om de eisen aan passiefhuis uit te drukken in een EPC-eis overeenkomstig de huidige EPC-systematiek, omdat geconstateerd wordt dat de EPC-eis niet rechttevenredig is met primaire energie en CO<sub>2</sub>-reductie bij verschillende energiedragers. Het is voor het verkrijgen van een bouwvergunning voor een passiefhuis-woning geen probleem om te voldoen aan de huidige eis van EPC = 0,8 of lager. De resulterende EPC-score voor passiefhuis-concepten liggen in de range van 0,3 – 0,5 en voldoen daarmee ruimschoots aan de huidige Bouwbesluit eis.

Het boek "Passiefhuizen in Nederland" schat de extra investeringskosten voor een passiefhuis in Nederland op €12.000,- tot €15.000,-. Bij stijgende energieprijzen leiden deze kosten vanaf het 12<sup>e</sup> jaar tot cumulatief lagere woonlasten. Het is op basis van buitenlandse gegevens te verwachten dat het meerkostenniveau voor passiefhuis kan dalen tot onder de €10.000,- per woning, zodra technieken bekend zijn geworden bij ontwerpers en de uitvoerende bouw.

Puntsgewijs samengevat onderscheidt een passiefhuis zich door:

- Een goed isolerende schil;
  - o Warmteweerstand begane grondvloer, gesloten geveldelen en dak: Rc ca. 10 m<sup>2</sup>K/W;
  - o Drievoudige beglazing, HR<sup>+++</sup>-glas met  $U \leq 0,8$  W/m<sup>2</sup>K;
  - o Passiefhuis kozijnen;
  - o Geen koudebruggen;
  - o Extreme luchtdichting;
  - o Thermisch geïsoleerde deur;
- Op een passieve wijze benutten van zonne-energie in het stookseizoen;
- Voorzieningen ter voorkoming van temperatuuroverschrijdingen in de zomer;
- Een gebalanceerde ventilatie (met eventueel CO<sub>2</sub>-sturing) met warmtewisselaar;
  - o Energiezuinige ventilatoren;
  - o Geïsoleerde ventilatiekanalen;

- Een verwarmingssysteem met een beperkte capaciteit voor ruimteverwarming;
- Een zonnecollector voor warm tapwater;
- Zonneboilerinstallatie en geïsoleerde warm waterleidingen;
- Waterbesparende maatregelen;
- Warm water aansluiting voor vaatwasmachine en wasmachine;
- Het isoleren van warmwater- en CV-leidingen;
- Energiezuinige installaties (door bewoners aan te schaffen);
- Gebruikershandleiding.

## 5. Cradle to cradle

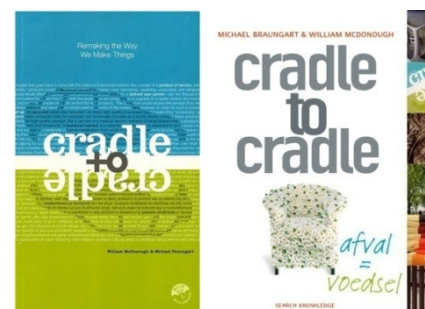
Tegenwoordig worden producten vaak als standaardmaat ontwikkeld en geproduceerd, dit is een doemscenario, het ontwerp wordt aangepast op de slechtste omstandigheid (onder het motto: one size fits all). De wereld krijg meer en meer te maken met de productie van ruwe producten. Ruwe producten worden kortzinnig ontworpen, zijn onelegant en zijn niet specifiek voor menselijke en ecologische gezondheid ontwikkeld. Wegwerpproducten zijn de norm geworden, industrieën vervaardigen producten met ingebouwde veroudering. Deze producten gaan precies mee tot het moment waarop klanten het meestal willen vervangen, terwijl dat bij verpakkingen juist niet het geval is. Verpakkingen kunnen zelfs vaak langer mee gaan dan het product dat het beschermt.

De Engelse benaming *cradle to cradle* betekent letterlijk: wieg tot wieg. Na hun ontmoeting in 1991 schreef de Duitse chemicus Michael Braungart samen met de Amerikaanse architect William McDonough het boek 'cradle to cradle: Remaking the Way We make Things'. Het boek beschrijft hun filosofie 'afval = voedsel' en is inmiddels in vele verschillende talen verschenen. De Nederlandse uitgave van het boek is geschreven door Anne-Marie Rakhorst, directeur van het internationaal opererend ingenieurs- en adviesbureau, laboratorium en opleidingsinstituut Search. Het programma 'Tegenlicht' van de omroep VPRO heeft op maandag 2 oktober 2006 een interessante documentaire over het cradle to cradle-principe uitgezonden. Omdat het boek geen plaatjes bevat is deze documentaire goed voor de verbeelding. In de samenvatting die hierna volgt is geprobeerd de filosofie van het cradle to cradle-principe duidelijk toe te lichten.

Anders dan de huidige methoden voor duurzame productontwikkeling, die zich richten op het beperken van de schadelijkheid van het product, richt het cradle to cradle principe zich op geen enkel kwaliteitsverlies. Het denken van cradle to grave (wieg tot graf) moet worden veranderd in het denken van cradle to cradle. Hierdoor zijn er geen restproducten die gestort moeten worden. Producten en materialen krijgen als het ware een tweede leven en worden gebruikt, maar niet verbruikt. Afval is een grondstof voor een nieuw leven. De hoeveelheid afval en de ruimte die het in beslag neemt op de wereld is niet het grootste probleem van cradle to grave-ontwerpen. De essentie van het probleem ligt bij vervuilde, verspilde of verloren gegane voedingsstoffen, het waardevolle "voedsel" voor zowel industrie als natuur. De drie grondbeginselen van cradle to cradle zijn dat het positieve effecten heeft op het milieu, de menselijke gezondheid en de maatschappelijke gelijkheid. In dit project wordt gestreefd naar een BREEAM score 'excellent', hierbij zal het cradle to cradle principe voor met name de invulling van het onderdeel 'materialen' een grote inspiratiebron zijn. Om te toetsen of het bouwproject het predicaat cradle to cradle verdient, zijn criteria ontwikkeld onder supervisie van MBDC, het bedrijf dat Michael Braungart en William McDonough drie jaar na hun ontmoeting samen hebben opgezet om hun ideeën ten uitvoer te kunnen brengen. In Nederland is helaas nog geen toetsingssysteem uitgewerkt dat op bouwen kan worden toegepast, terwijl er wel veel vraag naar is. Op de site van MBDC zijn de meest uiteenlopende materialen en producten te vinden met het cradle to cradle-keurmerk. De cradle to cradle-certificaten worden verstrekt door MBDC na uitermate grondig LCA-onderzoek (Levenscyclus Analyse). Om een product te certificeren worden in de door de fabrikant opgestelde lijst met alle aanwezige materialen in het product de pijnpunten gedefinieerd en vervangen door alternatieven. Daarnaast moet er een systeem zijn die waarborgt en de garantie geeft dat materialen na afdanking juist worden hergebruikt. Er zijn 4 kwaliteitsniveaus: Basic, Silver, Gold en Platinum.



Figuur 6: uit lit. 1.1.



Figuur 7: uit lit. 1.1.

Wanneer een afvalproduct opnieuw tot grondstof wordt verwerkt, zodat er opnieuw een product gevormd kan worden waarbij de kwaliteit van de grondstof niet afneemt noemen we het recyclen. Tegenwoordig geven we vaak onterecht producten en materialen de naam *gerecycled* omdat de gerecyclede grondstof niet meer de zuiverheid en kwaliteit van de oorspronkelijke grondstof heeft. Dit proces, de degradatie van de grondstof, kan daarom beter downcyclen genoemd worden. Upcyclen is het tegenovergestelde van downcyclen, hierbij gaat de kwaliteit van de grondstof juist omhoog.

*Voorbeeld: een boek wordt omgezet in bijvoorbeeld een bankje in het park of een bloempot. Uiteindelijk komt het bij de vuilnis terecht, maar eerst gaat de kwaliteit achteruit. Bij recyclen wordt teruggedaan naar de oorspronkelijke toestand en verliest het product geen kwaliteit. Als de kwaliteit van een product echter nog niet optimaal is, bijvoorbeeld de giftige inkt in een boek is niet perfect, dan kan het product nog worden gezuiverd, dit heet upcyclen.*

Technisch is het upcyclen van materialen vaak al mogelijk, maar zolang wetgeving en noodzaak op dit punt ontbreekt, zal het mondjesmaat worden uitgevoerd. Wat zeker niet onderschat moet worden is de rol van de consument op dit punt. De consument bepaalt de vraag naar 'schone' producten, bewustwording en een verandering van het denkpatroon door goede voorlichting en duidelijke informatievoorziening kunnen deze vraag beïnvloeden. Niet alleen in Nederland, maar in de hele wereld blijven vooruitgang en economische groei nog te veel hangen in de theorie van eco-efficiency, wat resulteert in schuldgevoelens over het milieu en verspilling van natuurlijke voorraden en grondstoffen. Men zou zich niet moeten richten op het verkleinen en beperken van de schadelijkheden, maar moet juist groter en beter ontwerpen voor aanvulling, herstel en voeding. De denkwijze over eco-effectiviteit staat haaks op dit dematerialiseren, ofwel het oplossingsgericht ontwerpen in functie van verminderd verbruik van materialen en natuurlijke hulpbronnen.

## 5.1. Eco-efficiency

De strategie van eco-efficiency is het bewaken van 'duurzaamheid' die schade aan milieusystemen (door fijnstof, het broeikaseffect en hormoonontregelaars) wil beperken. Hierbij zijn veel regels ingesteld om de hoeveelheid afval te beperken en de vervuiling terug te dringen. Beperken, hergebruiken, recyclen en reguleren zijn hierbij leidende begrippen. Deze manier van denken leidt alleen maar tot het in stand houden van het productiemodel van cradle to grave, dat enorme hoeveelheden afval en vervuiling produceert. Eco-efficiency werkt alleen om het oude, vernietigende systeem iets af te zwakken. Dat afzwakken kan in sommige gevallen zelfs nog schadelijker uitpakken, omdat eco-efficiency langer doorwerkt. Een ecosysteem heeft immers meer kans om weer gezond te worden na een snelle ineenstorting waarbij een paar ecologische milieufactoren intact blijven, dan wanneer het ecosysteem in zijn geheel traag, bedachtzaam en efficiënt vernietigd wordt. Als de bedoelingen dubieus zijn kan efficiency de vernietiging dus nog veel verraderlijker maken. Daarbij vindt men efficiëntie vaak saai en kunnen eco-efficiënte gebouwen (vaak met een minimum aan staal en beton) bij voorbeeld een aardbeving leiden tot instorting.

## 5.2. Eco-effectiviteit

Duurzaamheid wordt gekenmerkt door grote onzekerheden over de toekomst. Duurzaamheid heeft betrekking op de lange termijn. Wij mensen laten de aarde niet achter, we blijven er. Het kernbegrip 'duurzame ontwikkeling' is als volgt te definiëren: "Een ontwikkeling die voorziet in de behoeften van de huidige generatie, zonder het vermogen van toekomstige generaties in gevaar te brengen om in hun eigen behoeften te voorzien". Het begrip legt een duidelijke verbinding tussen economische groei, het milieuvraagstuk en de armoede- en ontwikkelingsproblematiek. Het begrip 'duurzaam bouwen' komt hieruit voort en is gedefinieerd als: "Het op een dusdanige manier bouwen dat hier aan de huidige behoefte wordt voldaan zonder dat de mogelijkheden voor andere volkeren en

toekomstige generaties worden verminderd". De oppervlakte van de aarde is eindig, de opnamecapaciteit van de atmosfeer is eindig en de voorraden grondstoffen zijn ook eindig. Voldoende natuurlijke materialen om in de behoefte van onze huidige wereldbevolking te voorzien zijn er niet en kunnen ook niet bestaan. Elk jaar wordt meer dan vijfduizend keer zoveel grond uitgeput dan de natuur creëert. Twee essentiële onderdelen in het stelsel zijn de aarde (massa) en de zon (energie). Een nieuwe strategische visie voor ontwerp van industriële processen zodat deze veilig, gezond en winstgevend zijn en daarnaast ook economische, ecologische en maatschappelijke waarde hebben is eco-effectiviteit. De eco-effectieve visie geeft aan dat men niet minder moet consumeren, maar juist meer. Dat kan als men ophoudt met het maken van 'minder slechte' producten en uitsluitend nog intelligente producten ontwerpt, gemaakt van materialen die steeds opnieuw voedsel worden voor een van de twee kringlopen. Ten eerste is er de biologische kringloop, hieronder vallen alle kringlopen in de natuur. Intelligente producten en materialen die biologisch afbreekbaar zijn kunnen voedsel worden voor de biosfeer. Daarnaast bestaat de technische kringloop die gevoed dient te worden door materialen die nuttig zijn voor industriële processen, de technosfeer genaamd. De technosfeer bestaat uit technische grondstoffen, gewonnen uit de natuur, die blijven circuleren in de technische kringloop.

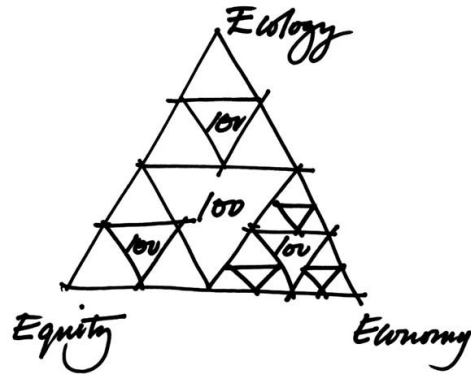
Om eco-effectiviteit in de praktijk te brengen moet volgens de volgende leidende beginselen te werk worden gegaan:

1. Maak je bedoeling duidelijk;
2. Herstel, streef naar goede groei;
3. Wees bereid om te innoveren;
4. Begrijp het leerproces en bereid je erop voor;
5. Draag intergenerationele verantwoordelijkheid.

Met een eco-effectieve kijk produceren zal er uiteindelijk voor moeten zorgen dat het maken of wijzigen van bestemmingsplannen tot het verleden behoort. Fabrikanten zouden willen dat mensen terugkomen omdat ze op die manier waardevolle industriële voedingsstoffen terug kunnen winnen, bijvoorbeeld in de auto-industrie. In een eco-effectieve wereld zijn industriële activiteiten niet meer gevaarlijk en kunnen ze naast woonwijken bestaan. Een eco-effectieve benadering van ontwerpen kan dusdanig extreme innovaties opleveren dat het in geen enkel opzicht meer lijkt op iets dat we kennen. Als men hiervoor openstaat hoeft dat helemaal niet nadelig te zijn.

Elk onderdeel van een ontwerp is een afspiegeling van de visie van de opdrachtgever en de architect, waarin mensen en hun werkomgeving centraal staan. Aan de managers is het taak *het goed te doen*, de directie wordt geacht *het juiste te doen*. Een ontwerp ontwikkelen dat helemaal geen gevaarlijke materialen bevat, heeft een aantal voordelen. Er wordt geen nutteloos en gevaarlijk afval geproduceerd. Fabrikanten besparen op den duur miljarden dollars aan waardevolle materialen. Omdat nieuwe producten voortdurend in omloop zijn, zou dit de winning van nieuwe grondstoffen en de productie van materialen die schadelijke stoffen bevatten verlagen en geleidelijk opheffen. Op deze manier kan men nog meer besparen en het is goed voor het milieu. In de ontwerpfase moet men niet alleen bedenken hoe het product gemaakt moet worden maar ook hoe het gebruikt wordt en door wie. Door de aandacht te concentreren op een enkel criterium, ontstaat instabiliteit in de totale situatie. De methode waarop het maken van dingen benaderd wordt moet divers zijn. Toch zijn conventionele ontwerpcriteria vaak louter gericht op kosten (kunnen we ons voordeel ermee doen?), esthetiek (zal de klant het aantrekkelijk vinden?) en prestaties (zal het werken?). In de praktijk blijkt zo'n benadering zich vaak vooral te concentreren op de economische overwegingen, waarbij maatschappelijke of ecologische voordelen pas later in de overwegingen worden meegenomen en niet van begin af aan hetzelfde gewicht krijgen. Bedrijven beoordelen op deze manier hun gezondheid zoals ze dat altijd al hebben gedaan, economisch en voegen daar vervolgens eco-efficiency, minder ongelukken en productaansprakelijkheid, meer banen en

liefdadigheid aan toe. Dit individuele streven van de burger kan een aantal redenen hebben. Ten eerste heeft het individu niet altijd voldoende kennis in huis over de gevolgen van gedrag. Daarnaast is het mogelijk dat individuen er bewust voor kiezen het 'hier en nu' boven het 'elders en later' te verkiezen. Ook kan het zo zijn dat het zogenaamde 'free-riders-gedrag' een rol gaat spelen: anderen profiteren 'gratis' van wat een duurzaam handelend individu doet, wat de bereidheid tot duurzaam gedrag vermindert. In plaats van het aan de regelgevers over te laten moeten we ons proactief opstellen op het gebied van milieu en moeten we ecologie, economie en rechtvaardigheid als de belangrijke drijfveren zien. Specifieke oplossingen moeten voortkomen uit en reageren op de lokale omstandigheden. Het is onmogelijk (en ook per definitie niet wenselijk) om reeds lang gevestigde manieren van werken, ontwerpen en besluitvorming volledig af te schaffen. Maar zoals Einstein ooit beweerde: *'Als we de problemen die ons kwelen willen oplossen, moet ons denken uitstijgen boven het niveau waarin we zaten toen we deze problemen zelf veroorzaakten'*. Een tussenoplossing kan zijn om onvermarktbaar stoffen tijdelijk op te slaan tot er rendabele ontgiftingstechnologieën zijn ontwikkeld.



Figuur 8: uit lit. 1.1. p. 185

Uit onderzoek is gebleken dat Nederlanders, vergeleken met andere Europeanen, zich opvallend veel zorgen maken om de gedachte of mensen in de toekomst nog wel bereid zijn elkaar in moeilijker omstandigheden bij te staan. McDonough en Braungart komen in hun boek tot een nieuwe ontwerpogave. De ontwerpogave geeft oplossingen om de intergenerationele verantwoordelijkheid in te vullen:

- Gebouwen die meer energie produceren dan ze gebruiken;
- Gebouwen die hun eigen afvalwater zuiveren;
- Fabrieken die looswater produceren dat zo schoon is als drinkwater;
- Producten die na hun levensduur composteren in de bodem;
- Producten die na hun levensduur terugkeren in de technische kringloop voor hoogwaardige producten;
- Meer geld vrijmaken voor menselijke en natuurlijke doelen;
- Vervoer dat behalve zijn primaire doel de levenskwaliteit van de omgeving verbetert;
- Een wereld van overvloed, zonder limieten, afval en vervuiling.

Cradle to cradle kan niet specifiek worden gedefinieerd, maar ter vergelijking kan gekeken worden naar andere benaderingen:

- Duurzaam bouwen: een manier van bouwen waarbij de milieu- en gezondheidseffecten ten gevolge van het bouwen en de gebouwde omgeving tot een minimum worden beperkt;
- Milieuvriendelijk bouwen: een wijze van bouwen die tot een lagere milieubelasting leidt;
- Biologisch bouwen: bouwen met speciale aandacht voor gezondheidsaspecten;
- Ecologisch bouwen: bouwen met speciale aandacht voor milieuaspecten;
- Bio-ecologisch bouwen: bouwen met aandacht voor zowel milieu- als gezondheidsaspecten.

### 5.3. Vijf stappen naar eco-effectiviteit

#### Stap 1. Maak je 'vrij van' de bekende boosdoeners.

Als eerste stap in de richting naar eco-effectiviteit keren industrieën zich vaak af van stoffen waarvan algemeen bekend is dat ze op een bepaalde manier schadelijk zijn. Producten worden vandaag de dag vaak aangeprezen als 'loodvrij' of 'fosfaatvrij', daar zijn we aan gewend. Toch is dit een uiterst opmerkelijke gang van zaken. Dergelijke benamingen geven namelijk vaak aan dat er in een product

minder zichtbare problemen verborgen zitten. Vaak zijn de schadelijke producten vervangen door iets anders, of zelfs door iets ergers. Voor echte eco-effectiviteit is een bewuste, positieve selectie noodzakelijk van de bestanddelen waarvan het product is gemaakt. De bekende milieuhitlijsten kunnen hierbij als hulpmiddel worden gebruikt. Producten als PVC, lood en kwik, waarvan bekend is dat ze zo'n duidelijke schade kunnen veroorzaken dat er bijna altijd weer een extra productiestap voor nodig is om die schade te voorkomen worden de categorie X-substanties genoemd. Het besluit om producten te ontwikkelen die vrij zijn van schadelijke stoffen vormt de grondslag van wat het ontwerpfilter wordt genoemd. Dit filter moet eigenlijk al in het hoofd van de ontwerper zitten, in plaats van aan het einde van de pijpleiding.

### **Stap 2. Volg goed geïnformeerde persoonlijke voorkeuren.**

De kortste slag wordt gemaakt door vragenlijsten naar fabrikanten te sturen met de vraag wat producten precies bevatten. Wel loopt men het risico, los van het feit dat fabrikanten soms zelf nauwelijks weten wat hun product aan grondstoffen bevat, dat fabrikanten reageren met 'dat is eigendomsrecht' of 'dat gaat je niets aan'. Op basis van de beperkte informatie waarover je kunt beschikken zal je keuzes moeten maken. Ergens moet een begin gemaakt worden, het gaat erom dat mensen na gaan denken over dergelijke zaken en hun voorkeur geven. Dit is een grote stap naar eco-effectiviteit. Er zijn nog maar enkele eco-effectieve componenten voor ontwerp en architectuur. In de praktijk komt het er op neer om te beslissen tussen dingen die beide verre van ideaal zijn. Het gaat erom het beste te maken van wat ons ter beschikking staat om betere keuzes te maken. Men moet kiezen voor ecologische intelligentie, wat inhoudt dat er geen schadelijke stoffen in producten zitten en ze niet gemaakt zijn op een manier die overduidelijk schadelijk is voor gezondheid van mens en milieu. Er moet gekozen worden voor ingrediënten die het minste risico met zich meebrengen dat mensen er ziek van worden. Uiteindelijk houden mensen er van iets te kopen dat hen het gevoel geeft bijzonder en slim te zijn, niet grof en onintelligent. Waar ze van kunnen genieten.

### **Stap 3. Het opstellen van een 'passieve positieve stoffen'lijst.**

Met stap 3 wordt een ontwerp echt eco-effectief. Stap 3 gaat verder dan de informatie die voorhanden is over de samenstelling van bestaande producten. Er wordt een lijst gemaakt met een groot aantal materialen dat in een nieuw te ontwikkelen product kan worden gebruikt en stoffen die het zou kunnen afgeven tijdens de productie en het gebruik. Hierbij moet gedacht worden aan problematische eigenschappen van de materialen en stoffen, kankerverwekkendheid en giftigheid. Maar ook wordt gekeken hoe het product in de toekomst gebruikt gaat worden, wat de eindstaat is van het product en wat de kortetermijneffecten en mogelijke effecten voor de bevolking op lokaal en mondiaal niveau zijn. Na screening worden de stoffen in drie verschillende lijsten gerangschikt.

#### *X-lijst*

De stoffen die op de X-lijst staan hebben de hoogste prioriteit voor verwijderen en eventueel vervangen. De lijst bestaat uit problematische stoffen die teratogeen (vermogen om bij embryo's blijvende afwijkingen, verstoring van de foetale ontwikkeling of de dood te veroorzaken), mutageen (vermogen tot wijzigen van het genetisch materiaal), kankerverwekkend of op een andere manier uitgesproken schadelijk zijn voor de gezondheid van mens en milieu. Daarnaast komen op de X-lijst stoffen voor waarvan een sterk vermoeden bestaat dat ze op soortgelijke manieren schadelijk zijn, ook als hiervoor nog geen harde bewijzen zijn geleverd. In ieder geval bevat de lijst ook materialen die op de lijst staan van vermoedelijk kankerverwekkend of andere problematische stoffen, die is samengesteld door IARC en de Duitse lijst MAK (asbest, benzeen, vinylchloride, antimoontrioxide, chroom, enzovoorts.).

### *Grijze lijst*

Problematische stoffen die niet zo urgent verwijderd hoeven te worden zijn op de grijze lijst te vinden. Daarbij bevat de grijze lijst problematische stoffen die van essentieel belang zijn voor de productie en waarvoor nog geen bruikbare alternatieven bestaan. Een voorbeeld hiervan is de zeer giftige stof cadmium die in PV-cellen zit. Men is nog bezig hier een geschikt alternatief voor te bedenken.

### *P-lijst*

De positieve lijst (P-lijst) is de voorkeurslijst. Deze lijst omvat stoffen die actief zijn gedefinieerd als gezond en veilig voor gebruik. Hierbij wordt gekeken naar:

- Acute toxiciteit (giftigheid bij oraal gebruik of inhalatie);
- Chronische toxiciteit (giftigheid na langdurige of herhaalde blootstelling);
- Of de stof sterk sensibiliserend is (het maakt het lichaam overgevoelig voor stoffen);
- Of bekend is of vermoed wordt dat de stof kankerverwekkend, mutageen, teratogeen is of hormoonontregelaar;
- Of bekend is of vermoed wordt dat de stof bioaccumulerend is (niet vergaand maar zich opstapelend in de voedselketen);
- Toxiciteit voor waterorganismen (vissen, watervlooiën, algen, bacteriën) of bodemorganismen;
- Biologische afbreekbaarheid;
- Mogelijke aantasting van de ozonlaag;
- Of alle bijproducten aan dezelfde criteria voldoen.

### **Stap 4. Het activeren van de positieve lijst.**

Hier begint het herontwerp. In stap 4 dient een eco-effectieve houding aangehouden te worden waarbij, van begin tot einde, een product wordt ontworpen dat voedsel kan worden voor de biologische of technische kringloop. Ingrediënten in producten worden niet vervangen, maar er wordt met een schone lei (en lijst) begonnen om een schoon product te ontwerpen. Er kan zelfs zo ver gegaan worden dat aan een nieuw gebouw een upcyclingpaspoort gegeven wordt. Het paspoort geeft aan welke stoffen voor de bouw zijn gebruikt en welke geschikt zijn voor toekomstig gebruik als voedingsstof en in welke kringloop. Als producten na deze stap naar het beste vermogen zijn verbeterd kan naar stap 5 worden gegaan.

### **Stap 5. Opnieuw uitvinden.**

In stap 5 wordt meer gedaan dan producten ontwerpen voor de twee kringlopen. In plaats van het ontwikkelen van producten en materialen met minimale of geen schadelijke uitstoot, worden in deze fase ontwerpen ontwikkeld die positieve uitstoot produceren en verscheidene voedende effecten op het milieu hebben. Niet alleen het recept wordt opnieuw uitgevonden, maar het hele menu. Deze laatste stap kent geen einde. De resultaten kunnen zorgen voor een compleet ander product dan ontwerpers in de initiatieffase voor ogen hadden. Momenteel wordt als volgt gedacht en vervolgens gehandeld: we passen de lijst van actieve positieve dingen eerst toe op bestaande dingen, daarna op dingen die we ons nog maar net kunnen voorstellen, of die nog niet bedacht zijn. En wanneer we ons volledig inzetten richten we ons op volledig nieuwe mogelijkheden.

## **5.4. Conclusie**

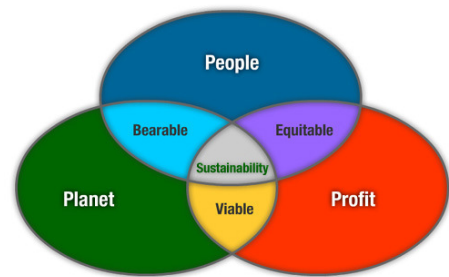
Momenteel is het cradle to cradle van de twee bedenkers te omschrijven als een model dat bedrijven adviseert bij de ontwikkeling van compleet recyclebare producten. Tot op de dag van vandaag hebben de twee samen ongeveer 150 producten voorzien van het predicaat cradle to cradle. Om met het principe wereldwijd draagvlak te krijgen is het noodzakelijk dat Braungart en McDonough hun 'uitvinding' uit handen geven. Naast de (te) hoge kosten van advisering (doordat er geen sprake is van mededinging) vormt zich een ander probleem: de twee wetenschappers keuren hun eigen

producten, wat uiteraard niet bevorderlijk is voor de kwaliteit ervan. De tijd is aangebroken voor een onafhankelijk certificeringinstituut voor het keuren van cradle to cradle producten. Als een dergelijk instituut kan worden gerealiseerd kunnen overheid en andere partijen beginnen met het promoten en zelfs faciliteren van het cradle to cradle-principe. Hierdoor zullen veel sneller cradle to cradle producten ontstaan en wordt de bekendheid voor cradle to cradle in sneltreinvaart verbeterd. Immers, om daadwerkelijk maatschappelijke verandering te creëren moeten zo veel mogelijk mensen worden geïnformeerd. Ook het aanhoudend vragen om cradle to cradle producten bij leveranciers zal bijdragen aan deze ontwikkeling. Nederland staat internationaal bekend om haar vernieuwende en experimentele architectuur en is daardoor altijd al een gidsland geweest, laat dat ook zo zijn bij het cradle to cradle gedachtegoed.

## 6. Overige principes

### 6.1. People Planet Profit

Het principe van 'Triple P' (People Planet Profit) is bedacht door een adviseur op het gebied van duurzame ontwikkeling, John Elkington. Deze wereldwijd bekende richtlijn voor een duurzame ontwikkeling staat voor de drie aspecten die met elkaar in harmonie moeten worden gecombineerd. Mensen, planeet & milieu en opbrengt & winst zullen met elkaar gecombineerd worden tot een harmonieus geheel. Wanneer er geen harmonie ontstaat lijden de andere elementen eronder.



*Figuur 9*

### 6.2. Trias Energetica

Het opstellen van een energiebeleid is een belangrijke stap naar energievriendelijkheid. Welke energiebesparende maatregelen worden wanneer toegepast? Hoe wordt een zo duurzaam mogelijke energievoorziening bereikt? Om die vragen in te vullen kan de Trias Energetica als hulpmiddel dienen. Het principe van de Trias is dat stap 1 de meest duurzame stap is en stap 3 relatief de minst duurzame.

#### **Stap 1. Beperk het energiegebruik en hierdoor de energievraag.**

Het besparen van energie begint bij de beperking van de warmtevraag. Wanneer een gebouw beter geïsoleerd wordt zal er minder warmte verloren gaan wat leidt tot een reductie van de energievraag. De opgave in stap 1 kan dus als volgt geformuleerd worden: bouw een passiefhuis en zet de apparatuur in het gebouw zoveel mogelijk uit. Een compacte bouwvorm, compartimentering en zonering dragen bij aan het beperken van de energievraag.

#### **Stap 2. Wek benodigde energie duurzaam op.**

Voor de resterende energiebehoefte moet zoveel mogelijk duurzame energie ingezet worden. De wind en de zon kunnen hierbij belangrijke energiebronnen zijn.

#### **Stap 3. Wek de resterende energiebehoefte zo efficiënt mogelijk op.**

Als niet kan worden volstaan met duurzame energie dan moet zo zuinig en efficiënt mogelijk omgegaan worden met energie uit fossiele bronnen. Optimaal gebruik is noodzakelijk.

### 6.3. Olster Zonnehuis

Het project dat centraal staat in het afstudeerproject is niet het eerste duurzame initiatief van woningstichting SallandWonen. SallandWonen is altijd bezig met vernieuwingen in de bouw. In samenwerking met de gemeente Olst-Wijhe, GGD Regio IJssel-Vecht, Natuur en Milieu Overijssel, Regionaal Dubo Consulentenschap en de Provincie Overijssel heeft woningstichting SallandWonen namelijk het Olster Zonnehuis ontwikkeld. Het Olster Zonnehuis is een woning waarin 25 maatregelen zijn genomen op het gebied van energiezuinigheid, duurzaamheid en gezondheid. Met de woning is een EPC van 0,56 bereikt. Deze EPC-waarde is bereikt doordat de buitenschil (vloeren, wanden en dak) een hoge warmteweerstand heeft. Verder heeft de woning een Hoog Rendement CV-ketel, HR<sup>++</sup>-beglazing, een natuurrijke, dier- en kindvriendelijke tuin en is de vloer afgewerkt met keramische tegels. Zulke tegels dragen de warmte van de vloerverwarming goed over en zijn onderhoudsvriendelijk. De uitvoering van de woning lag in handen van Bouwbedrijf Loohuis uit Heeten. Woningstichting SallandWonen is opdrachtgever en eigenaar van de woning. De 25 maatregelen die in de woning zijn genomen worden hieronder op themaniveau weergegeven:



*Figuur 10*

**Energie**

Dubbele kierdichting kozijnen, decentraal verwarmings- en ventilatiesysteem met warmteterugwinning, zonneboilersysteem, PV dakpanelen, radiatorfolie en badfolie, douchewater warmteterugwinning, lage temperatuurverwarming, vloerverwarming gehele begane grond en badkamer, wandverwarming in de woonkamer, mechanische afzuiging met gelijkstroommotor, groepenkast met netvrijschakelaar.

**Water**

Waterbesparende douchesproeier, waterbesparende kranen en waterbesparende spoelreservoirs van toiletten.

**Materiaal**

Wandafwerking in keuken, badkamer en toilet van leem, PPC rioleringsbuizen, waterleidingen in polybutheen, EPDM in dakgoten, hemelwaterafvoeren van gerecycled PVC, kozijnen van Sapupira hout (FSC-keurmerk), kalkzandsteen en cellenbeton binnenwanden en watergedragen (acrylaat) verf voor het binnenwerk.

**Groen**

Vegetatiedak op platte dak uitbouw, infiltratie van regenwater in de bodem.

**Gezondheid**

Leemstuc op de wanden, centraal stofzuigsysteem.

Veel van de maatregelen op het gebied van energiebesparing zijn ook goed voor het binnenklimaat, en dus voor de gezondheid.

## 6.4. Gulpener bier

De Zuid-Limburgse bierbrouwerij 'Gulpener' heeft in de afgelopen jaren een aantal stimuleringsprijzen gewonnen voor haar bijdrage aan duurzaam produceren. De brouwerij probeert haar bier op een duurzame wijze te produceren. De ingrediënten gerst en hop worden bijvoorbeeld afgenomen van lokale boeren, die hun producten met een zo laag mogelijke milieubelasting telen. Verder wekt Gulpener groene energie op en recyclet het bedrijf de etiketten. Momenteel is Gulpener bezig met verdere verduurzaming door isolatie van warmwateropslagen te verbeteren en in lichtreclames van cafés en restaurants zonnecellen toe te passen. Het bedrijf streeft naar een continue verbetering van haar milieuprestaties en voorkoming van milieuvervuiling. Gulpener werkt toe naar CO<sub>2</sub>-neutraal produceren.

## 7. Instanties

Ook in Nederland zal er nog heel veel moeten gebeuren om het probleem van klimaatverandering op te lossen. Zoals eerder in de rapportage gezegd is ontbreekt het de gemiddelde Nederlander momenteel aan een proactieve instelling m.b.t. het milieu. Het zou generaliserend zijn om te spreken over iedere Nederlander. Immers, nationaal en internationaal zijn er al behoorlijk wat instanties en bedrijven die zich met het huidige milieuprobleem bezig houden.

In opdracht van het Nederlandse kabinet hebben een viertal instanties in de context van de Kabinetsbrede Aanpak Duurzame Ontwikkeling (KADO) gezamenlijk de 'Monitor Duurzaam Nederland 2009' opgesteld. De participerende instanties waren: het CBS (Centraal Bureau voor de Statistiek), het CPB (Centraal Planbureau), het PBL (Planbureau voor de Leefomgeving) en het SCP (Sociaal en Cultureel Planbureau). De monitor geeft inzicht in hoeverre Nederland al is verduurzaamd, waarbij wordt gekeken naar natuur, gezondheid, energiegebruik en de sociale aspecten. Uiteindelijk zal de CO<sub>2</sub>-uitstoot 5 keer zo laag moeten zijn t.o.v. het huidige niveau. Wat de monitor daarentegen wel benadrukt is dat Nederland door haar beperkte invloed eigenlijk meer een morele lading geeft aan het internationale klimaatbeleid. Nederland moet zich vooral als voorbeeldland ontplooiën en zich richten op het aandragen van manieren en maatregelen om maximaal bij te dragen aan het klimaatbeleid.



Figuur 11

Stichting Sureac houdt zich bezig met de milieubelasting veroorzaakt door het gebruiken en het bouwen van gebouwen. De stichting is opgericht door milieuvadvisiebureau NIBE (Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie) en accountantskantoor BDO CampsObers. De stichting heeft als doelstellingen een bijdrage te leveren aan een duurzaam gebouwde omgeving, inzicht te verschaffen in de omvang en herkomst van milieueffecten van bouwprojecten, ondersteuning te leveren aan besluitvorming en verantwoording van projecten en voorlichting en scholing te geven aan de hand van de opgedane kennis en ervaring.



Figuur 12

De stichting Sureac bestaat uit:

- DGMR Bouw B.V. & DGMR Software B.V.;
- Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie (NIBE);
- Nuon;
- De Rijksgebouwendienst (RGD).



Figuur 13

DGMR is een gerenommeerd adviesbureau, opgericht in 1980 met meer dan 100 werknemers verdeeld over de vestigingen in Arnhem, Den Haag, Drachten en Maastricht. DGMR heeft niet alleen ervaring op het gebied van energie en andere bouwfysische aspecten, maar ook op het gebied van softwareontwikkeling.



Figuur 14

Het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie (NIBE) is een multidisciplinair onderzoeks-, advies- en ontwerp bureau. NIBE heeft omstreeks 10 medewerkers in dienst, waarvan het merendeel academici betreft. De belangrijkste missie van het NIBE is het leveren van een bijdrage aan een vreedzame, gezonde, veilige, duurzame en ethische samenleving, waarin gelijke rechten gelden voor al wat leeft. Het nastreven van deze



Figuur 15

missie gebeurt door middel van het ontwikkelen van producten en diensten, het geven van lezingen en het schrijven van boeken en artikelen.

De Nuon, een Nederlandse energieonderneming met ruim 2,5 miljoen klanten in Nederland, België en Duitsland, is een koploper in duurzaamheid. Bij Nuon werken ongeveer 10.000 mensen. Nuon ondersteunt veel onderzoek aan de TU Delft. Verder doet zij fundamenteel onderzoek naar oplossingen voor de maatschappij, nu en in de toekomst.



*Figuur 16*

De Rijksgebouwendienst zorgt voor de huisvesting van rijksdiensten, zelfstandige bestuursorganen en internationale organisaties. De Rijksgebouwendienst is voor zijn klanten adviseur, projectmanager en beheerder. Hij adviseert en ondersteunt bij huur, bouw en ontwerp en verzorgt desgewenst ook het volledige onderhoud van panden. Op het gebied van beheer voert de dienst het beleid van de overheid waarin veel aandacht is voor zaken als milieu, gezondheid en duurzaamheid. Hierbij kan gedacht worden aan bijvoorbeeld energie- en kostenbesparende maatregelen.



*Figuur 17*

De TU Delft werkt samen met vele andere nationale en internationale onderwijs- en onderzoeksinstituten en staat bekend om haar hoge standaard van onderzoek en onderwijs. De TU Delft heeft talloze contacten met regeringen, handelsorganisaties, consultancy's, industrie en het midden- en kleinbedrijf.



*Figuur 18*

De Technische Universiteit Eindhoven wil een onderzoeksgedreven en ontwerpgerichte technologie-universiteit van internationale allure zijn, die zich vooral tot doel stelt jonge mensen een academische opleiding te geven binnen het domein 'engineering science & technology'.



*Figuur 19*

De Universiteit Twente is een ondernemende researchuniversiteit. Als enige campusuniversiteit in Nederland verzorgt de UT onderwijs en onderzoek in wetenschapsgebieden die variëren van psychologie en bestuurskunde tot technische natuurkunde en biomedische technologie. De UT werkt samen met de TU Delft en de TU Eindhoven in de federatie 3TU's en is partner in het Europese netwerk van innovatieve universiteiten.



*Figuur 20*

SenterNovem is een agentschap van het ministerie van Economische Zaken. SenterNovem biedt namens de overheid een groot aantal programma's en regelingen op het gebied van duurzaamheid en innovatie aan. De regelingen zijn bedoeld ter ondersteuning bij projecten. In totaal zijn ongeveer 1600 mensen werkzaam bij SenterNovem.



*Figuur 21*

De Dutch Green Building Council (DGBC) is beheerder van een methodiek (BREEAM) om Nederlandse gebouwen en gebieden te beoordelen. BREEAM is in ontwikkeling, maar binnenkort kunnen met het programma de eerste certificaten verstrekt worden aan opdrachtgevers die de mate van duurzaamheid van hun gebouw of gebied hebben laten beoordelen volgens vooraf gestelde criteria. D.m.v. de methodiek wordt duurzaam bouwen meetbaar en d.m.v. het certificaat wordt duurzaam bouwen zichtbaar.



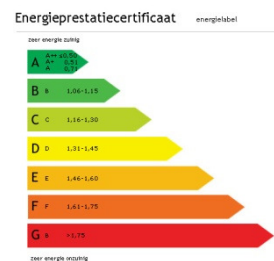
*Figuur 22*

## 8. Meetinstrumenten

Het certificeren van een gebouw is een proces waarbij de expertise van verschillende deskundigen benodigd is. De afgelopen jaren is een grote toestroom van meetinstrumenten om elementen van duurzaamheid te meten merkbaar. Tal van verschillende soorten bijeenkomsten en symposia zorgen er vandaag de dag voor dat de algemene kennis over duurzaam bouwen vergroot wordt. Overleg en samenwerking zorgen voor een beter en innovatiever product en een verbreding van de markt voor duurzaam vastgoed. Onderstaande instrumenten en programma's geven op een eigen wijze een beeld van hoe goed of hoe fout een materiaal, bouwdeel of heel gebouw is in het kader van milieuprestatie. Milieuprestaties worden nader geanalyseerd en geoptimaliseerd.

### 8.1. Energielabel

De officiële naam voor het energielabel voor woningen is energieprestatiecertificaat. In Nederland is het energielabel ingevoerd in het kader van de Europese regelgeving over de energieprestaties van gebouwen (EPBD). Het energielabel is een product die mensen direct informeert over het energieverbruik van een woning. Met energieklassen (A t/m G) en kleuren (groen t/m rood) wordt aangegeven hoe energiezuinig een woning is t.o.v. soortgelijke woningen. De energieklassering wordt bepaald middels de Energieindex (EI). De Energieindex geeft het energieverbruik per vierkante meter woonoppervlak per jaar weer en wordt berekend op grond van kenmerken van de woning zoals zuinigheid van installaties, kwaliteit van isolatie en de aanwezigheid van zonneboilers of zonnepanelen. Een energielabel mag alleen door erkende, goed opgeleide adviseurs worden toegekend aan een woning. Sinds januari 2008 is het verplicht om als verhuurder of verkoper een energielabel te laten zien. Echter, omdat woningen die jonger zijn dan tien jaar al energiezuiniger zijn gebouwd hebben deze woningen geen verplichting tot een energielabel. Ook woningen waarvoor door een gecertificeerd bedrijf tussen juli 2002 en januari 2008 een Energie Prestatie Advies (EPA) opgesteld is, worden gevrijwaard van een energielabel. Verder hoefden professionele verhuurders als woningcorporaties pas vanaf 1 januari 2009 te voldoen aan de verplichting. Als een professionele verhuurder hiervoor kiest moet zij wel gelijk al haar woningen voorzien van een label. De ervaring leert dat momenteel slechts een beperkt aantal professionele verhuurders het woningbezit heeft gelabeld. De oorzaak hiervan is dat er simpelweg geen controle is, laat staan dat sancties worden opgelegd. Uiteraard is ook woningstichting SallandWonen, opdrachtgever van het afstudeerproject, intensief bezig om haar woningbestand te voorzien van energielabels. De gemiddelde kosten per woning komen neer op ongeveer €25,-. Het bedrag is exclusief de hoge beheerskosten.



Figuur 23

### 8.2. EPC

EPC staat voor energieprestatiecoëfficiënt: een indexgetal dat de energetische efficiëntie van nieuwbouw weergeeft. Er is een tweedeling gemaakt tussen een berekening voor woningbouw en een berekening voor utiliteitsbouw. De EPC voor woningbouw wordt bepaald middels de NEN-norm 2916, die voor utiliteitsbouw middels de NEN 5128. De EPC-berekening is geïntegreerd in het Bouwbesluit en dient sinds 1995 bij indiening van een bouwvergunning te worden bijgevoegd. De EPC-waarde zegt iets over de energie die nodig is voor koeling en verwarming van het binnenklimaat, verlichting en warm tapwater, oftewel: het gebouwgebonden energiegebruik. De EPC-waarde betreft een minimale waarde van energieprestatie waaraan voldaan dient te worden bij nieuwbouw. Met welke ingrepen de EPC-waarde behaald wordt mag zelf bepaald worden.

### 8.3. LCA

De Levenscyclus Analyse (LCA) is een methode die de gehele levenscyclus van een materiaal of product bekijkt van cradle to grave (wie tot graf), dus van winning tot (her)gebruik en afvalverwerking. De uitkomst, het milieuprofiel, betreft een scorelijst met milieueffecten. Met de LCA worden middelen, speciale rekenmodellen, invloeden van menselijke activiteiten en producten op het milieu in kaart gebracht. Het milieuprofiel geeft weer voor welke milieueffecten het product direct en indirect verantwoordelijk voor is. LCA is dus ontwikkeld voor het beoordelen van producten. Het bekende milieukeur berust op de LCA.

### 8.4. Eco-Quantum

Het door de Stuurgroep Experimentele Volkshuisvesting (SEV) en SBR Research ontwikkelde programma Eco-Quantum kan op basis van de LCA de milieubelasting van een gebouw berekenen. Het programma bestaat uit een aantal componenten die gevoed worden door, volgens NEN 8006 getoetste, milieurelevante productinformatie (MRPI). Per component worden alle milieueffecten van winning en productie via bouw en beheer naar sloop of hergebruik berekend. Het betreft hier dus een berekening van cradle to grave (wie tot graf). De milieu-informatie is ontwikkeld door het Nederlands Verbond Toelevering Bouw (NVTB).

### 8.5. GPR-gebouw

GPR-gebouw 4.0 is een programma, oorspronkelijk ontwikkeld door de gemeente Tilburg als Gemeentelijke Praktijk Richtlijn voor duurzaam bouwen, dat hulp kan bieden bij het maken van keuzes op het gebied van duurzaamheid bij zowel renovatie als nieuwbouw van gebouwen. Tegenwoordig is GPR-gebouw een zelfstandig dubo-instrument in beheer van W/E Adviseurs. De verschillende modules in het programma (energie, milieu, gezondheid, gebruikskwaliteit en toekomstwaarde) worden becijferd, waarbij een score van 6.0 het Bouwbesluitniveau representeert en een 10 het hoogst haalbare is.



*Figuur 24*

### 8.6. Nationale Pakketten Duurzaam Bouwen

Een Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen is een instrument die hulp geeft bij het toepassen van duurzaam bouwen in de praktijk. Dit pakket is samengesteld onder leiding van een groot aantal organisaties. Er zijn Nationale Pakketten Duurzaam Bouwen voor Woningbouw, Utiliteitsbouw en Grond-, Weg- en Waterbouw. Voorheen waren de Nationale Pakketten Duurzaam Bouwen Woningbouw en Utiliteitsbouw opzichzelfstaande documenten, vanaf januari 2008 zijn ze ondergebracht in het Themapakket Dubo. Op termijn zullen de documenten vervangen worden door de Dubocatalogus. De catalogus bevat dubobladen die informatief en niet regelstellend zullen zijn. Het huidige Nationaal Pakket Duurzaam bouwen bevat een aantal thema's die uitgewerkt zijn in specificatie- en informatiebladen. De thema's in de pakketten zijn energie, water, materialen, binnenmilieu, omgeving, natuur en landschap/ecologie en leefbaarheid en verkeer.

### 8.7. Checklist GWW

De checklist GWW (Grond-, Weg- en Waterbouw) is oorspronkelijk gemaakt in opdracht van BNA en ONRI. Met behulp van de eerste checklist kunnen de milieuambities worden vastgelegd door per thema het gewenste niveau aan te geven. De maatregelen uit het Nationaal Pakket Duurzaam bouwen GWW zijn in de checklist verwerkt.

## 8.8. Greencalc+

Het programma Greencalc+ dient als hulpmiddel voor het beoordelen en vergelijken van de mate van duurzaamheid van gebouwen en wijken. Het programma is ontwikkeld door DGMR in samenwerking met Nuon en NIBE in opdracht van de stichting Sureac. Mensen associëren duurzaam bouwen dikwijls met lange maatregelenlijsten die doorlopen moeten worden. Dergelijke maatregelenlijsten hebben vaak als nadeel dat maatregelen niet tegen elkaar afgewogen kunnen worden, wat als erg hinderlijk wordt ervaren. Want wat is nu beter? Het plaatsen van kozijnen van duurzaam geproduceerd hout of het toepassen van een warmtepomp? Om dat probleem op te lossen, heeft DGMR in opdracht van de Stichting Sureac met medewerking van de Rijksgebouwendienst, Nuon en NIBE het programma GreenCalc+ ontwikkeld. Met GreenCalc+ kan door het afwegen van maatregelen een gefundeerde keuze gemaakt worden. GreenCalc+ is de opvolger van het in 1997 geïntroduceerde programma GreenCalc. Het programma heeft een grondige herziening ondergaan. Zo is het nu mogelijk om niet alleen kantoorgebouwen, maar ook woningen, scholen, gezondheidscentra, winkels en zelfs woonwijken te beschouwen. De gebouwen en wijken worden op hun duurzaamheid beoordeeld, op de onderdelen materiaal-, energie- en watergebruik en mobiliteit.

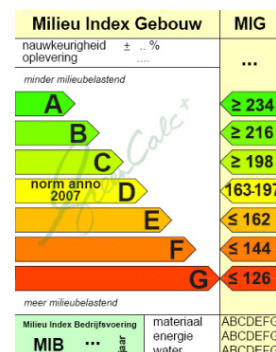


Figuur 25

NIBE is verantwoordelijk voor de materiaalmodule. Voor het bepalen van de milieubelasting t.a.v. materiaalgebruik wordt gebruik gemaakt van LCA studies. Deze gegevens worden beschikbaar gesteld door het TWIN<sup>2002</sup>-model dat door het NIBE is ontwikkeld. De energiemodule is een ontwikkeling van DGMR. De module is gebaseerd op de normen voor de energieprestatie woningen NEN 2916 en utiliteitsbouw NEN 5128. De watermodule voor woningen is gebaseerd op de NEN 6922, de Water Prestatie Norm (WPN). In deze norm worden drinkwater en 'ander' water niet van elkaar onderscheiden. Hierom is deze methode aangevuld met maatregelen zoals het gebruik van hemelwater en composttoiletten. De mobiliteitsmodule wordt binnen Greencalc+ vooral op wijkniveau bekeken.

Door deze integrale benadering is het mogelijk de milieueffecten van bouwkundige en installatiemaatregelen in de woning en in de wijk met elkaar te vergelijken en tegen elkaar af te wegen. Om de invoer van gebouwen te vereenvoudigen, is een wizard ontwikkeld. Met de wizard kan een compleet gebouw in vijf eenvoudige stappen, in enkele minuten worden ingevoerd. Hiermee wordt het maken van een GreenCalc+-berekening in ieder ontwerp financieel haalbaar. De duurzaamheid van een gebouw wordt in Greencalc+ uitgedrukt in één overzichtelijke waarde, de Milieu-Index. De Milieu-Index Gebouw (MIG) omvat een vergelijking van het ontwerpgebouw (met standaard gebruiker) met een automatisch gegenereerd referentiegebouw. Het geeft de kwaliteit van het gebouw onafhankelijk van de gebruiker weer. De Milieu-Index geeft de milieuvriendelijkheid van het gebouw weer. Het huidige bouwbesluit (2003) ligt ongeveer op F-niveau. Er wordt gerekend met stappen van 10%, waarbij het A-niveau het meest milieuvriendelijk is. Er zijn projecten die boven dit niveau uitkomen, deze kunnen dan zelfs een A+, A++ of A+++ score krijgen.

Doordat de milieueffecten in Greencalc+ onder dezelfde noemer zijn gebracht en dus bij elkaar kunnen worden opgeteld kunnen milieueffecten op het ene gebied worden gecompenseerd door prestaties op een ander gebied. Als een gebouw op het ene gebied dus slecht scoort kunnen maatregelen op andere onderdelen de score compenseren. Het is mogelijk om tijdens het ontwerp en na de bouw te controleren of de ambities worden waargemaakt. Eventueel kan worden bijgestuurd. Naast de Milieu-Index berekent Greencalc+ ook de EPC. De EPC-uitkomst betreft overigens wel een inschatting, vaak wordt daarom een precieze EPC-berekening door de opdrachtgever aangeleverd en ingevoerd in Greencalc+.



Figuur 26

## 8.9. BREEAM NL

Op de World Sustainable Building Conference in Tokio in 2005 is BREEAM uitgeroepen tot het beste programma op het gebied van duurzaamheid. BREEAM wordt dus internationaal gezien als één van de beste programma's om de duurzaamheid van gebouwen te bepalen en wordt hierdoor binnen Europa de standaard. Het programma is in 1990 ontwikkeld door het Centre for Sustainable Construction of Britisch BRE (Building Research Establishment) en heeft tot oktober 2007 al gezorgd voor de certificering van 100.000 gebouwen in Engeland. Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) wordt in Nederland beheerd door DGBC (Dutch Green Building Council). Het programma bevat een standaard voor een duurzaam gebouw en het geeft aan welk prestatieniveau een gebouw heeft. Sinds 2008 is men in Nederland serieus bezig om de standaard in het programma op maat te maken voor lokale omstandigheden. De beoordelingsmethode wordt gebruikt om gebouwen te analyseren en vervolgens te verbeteren en is te gebruiken in de ontwerpfase voor nieuwbouw en voor het beoordelen van bestaande bouw. Het programma bevat 9 onderdelen: management, gezondheid, energie, transport, water, materialen, afval, landgebruik & ecologie en vervuiling. Op ieder onderdeel wordt een score behaald en door een weging per onderdeel ontstaat een totaalscore. De totaalscore geeft het gebouw een waardering (BREEAM rating) van pass, good, very good, excellent of outstanding krijgt. De score is landafhankelijk. Nederland zal een hogere score moeten behalen dan bijvoorbeeld een ontwikkelingsland. Een hoge BREEAM score kan het vergunningverleningsproces versnellen en kan groenfinanciering opleveren. Hier wordt later op ingegaan.



*Figuur 27*

## 8.10. LEED

Leed is te omschrijven als de Amerikaanse afgeleide van BREEAM.

## 8.11. Toetsing afstudeerproject

Beide doelstellingen zijn niet middels reguliere rekenmethodes te toetsen. Om toch achteraf te kunnen beoordelen of het ontworpen gebouw aan zowel doelstelling I als doelstelling II voldoet moet een meetinstrument gekozen worden. Het computerprogramma Greencalc+ is zeer multifunctioneel en geeft een compleet beeld van milieuaspecten. In korte tijd kan een project worden getoetst op energiezuinigheid en duurzaamheid. DGBC, de beheerder van de Nederlandse versie van BREEAM, werkt op dit moment hard aan de vertaling van BREEAM NL. De vertaling is voor 90% gereed en de betaversie is inmiddels op de markt gebracht. Op de site [www.wiki.dgbc.nl](http://www.wiki.dgbc.nl) is te zien hoe BREEAM om wordt gevormd naar BREEAM NL, geschikt voor de Nederlandse bouwpraktijk en wet- en regelgeving. De negen categorieën zijn onderverdeeld in verschillende subcategorieën met criteria waarvoor credits behaald kunnen worden. Door de negen categorieën te wegen wordt een totaalscore berekend. Tijdens de ontwerpfase kan een tijdelijk certificaat behaald worden. Na oplevering wordt het certificaat definitief.

Er zijn verschillende mogelijkheden om de doelstellingen in het afstudeerproject te toetsen. Wanneer voor het programma Greencalc+ wordt gekozen zal het resultaat (de uitvoer) een nauwkeuriger beeld geven van de milieuprestatie van het gebouw dan wanneer het programma BREEAM, dat nog niet volmaakt is, wordt gevolgd. Maar, het programma BREEAM wordt binnen Europa de standaard en is al uitgeroepen tot het beste meetinstrument om de duurzaamheid van een gebouw te meten. Daarbij kan, door de wiki van BREEAM te volgen (bijlage 5), globaal worden bepaald hoe het gebouw op duurzaamheid scoort. Greencalc is overigens (net als GPR) geïntegreerd in BREEAM. Na beide mogelijkheden tegen elkaar afgewogen te hebben is ervoor gekozen de wiki van BREEAM te gebruiken voor de toetsing van het project. In hoeverre doelstelling II is behaald kan dus met behulp van de wiki slechts worden benaderd. Onder de BREEAM categorie 'energie' worden credits gegeven bij verbetering van de EPC. Een methode om de EPC te berekenen bevat het programma dus niet. Een externe adviseur zal moeten toetsen of het gebouw doelstelling I behaald.

## 9. Financiële prikkels

De overheid blijft milieueisen aanscherpen. Door middel van financiële prikkels, zoals subsidies en maatregelen in de fiscale sfeer, kan de ontwikkeling en toepassing van milieuvriendelijke en energiebesparende producten worden versneld. Omdat het subsidieveld erg complex is door de vele verschillende regelingen is de uitvoering van de programma's ondergebracht bij onafhankelijke instellingen als SenterNovem. Deze instanties zorgen tevens voor de voorlichting over de regelingen. Duurzaam en energiezuinig bouwen wordt op verscheidene manieren en op verschillende niveaus gestimuleerd.

### 9.1. Europees

#### LIFE+

In september 2007 is LIFE+ in werking getreden. LIFE+ heeft als doel het Europese beleid en de wetgeving op het gebied van natuur en milieu te ondersteunen door ontwikkeling, implementatie, monitoring, evaluatie en communicatie te cofinancieren. Voor alle lidstaten is €250 miljoen beschikbaar. In Nederland kan men rekenen op in totaal €7,2 miljoen voor tegemoetkoming in 50% van de subsidiabele kosten in de periode 2007-2013. De subsidie is bestemd voor zowel nationale, regionale en lokale autoriteiten als internationale en private organisaties. De subsidieverlenende instantie is de Commissie van de Europese Unie te Brussel. Projectvoorstellen uit Nederland kunnen tot 15 september 2009 worden ingediend bij SenterNovem.

### 9.2. Nationaal

#### Duurzame Woningbouw (Groene hypotheek)

Wanneer er een groenverklaring is afgegeven voor de bouw of renovatie van een woning (of meerdere woningen in een project) kan een Groene hypotheek verkregen worden. Met een Groene hypotheek kan tegen een rentepercentage die ongeveer een procent onder de marktrente ligt (1 tot 1,5 %) geld worden geleend voor een periode van tien jaar. De huidige regeling Duurzame Woningbouw kent een maximaal bedrag van €34034,- per woning waarover een groenlening kan worden vertrekt en wordt daarom vaak met een gewone hypotheek gecombineerd. Een voordeel voor projectontwikkelaars is dat een groenlening al vanaf 2 jaar voor start bouw kan worden verstrekt en dat de lening na verkoop overdraagbaar is. De groenverklaring is maximaal 10 jaar geldig. Zowel particulieren als professionele organisaties, zoals woningbouwcorporaties en projectontwikkelaars, kunnen gebruik maken van de Groene hypotheek. Groenbanken, die dergelijke leningen verstrekken, zijn opgericht om de milieu- en energievraagstukken te helpen oplossen.

De nieuwe regeling Duurzame Woningbouw zal binnenkort in werking treden. Om in aanmerking te komen voor de regeling moet de EPC van de woning  $\leq 65\%$  van het huidige Bouwbesluitniveau bedragen, dient er een voorziening te zijn voor regenwateropvang en moet FSC hout worden gebruikt. Voor woningen bedraagt het maximale bedrag waarover een groenlening kan worden verstrekt €100.000,- per huis en voor appartementen maximaal €65.000,-.

#### Duurzame Warmte

De subsidieregeling Duurzame Warmte is bedoeld voor particuliere woningbezitters, de non-profit sector en investeerders in woningen die streven naar extra wooncomfort zonder daar zelf extra te voor moeten betalen. De subsidie is alleen van toepassing op bestaande woningen die voor 1 januari 2008 zijn opgeleverd en wordt uitgevoerd door SenterNovem in opdracht van het ministerie van Economische Zaken. Woningbezitters worden in de gelegenheid gesteld om subsidie aan te vragen voor de aanschaf van zonneboilers, warmtepompen en micro-warmtekrachtketels. In totaal wordt €62 miljoen beschikbaar gesteld. Afhankelijk van de mate van energiebesparing kan de subsidie voor een warmtepomp oplopen tot €7000,-, voor zonneboilers €600,- en voor micro-warmtekrachtketels €1000,-. De eerste subsidieronde van deze regeling is van 10 september 2008 tot 31 augustus 2009. In de navolgende 3 jaren worden nog 3 subsidieronden gehouden. Waar rekening mee dient

gehouden te worden is dat er niet meer dan zes maanden tussen aanvraag en de installatie mag zitten. Wanneer installatie na zes maand niet heeft plaatsgevonden, vervalt het subsidierecht. Voor vereniging van eigenaren en woningcoöperaties geldt een termijn van een jaar.

### **Energie-investeringsaftrek**

De ministeries van Financiën en Economische zaken hebben in 2009 een fiscale regeling opgesteld, de energie-investeringsaftrek (EIA) genaamd. De EIA wordt uitgevoerd door de belastingdienst in samenwerking met SenterNovem. Met de EIA worden ondernemers gestimuleerd om duurzaam en energiezuinig te bouwen door ze fiscaal voordeel te geven. De energie-investeringsaftrek levert ondernemers een dubbel voordeel op. Enerzijds wordt bespaard op de energiekosten, anderzijds hoeft minder inkomsten- en vennootschapsbelasting betaald te worden. De regeling EIA is in principe niet van toepassing op woningen, ook niet als de investeerder een commerciële organisatie zou zijn die inkomsten- of vennootschapsbelasting betaalt. Er zijn een aantal uitzonderingen. Zonnecollectoren en fotovoltaïsche zonne-energie op woningen komen namelijk wel voor EIA in aanmerking als een commerciële organisatie investeert. Mits het collectief warmtepompsysteem buiten de woningen is geplaatst kan het ook geheel of gedeeltelijk in aanmerking komen voor de EIA. Een aanvraag voor toepassing van de energie-investeringsaftrek dient binnen 3 maanden na het aangaan van de investeringsverplichting te worden ingediend bij Bureau IRWA.

### **Milieu-investeringsaftrek / Willekeurige afschrijving Milieu-investeringen**

Wanneer je als ondernemer investeert in milieuvriendelijke bedrijfsmiddelen kun je m.b.v. de MIA extra belastingaftrek krijgen. De regeling stelt dat tot 40% van het totale investeringsbedrag mag worden afgetrokken van de fiscale winst. Het precieze percentage van de aftrek wordt bepaald aan de hand van de milieueffecten van het bedrijfsmiddel. De Milieulijst geeft per bedrijfsmiddel het voordeel aan. Ook de Vamil biedt de ondernemer voordeel. Wanneer in de Milieulijst staat dat op het bedrijfsmiddel Vamil kan worden toegepast, mag de ondernemer dit bedrijfsmiddel vrij afschrijven. De Vamil en de MIA maken gebruik van dezelfde lijst en worden vaak gecombineerd toegepast. De Milieulijst wordt jaarlijks herzien. In 2009 is maximaal €89 miljoen beschikbaar voor de MIA en €79 miljoen voor Vamil.

### **Stimulering Duurzame Energieproductie**

Voor iedereen die energie wil produceren op een manier die het milieu niet of nauwelijks belast kan de SDE een interessante regeling zijn. Men wordt betaald voor de teruglevering van duurzaam opgewekte elektriciteit, dus niet voor de investering die men heeft gedaan om het duurzaam opwekken van elektriciteit mogelijk te maken. De subsidietarieven zijn gebaseerd op de ontwikkelingen in de markt en het subsidiebedrag is afhankelijk van de hoeveelheid energie die wordt geproduceerd. Onder duurzame energie (hernieuwbare energie) valt die energie die niet middels het verbranden van aardolie, steenkool of aardgas opgewekt wordt maar door schone onuitputtelijke bronnen. Vanaf april 2009 zal de regeling Stimulering Duurzame Energieproductie opnieuw van start gaan. De regeling financiert initiatiefnemers vijftien jaar lang het verschil tussen de kostprijs van 'reguliere energie' en de duurzame energie. De nieuwste SDE gaat hoogstwaarschijnlijk in april 2009 open en zal lopen tot eind oktober 2009.

## **9.3. Provinciaal**

### **Subsidieregeling Duurzame energie en energiebesparing Overijssel 2008**

De provincie Overijssel probeert een impuls te geven aan het terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen en de verduurzaming van de energiehuishouding een subsidie beschikbaar te stellen. Naast de subsidie, die opgesteld is ter ondersteuning en stimulering van duurzame projecten, ondersteunt de provincie ook projecten die zich focussen op het delen van kennis en het vergroten van het bewustzijn van de noodzaak van het reduceren van milieuproblemen. Het doel van deze

subsidieregeling Duurzame energie en energiebesparing Overijssel 2008 is het, middels een financiële bijdrage van de provincie, bewerkstelligen van een schaalvergroting van projecten en daarmee een versnelling van duurzame energiedoelen. De regeling kent een aantal toepassingsgebieden waarop aanvragen kunnen worden ingediend: haalbaarheidsstudies, investeringen in bewezen technieken en daarnaast investeringen in innovatieve technieken en als laatste educatie gericht op kennisverbreding, bewustwording en gedragsverandering bij mensen. De regeling is in tendervorm opgezet, wat wil zeggen dat de subsidieaanvraag voor een bepaalde datum dient te worden ingediend. Voor het jaar 2009 was dat voor 1 maart en is dat voor 1 september. Voor een ontwikkelingsproject bedraagt het subsidiebedrag maximaal €60.000,- of ten hoogste 50% van de totale toe te rekenen kosten.

### **Regeling Bouwimpuls**

Net als de hierboven genoemde subsidieregeling Duurzame energie en energiebesparing Overijssel 2008 heeft de provincie Overijssel in het Uitvoeringsbesluit subsidies Overijssel 2007 (UBS) de regeling Bouwimpuls opgenomen. Deze subsidievorm is in het leven geroepen om enerzijds een snellere uitbreiding en/of vervanging van de voorraad betaalbare woningen voor starters en ouderen te realiseren. Anderzijds stimuleert de regeling woningbouwprojecten voor bijzondere/specifieke doelgroepen met een achterstand op de woningmarkt.

## **9.4. Gemeentelijk**

### **9.4.1. Particulier opdrachtgeverschap**

Omdat de gemeente Olst-Wijhe bij het ontwikkelen van bouwplannen nadrukkelijk aandacht wil besteden aan kwaliteitsgericht en gezond bouwen past zij vanaf 2003 een stimuleringsregeling toe bij nieuwbouw van woningen. Deze nota is opgesteld voor het particulier opdrachtgeverschap en is betiteld met 'Stimuleringsregeling kwaliteitsgericht bouwen en gezond wonen'. Kwaliteitsgericht bouwen richt zich op het ontwerpen en bouwen van gebouwen met een hoge kwaliteit. In de regeling besteedt de gemeente Olst-Wijhe hier extra aandacht aan. Flexibel ontwerpen en aanpasbaar bouwen, verhoogd comfort, toepassing van duurzame energievormen en een verantwoord materiaalgebruik zijn hierbij speciale aandachtspunten. Verder besteedt de regeling extra aandacht aan gezond wonen. Hierbij is vooral de keuze van materialen en het gebruik van de woning belangrijk. Het doel van de stimuleringsregeling is dat 80% van de particuliere bouwers kiest voor het toepassen van extra milieuverantwoorde en duurzame maatregelen. De regeling is betrekkelijk eenvoudig en geeft beperkte maatregelen aan. Maar, het betreft in deze regeling wel maatregelen die verder gaan dan het Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen. De maatregelen zijn afgestemd op de toegepaste maatregelen in de modelwoning 'het Olster Zonnehuis'.

De maximale subsidie die de gemeente Olst-Wijhe per woning afgeeft bedraagt €5000,-. Per aangegeven maatregel is aangegeven hoe groot de subsidiebijdrage is. Omdat deze stimuleringsregeling een bijzondere regeling betreft is de 'Algemene Subsidieverordening' hierop niet van toepassing. Om überhaupt in aanmerking te komen voor subsidie moet de aanvrager ten eerste beschikken over een vrije kavel en ten tweede dient de EPC van de woning kleiner te zijn dan 0,7 (omdat het huidige Bouwbesluit al een EPC van 0,8 eist). Na oplevering van de woning(en) vindt een controlebezoek plaats door een vakgroep waarin wordt bekeken of alle gekozen maatregelen daadwerkelijk zijn getroffen. Pas na het controlebezoek wordt overgegaan op uitbetaling. Wanneer op een andere manier, landelijk of provinciaal, voor een maatregelen subsidie is verkregen dan kan geen beroep worden gedaan op de gemeentelijke stimuleringsregeling. Is het bedrag van de elders verkregen subsidie lager dan de gemeentelijke dan wordt het bedrag door de gemeente Olst-Wijhe aangevuld. De gemeente is in staat subsidies te verstrekken door de financiering te halen uit de grondexploitatie van nieuwe wijken. De gemeentelijke subsidieregeling loopt op 1 januari 2011 af en kan tussentijds worden gewijzigd. In bijlage 2 is de maatregelenlijst toegevoegd.

#### **9.4.2. Collectief particulier opdrachtgeverschap**

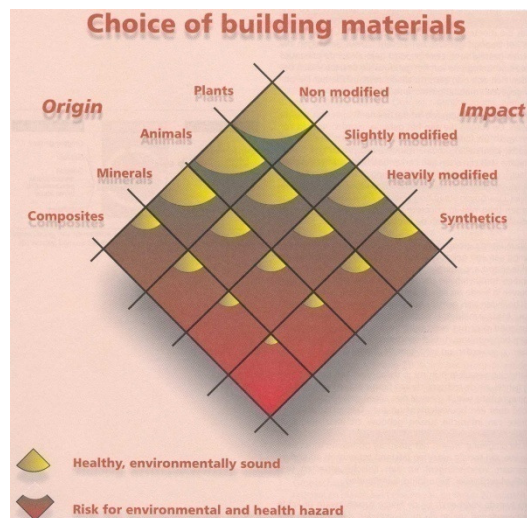
De gemeente Olst-Wijhe verstrekt louter subsidies voor particulier opdrachtgeverschap. Voor collectief particulier opdrachtgeverschap door woningcorporaties, projectontwikkelaars en andere opdrachtgevers bestaat geen stimuleringsregeling. Bij een project als 'het Olster Zonnehuis' heeft woningstichting SallandWonen, in het kader van de bevordering van het duurzaam bouwen, zelfs een extra eigen bijdrage geleverd.

## 10. Maatregelen en uitgangspunten

Welke uitgangspunten en maatregelen in het afstudeerproject genomen zullen worden om de twee doelstellingen te verwezenlijken zal niet alleen afhangen van de bijdrage aan de doelstellingen, maar van meerdere beoordelingscriteria. Elk alternatief wordt intuïtief op verschillende punten beoordeeld. Er zal in het keuzeproces met de volgende beoordelingscriteria rekening gehouden worden: uitvoerbaarheid, technische kwaliteit, beschikbaarheid, levensduur, esthetica en uiteraard het budget.

Het zal in het afstudeerproject erg moeilijk worden om van de verschillende materialen en bouwstoffen aan te geven in hoeverre ze milieubelastend zijn, laat staan om aan te geven of ze het predicaat cradle to cradle verdienen. Dit kan namelijk niet in eigen huis maar dient te gebeuren door experts. Het afstudeerproject zal het, net als vele hedendaagse nieuwbouwprojecten,

moeten doen met beperkte informatie en kennis van leveranciers en andere partijen. Dit geldt eveneens voor het installatietechnische gedeelte. Om in ieder geval de 'rode draad' te volgen kan volgens de materiaalkeuzematrix voor elke bouwstof direct de kans op schade voor milieu en gezondheid ingeschat worden. Overigens zal gedurende het keuzeproces ook blijken dat de twee doelstellingen op sommige vlakken met elkaar in strijd staan.



Figuur 28

### 10.1. Mogelijke maatregelen

Hierna volgt een lijst van relevante mogelijke maatregelen op de onderdelen management, gezondheid, energie, transport, water, materialen, afval, landgebruik & ecologie en vervuiling. BREEAM is volgens deze onderdelen ingedeeld. Naast de concrete aanwijzingen richt de lijst zich ook op 'de ontwerper' door idealen en richtlijnen aan te geven. Deze zullen niet in de definitieve keuzelijst opgenomen worden, maar dienen ter informatie en inspiratie voor het verwezenlijken van beide doelstellingen. Het gaat te ver om alle maatregelen uitgebreid toe te lichten, dat is daarom slechts bij enkelen gedaan.

#### 10.1.1. Management

##### MAATREGELEN:

- **Gebouw en terrein als educatiemiddel:**  
Educatief groen, voorlichting aan bewoners, openbaar groen in beheer van bewoners. Betrokkenheid, verantwoordelijkheid bewoners en/of gebruikers;
- **Verantwoord beheer van de bouwplaats;**
- **Gebruikshandleidingen mee leveren;**
- **Inregelvoorzieningen voor verwarmingsinstallatie met goede inregeling;**
- **Nadenken over een efficiënte en gemakkelijke manier van onderhoud van gebouw;**
- **Publicatie van milieuprestaties van het nieuwe gebouw;**
- **Individuele watermeters bij meerdere gebruikers in één gebouw;**
- **Tweede display met elektriciteitsmeter op zichtbare plek;**
- **Wandcontactdozen met aan/uit-schakelaar en rode LED.**

#### 10.1.2. Gezondheid

##### MAATREGELEN:

- **Afwerkmaterialen met lage emissie naar binnenmilieu;**

- **Voldoende daglichttoetreding;**
- **Voldoende vrij uitzicht;**
- **Tegengaan van lichthinder;**
- **Goede lichtregeling voor gebruiker;**
- **Goede temperatuurregeling voor gebruiker;**
- **Extra mogelijkheid (naast de basisventilatie) om direct naar buitenlucht te ventileren;**
- **Thermisch comfort in de woning;**
- **Geluidisolatie en geluidwering ter voorkoming van geluidhinder en –overlast:**  
Ronde kanalen ventilatiesysteem.

### 10.1.3. Energie

#### MAATREGELEN:

- **EPC realiseren die beter is dan de eis in het Bouwbesluit;**
- **Subbemetring energieverbruiken (incl. monitoringsysteem);**
- **Beperk geluidsniveau installaties;**
- **Beheer op afstand bij blokverwarming;**
- **Hoge warmteweerstanden en lage warmtedoorgangscoefficienten:**  
Kruipluik geïsoleerd en goed afgedicht;
- **Verbeterde (dubbele) kierdichting bij bewegende delen in kozijnen:**  
Brievenbussen, voordeur. Materiaal: PE-rolband, EPDM-rubber, EPT-rubber;
- **Positionering op het zuiden met voldoende buitenoppervlak voor opvang zonlicht;**
- **Naaldbomen (groenblijvend) aan noordzijde;**
- **Loofbomen (bladverliezend) aan zuidzijde;**
- **Beperk belemmeringhoeken (max ca. 17°);**
- **PV dakpanelen:**  
Een PV-paneel heeft een groot aantal zonnecellen en kan door het fotonvoltaïsche principe van de cellen uit (zon)licht elektriciteit genereren. De bijbehorende inverters zetten elektriciteit in wisselstroom om. Indien het ontwerp een beperkt dakoppervlak heeft en er maximaal wil worden bespaard op het (primaire) energieverbruik is het het beste om te kiezen voor het maximale rendement van het dakoppervlak. Een 100 Watt piek PV paneel van ca. 0,85 m2, wat optimaal op de zon is gericht, levert gemiddeld 76 kWh per jaar op. Dit is ongeveer 90 kWh per m2. De opbrengst van een PV-cel is gemakkelijk met een kWh-meter te meten.
- **Passieve zonne-energie en zonneboilerinstallatie toepassen:**  
Een zonneboiler haalt warmte uit zonlicht en verwarmt daarmee kraanwater. De typische donkergekleurde zonnecollectoren vangen zonlicht op en geven warmte af aan de vloeistof (vaak water met antivries) in de collector. Een zonneboiler stelt aanmerkelijk meer eisen aan plaats en ruimte dan PV-cellen. Er is een groot warmwater voorraadvat nodig. Er lopen twee (warm)waterleidingen van het voorraadvat naar de collector en is er een aansluiting op de naverwarmer nodig. Bovendien moeten het voorraadvat, de naverwarmer en de collector zo dicht mogelijk bij elkaar staan. Een zonneboiler met een collector oppervlak van 2,8 m2 levert ca. 3 GJ per jaar op. Een m2 dakoppervlak levert dan 1,1 GJ, ongeveer 35 m3 aardgas. De optimale oriëntatie van de collector is zuid, onder een hoek van 42°.
- **Korte wachttijden voor warm tapwater;**
- **Warmwateraansluiting voor wasmachine en vaatwasser;**
- **Thermostatische mengkraan voor douche;**
- **Douchewater warmteterugwinning:**  
Koud leidingwater wordt voorverwarmd door de warmte van het wegstromend douchewater;
- **Isolatie om cv- en distributieleidingen;**
- **Vrije buitenlucht koeling;**

- **Radiatorfolie en badfolie;**
- **Centraal stofzuigsysteem;**
- **Natuurlijk daglicht (Solatube);**
- **Hotfill wasmachine;**
- **Energiezuinige verlichting;**
- **Beperk aantal verlichtingsarmaturen;**
- **Effectieve straatverlichting met hoog rendement;**
- **Geen verlichting die onnodig blijft branden;**
- **Ketel met zeer hoog rendement gebruiken: HR-E ketel;**
- **Kombi Kompact HR 36/30;**  
Zeer laag gasverbruik. Volledig traploos modulerend;
- **Ventilatiesystemen:**  
Gebalanceerd systeem;  
Decentraal verwarmings- en ventilatiesysteem met warmteterugwinning (ClimaRad);  
Mechanische afzuiging met gelijkstroommotor (Stork CMFe);
- **Groepenkast met netvrijschakelaar;**
- **Energiezuinige ventilatoren;**
- **Energiezuinig ventilatiesysteem;**
- **Klokthermostaat en radiatorthermostaatkranen;**
- **Luchtwarmtepomp (Green Package):**  
De luchtwarmtepomp haalt energie uit de buitenlucht. Via een ver ontwikkelde binnenunit wordt de energie uit de lucht omgezet naar warm en koud water voor verwarming en koeling. Het tapwater wordt opgewarmd met een luchtwarmtepompboiler die zijn energie uit de ventilatielucht in de woning haalt. Het afgiftesysteem in de vloer zorgt 's winters voor een aangename verwarming en 's zomers voor een prettige verkoeling, gecombineerd in één installatie. Doordat de installatie de warmte en koude rustig en gespreid afgeeft, is er minder luchtbeweging in de woning. Met name voor mensen met allergieën of astmatische klachten is het systeem erg prettig. Het plaatsen van radiatoren in de woning is bovendien niet meer nodig, wat meer ruimte en inrichtingsvrijheid in de woning oplevert;
- **Lucht-water warmtepomp:**  
Een lucht-water warmtepomp haalt energie uit de buitenlucht en geeft de warmte af aan water. Een ideaal systeem voor de verwarming van woningen. Het water dient vaak tot 38°C opgewarmd worden. Het is ook mogelijk om met deze warmtepomp te koelen;
- **Waterwarmtepomp:**
  1. Oppompen water uit rivier of meer:  
Slechts toepasbaar in uitzonderlijke gevallen, omdat de woning bij een waterloop gelegen moet zijn;
  2. Verticale grondwarmtewisselaar (gesloten bron):  
Er moet een put geboord worden. De diepte van de put is afhankelijk van het te verwarmen oppervlak. In de put wordt water door pijpen gevloeid. Warmte van diepe grondlagen wordt naar boven gepompt. Er is een vergunning nodig voor het boren van de put. Door de grote diepte is de temperatuur niet seizoensafhankelijk. De kostprijs voor het plaatsen ligt hoger dan bij andere warmtepompen. Bij projecten met meerdere woningen vaak veel putten boren omdat het rendement beperkt is;
  3. Warmte putten uit grondwater (open bron):  
Er moeten twee putten worden geboord. De ene put pompt warm grondwater omhoog, in de andere wordt het koude grondwater geloosd. Deze pomp heeft een groter rendement dan de verticale grondwarmtewisselaar (zelfs één van de grootste rendementen), maar heeft een veel grotere kostprijs van de installatie doordat twee putten moeten worden geboord. Het rendement hangt sterk af van het type grond. Het afgekoelde grondwater kan in de

winter worden opgeslagen zodat zomers het gebouw ermee kan worden gekoeld. Provinciaal zijn regels opgesteld;

4. **Horizontale grondwarmtewisselaar (aardpijp):**

Een groot buizennetwerk wordt onder de woning of de tuin gelegd. De buizen bevatten water met antivriesmiddel. Ongeveer 3 maal de grootte van het te verwarmen oppervlak is nodig voor deze warmtepomp. Het rendement is erg seizoensafhankelijk doordat de buizen slechts 0,7 tot 1,5 meter onder maaiveld liggen (variërende grondtemperatuur). Geen diepwortelende planten boven de collector plaatsen;

- **Lage temperatuur verwarmingsstelsel:**

Bij verwarmingssystemen wordt onderscheid gemaakt tussen hogetemperatuursystemen (HTS), middentemperatuursystemen (MTS) en lagetemperatuursystemen (LTS). Van een LTS is sprake als de aanvoertemperatuur van het water niet hoger is dan 55°C. Lagetemperatuurafgiftesystemen maken het mogelijk verwarmingssystemen aan te sluiten op alle mogelijke duurzame of energie-efficiënte warmteopwekkers. Deze warmteopwekkers werken namelijk beter in combinatie met lagetemperatuurafgiftesystemen;

- **Vloerverwarming;**

- **VBI ECO PREFAB:**

Een vloer wordt voorzien van koel- en verwarmingsleidingen. De leidingen worden gekoppeld aan een warmtepomp die de benodigde energie voor koelen en verwarmen onttrekt aan het grondwater. Voordelen van het systeem zijn dat er geen afzonderlijk koelsysteem en radiatoren nodig zijn. Jaarlijks kan ruim 60% op de energiekosten worden bespaard. Het systeem vergt geen extra investering en komt onder bepaalde voorwaarden in aanmerking voor de EIA;

- **Wandverwarming;**

- **Energie Ball V100:**

Op mast geplaatst (hoogte 10 tot 12 m). Levert het beste vermogen bij een windsnelheid van 19 m/s. Bomen of grote gebouwen in de omgeving werken nadelig op de Energie Ball V100. Wind uit het zuidwesten moet vrije toegang hebben. De voordelen van de Energy Ball V100: de molen is heel stil, doorzichtig wanneer hij draait en draait al (en wekt dus energie op) bij hele lage windsnelheden. Ook is er een hoge opbrengst mogelijk bij lage windsnelheden door het aerodynamische model van de molen. Daarnaast wordt de windmolen ook geaccepteerd in stedelijke gebieden, heeft men weinig onderhoud aan de molen en hij is zeer betrouwbaar en duurzaam;

#### 10.1.4. Transport

Mobiliteit is erg energie-intensief. In dat opzicht kan beperking van de mobiliteit veel bijdragen aan het halen van klimaatdoelen. Anderzijds heeft de trendmatige daling van de kosten van verkeer en vervoer nationaal en internationaal veel bijgedragen aan de uitwisseling van kennis en goederen, en daarmee aan de productiviteitsstijging.

**MAATREGELEN:**

- **Aanbod openbaar vervoer;**
- **Situering project in de nabijheid van lokale voorzieningen;**
- **Overdekte en goed afsluitbare fietsenstalling.**

#### 10.1.5. Water

**MAATREGELEN:**

- **Vegetatiedak:**  
Onderhoudsarm en lichtgewicht ontwerp;
- **Geen vervuilende materialen in bodem of buitenschil (grondwatervervuiling);**
- **Voor kiezelbakken, uitlopen e.d. producten gebruiken met beperkte emissie naar regenwater;**

- **Waterverbruik monitoren: watermeter met gepulst uitgangssignaal;**
- **Lekdetectiesysteem;**
- **Irrigatiesystemen om het gebruik van drinkwater voor planten te verminderen;**
- **Kruipruimteloos bouwen:**  
Hogere grondwaterstand mogelijk;
- **Opvang / buffer voor hemelwater (regenton, regenwatervijver, poreuze/halfopen parkeerplaats);**
- **Systeem voor gebruik van hemelwater:**  
Voor bouw- en onderhoud, voor autowassen;  
Bij regenwatervijver leem of verdichte klei als bodemafluiting;
- **Infiltratie van regenwater in bodem (tegen verdroging, in combinatie met wadi);**
- **Opvang grijswater (bezinkput):**  
Gezuiverd grijs water voor toiletten, planten, auto;
- **Waterbesparende toepassingen (waterbesparende douchesproeier, waterbesparende kranen en waterbesparende spoelreservoirs van toiletten (max. 4 liter per spoeling));**
- **Cv/warmwatertoestel met lage NO<sub>x</sub>-emissie;**
- **Gesloten warmwatertoestel;**
- **Hemelwater afkoppelen van rioleringsstelsel.**

#### 10.1.6. Materialen

Voor dit onderdeel kan gebruik gemaakt worden van de tabel 'milieubewuste materiaalkeuze bij Nieuwbouw'. Deze poster is samengesteld door de Stuurgroep Experimenten Volkshuisvesting in samenwerking met Woon/Energie advies- en onderzoeksbureau op het gebied van milieubewust bouwen. De poster hoort bij de Handleiding Duurzame Woningbouw. Op de poster wordt per Stabu-onderdeel aangegeven welke materialen het minst milieubelastend zijn en dus de voorkeur genieten. In bijlage 4 is de poster, die niet meer uitgegeven wordt om juridische redenen, als kopie opgenomen. Het betreft een vrij gedateerde poster (uitgave: november 1993), wat kan betekenen dat materialen waar toentertijd de meeste voorkeur naar uit ging tegenwoordig alweer zijn vervangen door 'schonere' materialen.

#### MAATREGELEN:

- **Bouwmaterialen met een lage milieu-impact gedurende de volledige levensduur;**
- **Hergebruik sloopmateriaal & afstemming met vrijkomende materialen andere werken:**  
Hergebruik van gebouwgevel en bouwstructuur. Checklist sloopaafval als hulpmiddel;
- **Zoveel mogelijk gerecycled materiaal (hout, glas, papier/karton, kunststoffen en metalen):**  
Recyclingmogelijkheden in regio;
- **Beperk gebruik van eenmalig verpakkingsmateriaal;**
- **Vrijkomende materialen zo veel mogelijk geschikt gemaakt voor de meest hoogwaardige vorm van hergebruik;**
- **Maatvoering afgestemd op handelsmaten;**
- **Onderhoudsarme materialen;**
- **Locale materialen;**
- **Producten waarvan de kringloop gesloten wordt;**
- **Homogene materialen (minimale vermenging);**
- **Prefabricage:**  
Prefab begane grondvloer toepassen.
- **Producten met milieukeur (bijvoorbeeld FSC-hout);**  
Duurzaam geproduceerd hout.
- **Geen producten die (H)CFK's (waterstofchloorfluorkoolwaterstoffen) bevatten;**
- **Flexibele en demontabele constructies:**  
Verbindingen bereikbaar en demontabel maken;
- **Minimale leiding-, buis- en kabellengten en bochten in leidingen;**

- **Indien bereikbaarheid van leidingen gewenst is een flexibel vloersysteem toepassen;**
- **Niet-woningscheidende verdiepingsvloer uitvoeren in prefab systeemvloeren met laag eigen gewicht of houten vloeren.**
- **Gesloten grondbalans;**
- **Gebiedseigen schone grond voor ophoging;**
- **Bestrating opnieuw gebruiken;**
- **Halfverharding gebruiken (grind, zand, gebroken puin)**
- **Paden en wegen zo kort mogelijk en geminimaliseerd ontworpen:**  
Gebruik van schelpen of houtsnippers voor wandelpaden;
- **De uitvoering van niet-dragende wanden afstemmen op eisen t.a.v. veranderbaarheid en toekomstig gebruik:**  
Gebruiksflexibiliteit voor bewoners voor de toekomst bieden. Basisvoorziening en uitbreidingsmogelijkheden voor telefoon, data en elektra. Toilet en badruimte geschikt voor aanpassing mindervaliden;
- **Kalkzandsteen en cellenbeton binnenwanden;**
- **Houten materialen (waar mogelijk):**  
Houten funderingspalen. Tuinafscherming / privacyschermen door middel van beplanting of gevlochten hout. Houten buitendeur. Als binnendeur hardboard met honingraatvulling van karton, massief spaanplaat, multiplex of hout. Locale houtsoorten (Lariks). Kozijnen van Sapupira hout (FSC-keurmerk). Bergingen van hout of metselwerk;
- **Duurzaamheidsklasse hout afstemmen op toepassing;**
- **Onderdorpels bij binnendeuren weglaten (of van hout vervaardigen);**
- **Dorpels van natuursteen, keramische tegels of gegoten composietsteen bij natte ruimten;**
- **Raamdorpels van natuursteen, keramische tegels, staalplaat, gegoten composietsteen of prefab beton:**  
Merk: Terca;
- **Bekistingfunctie geïntegreerd in de constructie;**
- **Zuinig gebruik van ontkistingsmiddelen op plantaardige basis of biologisch afbreekbaar op minerale basis;**
- **Zo laagwaardig mogelijk materiaal als bodemafsluiter;**
- **Beperkte radonemissies uit de bodem door een adequate bodemafsluiter;**
- **Voor gipstoepassingen binnen rogips, natuurgips of kalk gebruiken:**  
Gips (anhydrietvloer) bij toepassing van dekvloer. Pleisterwerk van gips. Als beplating voor wand- /plafondsysteem gipsvezelplaat of gipskartonplaat;
- **Watergedragen voorstrijkmiddel voor voorbehandeling steenachtige ondergrond;**
- **Puibekleding van vernieuwbare grondstof of recyclebaar materiaal**
- **Leemstuc op de wanden (Tadelakt voor natte ruimten, Terrafino base als ondergrond voor stucwerk);**
- **Stalen bouwproducten uitsluitend verduurzamen als het aantoonbaar noodzakelijk is;**
- **Bij het kleuren van stalen trappen en balustraden een poedercoating gebruiken;**
- **Indien gietbouw wordt toegepast bouwstaalnetten op maat toepassen;**
- **Constructief en niet-constructief beton met min. 20% beton- of menggranulaat (grindervanger);**
- **Gebruik vliegias, slakken, (hoogoven)slakken voor cement (waar mogelijk);**
- **Voor metselwerk een schelpkalk(basterd)mortel of een cementmortel met een gering portlandklinkergehalte:**  
Cement beton (zo mogelijk) klinkerarm;
- **Sleufloze technieken voor aanleg kabels en leidingen;**
- **Isolatiematerialen uit nagroeibare grondstoffen:**

*Vlas:* volgens de NIBE classificatie is vlas vanuit milieu- en gezondheidsoogpunt de beste productkeuze. Vlasvezels nemen alleen vocht op in de celwand en geven dat vocht ook snel weer af. De met lucht gevulde ruimten daartussen blijven vochtvrij;

*Hennep:* hennepvezels worden tot matten verwerkt en er wordt een vlamdemper toegevoegd;

*Cellulose:* wordt in holle ruimtes van muren geblazen (geen koudebruggen). Deze proppen kunnen uit oud krantenpapier vervaardigd worden. Om deze proppen beter te beschermen tegen verrotting en aantasting van ongedierte kunnen ze vermengt worden met mineraalzouten. Ook zijn geperste platen van cellulose verkrijgbaar;

*Houtvezelplaten:* uit houtspaanders en snippers worden houtvezelplaten geperst. Het materiaal is 100% natuurlijk en heeft, indien poreus geperst wordt, goede warmte en geluidsisolerende eigenschappen. De platen isoleren op beide gebieden beter dan minerale wol of polystyreen. Homatherm houtFlex is een voorbeeld;

*Kurk:* kurk isoleert zeer goed, maar is tegelijkertijd ook behoorlijk prijzig. Het kurk komt veelal uit Portugal, waar het van de schors van de kurkeik wordt geschild. De kurk wordt verhit met stoom en geperst tot platen;

*Schapenwol:* schapenwol is een natuurlijk isolatiemateriaal. De wol wordt gewassen en wordt met natuurlijke zouten beschermd tegen mot en dergelijke. Schapenwol brandt niet snel en is waterdampdoorlatend. Omdat het materiaal van zichzelf niet stijf genoeg is, moet het op een regelwerk bevestigd worden voor verticale toepassing. Het materiaal kan ongeveer 30% van het eigen gewicht aan vocht opnemen. Doschawol is een voorbeeld;

*Maïs:* als variant op de Homatherm houtFlex is de houtflex maïs ontwikkeld, die gebonden is met de grondstof maïs;

*Kokos:* kokosvezel is afkomstig van de schil van een kokosnoot en wordt geïmpregneerd met boriumzouten om de brandbaarheid te verminderen. De kokosdekens zijn erg duur;

*Stro:* stro wordt meestal in vorm van balen gebruikt (45 cm breed, 35 cm hoog en 175 cm lang). Stro is net als hout vrij moeilijk (zonder toevoeging van nitraten) af te breken;

*Riet:* het persen van riet in platen levert een goed isolatiemateriaal op;

- **Isolatiematerialen uit minerale grondstoffen:**

*Cellulair glas:* cellulair glas wordt ook wel schuimglas genoemd en wordt gebruikt in vloeren en op platte daken. Het cellulair glas ontstaat door het verhitten van glas en de toevoeging van een middel dat bellen veroorzaakt. De schuimglasplaten zijn warmte-isolerend en waterbestendig;

*Glaswol:* basisgrondstoffen voor glaswol zijn zand, kalk en soda (of zand en gerecycled glas). Deze stoffen worden gesmolten en in lange vezels omgezet. Verder worden, de voor de gezondheid schadelijke stoffen, formaldehyde en fenol toegevoegd tijdens de productie. Glaswol geeft vezels af die schadelijk kunnen zijn bij inademing. Ook irriteert glaswol bij het aanbrengen;

*Steenwol:* steenwol is goed warmte-isolerend. Het vulkanische gesteente diabas en kalkzandsteen zijn de grondstoffen in steenwol. De vezels die ontstaan na uiteenslingering op een schijf worden met een bindmiddel tot platen geperst. Het Rockwool 433MAXX Spouwisolatiesysteem is een voorbeeld van een systeem waarbij per isolatieplaat slechts één spouwanker nodig is. Het systeem is geschikt voor kalkzandsteen binnenbladen;

- **Isolatiematerialen uit petrochemische grondstoffen:**

*Polystyreen:* polystyreen wordt ook wel piepschuim of tempex genoemd. Polystyreen is een aardolieproduct uit de petrochemische industrie. Polystyreen is niet biologisch afbreekbaar en de recycling is problematisch te noemen;

*PUR:* bij de productie van PUR worden schadelijke en giftige stoffen gebruikt.

|                                 | NIBE-klasse<br>(hellend dak) | lambda-<br>waarde<br>$\lambda_d$<br>90/90 (W/mK) | warmte-opslag-<br>capaciteit<br>c (J/kgK) | volumemassa<br>van een<br>materiaal $\rho$<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | diffusie<br>weerstand-<br>getal $\mu$ | Kostprijs<br>materiaal<br>in euro/m <sup>2</sup><br>(excl. BTW)<br>voor de<br>aangegeven<br>isolatiedikte |
|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vlas (12 cm)                    | 1c                           | 0,038 à 0,040                                    | 1550 à 1660                               | 20 à 35                                                            | 1 à 2                                 | 14,04                                                                                                     |
| Hennep (12 cm)                  |                              | 0,040 à 0,042                                    | 1600 à 1700                               | 30 à 36                                                            | 1 à 10                                | 16,3                                                                                                      |
| Papiervlokken (14 cm)           | 1a                           | 0,038 à 0,040                                    | 1600 à 2150                               | 30 à 60                                                            | 1 à 2                                 | 5                                                                                                         |
| Houtvezel-zacht (12 cm)         |                              | 0,039 à 0,040                                    | 2100                                      | 45 à 140                                                           | 1 à 5                                 | 15,45                                                                                                     |
| Kurk (12 cm)                    | 2a                           | 0,040 à 0,043                                    | 1670                                      | 110 à 190                                                          | 5 à 30                                | 31,10                                                                                                     |
| Schapenwol (11 cm)              | 1a                           | 0,035                                            | 1720                                      | 25                                                                 | 1 à 2                                 | 20,35                                                                                                     |
| Stro (35 cm)                    |                              | 0,052 à 0,080                                    | 2100                                      | 90 à 110                                                           | 2                                     | 6,45                                                                                                      |
| Perliet (15 cm)                 |                              | 0,051                                            | 900                                       | 135 à 165                                                          | 5                                     | 22,87                                                                                                     |
| Vermiculiet (15 cm)             |                              | 0,053                                            | 900                                       | 100                                                                | 3                                     | 19,29                                                                                                     |
| Cellenglas (12 cm)              | 2c à 4a<br>(plat dak)        | 0,040 à 0,050                                    | 840                                       | 110                                                                | oneindig                              | 44,04                                                                                                     |
| Silicaatschuimkorrel<br>(12 cm) |                              | 0,04                                             | 800                                       | 25                                                                 | 3                                     | 39 (*)                                                                                                    |
| Glaswol (12 cm)                 | 2a                           | 0,032 à 0,040                                    | 800                                       | 25                                                                 | 1                                     | 9,6                                                                                                       |
| Rotswol (12 cm)                 | 3a                           | 0,035 à 0,040                                    | 800                                       | 48                                                                 | 1 à 5                                 | 6,1                                                                                                       |
| EPS (11 cm)                     | 2c                           | 0,033 à 0,042                                    |                                           | 15                                                                 | 20 à 120                              | 19,74                                                                                                     |
| PUR (8 cm)                      | 5a                           | 0,023 à 0,032                                    | 1200                                      | 33                                                                 | 60 à 80                               | 15,91                                                                                                     |

(\*) geleverd en geplaatst (ingeblazen)

Figuur 29 bron: [www.vibe.be](http://www.vibe.be)

#### - Faseovergangsmateriaal (PCM):

Iedere massa van een bepaald materiaal kan een zekere hoeveelheid energie vasthouden. Een stenen of betonnen gebouw dat warm is, zal een deel van de energie afgeven aan de binnenomgeving als de temperatuur in de woning daalt. Warmte- en koudeopslag is een goed voorbeeld van deze eigenschap van materialen. Door het hoge smeltpunt (ongeveer 20°C) is paraffine bruikbaar als faseovergangsmateriaal. Voorbeeld van een materiaal met faseovergangsmateriaal erin verwerkt zijn de PCM SmartBoard gipsplaten. Ook Thermosol (bolletjes zoutkristallen) is een materiaal dat in wanden kan worden gebruikt om warmte op te slaan. Zoutkristallen zijn minder brandbaar dan paraffine.

#### - Montagekozijnen toepassen;

#### - Passiefhuis-kozijn voor ramen en deuren;

#### - Drievoudige beglazing in HR++

#### - Ramen uitvoeren in hardglas;

#### - Voor buitenafwerking gevel: metselwerk of hout;

#### - Geen chloorhoudende bouwmaterialen;

#### - 'Schuim- en kitarme' detaillering;

#### - Lijmen en kitten VOS-vrij/arm:

Materiaal: siliconenkit, polysulfidekit, watergedragen acrylaatkit;

#### - Vloer- en wandtegelsbevestiging oplosmiddelvrij;

#### - Badkamer- en toiletvloer met tegels afwerken;

#### - Onbeklede, buiten de gevel hangende dakgoot toepassen;

#### - Geen lood, zink, verzinkt metaal (tenzij gecoat) en bitumineus materiaal;

#### - Bij gebruik van PVC: gerecycled of PVC met hergebruikgarantie (gesloten kringloop);

#### - Hemelwaterafvoeren van gerecycled PVC;

#### - Waterleidingen in polybutheen;

#### - EPDM in dakgoten;

- Voor platte daken dakbedekkingssysteem met lange levensduur;
- PPC / PP rioleringsbuizen;
- GFT-afvalvoorziening in keuken;
- Beperk de hoeveelheid en onderhoudsfrequentie van verfsystemen:  
Binnenwerk: watergedragen acrylaatdispersieverf;  
Hout buiten: oplosmiddelarme verf;  
Muren buiten: minerale of watergedragen verf.

#### 10.1.7. Afval

##### MAATREGELEN:

- Afvalmanagement op de bouwplaats;
- Opslagruimte voor herbruikbaar afval (bouwplaatsafval in zoveel mogelijk relevante fracties scheiden);
- Composteringsvat waarin organisch afval voor compostering kan worden opgeslagen.

#### 10.1.8. Landgebruik & ecologie

##### MAATREGELEN:

- Project realiseren op een locatie met een lage ecologische waarde;
- Project realiseren op locatie met verontreinigde bodem, i.p.v. schone bodem;
- Land en materiaalgebruik optimaliseren (efficiënt grondgebruik);
- Maatregelen voor handhaven dierlijk leven en planten op locatie:  
Nestelgelegenheid voor vleermuizen en/of vogels;
- Bomen (in stedelijk gebied) hebben voldoende ruimte:  
Niet alleen op milieuaspecten richten maar ook leefbaarheid erbij betrekken;
- Groen en water in de buurt;
- Speel- en sportplekken voor diverse leeftijden:  
Speeltuin. Heemtuin. (verkeersveilig)
- Inrichting openbare ruimte afgestemd op rolstoel, rollator, kinderwagen, enzovoorts;
- Hellingen max. 5%;
- Voldoende verlichtingsniveau voor slechtzienden;
- Voldoende zicht op de straat / sociale controle;  
Sociale veiligheid;  
Integrale toegankelijkheid;  
Ramen en deuren met verhoogde inbraakwerendheid.

#### 10.1.9. Vervuiling

##### MAATREGELEN:

- Voorkomen van lekkages van koudemiddelen;
- Minimalisering lichtvervuiling:  
Juiste gebieden verlichten, naar bovengericht licht minimaliseren, hinder naar naastgelegen kavels minimaliseren;
- Geluidsoverlast voor nabijgelegen gebouwen of natuurgebieden minimaliseren.

## 10.2. Afweging

Na een inventarisatie te hebben gemaakt van alle mogelijke maatregelen dient het vooronderzoek afgesloten te worden met daadwerkelijke keuzes. Tijdens het keuzeproces uit de mogelijke maatregelen moet rekening gehouden worden met zowel de richtlijnen en ontwerpcriteria voor het passiefhuis als die voor het duurzaam bouwen (met de filosofie van cradle to cradle als drijfveer).

Om het woongebouw in het afstudeerproject bij oplevering een passief woongebouw te mogen noemen dienen een aantal minimale grenzen behaald te worden. Allereerst wordt er bij een passiefhuis een grens gesteld aan de energievraag voor ruimteverwarming (maximaal 15 kWh/m<sup>2</sup>) en vervolgens aan het totale energiegebruik, uitgedrukt in primaire energie (maximaal 120 kWh/m<sup>2</sup>). Middels de PHPP-berekeningssystematiek (Passive House Planning Package) kan dit berekend worden. De mate van duurzaamheid van het geproduceerde woongebouw hangt af van de gemaakte keuzes in de verschillende onderdelen uit de BREEAM-methode.

Als beide doelstellingen onberispelijk op elkaar aan zou het keuzeproces enorm vergemakkelijkt worden. Echter, het passiefhuis-principe en het cradle to cradle-principe hebben ieder een eigen invalshoek, passie en eigen richtlijnen. Dit resulteert op sommige punten in tegenstrijdigheden, waardoor het onmogelijk is om alle keuzes op beide doelstellingen voor de volle 100% te laten stroken. De 'gulden tussenweg' zal dus gezocht moeten worden, om toch beide doelstellingen te behalen. Maar, het passiefhuis is een bepaalde bouwstandaard met voor deze bouwstandaard specifieke ontwerprichtlijnen die, alleen wanneer alles gecombineerd perfect op elkaar aansluit, zorgen voor een passiefhuis. Dit zal in het keuzeproces zwaarder wegen. Woningstichting SallandWonen hecht veel waarde aan de kwaliteit van de nieuwbouw, daarom wordt de voorkeur gegeven aan bewezen technieken en materialen.

## 10.3. Definitieve maatregelen

Aanvankelijk is bedacht middels een multicriteria-analyse op verschillende beoordelingscriteria de maatregelen te toetsen om vervolgens definitieve keuzes te maken. Het beoordelingsproces heeft min of meer (intuïtief) ook wel op deze manier plaatsgevonden, maar het daadwerkelijk becijferen bleek niet praktisch en tijdrovend.

Het keuzeproces is gestart met het maken van de belangrijkste keuze in het afstudeerproject. Uiteraard geeft doelstelling I al aan dat er gestreefd wordt naar het realiseren van een passief woongebouw. Maar, de vraag "Gaan we voor een passief woongebouw?" moet nog met een definitieve 'ja' beantwoord worden. Het vooronderzoek heeft uitgebreide kennis verschaft over het passiefhuis, waardoor helder is dat wanneer het principe uitgangspunt wordt voor het ontwerp, aan een aantal specifieke ontwerprichtlijnen onvermijdelijk moet worden voldaan. Zo zit het ontwerp vast aan een gebalanceerd ventilatiesysteem, wat bij woningstichting SallandWonen intern tot de nodige discussie heeft geleid. Onder andere de wisselende ervaringen en in meerdere mate de negatieve publiciteit omtrent het systeem zorgden voor terughoudendheid. Een andere voorwaarde voor een passiefhuis is dat veel aandacht moet worden besteed aan de hoogwaardige kwaliteit van de thermische schil (dikke isolatie in de muuropbouw, dribladig glas, een kruipruimteloze fundering, een geïsoleerde funderingsbalk, enzovoorts). Het is duidelijk dat dergelijke maatregelen om een meerinvestering vragen. Een fictief afstudeerproject zal het keuzeproces enorm vergemakkelijken, maar heeft als product voor alle betrokkenen veel minder toegevoegde waarde.

Hieronder worden de definitief gekozen maatregelen, die de uitgangspunten vormen voor het hoofdonderzoek toegelicht. Uiteraard kan het voorkomen dat in het hoofdonderzoek door nieuwe inzichten een maatregel wordt herzien of extra maatregelen worden toegevoegd. Maatregelen met een **groene** kleur worden zonder meer toegepast, **oranje** gekleurde maatregelen onder bepaalde voorwaarden of niet met zekerheid. Voor de **rood** gekleurde maatregelen is in het project niet gekozen. Het teken '(-)' geeft aan dat het om een maatregel gaat met geen, of beperkt bewezen, kwaliteit. Mogelijk betreft het hier een innovatieve of relatief onbekende maatregel. Een '(+)' geeft garantie voor bewezen kwaliteit.

### Situering project in de nabijheid van lokale voorzieningen.

Wijhe is een kern uit de gemeente Olst-Wijhe en ligt tussen de steden Zwolle en Deventer. Het project is gesitueerd in het hart van Wijhe, dichtbij het winkelcentrum. Het centrum biedt veel voorzieningen.

### Aanbod openbaar vervoer.

Wijhe is via de N337 bereikbaar vanaf de steden Zwolle en Deventer. Het treinstation Wijhe is op zeer korte afstand van de projectlocatie te vinden. Met een kabelveerpont is Wijhe via het westen bereikbaar.

### Passiefhuis als uitgangspunt.

Het passiefhuis-principe zal het belangrijkste uitgangspunt vormen voor het ontwerp.

### Vaststellen bouwmethode: houtskeletbouw, gietbouw, kalkzandsteen. (+)

Er is gekozen voor een combinatie van een kalkzandsteen en houtskeletbouw bouwmethode. De dragende binnenspouwbladen (kopgevels) en binnenmuren worden uitgevoerd in kalkzandsteen. Of het kalkzandsteen lijmwerk of metselwerk wordt zal nader worden bepaald. De niet-dragende binnenspouwbladen (langsgevels) worden uitgevoerd in houtskeletbouw. Omdat de dakvloer vrij zwaar zal worden is er afgezien van het idee om de gehele tweede verdieping in houtskeletbouw op te bouwen. Uitgangspunt is dat op de tweede verdieping een houten gevelbekleding wordt toegepast. Het belangrijkste voordeel van een houtskelet opbouw van de binnenmuren is dat de dikte van de schil beperkt wordt doordat isolatie in de binnenmuur wordt geplaatst (l-liggers met isolatie ertussen). Houtskeletbouw is dan ook de gebruikelijke bouwmethode voor een passiefhuis. Idealiter zou gekozen moeten worden voor een totale houtskeletbouw voor het gehele gebouw. Maar volledige houtskeletbouw is moeilijk te combineren met betonnen verdiepingvloeren, wat woningstichting SallandWonen als eis heeft gesteld aan het project.

### Hoge warmteweerstanden en lage warmtedoorgangscoefficienten. (+)

De thermische schil van een passiefhuis is het meest belangrijke bouwdeel waarmee aan de passiefhuis-criteria wordt voldaan. Geweldige isolatie en maximale luchtdichting minimaliseren de warmteverliezen door de buitenschil. De warmteweerstand van alle gesloten geveldelen, dak en vloer in een passiefhuis bedraagt  $R_c = 6,5$  tot  $10 \text{ m}^2\text{K/W}$ . De keuze van de isolatiewaarde is projectspecifiek en afhankelijk van het ambitieniveau. In dit project zal de strategie zijn: een maximale dakisolatie, goede kozijnen en beglazing, gevelisolatie en tenslotte de vloerisolatie verhogen tot aan de passiefhuis-criteria wordt voldaan.

### Positionering op het zuiden met voldoende buitenoppervlak voor opvang zonlicht. (+)

Voor het bereiken van een maximale warmtewinst door zoninstraling dient een passiefhuis zuid georiënteerd te worden. De tabel hiernaast geeft de invloed op de warmtevraag weer voor verschillende oriëntaties. De oriëntatie is van grote invloed op de warmtevraag, maar ook bij een minder gunstige oriëntatie voldoet de tussenwoning nog steeds aan de passiefhuis-richtlijn voor maximale warmtevraag. De positionering als aangegeven in het schetsontwerp wordt aangehouden. Stedenbouwkundig is deze plaatsing de vriendelijkste oplossing. Positionering over dwars is niet bevorderlijk voor de hiërarchie

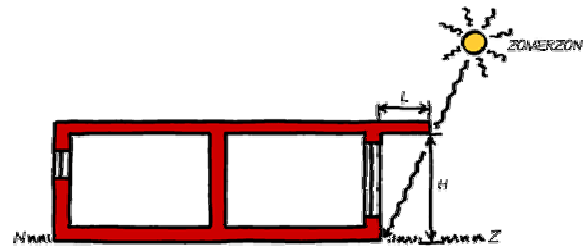
| Oriëntatie<br>tuinzijde | Warmtevraag voor verwarming<br>in kWh/m <sup>2</sup> |              |
|-------------------------|------------------------------------------------------|--------------|
|                         | Eindwoning                                           | Tussenwoning |
| Zuid                    | 15,0                                                 | 10,7         |
| Noord                   | 17,6                                                 | 12,7         |
| West                    | 17,7                                                 | 12,9         |
| Oost                    | 17,1                                                 | 12,4         |

Figuur 30: uit lit. 1.2.

met bestaande bebouwing.

Omdat het glasoppervlak waarschijnlijk maar gedeeltelijk op het zuiden is gericht moet onderzocht worden in hoeverre zonwering benodigd is. Dit is afhankelijk van de al dan niet aanwezig zijnde overstekken en galerijen in het ontwerp. Vaste zonweringen hebben vaak het nadeel dat ze ook in de winter en in de tussenseizoenen de zon en het daglicht tegenhouden. Dat betekent dat, op die momenten dat ze eigenlijk nodig zijn, minder geprofiteerd kan worden van de zonnewarmte en van het zonlicht. Een mobiele buitenzonwering speelt in op de hoeveelheid warmte en licht van de zon.

Overstekken houden de hoogstaande zomerzon buiten. Verder is het in het project waarschijnlijk verstandig om t.p.v. de oost en westgevel mobiele zonwering toe te passen.



**Figuur 31**

### Voldoende daglichttoetreding.

Bij het bepalen van het percentage openingen in de gevel zal rekening worden gehouden met het creëren van voldoende daglichttoetreding, volgens de richtlijnen van het passiefhuis-principe. Uitsluitend glasoppervlak hoger gelegen dan 0,6 m boven het vloerniveau levert een bijdrage aan de daglichttoetreding. Hoge ramen zorgen ervoor dat daglicht tot diep in de woning kan doordringen. Indien galerijen of andere belemmeringen aanwezig zijn zal de daglichtwinst van hoge ramen verminderen. Er zou voor gekozen kunnen worden om beide gebouwen in doorsnede t.o.v. elkaar in split-level te ontwerpen. Dit idee zal hogere bouwkosten met zich mee brengen en is niet bevorderlijk voor de toegankelijkheid voor mindervaliden, hierdoor is voor deze optie niet gekozen.

### Tegengaan van lichthinder.

De oostkant van het gebouw zal over het algemeen feller worden beschenen door de zon in de ochtend, de westkant van het gebouw in de vroege avond. Net als de hogere zon in de zomer en de lagere zon in de winter, zal hier rekening mee moeten worden gehouden in het ontwerp.

### Voldoende vrij uitzicht.

Bij het ontwerp zal erop gelet worden dat de gebruiker in zittende positie naar buiten kan kijken. Sociale controle door voldoende uitzicht is erg belangrijk.

### Beperk belemmeringhoeken (max ca. 17°).

Inbreidingsprojecten hebben vrijwel altijd te maken met aanwezige bestaande bebouwing en een beperkte ruimte. Externe belemmering door bestaande bebouwing en interne belemmering door de bouwblokken t.o.v. elkaar, zal ervoor zorgen dat de daglichttoetreding in het ontwerp belemmerd wordt. Een maximale belemmeringhoek van 17° zal voor de appartementen op de begane grond onmogelijk behaald kunnen worden.

### Flexibele en demontabele constructies. (+)

Flexibiliteit in constructies zorgt voor aanpasbaarheid in de woning. Onvermijdelijk in het ontwerp is de opgevolde kruipruimte, die ervoor zorgt dat leidingen in de kruipruimte (ook al zijn het er naast de riolering weinig tegenwoordig) niet bereikbaar zijn. Daarentegen biedt de uitvoering van binnenwanden in een flexibele opbouw veel mogelijkheden voor toekomstige aanpassingen.

### Land en materiaalgebruik optimaliseren (efficiënt grondgebruik).

Om te verzekeren dat land en materiaalgebruik bij de ontwikkeling van het project worden geoptimaliseerd wordt in het ontwerp aangetoond dat verhouding totale Bruto Vloer Oppervlak : Bebouwd Terrein Oppervlak groter is of gelijk aan 3 : 1.

### Project realiseren op een locatie met een lage ecologische waarde.

Hier wordt aan voldaan, de locatie heeft een laag ecologische waarde.

### Afwerkmaterialen met lage emissie naar binnenmilieu. (+)

Formaldehyde is een giftig gas met een sterke en onaangename geur. Formaldehyde wordt vooral gebruikt in lijm voor spaanplaten, MDF en in textiel. Het gas kan tot allergische reacties leiden en moet daarom beperkt worden. Ook uit oogpunt van recyclebaarheid verdient het aanbeveling om spaanplaat met een zo laag mogelijk lijmgehalte toe te passen in het project.

### Bouwmaterialen met een lage milieu-impact gedurende de volledige levensduur. (-)

Het ontwerp wordt zoveel mogelijk volgens de ambities van de cradle to cradle filosofie gematerialiseerd. Dit zal bijvoorbeeld inhouden dat het gebruikte hout op de bouwplaats op een duurzaam verantwoorde en legale manier geproduceerd is.

### Zoveel mogelijk gerecycled materiaal (hout, glas, papier/karton, kunststoffen en metalen). (+)

Om aan te sluiten op het bovenstaande zal, daar waar mogelijk, in het project gerecycled of herbruikbaar (toeslag)materiaal worden toegepast. In hoeverre materiaal van de gesloopte bestaande bebouwing kan worden hergebruikt zal duidelijk worden na een inventarisatie van het sloopadviesbureau. Wat de eventuele meerkosten zijn om milieuvriendelijker te slopen zal ook in kaart worden gebracht.



Figuur 32

### Maatvoering afgestemd op handelsmaten. (+)

### Onderhoudsarme materialen. (+)

Een vegetatiedak gaat vaak twee keer zo lang mee als een traditionele dakbedekking. Traditionele bedekkingen slijten doordat de UV-straling lekkages veroorzaakt. Verder wordt schilderwerk in het ontwerp zoveel mogelijk vermeden.

### Locale materialen. (+)

Voor de houten gevelbekleding op de tweede verdieping zal bij voorkeur een onbehandelde en duurzame houtsoort worden gekozen. Lariks is een naaldhoutsoort die in Nederland veel als vervanger van tropisch hardhout wordt gebruikt. Het materiaal kan in Nederland worden gewonnen. Lariks is duurzaam, watervast en sterk en heeft een donkere roodbruine kleur. In overleg met het architectenbureau 'Pallazo, Architectuur en Stedenbouw' zullen voor de houttoepassingen in het project keuzes gemaakt worden.

### Producten waarvan de kringloop gesloten wordt.

### Homogene materialen (minimale vermenging).

### Prefabricage. (+)

Geprefabriceerde producten verdienen de voorkeur boven maatwerk in verband met de betere prijs/prestatieverhouding en betere mogelijkheden voor hergebruik. Bovendien kunnen geprefabriceerde producten gemakkelijk worden gedemonteerd om te worden hergebruikt. In het

ontwerp zullen bij o.a. het casco (breedplaatvloeren en ribcassettevloer), de gevel, niet-dragende scheidingswanden en de fundering geprefabriceerde producten worden gebruikt.

#### Producten met milieukeur (bijvoorbeeld FSC-hout). (+)

Woningstichting SallandWonen is voor de komende 5 jaar (en wellicht langer) een overeenkomst aangegaan met FSC-Nederland en WWF om vast te leggen dat bij nieuwbouw, herstructurering en mogelijk ook onderhoud in beginsel gebruik gemaakt zal worden van FSC-hout.

#### Geen producten die (H)CFK's (waterstofchloorfluorkoolwaterstoffen) bevatten. (+)

(H)CFK's tasten de ozonlaag aan. (H)CFK's komen voor in koelmiddelen in koelinstallaties, schuimen, reinigings-, oplos- en isolatiemiddelen. PUR-schuim wordt in het ontwerp daarom zoveel mogelijk vermeden. Piepschuim, glaswol en steenwol bevatten geen CFK's maar zijn wel schadelijk voor het milieu doordat ze zeer slecht verteerd kunnen worden. In warmtepompen worden ook CFK's gebruikt, maar warmtepompen komen in het project niet voor.

#### Minimale leiding-, buis- en kabellengten en bochten in leidingen. (+)

Het ontwerp zal geoptimaliseerd worden op leidinglengtes. Gestreefd wordt naar één leidingkoker met beperkte verslepingen. De leidingkoker wordt zodanig geplaatst dat natte ruimten direct aan de leidingkoker grenzen.

#### Houten materialen (waar mogelijk). (+)

Naast de gevelbekleding op de tweede verdieping zullen ook de galerijen zoveel mogelijk van houten materiaal worden vervaardigd.

#### Sleufloze technieken voor aanleg kabels en leidingen. (+)

Door het toepassen van Metal Stud wanden als niet-dragende binnenwanden wordt het aantal sleuven t.b.v. kabels en leidingen aanzienlijk beperkt. De gebruiker moet goed duidelijk gemaakt worden dat aan dit type binnenwand geen zware elementen kunnen worden opgehangen. Aan de woningscheidende massieve muren kan dat wel.



Figuur 33

#### Geen chloorhoudende bouwmaterialen. (+)

Chloorhoudende producten als PVC worden in het project zoveel mogelijk vermeden.

#### Geen lood, zink, verzinkt metaal (tenzij gecoat) en bitumineus materiaal.

Er wordt zoveel mogelijk lood-, zink- en bitumineusvrij materiaal gebruikt. Bij stoffen die vrij zijn van dergelijk materiaal moet goed geanalyseerd worden of het milieubelastende materiaal niet is vervangen door een meer milieubelastend materiaal.

#### Bij gebruik van PVC: gerecycled of PVC met hergebruikgarantie (gesloten kringloop). (+)

Alleen wanneer er geen andere oplossing is wordt gerecycled PVC gebruikt.

#### Gebouw en terrein als educatiemiddel.

Tijdens en na de realisatie van het project zal woningstichting SallandWonen het project naamsbekendheid geven door te zorgen voor publicaties in de media. Verder zal, in overleg met de aannemer, de bouwplaats worden ingericht als leerling-bouwplaats. Een leerling-bouwplaats zorgt voor een kennisverbreding bij de vakmensen.

### Publicatie van milieuprestaties van het nieuwe gebouw.

Na realisatie zal op het binnenterrein een bord met informatie over het gebouw worden geplaatst. Hierdoor kunnen gebruikers en bezoekers kennis nemen van de milieukwesties en genomen maatregelen in het gebouw. De gebruikers zullen gezamenlijk het openbaar groen in het binnenterrein onderhouden.

### Gebruikshandleidingen mee leveren. (+)

Bij de oplevering van de appartementen zal een gebruikershandleiding aangeleverd worden waarin onder meer een specificatie van de gebruikte producten met leveranciers, een bedieningsinstructie voor cv-, drinkwater-, gas-, elektrische en ventilatie-installatie en aanwijzingen voor een correcte toepassing van milieuvriendelijke verfsoorten zijn opgenomen. Daarnaast kunnen aan bewoners suggesties worden gedaan voor het toepassen van milieuvriendelijke woninginrichting en huishoudelijke middelen, het scheiden van huishoudelijk afval, milieuvriendelijk onderhoud van de woning, het gebruik van de riolering en het handhaven van een gezond binnenmilieu.



Figuur 34

### Verantwoord beheer van de bouwplaats.

De praktijkrichtlijnen voor bouwplaatsbeheer en waar mogelijk aanvullingen op deze richtlijnen worden in het project in acht genomen.

### EPC realiseren die beter is dan de eis in het Bouwbesluit. (+)

De resulterende EPC-score voor passiefhuis-concepten liggen in de range van 0,3 – 0,5 en voldoen daarmee ruimschoots aan de huidige Bouwbesluit eis. Achteraf wordt getoetst of het ontwerp voldoet aan de richtlijnen voor een passiefhuis.

### Geluidsoverlast voor nabijgelegen gebouwen of natuurgebieden minimaliseren.

Door de ontwikkeling van het project zullen in de gebruiksfase nieuwe bronnen van geluid ontstaan. Daar waar mogelijk en nodig zullen in het project maatregelen worden getroffen om klachten over geluidshinder te voorkomen.

### Opslagruimte voor herbruikbaar afval (bouwplaatsafval in zoveel mogelijk relevante fracties scheiden).

Voorop gesteld moet worden dat het beter is om afval op de bouwplaats te voorkomen. Op de bouwplaats wordt tijdens de bouw het afval in zoveel mogelijk relevante fracties gescheiden. In overleg met het sloopadviesbureau zal het aantal fracties bepaald worden. Mogelijk worden de volgende fracties gescheiden: gevaarlijk afval, metalen, steenachtig afval, massief hout zonder verduurzamingsmiddelen, vlak glas, papier en karton, PVC- en PE-leidingen, kunststof gevelelementen, steenwol, gips(houdende) producten, overig afval. Of het zinvol is om een verregaande scheiding te maken, zodat de containers van de afzonderlijke fracties redelijk gevuld zullen worden, zal het sloopadvies uitwijzen. De containers moeten op goed bereikbare plekken worden geplaatst en moeten worden afgeschermd om het gebruik door omwonenden te voorkomen. Zwerfvuil moet eveneens voorkomen worden.

### Beperk gebruik van eenmalig verpakkingsmateriaal. (+)

Daar waar mogelijk zal in het project gebruik gemaakt worden van statiegeldpallets (i.p.v. eenmalige pallets) en van verpakkingloze producten of verpakkingen die meerdere malen gebruikt kunnen worden. Bij het verminderen van eenmalige verpakkingen moet goed in de gaten gehouden worden dat de producten niet meer beschadigen of worden aangetast.

### Zuinig gebruik van ontkistingsmiddelen op plantaardige basis of biologisch afbreekbaar op minerale basis. (+)

In het project is een minimale hoeveelheid bekisting nodig. De funderingsbalk zal worden gestort in een EPS funderingskist (min 100 mm dik) en de verdiepingsvloeren zullen uitgevoerd worden als breedplaatvloeren. De EPS-bekisting beperkt de koudebruggen bij de aansluiting met de begane grondvloer. Speciaal cellulair glas onderbreekt het buitenspouwblad en de fundering.

### Nadenken over een efficiënte en gemakkelijke manier van onderhoud van gebouw. (+)

Metselwerk vergt minder onderhoud dan een houten gevelbekleding, daarom zal in ieder geval op de begane grond en de eerste verdieping de buitengevel gemetseld worden. De kopgevels worden geheel gemetseld.

### Centraal stofzuigsysteem. (+)

De appartementen zullen worden voorzien van een centraal stofzuigsysteem. Het systeem verwijdt, in tegenstelling tot een gewone stofzuiger, de bacteriën en huismijt uit de leefruimte. Een dergelijk systeem bevordert de kwaliteit van de binnenlucht, wat erg belangrijk is voor astmapatiënten. De kosten voor de unit en een basis set komen neer op ongeveer €600,- per appartement.



Figuur 35

### Stalen bouwproducten uitsluitend verduurzamen als het aantoonbaar noodzakelijk is. (+)

In het project zal zo min mogelijk staal gebruikt worden en zal staal alleen als het echt nodig is worden verduurzaamd. Binnendeurkozijnen worden niet in staal uitgevoerd, maar in hout.

### Vrijkomende materialen zo veel mogelijk geschikt gemaakt voor de meest hoogwaardige vorm van hergebruik. (-)

In overleg met het sloopadviesbureau worden in het hoofdonderzoek de mogelijkheden voor passief slopen en hergebruik geïnventariseerd. Het scheiden in verschillende fracties draagt hieraan bij.

### Afvalmanagement op de bouwplaats. (-)

Effectief afvalmanagement, het scheiden van de verschillende afvalstromen, draagt bij aan een gedegen afvalmanagement op de bouwplaats. Een juiste aansturing van de aannemer (welke onderaannemers aanstuurt) door de opdrachtgever is hierbij van belang.

### Gesloten grondbalans.

Er wordt zo min mogelijk grond afgegraven. Zodoende hoeft er weinig aangevuld te worden. Na het uitgraven van de bestaande fundering (aanlegdiepte  $\pm 800$  - p.) zal deze gedeeltelijk moeten worden opgevuld, het liefst met gebiedseigen schone grond. Hoeveel grond verder afgegraven moet worden is afhankelijk van de peilbenadering.

### Geen vervuילende materialen in bodem of buitenschil (grondwatervervuiling). (+)

### Kruipruimteloos bouwen. (+)

Kruipruimteloos bouwen is een vereiste voor het ontwikkelen van een passiefhuis. De kruipruimte moet altijd volledig gevuld worden om een hogere isolatiewaarde te bewerkstelligen. In een (geventileerde) kruipruimte zal de temperatuur in de winter dalen tot een aantal graden boven de buitentemperatuur. De temperatuur van de grond (een opgevulde kruipruimte) zal deze lage temperatuur nooit halen en blijft constanter. Door het grotere temperatuursverschil in een woning met kruipruimte kan een minder hoge warmteweerstand behaald worden.

**Beperkte radonemissies uit de bodem door een adequate bodemafsluiter. (+)**

Met de compleet luchtdichte begane grondvloer is een afsluiter gecreëerd.

**Gebiedseigen schone grond voor ophoging.****Infiltratie van regenwater in bodem (tegen verdroging, in combinatie met wadi). (+)**

Het vegetatiedak zorgt ervoor dat een groot deel van het hemelwater, dat anders chemisch behandelt moet worden voordat het geloosd wordt, wordt gebufferd. Het overige hemelwater wordt opgevangen in een, op het binnenterrein gesitueerde, wadi. Om kinderen in de omgeving te beschermen zal het een ondiepe wadi worden. De wadi bestaat uit meerdere lagen. De top laag heeft een zuiverende werking. Na de infiltratie door de top laag komt het water in een ondergrondse infiltratievoorziening (grindkoffers). Vanuit de grindkoffers infiltreert het water dieper de bodem in. Tussen de top laag en de grindkoffers bevindt zich een slokop, die functioneert als directe overstort. Aan beide kanten van de wadi komen overlopen op het gemeentelijke riool. In hoeverre de bodem geschikt is om te infiltreren zal verder onderzocht moeten worden maar is niet direct relevant. Al het water dat geïnfilteerd wordt is mooi meegenomen. Met name eikenblad verteert zeer slecht en zorgt voor belemmering van de infiltratievoorziening. De bomen op het binnenterrein zijn Esdoorns, dit blad verteert sneller.

**Hemelwaterafvoeren van gerecycled PVC. (+)**

De voorkeur gaat uit naar een ander materiaal dan PVC, bijvoorbeeld PE of PPC.

**Bestrating opnieuw gebruiken. (+)**

Na de inventarisatie van het sloopadviesbureau wordt bepaald of aanwezige bestrating eventueel kan worden hergebruikt.

**Paden en wegen zo kort mogelijk en geminimaliseerd ontworpen. (+)**

Om aan de gemeentelijke norm te voldoen zullen om het gebouw in ieder geval 40 parkeerplaatsen moeten worden gecreëerd. Bij de inrichting van de openbare ruimte wordt verder zo min mogelijk terreinoppervlak verhard.

**Maatregelen voor handhaven dierlijk leven en planten op locatie. (+)**

Op de locatie worden zoveel mogelijk bomen gespaard. Planten op het vegetatiedak produceren zuurstof en dragen bij aan de ecologische waarde van het gebied. Na de realisatie van het gebouw wordt om de wadi het binnenterrein opnieuw aangeplant.

**Nestelgelegenheid voor vleermuizen en/of vogels. (+)**

In de nieuwbouw wordt gezorgd voor nestelgelegenheid voor gierwaluwen. Omdat de gierwaluw een kolonievogel is zullen meerdere kasten bij elkaar geplaatst worden. Hoe de kasten eruit gaan zien (ingemetseld of buiten de gevel, in hout of beton) en wat een gunstige plaats is zal in het hoofdonderzoek duidelijk worden.

**Bomen (in stedelijk gebied) hebben voldoende ruimte.****Tuinafscherming / privacyschermen door middel van beplanting of gevlochten hout. (+)****Overdekte en goed afsluitbare fietsenstalling. (+)**

Omdat bewoners een privéberging krijgen is een collectieve fietsenstalling niet noodzakelijk. Voor bezoekers zal een fietsenstalling op het terrein worden gecreëerd. Deze dient op maximaal 20 meter

vanaf de hoofdingang te worden geplaatst en moet een capaciteit van 1 plaats op 4 woningen, dus bij 20 woningen in totaal 5 plaatsen, hebben.

#### Groen en water in de buurt. (+)

Een beplante wadi en de aanwezige bomen bieden zorgen voor groen en water in de omgeving.

#### Speel- en sportplekken voor diverse leeftijden.

De speeltuin wordt in het nieuwe plan betrokken en eventueel verbeterd.

#### Inrichting openbare ruimte afgestemd op rolstoel, rollator, kinderwagen, enzovoorts.

#### Hellingen max. 5%.

#### Voldoende verlichtingsniveau voor slechtzienden.

Het ontwerp zal voldoen aan de richtlijnen in het handboek Politiekeurmerk Veilig Wonen.

#### Voldoende zicht op de straat / sociale controle.

Het ontwerp zal voldoen aan de richtlijnen in het handboek Politiekeurmerk Veilig Wonen.

#### Constructief en niet-constructief beton met min. 20% beton- of menggranulaat (grindvervanger).

#### Indien gietbouw wordt toegepast bouwstaalnetten op maat toepassen.

Daar waar mogelijk en nodig zullen bouwstaalnetten op maat worden toegepast.

#### Bekistingfunctie geïntegreerd in de constructie. (+)

Omdat de funderingsbalk volgens de passiefhuis-richtlijnen geïsoleerd moet worden en omdat zoveel mogelijk geprefabriceerd materiaal moet worden toegepast zullen in het project EPS funderingskisten worden toegepast. De fundering zal bestaan uit boorpalen. Verder zorgen de breedplaatvloeren en de ribcassettevloer ervoor dat onderbekisting voor vloeren overbodig is. Derhalve zijn er nagenoeg geen bekistingen nodig.



Figuur 36

#### Gebruik vliegslak, (hoogoven)slakken voor cement (waar mogelijk).

In het project wordt portlandcement gebruikt.

#### Voor buitenafwerking gevel: metselwerk of hout. (+)

Ook al gaat het tegen de richtlijnen van de cradle to cradle filosofie in, het overgrote deel van de gevel zal bestaan uit metselwerk.

#### Voor metselwerk een schelpkalk(basterd)mortel of een cementmortel met een gering portlandklinkergehalte.

De toepassing van metselmortel met een gering portlandklinkergehalte beperkt de uitstoot van milieubelastende emissies en het gebruik van fossiele brandstoffen. Hoogovencement gebruikt hoogovenslak in plaats van kalksteen en tast daardoor minder de natuurlijke grondstoffen aan dan portlandcement. Daarentegen heeft hoogovencement een hogere radioactiviteit dan portlandcement, wat binnenshuis gevolgen kan hebben voor de menselijke gezondheid (zeker bij een beter geïsoleerde woning). Bij de productie van zowel portlandcement als hoogovencement wordt veel afval geproduceerd, dat wel grotendeels wordt hergebruikt. De productie van deze soorten cement vergt ook een aanzienlijke hoeveelheid energie. Ondanks dat milieutechnisch beter hoogovencement toegepast kan worden wordt toch gekozen voor de (directe) gezondheid en dus voor portlandcement.

### De uitvoering van niet-dragende wanden afstemmen op eisen t.a.v. veranderbaarheid en toekomstig gebruik.

De niet-dragende binnenwanden worden uitgevoerd in een lichtgewicht scheidingswandsysteem, de Metal Stud wand. Voor de beplating van de wanden zal een gipsplaat, vervaardigd met rogips (rookgasontzwavelingsgips) of natuurgips, worden toegepast. Gyproc is een bekende leverancier van scheidingswanden en gebruikt zowel rogips als natuurgips in hun beplatingmateriaal.

### Kalkzandsteen en cellenbeton binnenwanden. (+)

Hoewel de CO<sub>2</sub>-uitstoot aanzienlijk is bij de productie van kalkzandsteen en cellenbeton, net als de grondstofuitputting en de landschapsaantasting, is de keuze gevallen op kalkzandsteen voor de uitvoering van de woningscheidende wanden. Bij voorkeur worden kalkzandsteen lijmelementen toegepast. Elementen maken stelwerk overbodig en daarbij is lijm gemakkelijker aan te maken dan metselmortel.

### Steenwoldekens, -platen. (+)

Optimale isolatie in het dak en de spouwmuren draagt bij aan de kwaliteit van de thermische schil. Als een hoge warmteweerstand voor de wanden en de dakconstructie wil worden bereikt zal een (hoogwaardig) isolatiepakket in de constructies moeten worden gekozen. Het grootste deel van de wanden, t.p.v. de langsegevels, worden opgebouwd uit houtskeletbouw I-profielen met daartussen isolatie. Een Rc-waarde van 10 voor de houtskeletbouw muur wordt behaald met een minerale wol isolatie van tussen de 350 en 380 mm. Daar waar het binnenspouwblad van kalkzandsteen is zal de isolatie naast de wand worden geplaatst, wat resulteert in een dikkere schil. In dit project wordt steenwol gekozen als isolatiemateriaal. Steenwol heeft goede warmte-isolerende eigenschappen en is in kostprijs net als papiervlokken één van de goedkopere isolatiematerialen. Voor de spouwmuren worden steenwolplaten toegepast (eventueel kruislings bevestigd). De precieze dikte van de isolatie in het dak, in de houtskeletbouw wanden en t.p.v. de kalkzandsteen wanden zal tijdens het ontwerpen in het hoofdonderzoek worden bepaald. In het ontwerp wordt leidingwerk of andere elementen in de spouw zoveel mogelijk vermeden en wordt rekening gehouden met het aanbrengen van een dampremmende laag aan de binnenzijde. Het thermische belang van isolatie tussen woningscheidende wanden is nihil, in het project zal dan ook voor een massieve ongeïsoleerde woningscheidende wand worden gekozen.



Figuur 37

### Prefab begane grondvloer toepassen. (+)

De begane grondvloer wordt uitgevoerd als ribcassettevloer. Een ribcassettevloer heeft een maximale overspanning van ca. 7,5 meter. In tegenstelling tot een broodjesvloer, waar de vloer bestaat uit betonnen omgekeerde T-balken en vulblokken, wordt de ribcassettevloer in één stuk gelegd. Het vloertype is prefab verkrijgbaar en heeft een maximale Rc-waarde van 5,0. Om een valse spouw door inklinking van de opgevulde grond in de kruipruimte te vermijden en om de warmteweerstand van de begane grondvloer te verhogen, wordt onder de ribcassettevloer een laag samendrukbare steenwol aangebracht. Dit vloer type kost ongeveer €45,- per m<sup>2</sup>. Een kanaalplaatvloer kost ongeveer €55,- per m<sup>2</sup>.

### Raamdorpels van natuursteen, keramische tegels, staalplaat, gegoten composietsteen of prefab beton. (+)

### Verbindingen bereikbaar en demontabel maken.

Door de toepassing van een flexibel wandsysteem voor de niet-dragende binnenwanden wordt al een hoop vrees- en stortwerk vermeden. Daarnaast is gekozen voor montagekozijnen voor binnendeuren en zal in het ontwerp rekening gehouden worden met de bereikbaarheid van de leidingen in de leidingkokers.

### Verbeterde (dubbele) kierdichting bij bewegende delen in kozijnen. (+)

#### Montagekozijnen toepassen. (+)

Houten montagekozijnen beperken afval en kunnen, zonder daarvoor het bouwkundig kader te beschadigen, worden uitgenomen voor vervanging of herstel. Voor de binnendeurkozijnen wordt gekozen voor een houten montagekozijn. Deze houten kozijnen sluiten aan op Metal Stud binnenwanden.

#### Duurzaamheidsklasse hout afstemmen op toepassing.

De duurzaamheidsklasse van al het hout in het gebouw wordt afgestemd op de risicoklasse. Bij een houttoepassing die in een hogere risicoklasse valt, zullen houtsoorten uit een lagere duurzaamheidsklasse gebruikt worden.

#### Materialen naad- en kierdichting: PE-rolband, EPDM-rubber, EPT-rubber. (+)

De keuze van het afdichtingsmateriaal is mede afhankelijk van de mate van gewenste dampdichtheid en vervorming. Een groot voordeel van PE-rolband of EPDM-rubber, in tegenstelling tot kitten en PUR-schuim, is dat ze een goede afdichting garanderen zonder te verkleven aan de aansluitende constructie. Toepassing van dergelijke materialen bevordert de hergebruikmogelijkheden. In het project wordt daarom zoveel mogelijk gebruik gemaakt van deze typen.

### Als binnendeur hardboard met honingraatvulling van karton, massief spaanplaat, multiplex of hout. (+)

Voor binnendeuren voldoen houtsoorten uit duurzaamheidsklasse 4, waarbij verduurzaming van het hout uiteraard overbodig is. Er is momenteel nog weinig informatie over de LCA's van binnendeuren. In het project worden zo milieuvriendelijk mogelijke, houten binnendeuren toegepast.

### Onderdorpels bij binnendeuren weglaten (of van hout vervaardigen).

Ter bevordering van de toegankelijkheid voor ouderen en mindervaliden worden de onderdorpels bij binnendeuren (behalve t.p.v. sanitaire ruimten) weggelaten. Dorpels t.p.v. sanitaire ruimten worden zo laag mogelijk gehouden.

### Ramen en deuren met verhoogde inbraakwerendheid. (-)

Het ontwerp zal voldoen aan de richtlijnen in het handboek Politiekeurmerk Veilig Wonen. Omdat van passiefhuiskozijnen niet bekend is of ze verhoogd inbraakwerend verkrijgbaar zijn, wordt in het ontwerp uitgegaan van weerstandsklasse 2, i.p.v. weerstandsklasse 3. Een verhoogde weerstandsklasse wordt vooral toegepast bij woningen waarvan de verkoopprijs beduidend hoger ligt dan het gemiddelde. Bij de keuze van de kozijnen zal de inbraakwerendheid in ogenschouw worden genomen.

### Houten buitendeur. (+)

Het passiefhuis gaat uit van een geïsoleerde passiefhuis buitendeur met een thermisch geïsoleerde onderdorpel (U-waarde van 0,8 W/m<sup>2</sup>K of lager) en koudebrugvrij H&S-werk. In hoeverre de passiefhuis buitendeur in het natuurlijke materiaal hout (zonder kunststoffen en schuimen) verkrijgbaar is zal in het hoofdonderzoek worden bekeken.

### Kozijnen van Sapupira hout (FSC-keurmerk).

Al het hout in het gebouw is voorzien van in ieder geval het FSC-keurmerk. Welke houtsoorten worden toegepast zal in overleg met de architect worden bepaald.

### Passiefhuis-kozijn voor ramen en deuren. (+)

Omdat de ramen vaak een zwak punt zijn in de gevel, moet in het passiefhuis hier extra aandacht aan worden besteed. Mits het kozijn goed geplaatst en gedimensioneerd is kan het raam werken als passieve zonnecollector. Het passiefhuis gaat uit van drievoudige beglazing met een U-waarde van 0,85 W/m<sup>2</sup>K, een U-waarde van 0,8 W/m<sup>2</sup>K of lager voor het kozijn en een zeer beperkt lineair warmteverlies bij de aansluiting met de gevel. In welk materiaal de kozijnen worden uitgevoerd (hout met of zonder een aluminium buitenprofiel of kunststof) hoeft in dit project niet alleen afhankelijk te zijn van het nationale aanbod. Als het nodig is wordt over de grens gekeken naar geschikte kozijnen.



*Figuur 38: uit lit. 1.2.*

### Puibekleding van vernieuwbare grondstof of recyclebaar materiaal. (-)

Cradle to cradle raadt de toepassing van baksteen in principe af omdat de steenkool die verbrandt moet worden voor het bakken van de stenen milieubelastend is. Een zeer innovatief alternatief voor een complete spouwmuur is een systeem met 2 lagen geperst zand (of ander fijn materiaal) met een sterk bindmiddel. Hiertussen wordt isolatie van geperst stro of herbruikbaar piepschuim geplaatst. Een dergelijk systeem wordt nog maar mondjesmaat in China toegepast en is nog zeer kostbaar. Oftewel, in het project geen optie.

### Bij het kleuren van stalen trappen en balustraden een poedercoating gebruiken. (+)

### Voor platte daken een dakbedekkingssysteem met een lange levensduur. (+)

De aanleg van een daktuin zorgt altijd voor een meerwaarde. Er zijn beloopbare en niet-beloopbare daktuinen. Zelfs een niet-zichtbare daktuin draagt bij aan het stedelijk niveau en het waterbergend vermogen. Het ontwerp gaat uit van een lichtgewicht sedumdak. Een sedumdak bestaat uit een lichte laag aarde, de groeimatrix, bedekt met planten. Het daktype is zeer geschikt voor daken in de zon en zorgt voor een lichte belasting (ca. 30 tot 90 kg/m<sup>2</sup>). Tevens kan een sedumdak ook op hellende daken (maximaal 15% à 20% helling) worden toegepast. Het dak kent weinig onderhoud, bewatering en bemesting en heeft een uitstekend waterbergend vermogen. Het hemelwater zou anders chemisch behandeld worden voordat het op een natuurlijke wijze in de rivier stroomt. Daarbij is een sedumdak uitermate geschikt in combinatie met het passiefhuis-principe door de isolerende werking en dempt het het geluid van regen en hagel. De bouwkosten voor dit dak zullen hoger liggen (in totaal ca. €32,5 tot €37,5 per m<sup>2</sup>), maar de verwachting is dat het dak ongeveer 2x zo lang mee gaat doordat de bedekking niet slijt door UV-straling die lekkage veroorzaakt. Het dak produceert zuurstof en absorbeert roetdeeltjes.



*Figuur 39*

Voor welke dakconstructie gekozen wordt zal in het hoofdonderzoek duidelijk worden. Hierbij zal de mogelijkheid van het toepassen van slanke houten liggers als balklaag tevens worden onderzocht.

Wellicht is een leverancier te vinden die bereid is om dakelementen met een verhoogde isolatie (ten behoeve van het passief woongebouw) te prefabriceren.

#### Voor kiezelbakken, uitlopen e.d. producten gebruiken met beperkte emissie naar regenwater.

Het gebruik van uitlogende stoffen (langzaam oplopend in lucht of water) in dakafwerking draagt bij aan de emissie van zware metalen naar het oppervlakte- en grondwater, wat milieuvervuiling betekent. Doordat een vegetatiedak wordt toegepast heeft de dakbedekking een lange levensduur en een lage emissie naar het water en de lucht.

#### Vegetatiedak onderhoudsarm en lichtgewicht ontwerp. (+)

#### Drievoudige beglazing. (+)

#### Dorpels van natuursteen, keramische tegels of gegoten composietsteen bij natte ruimten. (+)

Voor de dorpels bij de sanitaire ruimten wordt een gegoten composietsteen (bijvoorbeeld Holonite) toegepast.

#### 'Schuim- en kitarme' detaillering.

Door zoveel mogelijk gebruik te maken van geprefabriceerde producten en door een effectieve luchtdichting te realiseren (evenwijdige voegen en vlakke aanslagen), door middel van een nauwkeurige detaillering en maatvoering, wordt het gebruik van kit en schuim beperkt tot situaties waarin het gebruik echt noodzakelijk is.

#### Materiaal: siliconenkit, polysulfidekit, watergedragen acrylaatkit. (+)

De keuze van het type kit is afhankelijk van de aard van de toepassing. Siliconenkit heeft uit milieuoverwegingen de voorkeur boven polysulfidekit.

#### Voor gipstoepassingen binnen rogips, natuurgips of kalk gebruiken. (+)

Rogips en natuurgips hebben een lagere uitstraling van radioactief radon. Rogips ontstaat bij de reiniging van rookgassen van kolengestookte elektriciteitscentrales en natuurgips is een geïmporteerde primaire grondstof. In het project worden, onder andere bij de bekleding van de Metal Stud binnenwanden, alleen deze gipssoorten gebruikt.

#### Vloer- en wandtegelvevestiging oplosmiddelvrij. (+)

In het project wordt een vloertegelvevestiging van poederlijm op cementbasis, mortel op cementbasis of een oplosmiddelvrije pastalijm toegepast. In geval van vloerverwarming is er sprake van een werkende ondergrond en is het sowieso noodzakelijk dat pastalijm op basis van een oplosmiddelvrije dispersie wordt toegepast. Bij de toepassing van vloertegels op een anhydrietdekvloer moet eerst een primer (op PUR-basis) aangebracht worden. PUR staat in strijd met duurzaam bouwen, maar is waarschijnlijk onvermijdelijk.

#### Badkamer- en toiletvloer met tegels afwerken.

#### Gips (anhydrietvloer) bij toepassing van dekvloer. (+)

De dekvloeren in het project worden uitgevoerd in anhydriet. Omdat natte ruimten vochtgevoelig zijn wordt voor deze ruimten vaak gekozen voor een ander type dekvloer. Omdat in het project de binnenwanden in Metal Stud worden uitgevoerd is het om uitvoeringstechnische redenen niet bevorderlijk om een verschil te maken in type dekvloer. Daarom zal de anhydrietdekvloer in de natte ruimten worden afgewerkt met een primer (gewoonlijk helaas op PUR-basis). Vooral bij seriematige bouw is het aantrekkelijk om een anhydrietdekvloer toe te passen, omdat de uitvoering gebeurt met

een speciale pomp. Arbotechnisch biedt deze dekvloer dus voordelen. Maar ook de grotere vlakheid, en de minder naden (omdat stortnaden en dilatatievoegen ontbreken) zijn voordelen. Om eventueel optredende scheuren in de anhydrietdekvloer te voorkomen kan tussen de betonnen of schuimbetonnen ondervloer en de anhydrietdekvloer een folie worden toegepast. Een anhydrietdekvloer wordt drie dagen na de betonvloer al aangebracht en is de volgende dag al beloopbaar. De kosten voor een anhydrietdekvloer ( $\pm 8,50/\text{m}^2$ ) liggen hoger dan die voor een cementdekvloer ( $\pm 5,70/\text{m}^2$ ).



*Figuur 40*

#### Als beplating voor wand- /plafondsysteem gipsvezelplaat of gipskartonplaat. (+)

Omdat de meeste leidingen in de breedplaatvloer worden verwerkt kunnen de appartementen plafondvrij worden gehouden.

#### Duurzaam geproduceerd hout.

Door louter hout met een FSC keurmerk toe te passen wordt gewaarborgd dat het hout afkomstig is uit duurzaam beheerde bossen.

#### Watergedragen voorstrijkmiddel voor voorbehandeling steenachtige ondergrond.

De structuur van een steenachtige ondergrond kan aanleiding geven tot voorbehandeling. Wanneer dat in dit project het geval is zal een watergedragen voorstrijkmiddel worden gebruikt.

#### Muren buiten: minerale of watergedragen verf. (+)

Er wordt gestreefd naar zo min mogelijk toepassingen van verven (dus verfbehoevend materiaal).

#### Beperk de hoeveelheid en onderhoudsfrequentie van verfsystemen.

Door het toepassen van overstekken en balkons of galerijen, dat aansluit op het passiefhuis-principe, wordt de schilderfrequentie beperkt doordat het oppervlak minder wordt blootgesteld aan weer en wind.

#### Binnenwerk: watergedragen acrylaatdispersieverf.

#### GFT-afvalvoorziening in keuken. (+)

In de gebruikershandleiding zal aandacht worden besteed aan het juiste gebruik van een GFT-bak. De afstand tussen de keuken en de afvalcontainer zal zo beperkt mogelijk worden gehouden.

#### Gebruiksflexibiliteit voor bewoners voor de toekomst bieden.

#### Opvang / buffer voor hemelwater (regenton, regenwatervijver, poreuze/halfopen parkeerplaats). (+)

Naast het vegetatiedak en de wadi zal om kostentechnische redenen in het project geen aanvullende maatregel voor het bufferen van hemelwater worden genomen.

#### Onbeklede, buiten de gevel hangende dakgoot toepassen.

Dit is ontwerpafhankelijk.

#### EPDM in dakgoten. (+)

#### Geluidisolatie en geluidwering ter voorkoming van geluidhinder en -overlast.

De hoogwaardige kwaliteit van de thermische schil zorgt voor een verbeterde geluidswering van buiten. In de massieve woningscheidende wanden worden zo min mogelijk leidingen gefreesd en doorgevoerd.

### PPC / PP rioleringsbuizen.

#### Waterbesparende toepassingen (waterbesparende douchesproeier, waterbesparende kranen en waterbesparende spoelreservoirs van toiletten (max. 4 liter per spoeling)). (+)

In de appartementen zullen waterbesparende douchesproeiers en kranen worden toegepast. Door slechte ervaringen (verstoppingen) met waterbesparende spoelreservoirs van toiletten wordt voor deze optie niet gekozen. Ook worden geen voorzieningen getroffen om de toiletten voor te bereiden op mogelijke toekomstige toepassing van deze maatregel.

#### Individuele watermeters bij meerdere gebruikers in één gebouw. (+)

#### Warmwataansluiting voor wasmachine en vaatwasser. (+)

Ongeveer tweederde van het elektriciteitsgebruik van een vaatwasmachine is bestemd voor het opwarmen van water. Door het water op te warmen m.b.v. een zonneboiler kan het opwekkingsrendement aanzienlijk verhoogd worden. Dit is een goedkopere oplossing dan met elektriciteit water verwarmen. Maar hoe wordt deze goedkopere warmte nu aangewend voor een wasmachine of afwasmachine? Een oplossing is een hotfill, een klein apparaat dat in de buurt van de vaatwasser of wasmachine wordt gemonteerd. Een hotfill kan zeer eenvoudig aangesloten worden en vereist geen enkele ingreep in de bestaande vaatwasser/wasmachine. Er is naast de waterleiding voor koud water, ook een warmwataansluiting nodig. Op beide kranen komt een magneetventiel met temperatuursensor. De besturing van de hotfill vergelijkt de ingestelde temperatuur met de temperatuur in het koppelstuk en zal afhankelijk van het verschil hiertussen de magneetventielen verder openen of sluiten. Omdat niet iedere vaatwasmachine geschikt is voor hotfill kan een mengventiel worden toegepast. De kosten voor een hotfill bedragen ongeveer €280,-. Behalve dat een wasbeurt goedkoper wordt kan er door de kortere opwarmtijd sneller worden gewassen, is er minder kalkaanslag in het apparaat en zal er minder wasmiddel hoeven te worden gebruikt. In het ontwerp zal de plaats van de warmwataansluiting voor de vaatwasmachine en wasmachine zo dicht mogelijk bij het warmwatertoestel worden gesitueerd. Doordat er aan de hotfill een doordrukstekker is gemonteerd is er geen extra stopcontact nodig.



Figuur 41

#### Korte wachttijden voor warm tapwater.

Door te zorgen voor zo kort mogelijke leidinglengten en afzonderlijke leidingen tussen warmwatertoestel en keuken en warmwatertoestel en doucheruimte zal de leidingwachttijd in het project worden verkort.

#### Beperk geluidsniveau installaties.

Door het creëren van een optimaal gesloten constructie volgens het passiefhuis-principe is het achtergrondniveau verlaagd. Met betrekking tot het toilet, waterleidingen, kranen, het mechanische ventilatiesysteem, het warmwatertoestel en de lift zullen maatregelen moeten worden getroffen om het geluidsniveau te beperken.

#### Gesloten warmwatertoestel.

Dit is verplicht.

**Subbemetering energieverbruiken (incl. monitoringsysteem).**

Uiteraard wordt het energieverbruik per appartement bemeterd. Er wordt geen monitoringsysteem aan toegevoegd. Wel wordt een tweede display op een zichtbare plek in het appartement geplaatst.

**Waterleidingen in polybutheen. (+)****Thermostatische mengkraan voor douche. (+)****Cv/warmwatertoestel met lage NOx-emissie.****Passieve zonne-energie en zonneboilerinstallatie toepassen. (+)**

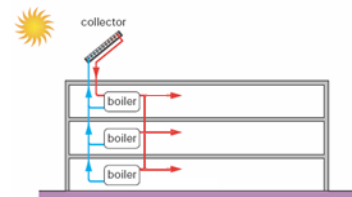
In het algemeen wordt in het passiefhuis de bron voor het tapwaterverwarmingssysteem gecombineerd met die voor het ruimteverwarmingssysteem. In dit project wordt dat gedaan met zonneboilers. De warmtevraag wordt veelal gedomineerd door de warm tapwatervraag. Allereerst wordt in het project uitgegaan van een collectief / individueel zonneboilersysteem met collectieve collectoren en individuele zonneboilercombi's die warmte leveren voor ruimteverwarming en tapwaterverwarming. De zonneboilercombi is het enige geschikte type zonneboiler om met zonlicht ook ruimteverwarming te leveren. De zonneboiler heeft een hoge aanschafprijs (tussen de €3.100,- en €4.450,-) met beperkte subsidiemogelijkheden, waardoor het vooral een investering in het milieu is. De zonneboiler bespaart globaal ca. 75 tot 100 m<sup>3</sup> gas extra ten opzichte van zonneboilers die alleen warmte leveren voor tapwaterverwarming. Er worden dus geen kosten voor een CV gemaakt.

Als de zonneboilercombi onvoldoende warm water levert, springt een geïntegreerde cv-brander automatisch bij. Het systeem werkt het best als warmte in huis wordt verspreid via vloer- of wandverwarming. Subsidie kan alleen over het tapwatergedeelte worden aangevraagd. De appartementen krijgen dus in eerste instantie collectieve zonnecollectoren die onder een optimale oriëntatie worden geplaatst. Verder krijgt elk appartement een individuele opslag en individuele naverwarming in één door de zonneboilercombi. Er wordt niet gekozen voor (ondergrondse) seizoensopslag.

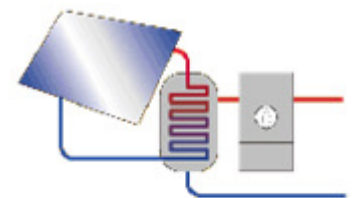
Het is van essentieel belang dat vroeg in de ontwerpfase een installatietechnisch adviseur wordt ingeschakeld om ervoor te zorgen dat het gehele ventilatie- en verwarmingsinstallatiesysteem goed functioneert. Omdat in dit vooronderzoek niet inzichtelijk is hoe de kostenverdeling bij een collectief systeem kan worden geregeld, zou het kunnen dat in het hoofdonderzoek de overstap naar een geheel individueel zonneboilersysteem wordt gemaakt. De uiteindelijke keuze wordt gemaakt in overleg met de deskundigen. Ook over de capaciteit van het systeem kan op dit moment nog weinig gezegd worden.

**Lage temperatuur verwarmingsysteem. (+)**

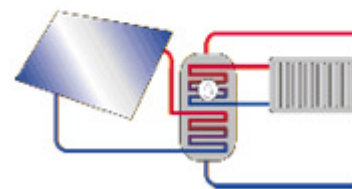
Om een aangename stralingswarmte te creëren wordt gekozen voor lage temperatuur vloerverwarming. Radiatoren zijn hierdoor overbodig. Omdat de ervaring leert dat in de slaapkamers radiatoren niet (of nauwelijks) worden gebruikt, wordt in één slaapkamer ruimteverwarming, in de



Figuur 42



Normale zonneboiler



Zonneboilercombi

Figuur 43

vorm van vloerverwarming, toegepast. Het ontwerp gaat verder uit van vloerverwarming in de woonkamer, keuken en badkamer.

#### Inregelvoorzieningen voor verwarmingsinstallatie met goede inregeling.

Het vloerverwarmingssysteem zal in het project met een voorregeling goed worden ingeregeld.

#### Goede temperatuurregeling voor gebruiker.

In de appartementen wordt de gebruiker de mogelijkheid geboden om de omgevingstemperatuur in te stellen naar de individuele behoefte en comfortvereisten door een goede temperatuurregeling.

#### Thermisch comfort in de woning.

Een comfortabel binnenklimaat, zowel in het zomer- als winterseizoen is één van de belangrijke kenmerken van een passiefhuis.

#### Douchewater warmteterugwinning. (+)

Een douche WTW beperkt de vraag naar warm tapwater. Omdat in het project zonnecollectoren voor warm tapwaterverwarming worden toegepast is een douchewater warmteterugwinning een goede investering, hierdoor is immers minder zonnecollectoroppervlak nodig. Een douchepijp WTW heeft een hoger rendement (ca. 65% warmteterugwinning) dan een douchebak WTW (ca. 55% warmteterugwinning), maar is door de verticale plaatsing niet geschikt voor de appartementen in dit project. Een douchebak WTW is daarentegen wel geschikt voor de douche in een appartement, deze wordt namelijk in een speciale douchebak horizontaal geplaatst. Het warme wegstromende water komt eerst langs de warmtewisselaar in de douchebak, voordat het wegspoelt door de afvoer.

#### Vloerverwarming. (+)

Doordat buizen in anhydrietdekvloeren 100% omhuld worden is de warmteoverdracht bij vloerverwarming beter dan in cementgebonden dekvloeren. Daarnaast sluit vloerverwarming prima aan op een lage temperatuur verwarmingssysteem.

#### Energiezuinige ventilatoren. (+)

Eén van de vereisten voor een passiefhuis is een gebalanceerd ventilatiesysteem. Een gebalanceerd systeem heeft een hoog energiegebruik. In dit project worden daarom energiezuinige ventilatoren toegepast.

#### Energiezuinig ventilatiesysteem. (+)

Aan het gebalanceerde ventilatiesysteem wordt in het project een warmteterugwinunit toegevoegd. Afhankelijk van het rendement van de gekozen WTW kan de unit tot 90% minder energieverlies realiseren. Bovendien moet de installatie zijn uitgevoerd met een bypass, zodat koele buitenlucht in de zomernachten rechtstreeks, zonder verder opwarmen, in de woning kan komen.

#### Klokthermostaat en radiatorthermostaatkranen. (+)

Er wordt een klokthermostaat voor vloerverwarming toegepast.

#### Extra mogelijkheid (naast de basisventilatie) om direct naar buitenlucht te ventileren. (+)

De zeer goed thermisch geïsoleerde schil maakt het gemakkelijker het gebouw koel te houden in de zomer. Ter voorkoming van oververhitting spelen zonwering en zomernachtventilatie een belangrijke rol. Nachtventilatie in zomersituaties is het zeer goed ventileren van gebouwen op momenten van de dag waarin de buitenluchttemperaturen lager zijn dan de binnenluchttemperatuur. Zodoende koelt een gebouw gedurende de nacht af naar een laag niveau. De thermische traagheid van het gebouw en het interieur leidt ertoe dat de binnentemperatuur gedurende de dag graden lager blijft dan

zonder nachtventilatie het geval is. Er worden in het ontwerp inbraakvrije spuivoorzieningen opgenomen waarmee een 4-voudige spuiventilatie behaald kan worden. Het toevoerpunt en het afvoerpunt zullen tegenover elkaar worden gepositioneerd. Met een open keuken hoeven geen extra ventilatiepunten worden gemaakt.

#### Gebalanceerd systeem. (+/-)

Door slijtage en vervuiling neemt de capaciteit van het gebalanceerde systeem jaarlijks met 5 tot 10% af. Om het weer op peil te krijgen moet regelmatig worden schoongemaakt en jaarlijks onderhoud worden gepleegd. Een vraaggestuurd ventilatiesysteem zorgt ervoor dat gebruikers het systeem zelf kunnen instellen en automatisch laten werken. Met sensoren wordt de aanwezigheid bijgehouden en CO<sub>2</sub> en vocht gemeten. Zo wordt energie bespaard en wordt de ophoping van schadelijke stoffen voorkomen. Om warmteverlies te vermijden worden de ventilatiekanalen geïsoleerd. Of de ventilatiekanalen rond of vierkant worden uitgevoerd zal in het hoofdonderzoek bepaald worden.

#### Vrije buitenlucht koeling. (+)

De bypass in het gebalanceerde ventilatiesysteem biedt de mogelijkheid om (vooral zomers) de woning te koelen met koele buitenlucht.

#### Energiezuinige verlichting. (+)

In de algemene ruimten van het gebouw (in de gangen in de bergingen en ter plaatse van de galerijen) worden energie-efficiënte lampen (zoals HF-lampen en compacte fluorescerende lampen) en bijbehorende armaturen toegepast. Aan bewoners kan slechts advies gegeven worden omtrent het toepassen van deze maatregel.

#### Basisvoorziening en uitbreidingsmogelijkheden voor telefoon, data en elektra.

In ieder geval de woonkamer en de hoofdslaapkamer zijn voorzien van een telefoon en CAI aansluiting. Als de woning in de toekomst anders ingedeeld wordt kan dat gevolgen hebben voor de plaats van de aansluitpunten.

#### Sociale veiligheid.

Het ontwerp zal voldoen aan de richtlijnen in het handboek Politiekeurmerk Veilig Wonen.

#### PV dakpanelen. (+)

Om op een duurzame wijze ook in de elektriciteitsbehoefte te voorzien worden in het project t.b.v. de elektriciteitsvoorziening van de lift PV-panelen toegepast. Het groot aantal zonnecellen in een PV-paneel kan door het fotovoltaïsche principe van deze cellen uit (zon)licht elektriciteit genereren. De bijbehorende inverters zetten elektriciteit in wisselstroom om. In het project is gekozen voor doorzichtpanelen, die gedeeltelijk lichtdoorlatend zijn. Het paneel heeft afmetingen van 1596 x 790 x 50 mm, een vermogen van 160W. De PV-cellen zullen de servicekosten reduceren.

#### Tweede display met elektriciteitsmeter op zichtbare plek. (+)

In de appartementen wordt een extra elektriciteitsmeter geplaatst op een plek die voor de gebruiker goed zichtbaar is.

#### Goede lichtregeling voor gebruiker.

#### Beperk aantal verlichtingsarmaturen.

#### Effectieve straatverlichting met hoog rendement. (+)

Geen verlichting die onnodig blijft branden.

#### Minimalisering lichtvervuiling.

Overmatig gebruik van kunstlicht zal leiden tot een verhoogde helderheid van de nachtelijke omgeving. Ondanks de richtlijnen voor het Politiekeurmerk Veilig Wonen, waaraan voldaan moet worden, zal bij het plaatsen van de lichtbronnen in het project zoveel mogelijk rekening gehouden worden met de plaats en het vermogen van de bronnen.

### 10.4. Niet gekozen maatregelen

De hieronder aangegeven, rood gekleurde, maatregelen zijn om bepaalde redenen niet gekozen.

#### Project realiseren op locatie met verontreinigde bodem, i.p.v. schone bodem.

Grondonderzoek zou het moeten uitwijzen, maar waarschijnlijk is de bodem schoon.

#### Faseovergangsmateriaal (PCM). (+/-)

Omdat de temperatuur in het gebouw door de hoge kwaliteit van de thermische schil (de thermische traagheid) en het beperkte ruimteverwarmingssysteem al op een constant niveau wordt gehouden wordt er niet voor gekozen extra faseovergangsmateriaal (in wanden, vloeren of plafonds) toe te passen.

#### Voorkomen van lekkages van koudemiddelen.

Doordat er geen koelinstallaties aanwezig zijn hoeft niet gevreesd te worden voor lekkage van koudemiddelen aanwezig in dergelijke installaties.

#### Zo laagwaardig mogelijk materiaal als bodemafsluiter.

De begane grondvloer van het gebouw wordt uitgevoerd in een luchtdichte ribcassettevloer. Bij deze prefab geïsoleerde begane grondvloer moet veel aandacht worden besteed aan de luchtdichte aansluitingen met de fundering en het metselwerk.

#### Bergingen van hout of metselwerk.

Bergingen zullen hoogstwaarschijnlijk in het gebouw worden gesitueerd.

#### Halfverharding gebruiken (grind, zand, gebroken puin).

Opdrachtgever woningstichting SallandWonen kiest niet voor halfverharde parkeerplaatsen, maar volledige klinkerverharding. Wellicht worden de paden op het binnenterrein halfverhard uitgevoerd. Verharding op het terrein wordt uitgevoerd in beton. Betonnen bestrating is milieuvriendelijker dan baksteen natuursteen. Voor het begrip duurzame bestrating tellen echter ook aspecten als arbovriendelijke verwerking, geluidsreductie en waterbeheer mee. Beton scoort op al deze punten. Dit maakt beton tot het meest duurzame en meest veelzijdige bestratingmateriaal.

#### Naaldbomen (groenblijvend) aan noordzijde, loofbomen (bladverliezend) aan zuidzijde.

#### Composteringsvat waarin organisch afval voor compostering kan worden opgeslagen.

In verband met de aanwezigheid van de galerijen zal een composteringsvat geen handige oplossing zijn.

#### Hemelwater afkoppelen van rioleringsstelsel. (+)

In Wijhe is (nog) geen gescheiden rioleringsstelsel aanwezig. De nieuwbouw wordt wel voorbereid op een gescheiden rioolsysteem.

**Houten funderingspalen. (-)**

Heien is in een bebouwde omgeving vaak geen optie. In het project kunnen zodoende geen houten funderingspalen worden toegepast maar zullen betonnen boorpalen als fundering dienen.

Spouwplaten, glaswoldekens, glaswolplaten, vlas, hennep, cellulose, houtvezelplaten, kurk, schapenwol, maïs, kokos, stro, riet, cellulair glas, polystyreen, PUR. (+/-)

**Indien bereikbaarheid van leidingen gewenst is een flexibel vloersysteem toepassen.**

De kruipruimte wordt volledig opgevuld volgens de passiefhuis-standaard. Hierdoor zullen leidingen onder de begane grondvloer niet bereikbaar zijn. Op de verdiepingen worden vrijwel alle leidingen in de breedplaatvloer gestort.

**VBI ECO PREFAB. (+)**

Dit innovatieve product van VBI dient gekoppeld te worden aan een warmtepomp. De tapwaterverwarming en ruimteverwarming gebeurt in het project met zonneboilers.

**Kruipluik geïsoleerd en goed afgedicht.**

Een kruipruimteloos gebouw heeft geen kruipluik.

**Ramen uitvoeren in hardglas. (-)**

In hoeverre passiefhuis-kozijnen beschikbaar zijn is op dit moment nog onduidelijk, laat staan dat duidelijk is in hoeverre ze in een hardglas uitvoering verkrijgbaar zijn.

**Leemstuc op wand (Tadelakt voor natte ruimten, Tierrafino base als ondergrond voor stucwerk) (-)**

Leem draagt bij aan een goede vochtregulatie van het binnenmilieu. Bovendien kan al het afval dat vrijkomt opnieuw worden gebruikt en kan leem onbeperkt worden gerecycled. Er zijn enkele bedrijven die zich gespecialiseerd hebben in de levering en verwerking van leem. Slechte ervaringen (vooral in de uitvoering) in het verleden (Zonnehuis) zorgen ervoor dat in het project geen leemstuc wordt toegepast.

**Systeem voor gebruik van hemelwater.****Opvang grijswater (bezinkput).**

Doordat een systeem voor het opvangen van grijswater hoge kosten met zich meebrengt, is hier in het project niet voor gekozen.

**Waterverbruik monitoren: watermeter met gepulst uitgangssignaal.****Isolatie om cv- en distributieleidingen.**

Vaak worden in onverwarmde ruimten de CV-leidingen geïsoleerd. Omdat het passiefhuis een constant behaaglijke binnentemperatuur garandeert worden er geen aanvullende voorzieningen voor CV-leidingisolatie getroffen.

**Systeem voor gebruik van hemelwater.****Lekdetectiesysteem. (-)**

**Hotfill wasmachine. (+)**

Een wasmachine of vaatwasser met ingebouwde hotfill functie kan in het project aan gebruikers niet worden verplicht. Wel wordt er een warmwateraansluiting gecreëerd met een hotfill besturingskastje. 'Normale' wasmachines kunnen zonder problemen hierop aangesloten worden.

**Ketel met zeer hoog rendement gebruiken: HR-E ketel. (+)**

Een zonneboilercombi vervangt de CV-ketel.

**Luchtwarmtepomp (Green Package) / lucht-water warmtepomp / waterwarmtepomp. (+/-)****Kombi Kompact HR 36/30. (+)****Wandverwarming. (+)****Decentraal verwarmings- en ventilatiesysteem met warmteterugwinning. (+)****Mechanische afzuiging met gelijkstroommotor. (+)****Beheer op afstand bij blokverwarming.****Wandcontactdozen met aan/uit-schakelaar en rode LED. (+)****Natuurlijk daglicht (Solatube). (+)****Energie Ball V100. (+)****Radiatorfolie en badfolie. (+)**

Geen radiator of bad aanwezig in appartement.

**Irrigatiesystemen om het gebruik van drinkwater voor planten te verminderen.**

Naast het hemelwater wordt geen extra watervoorziening toegevoegd om planten te besproeien.

## 11. Vooruitblik op het hoofdonderzoek

Een uitgebreide literatuurstudie heeft in dit vooronderzoek geresulteerd in een kennisverbreding en een concrete afbakening van het onderzoeksgebied. Hiermee is de ontwerpogave vastgesteld. Op een gedegen wijze zijn de uitgangspunten voor het hoofdonderzoek, het fundament voor de verdere uitwerking, bepaald. Er kan gestart worden met het voorlopig ontwerp. Ondanks dat voor bepaalde maatregelen de prijsconsequenties reeds zijn aangegeven zal in het hoofdonderzoek een nauwkeurige calculatie worden gemaakt. Hierdoor zal duidelijk worden dat de genomen maatregelen een meerinvestering vragen. Ook zal de expertise van andere externe partijen worden gebruikt om het ontwerp te ondersteunen. De architect zal de nodige input blijven leveren op stedenbouwkundig gebied en m.b.t. de esthetica en materiaalkeuzes in het ontwerp. Het sloopadviesbureau zal bekijken in hoeverre het passiefslopen van de bestaande bebouwing en de afvalscheiding bij de ontwikkeling van de nieuwbouw mogelijk is. Een installatietechnisch adviseur wordt ingeschakeld om ervoor te zorgen dat de verwarmings- en ventilatiesystemen goed worden geïntegreerd in het ontwerp.

Nadat het proces van het tekenen van de plattegronden en gevelaanzichten, het detailleren en het maken van de exploitatiebegroting is afgerond zal het hoofdonderzoek worden afgesloten met een toetsing van beide doelstellingen.

## Literatuurlijst

### 1. BOEKEN

#### 1.1. "cradle to cradle – afval = voedsel"

Auteur(s): Anne-Marie Rakhorst (origineel: Michael Braungart & William McDonough)  
Volledige titel: "cradle to cradle – afval = voedsel" (origineel: "cradle to cradle: Remaking the Way We Make Things")  
Uitgever: Search Knowledge B.V.  
Jaar van uitgave: 2007  
Plaats: Heeswijk  
Waar te vinden: Privé

#### 1.2. "Passiehuizen in Nederland"

Auteur(s): Chiel Boonstra, Ragna Clocquet, Loes Joosten  
Volledige titel: "Passiehuizen in Nederland"  
Uitgever: Æneas, uitgeverij van vakinformatie bv  
Jaar van uitgave: 2006  
Plaats: Boxtel  
Waar te vinden: Privé

#### 1.3. "Passiehuizen in Europa"

Auteur(s): Isolda Strom, Loes Joosten, Chiel Boonstra  
Volledige titel: "Passiehuizen in Europa"  
Uitgever: Promotie van Europese Passiehuizen  
Jaar van uitgave: 2006  
Plaats: -  
Waar te vinden: Internet

#### 1.4. "Toolkit duurzame woningbouw"

Auteur(s): P. Hameetman  
Volledige titel: "Toolkit duurzame woningbouw"  
Uitgever: Æneas, uitgeverij van vakinformatie bv  
Jaar van uitgave: 2005  
Plaats: Boxtel  
Waar te vinden: Internet

#### 1.5. "Nationaal pakket Woningbouw"

Auteur(s): P.F.C. Jansen  
Volledige titel: "Duurzaam bouwen: nationaal pakket Woningbouw"  
Uitgever: Stichting BouwResearch  
Jaar van uitgave: 2004  
Plaats: Rotterdam  
Waar te vinden: Privé

#### 1.6. "Monitor Duurzaam Nederland"

Auteur(s): Gosse van der Veen, Coen Teulings, Maarten Hajer, Paul Schnabel  
Volledige titel: "Monitor Duurzaam Nederland 2009"  
Uitgever: Centraal Bureau voor de Statistiek  
Jaar van uitgave: 2009  
Plaats: Den Haag  
Waar te vinden: Privé

**1.7. "Praktijkhandboek duurzaam bouwen"**

Auteur(s): D.W. Dicke, E.M. Haas  
Volledige titel: "Praktijkhandboek duurzaam bouwen: toepassingen met aandacht voor mens en milieu"  
Uitgever: WEKA Uitgeverij B.V. (Nathalie Lusink)  
Jaar van uitgave: 2008  
Plaats: Amsterdam  
Waar te vinden: Privé

**1.8. "Basisdoc: XS 2 duurzaam bouwen"**

Auteur(s): Frank Stofberg, Kees Duijvestein  
Volledige titel: "Basisdoc: XS 2 duurzaam bouwen"  
Uitgever: SenterNovem  
Jaar van uitgave: 2008  
Plaats: Utrecht  
Waar te vinden: Internet

**2. ARTIKELN****2.1. "Het passiefhuis als energieneutraal concept"**

Auteur(s): Dick Reijman  
Titel artikel: "Het passiefhuis als energieneutraal concept"  
Titel tijdschrift: -  
Jaar van uitgave: 2008  
Jaargang: juli/augustus  
Aflevering nummer: -  
Begin en eindpagina: 486 - 491  
Waar te vinden: Privé

**2.2. "Passiefhuizen: minder energie, meer comfort"**

Auteur(s): B. de Boer, H. Kaan, I. Opstelten, M. Elswijk, C. Boonstra, L. Joosten  
Titel artikel: "Passiefhuizen: minder energie, meer comfort"  
Titel tijdschrift: -  
Jaar van uitgave: 2005  
Jaargang: september  
Aflevering nummer: -  
Begin en eindpagina: 644 - 649  
Waar te vinden: Privé

**2.3. "Stimuleringsregeling kwaliteitsgericht bouwen en gezond wonen 2008"**

Auteur(s): Gemeente Olst-Wijhe  
Titel artikel: "Stimuleringsregeling kwaliteitsgericht bouwen en gezond wonen 2008"  
Titel tijdschrift: -  
Jaar van uitgave: 2008  
Jaargang: -  
Aflevering nummer: -  
Begin en eindpagina: 2 - 23  
Waar te vinden: Privé

**2.4. "Uitvoeringsbesluit subsidies Overijssel 2007"**

Auteur(s): Provincie Overijssel  
Titel artikel: "Uitvoeringsbesluit subsidies Overijssel 2007"  
Titel tijdschrift: -  
Jaar van uitgave: 2007  
Jaargang: -  
Aflevering nummer: -  
Begin en eindpagina: -  
Waar te vinden: Privé

**2.5. "Trias Energetica in optima forma"**

Auteur(s): H.M. Nieman  
Titel artikel: "Trias Energetica in optima forma"  
Titel tijdschrift: Bouwregels  
Jaar van uitgave: 2006  
Jaargang: -  
Aflevering nummer: 3  
Begin en eindpagina: 21 - 21  
Waar te vinden: Internet

**2.6. "Passiefhuis: woning van de toekomst? (I)"**

Auteur(s): H.M. Nieman  
Titel artikel: "Passiefhuis: woning van de toekomst?"  
Titel tijdschrift: Bouwregels  
Jaar van uitgave: 2007  
Jaargang: -  
Aflevering nummer: 3  
Begin en eindpagina: 18 - 20  
Waar te vinden: Internet

**2.7. "Passiefhuis: woning van de toekomst? (II)"**

Auteur(s): H.M. Nieman  
Titel artikel: "Passiefhuis: woning van de toekomst?"  
Titel tijdschrift: Bouwregels  
Jaar van uitgave: 2007  
Jaargang: -  
Aflevering nummer: 4  
Begin en eindpagina: 12 - 14  
Waar te vinden: Internet

**2.8. "Passiefhuis verdient meer aandacht"**

Auteur(s): Geert Hilferink  
Titel artikel: "Passiefhuis verdient meer aandacht"  
Titel tijdschrift: ZON PROJECT MAGAZINE  
Jaar van uitgave: 2007  
Jaargang: -  
Aflevering nummer: 3  
Begin en eindpagina: 42 - 44  
Waar te vinden: Internet

## 2.9. “Nederland maakt zich klaar voor passief bouwen”

Auteur(s): Chiel Boonstra, Ragna Clocquet, Loes Joosten  
Titel artikel: “Nederland maakt zich klaar voor passief bouwen”  
Titel tijdschrift: Stedenbouw & Architectuur  
Jaar van uitgave: 2007  
Jaargang: -  
Aflevering nummer: -  
Begin en eindpagina: 36 - 37  
Waar te vinden: Internet

## 3. SITES

[www.aeneas.nl](http://www.aeneas.nl)  
[www.architectenweb.nl](http://www.architectenweb.nl)  
[www.bouwwereld.nl](http://www.bouwwereld.nl)  
[www.dgbc.nl](http://www.dgbc.nl)  
[www.dgmr.nl](http://www.dgmr.nl)  
[www.duurzaamgebouwd.nl](http://www.duurzaamgebouwd.nl)  
[www.energielabel.nl](http://www.energielabel.nl)  
[www.fscnl.org](http://www.fscnl.org)  
[www.gido.nl](http://www.gido.nl)  
[www.google.nl](http://www.google.nl)  
[www.greencalc.com](http://www.greencalc.com)  
[www.homeenergy.nl](http://www.homeenergy.nl)  
[www.mbdic.nl](http://www.mbdic.nl)  
[www.milieucentraal.nl](http://www.milieucentraal.nl)  
[www.nieman.nl](http://www.nieman.nl)  
[www.nibe.org](http://www.nibe.org)  
[www.nulwoning.nl](http://www.nulwoning.nl)  
[www.nuon.nl](http://www.nuon.nl)  
[www.passiefbouwen.nl](http://www.passiefbouwen.nl)  
[www.passiefhuisplatform.be](http://www.passiefhuisplatform.be)  
[www.passiefhuis.nl](http://www.passiefhuis.nl)  
[www.passiefkozijn.nl](http://www.passiefkozijn.nl)  
[www.passiv.de](http://www.passiv.de)  
[www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)  
[www.sbr.nl](http://www.sbr.nl)  
[www.sinternovem.nl](http://www.sinternovem.nl)  
[www.stichtingerea.nl](http://www.stichtingerea.nl)  
[www.toolkitonline.nl](http://www.toolkitonline.nl)  
[www.tudelft.nl](http://www.tudelft.nl)  
[www.utwente.nl](http://www.utwente.nl)  
[www.vibe.be](http://www.vibe.be)  
[www.vrom.nl](http://www.vrom.nl)  
[www.wikipedia.nl](http://www.wikipedia.nl)  
[www.wiki.dgbc.nl](http://www.wiki.dgbc.nl)  
[www.zonnehus.nl](http://www.zonnehus.nl)

## Bijlage 1 Voorbeelden passiefhuizen in Nederland



**Locatie:** Dalem  
**Opdrachtgever:** Particulieren  
**Realisatie:** 2000  
**Constructie:** Lichtbeton prefab  
**Bouwkosten:** €160.000,-  
**Omschrijving:**  
 Het eerste passiefhuis in Nederland.  
 Gebalanceerde ventilatie met WTW en bypass.  
 ZonneGasCombi en zonnecollectoren.  
 Ramen en deuren met drievoudige beglazing.



**Locatie:** Duiven  
**Opdrachtgever:** Particulieren  
**Realisatie:** 2004  
**Constructie:** Hybridebouw  
**Bouwkosten:** €315.000,-  
**Omschrijving:**  
 Geïnspireerd door het eerste passiefhuis.  
 Gebalanceerde ventilatie met WTW.  
 Warmtepomp en zonthermische collectoren.  
 PV-cellen.



**Locatie:** Steigereiland IJburg  
**Opdrachtgever:** Particulieren  
**Realisatie:** 2008  
**Constructie:** Massiefhoutbouw  
**Bouwkosten:** €500.000,-  
**Omschrijving:**  
 Volgens de normen van cradle to cradle gebouwd.  
 Vacuümcollectoren, grote zonneboiler en groot opslagvat.  
 Gebalanceerde ventilatie met WTW.  
 PV-cellen en windmolens.



**Locatie:** Roosendaal  
**Opdrachtgever:** Aramis Allee Wonen  
**Realisatie:** 2008  
**Constructie:** houtskeletbouw  
**Bouwkosten:** €278.000,-  
**Omschrijving:**  
 Gebalanceerde ventilatie met WTW en bypass.  
 HR107 Cv-ketel en een 130 liter boiler.  
 Afhankelijk van type: zonnecollectoren en PV-cellen.  
 Ramen en deuren met drievoudige beglazing.



**Locatie:** Sliedrecht  
**Opdrachtgever:** Archidome Holland  
**Realisatie:** 2004  
**Constructie:** Lichtbeton prefab  
**Bouwkosten:** €158.000,-  
**Omschrijving:**  
 Gebalanceerde ventilatie met WTW en bypass.  
 ZonneGasCombi en zonlichtcollectoren.  
 PV-cellen.  
 Houten kozijnen voor ramen en deuren met  
 drieboudige beglazing en geïsoleerde deuren.



**Locatie:** Roosendaal  
**Opdrachtgever:** Aramis Allee Wonen  
**Realisatie:** 2004  
**Constructie:** Baksteen geïsoleerd met  
 XPS en afgewerkt met stuc laag  
**Bouwkosten:** €177.720,-  
**Omschrijving:**  
 Renovatie van 2 woningen.  
 Gebalanceerde ventilatie met WTW en bypass.  
 Bestaande Cv-ketel behouden.  
 ZonLichtBoiler (110 liter) met zonnecollectoren.  
 Ramen en deuren met drieboudige beglazing.



**Locatie:** Sliedrecht  
**Opdrachtgever:** Archidome Holland  
**Realisatie:** 2004  
**Constructie:** Lichtbeton prefab  
**Bouwkosten:** €144.000,-  
**Omschrijving:**  
 Gebalanceerde ventilatie met WTW en bypass.  
 ZonneGasCombi en zonlichtcollectoren.  
 Houten kozijnen voor ramen en deuren met  
 drieboudige beglazing en geïsoleerde deuren.



**Locatie:** Veere  
**Opdrachtgever:** Particulieren  
**Realisatie:** 2005 - 2006  
**Constructie:** Mengvorm  
**Bouwkosten:** €320.000,-  
**Omschrijving:**  
 All-electric compacttoestel met warmtepomp.  
 Gebalanceerde ventilatie met WTW en bypass.  
 Horizontale bodemwarmtewisselaar in tuin.  
 Kleine "stuckholz" kachel voor sfeerverwarming.  
 Ramen en deuren met drieboudige beglazing.

## Bijlage 2 Maatregelenlijst stimuleringsregeling

|     | *    | Maatregel                                                                               | Bijdrage gemeente in euro | Opmerkingen                                                                             |
|-----|------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | S033 | Zonneboiler inclusief panelen                                                           | 1.500,-                   | minimale paneelgrootte 3 m <sup>2</sup>                                                 |
| 2.  | S032 | PV-cellen                                                                               | 1.000,-                   | minimaal 1 m <sup>2</sup>                                                               |
| 3.  | S480 | Warmtepomp ** (diverse typen)                                                           | 2.500,-                   |                                                                                         |
| 4.  | S037 | Toepassen van vloer- of wandverwarming                                                  | 1.000,-                   | minimale grootte 9 m <sup>2</sup> vloeroppervlak                                        |
| 5.  |      | Toepassen Climaradsysteem                                                               | 1.500,-                   |                                                                                         |
| 6.  |      | Toepassen Energieball                                                                   | 1.500,-                   |                                                                                         |
| 7.  |      | Realiseer een extra hoge RC waarde van dak, vloer, muren en glas dan in het Bouwbesluit | 250,-                     |                                                                                         |
| 8.  | S063 | FSC-hout of inlands hardhout toepassen                                                  | 250,-                     |                                                                                         |
| 9.  | S291 | Oplosmiddelarme verven                                                                  | 150,-                     |                                                                                         |
| 10. |      | Toepassen leemstuc                                                                      | 1000,-                    | minimaal 30 m <sup>2</sup> muuroppervlak                                                |
| 11. | S066 | Gipstoepassingen voor binnen                                                            | 200,-                     |                                                                                         |
| 12. | S019 | Dubbele kierdichting                                                                    | 100,-                     |                                                                                         |
| 13. | S472 | Gebalanceerd ventilatiesysteem                                                          | 250,-                     |                                                                                         |
| 14. | S476 | Vegetatiedak                                                                            | 25,- per m <sup>2</sup>   | de kosten van een vegetatiedak zijn gemiddeld 25 euro meer t.o.v. een traditioneel dak. |
| 15. | S393 | Mussen- en gierzwaluwpannen of kasten                                                   | max. 60,-                 | 15 euro per kast / pan                                                                  |
|     |      | <b>Maximale subsidie</b>                                                                | <b>5.000,-</b>            |                                                                                         |

\* De nummers verwijzen naar de maatregelen die zijn opgenomen in het Nationaal Pakket Duurzaam Bouwen (als bijlage 3 toegevoegd)

\*\* Er zijn verschillende methoden en technieken. Wilt u een warmtepomp die gebruik maakt van warmte en koude opslag in de bodem, dan moet u hiervoor contact opnemen met de provincie. In Salland is het niet toegestaan zonder melding bij de provincie een put te slaan!

## Bijlage 3 Nationaal pakket Woningbouw (deel nieuwbouw)

| Spec. nr | Omschrijving                                                                                           | Vast | Variabel | Milieuthema's |              |            |                  |       |        |                                          | nieuwbouw<br>beheer |              |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|---------------|--------------|------------|------------------|-------|--------|------------------------------------------|---------------------|--------------|
|          |                                                                                                        |      |          | energie       | binnenmilieu | materialen | omgevings-milieu | water | dieren | bodem en water<br>natuur en<br>landschap |                     | leefomgeving |
| S002     | Realiseer een energieprestatie die beter is dan de eis in het Bouwbesluit                              | v    |          | X             |              |            |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S003     | Realiseer een extra gunstige energieprestatie                                                          | v    |          | X             |              |            |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S006     | Benut een berging of garage als onverwarmde thermische bufferruimte                                    | v    |          | X             |              |            |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S007     | Pas geen open trap in de woonkamer toe                                                                 | v    |          | X             | X            |            |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S008     | Bied de mogelijkheid voor een gesloten keuken aan                                                      | v    |          | X             | X            |            |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S009     | Neem een tochtportaal op                                                                               | v    |          | X             | X            |            |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S011     | Zet galerij, loggia of balkon dicht met (enkel) glas                                                   | v    |          | X             | X            | X          |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S012     | Maak warmteweerstand begane grondvloer $R_c \geq 3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$                       | V    |          | X             | X            |            |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S013     | Maak warmteweerstand gesloten geveldelen $R_c \geq 3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$                     | V    |          | X             |              |            |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S016     | Gebruik HR <sup>++</sup> -glas met $U \leq 1,2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ in alle verwarmde ruimten | V    |          | X             | X            |            |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S019     | Pas verbeterde kierdichting toe bij bewegende delen in kozijnen                                        | v    |          | X             | X            |            |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S020     | Breng een brievenbus met verbeterde tochtwerendheid aan                                                | V    | v        | X             | X            |            |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S022     | Isoleer kruipruimte en zorg voor een goede afdichting                                                  | V    |          | X             | X            |            |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S024     | Pas individuele registratie van het energiegebruik toe                                                 | V    |          | X             |              |            |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S026     | Pas beheer op afstand toe (telebeheer) bij blokverwarming                                              | v    |          | X             |              |            |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S027     | Benut passieve zonne-energie                                                                           | v    |          | X             | X            |            |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S029     | Zorg voor een ruimte in of bij de woning waar was gedroogd kan worden                                  | v    |          | X             |              |            |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S031     | Plaats een verhoogd aandeel van het glasoppervlak dichtbij het plafond                                 | v    |          | X             |              |            |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S032     | Maak het ontwerp geschikt voor het gebruik van actieve zonne-energie                                   | V    |          | X             |              | X          |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S033     | Plaats een zonneboilerinstallatie                                                                      | v    |          | X             |              |            |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S034     | Breng standaard geen rookgasafvoervoorziening aan ten behoeve van een open haard                       | V    |          | X             | X            |            |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S036     | Voorzie in een warmwateraansluiting voor een vaatwasmachine                                            | v    |          | X             |              |            |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S037     | Pas een lage-temperatuurverwarmingssysteem toe                                                         | v    |          | X             | X            |            |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S039     | Gebruik een cv/warmwatertoestel met lage NO <sub>x</sub> -emissie                                      | V    |          | X             |              |            |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S040     | Gebruik een ketel met een zeer hoog rendement                                                          | V    |          | X             |              |            |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S041     | Zorg voor aansluiting op een warmtedistributienet                                                      | v    |          | X             |              |            |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S042     | Isoleer cv- en distributieleidingen                                                                    | V    |          | X             |              |            |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S043     | Pas een gesloten warmwatertoestel toe                                                                  | V    |          | X             | X            |            |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S044     | Maak warmteweerstand hellend dak $R_c \geq 3,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$                           | V    |          | X             |              |            |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S045     | Maak warmteweerstand plat dak $R_c \geq 3,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$                              | V    |          | X             |              |            |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S046     | Pas energiezuinige ventilatoren toe                                                                    | v    |          | X             |              |            |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S048     | Pas energiezuinige verlichting toe                                                                     | v    |          | X             |              |            |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S050     | Optimaliseer het ontwerp op leidinglengtes                                                             | V    |          | X             |              | X          |                  | X     |        |                                          |                     | X            |
| S051     | Pas geprefabriceerde producten toe                                                                     | v    |          |               |              | X          |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S053     | Voer ramen uit in hardglas                                                                             | v    |          |               |              | X          |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S054     | Beperk de hoeveelheid en onderhoudsfrequentie van het schilderwerk                                     | v    |          |               |              | X          | X                |       |        |                                          |                     | X            |
| S056     | Maak verbindingen bereikbaar en demontabel                                                             | v    |          |               |              | X          |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S060     | Stem dakvorm af op ruimtebehoefte en woningindeling                                                    | v    |          |               |              | X          |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S061     | Bescherm opgaand werk door gevelontwerp                                                                | v    |          |               |              | X          | X                |       |        |                                          |                     | X            |
| S062     | Stem dakvorm en maatvoering van hellende daken af op het gebruik van standaard hulpstukken             | v    |          |               |              | X          |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S063     | Pas, indien verkrijgbaar, duurzaam geproduceerd hout toe                                               | v    |          |               |              | X          |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S064     | Stem de duurzaamheidsklasse van hout af op de toepassing                                               | V    |          |               |              | X          |                  |       |        |                                          |                     | X            |
| S065     | Gebruik geen producten die (H)CFK's bevatten                                                           | V    |          |               |              | X          |                  |       |        |                                          |                     | X            |

|      |                                                                                                                                                                                         |   |   |   |   |   |   |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| S066 | Gebruik voor gipstoepassingen binnen: rogips of natuurgips                                                                                                                              | V |   | X | X |   | X |
| S067 | Gebruik afwerkmaterialen met een lage emissie naar het binnenmilieu                                                                                                                     | V |   | X | X |   | X |
| S069 | Verduurzaam stalen bouwproducten uitsluitend wanneer dit aantoonbaar noodzakelijk is                                                                                                    | V |   |   | X |   | X |
| S071 | Pas alleen PVC toe waarvan de kringloop gesloten wordt                                                                                                                                  | V |   |   | X |   | X |
| S072 | Hergebruik bouwcomponenten                                                                                                                                                              | v |   |   | X |   | X |
| S073 | Gebruik voor beton waar dit technisch mogelijk is, klinkerarme cementsoorten                                                                                                            | V |   |   | X |   | X |
| S074 | Indien gebruik wordt gemaakt van beton, gebruik dan waar mogelijk betongranulaat als grindervanger.                                                                                     | V |   |   | X | X | X |
| S076 | Gebruik ontkistingsmiddelen op plantaardige basis of biologisch afbreekbare middelen op minerale basis; gebruik deze producten zuinig                                                   | v |   |   | X |   | X |
| S077 | Gebruik voor metselwerk een schelpkalk(basterd)mortel of een cementmortel met een gering portlandklinkergehalte                                                                         | v | X |   | X |   | X |
| S081 | Pas voor totale houtverduurzaming milieubewuste methoden toe                                                                                                                            | V |   |   | X |   | X |
| S086 | Gebruik zo laagwaardig mogelijk materiaal als bodemafsluiting                                                                                                                           | v |   |   | X |   | X |
| S098 | Gebruik waar mogelijk halfverharding                                                                                                                                                    | v |   |   | X | X | X |
| S112 | Gebruik waar mogelijk houten funderingspalen                                                                                                                                            | v |   |   | X |   | X |
| S116 | Pas een prefab begane grondvloer toe                                                                                                                                                    | v |   |   | X |   | X |
| S117 | Pas als niet-woningscheidende verdiepingsvloer betonnen prefab systeenvloeren met een laag eigen gewicht of houten vloeren toe                                                          | v |   |   | X |   | X |
| S117 | Indien het casco bouwsysteem dit toelaat: pas als niet-woningscheidende verdiepingsvloer betonnen prefab systeenvloeren met een laag eigen gewicht en conform 074 of houten vloeren toe | v |   |   | X |   | X |
| S118 | Pas, indien bereikbaarheid van leidingen gewenst is, een flexibel vloersysteem toe                                                                                                      | v |   |   | X |   | X |
| S132 | Gebruik voor buitenafwerking gevel: metselwerk of hout (conform S063/S064/S072)                                                                                                         | v |   |   | X |   | X |
| S146 | Stem de uitvoering van niet-dragende wanden af op eisen ten aanzien van veranderbaarheid en toekomstig hergebruik                                                                       | v |   |   | X |   | X |
| S154 | Indien prefab dooselementen worden toegepast: gebruik vernieuwbare grondstof of reststof als isolatiemateriaal                                                                          | v |   |   | X |   | X |
| S170 | Pas montagekozijnen toe                                                                                                                                                                 | v |   |   | X |   | X |
| S171 | Houd bij de materiaalkeuze voor kozijnen in buitengevels rekening met de toepassingscondities                                                                                           | V |   |   | X |   | X |
| S177 | Gebruik raamdorpels bestaande uit keramische elementen, staalplaat, natuursteen, gegoten composietsteen of prefab beton (conform S074)                                                  |   |   |   | X |   | X |
| S193 | Gebruik als binnendeur hardboard met honingraatvulling van karton, massief spaanplaat (conform S067), multiplex of hout (conform S063/S064)                                             | v |   |   | X |   | X |
| S195 | Laat onderdorpels bij binnendeuren weg of vervaardig deze van hout (conform S063/S064)                                                                                                  | v |   |   | X |   | X |
| S208 | Maak puibekleding van vernieuwbare grondstof of recyclebaar materiaal                                                                                                                   | V |   |   | X |   | X |
| S225 | Indien stalen trappen en balustraden worden voorzien van een gekleurde afwerklaag: gebruik een poedercoating                                                                            | v |   |   | X |   | X |
| S237 | Gebruik voor kiezelbakken, uitlopen e.d. producten met een beperkte emissie naar regenwater                                                                                             | v |   |   | X |   | X |
| S239 | Gebruik dorpels van natuursteen, keramische tegels of gegoten composietsteen bij natte ruimten                                                                                          | v |   |   | X |   | X |
| S248 | Gebruik als naaddichting: PE-rolband of EPDM-rubber; gebruik als kierdichting bij raam- en deuraansluitingen: EPDM- of EPT-rubber; achter timmerlatten: PE-band                         | v | X |   | X |   | X |
| S252 | Gebruik als elastische kit: siliconenkit of polysulfidekit; gebruik als elastisch-plastische kit: watergedragen acrylaatkit                                                             | v |   |   | X |   | X |
| S257 | Gebruik voor pleisterwerk binnen: gips (conform S066) of kalk                                                                                                                           | v |   |   | X |   | X |
| S261 | Gebruik voor tegelwerk op vloeren oplosmiddelvrije vloertegelbevestiging                                                                                                                | v |   |   | X |   | X |
| S265 | Gebruik voor tegelwerk op wanden oplosmiddelvrije wandtegelbevestiging                                                                                                                  | v |   |   | X |   | X |

|      |                                                                                                                                                                                                |   |   |   |   |   |   |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| S267 | Indien een dekvloer wordt toegepast, vervaardig deze dan van gips (anhydrietvloer)                                                                                                             | v |   | X |   |   | X |
| S269 | Werk badkamer- en toiletvloer met tegels af                                                                                                                                                    | v |   | X |   |   | X |
| S278 | Gebruik als beplating voor wand- /plafondsysteem: gipsvezelplaat of gipskartonplaat                                                                                                            | v |   | X |   |   | X |
| S291 | Gebruik voor schilderwerk hout buiten: oplosmiddelarm verfsysteem                                                                                                                              | v |   | X |   | X | X |
| S296 | Gebruik voor voorbehandeling op steenachtige ondergrond: watergedragen voorstrijk- of impregneermiddel                                                                                         | v |   | X | X |   | X |
| S300 | Indien muurverf noodzakelijk is, gebruik minerale verf of oplosmiddelvrije dispersieverven                                                                                                     | v |   | X | X |   | X |
| S315 | Bied de toekomstige bewoner de keuzemogelijkheid voor indeling, uitrusting en afwerking van de woning                                                                                          | v |   | X |   |   | X |
| S318 | Pas een onbeklede, buiten de gevel hangende dakgoot toe                                                                                                                                        | v |   | X |   |   | X |
| S353 | Stem maatvoering af op handelsmaten                                                                                                                                                            | v |   | X |   |   | X |
| S354 | Beperk het gebruik van eenmalig verpakkingsmateriaal                                                                                                                                           | v |   | X |   |   | X |
| S366 | Pas bij platte daken een optimale bevestigingsmethode van het dakbedekkingssysteem toe                                                                                                         | v |   | X |   |   | X |
| S369 | Streef naar 'schuim- en kitarme' detaillering                                                                                                                                                  | v |   | X |   |   | X |
| S371 | Scheid bouwplaatsafval in zoveel mogelijk relevante fracties                                                                                                                                   | v |   | X |   |   | X |
| S378 | Breng individuele watermeters aan bij meerdere gebruikers in één gebouw                                                                                                                        | V | X |   |   | X | X |
| S383 | Pas waterbesparende maatregelen toe                                                                                                                                                            |   | X |   |   | X | X |
| S384 | Realiseer korte wachttijden voor warm tapwater                                                                                                                                                 | v | X |   |   | X | X |
| S385 | Gebruik een closet met een watergebruik van maximaal 4 liter per spoeling                                                                                                                      | v |   |   |   | X | X |
| S386 | Tref verdergaande waterbesparende voorzieningen                                                                                                                                                | v | X |   |   | X | X |
| S389 | Baseer het bouwplan op een gesloten grondbalans                                                                                                                                                | v | X |   | X | X | X |
| S392 | Handhaaf en benut natuurlijke, landschappelijke en cultuurhistorische elementen en structuren                                                                                                  | v |   |   |   | X | X |
| S393 | Voorzie in een nestelgelegenheid voor vleermuizen en/of vogels                                                                                                                                 | v |   |   |   | X | X |
| S395 | Maak tuinafscherming/privacyschermen door middel van beplanting, gevlochten scherm of hout, duurzaamheidsklasse 3/4; gebruik perkoenpaaltjes van niet-verduurzaamd hout, duurzaamheidsklasse 4 | v |   |   | X |   | X |
| S396 | Pas natuurvriendelijke oevers toe                                                                                                                                                              | v |   | X | X | X | X |
| S401 | Neem een GFT-afvalvoorziening in de keuken op                                                                                                                                                  | v |   | X |   |   | X |
| S404 | Plaats een compostbak in de tuin                                                                                                                                                               | v |   | X | X |   | X |
| S407 | Pas een woningscheidende constructie met verbeterde geluidsisolatie toe                                                                                                                        | v | X |   |   |   | X |
| S408 | Plaats installaties en trappenhuis binnen 'geluidskern'                                                                                                                                        | v |   | X |   |   | X |
| S409 | Zorg voor een verbeterde geluidsisolatie tussen verblijfsruimten                                                                                                                               | v |   | X |   |   | X |
| S411 | Beperk het geluidsniveau van installaties                                                                                                                                                      | v |   | X |   |   | X |
| S413 | Bied de bewoner gebruiksflexibiliteit voor de toekomst                                                                                                                                         | v |   |   | X |   | X |
| S417 | Pas geïntegreerde buitenzonwering toe bij intensief gebruik van passieve zonne-energie                                                                                                         | v | X | X |   |   | X |
| S420 | Maak toilet en badruimte geschikt voor aanpassing voor mindervaliden                                                                                                                           | v |   | X |   |   | X |
| S428 | Voorzie in de basisvoorziening voor telefoon en CAI aansluiting                                                                                                                                | v |   | X |   | X | X |
| S429 | Voorzie in uitbreidingsmogelijkheden voor telefoon, data en elektra                                                                                                                            | v |   | X |   |   | X |
| S430 | Zorg voor integrale toegankelijkheid                                                                                                                                                           | v |   | X |   |   | X |
| S436 | Zorg voor sociale veiligheid                                                                                                                                                                   | v |   | X |   | X | X |
| S437 | Pas ramen en deuren toe met verhoogde inbraakwerendheid                                                                                                                                        | v |   | X |   |   | X |
| S443 | Lever een gebruikershandleiding mee                                                                                                                                                            | V | X | X | X | X | X |
| S444 | Gebruik als bedekking voor platte daken dakbedekkingssystemen met een lange levensduur                                                                                                         | v |   | X |   |   | X |
| S445 | Plaats een regenton                                                                                                                                                                            | v |   |   |   | X | X |
| S451 | Gebruik een thermostatische mengkraan voor de douche                                                                                                                                           | v | X |   |   | X | X |
| S463 | Maak de berging van hout (conform S063/S064/S072) of metselwerk                                                                                                                                | v |   | X |   |   | X |
| S471 | Gebruik indien mogelijk vernieuwbare grondstoffen                                                                                                                                              | v |   | X |   |   | X |
| S474 | Pas een energiezuinig ventilatiesysteem toe                                                                                                                                                    | v | X |   |   |   | X |
| S475 | Beperk temperatuuroverschrijdingen in de zomer                                                                                                                                                 | v |   | X |   |   | X |
| S476 | Indien een vegetatiedak wordt toegepast: kies voor een onderhoudsarm lichtgewicht vegetatiedak                                                                                                 | v |   | X | X | X | X |
| S477 | Installeer een systeem voor het gebruik van hemelwater                                                                                                                                         | v |   |   |   | X | X |
| S478 | Plaats een zonnecelinstallatie                                                                                                                                                                 | v | X |   |   |   | X |
| S479 | Plaats een zonnecelinstallatie met extra vermogen                                                                                                                                              | v | X |   |   |   | X |

|      |                                                                                              |   |   |   |   |   |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| S480 | Pas een warmtepomp toe                                                                       | v | X |   |   | X |
| S482 | Maak een serre aan de woning buiten de thermische schil                                      | v | X | X |   | X |
| S485 | Gebruik houten buitendeur (conform S063/S064/S072)                                           | v |   |   | X | X |
| S487 | Maak warmteweerstand begane grondvloer $R_c \geq 4 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$               | v | X | X |   | X |
| S488 | Maak warmteweerstand gesloten geveldelen $R_c \geq 4 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$             | v | X |   |   | X |
| S491 | Pas een klokthermostaat en radiatorthermostaatkranen toe                                     | v | X | X |   | X |
| S493 | Gebruik, indien gietbouw wordt toegepast, bouwstaalnetten op maat                            | V |   |   | X | X |
| S496 | Maak warmteweerstand dak $R_c \geq 4 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$                             | v | X |   |   | X |
| S497 | Plaats inregelvoorzieningen voor de verwarmingsinstallatie en zorg voor een goede inregeling | V | X | X |   | X |
| S501 | Gebruik bij voorkeur producten waarvan de kringloop gesloten wordt                           | v |   |   | X | X |
| S601 | Beperk permanente verliezen van warm tapwater                                                | v | X |   |   | X |
| S612 | Maak voor ventilatoren en pompen gebruik van een (elektronische) toerenregeling              | v | X |   |   | X |
| S637 | Realiseer scheiding van drager en inbouw                                                     | v |   |   | X | X |
| S672 | Bied de bewoner (toekomstige) uitbreidingsmogelijkheden van de woning                        | v |   |   | X | X |
| S734 | Koppel de hemelwaterafvoer af van het rioleringsstelsel                                      | v |   |   | X | X |

## Bijlage 4 Milieubewuste materiaalkeuze bij Nieuwbouw

| ONDERDEEL                       |                                  | VOORKEUR 1                                | VOORKEUR 2                                        | VOORKEUR 3                                | VERMIJDEN                                            |
|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 5 bouwplaatsverordeningen       | bouwafval                        | scheiden alle fracties                    | als voorkeur 3 + hout, plastic                    | schoon puin, KCA, metaal en rest          | ongescheiden storten                                 |
| 6 conserveringen                | houtverduurzaming                | voorkomen                                 | plaatselijk                                       | totaal                                    | -                                                    |
|                                 | plaatselijke verduurzaming (pil) | boorzuur                                  | -                                                 | -                                         | biofluoride, TBTO                                    |
|                                 | totale verduurzaming             | boorzuren / boorzouten                    | zinknaftenaat, benzalkonium-chloride, azaconazole | CCB- en ZKF-wolmanzouten                  | CCA-wolmanzout, improsol(eren), creosootolie         |
| 12 grondwerk                    | bodembedekking kruipruimte       | schelpen                                  | zand, geëxpandeerde kleikorrels                   | PE-folie                                  | schuimbeton, PVC-folie                               |
| 14 buitenriolering en drainage  | buitenriolering                  | greswaar                                  | PE, PPC, beton                                    | gerecycled PVC                            | PVC                                                  |
| 15 terreinverharding            | bestrating verhard               | gerecycelde betontegels                   | betontegels, grastegels                           | betonklinkers, keramische klinkers        | asfalt                                               |
|                                 | bestrating halfverhard           | houtsnipers                               | zand                                              | schelpen                                  | grind                                                |
| 17 terreininrichting            | tuinafscherming                  | begroeiing                                | hak- en snoeiafval                                | onverduurzaamd naaldhout                  | gerecyceld PVC, verduurzaamd hout, tropisch hardhout |
|                                 | privacy-scherm                   | begroeiing                                | duurzaam hout                                     | metselwerk                                | tropisch hardhout, verduurzaamd hout                 |
|                                 | buitenberging                    | duurzaam hout                             | geschilderd hout                                  | metselwerk, prefab beton                  | tropisch hardhout, verduurzaamd hout                 |
| 20 funderingspalen en damwanden | funderingspalen                  | hout met oplanger                         | beton (20% puingranulaat)                         | -                                         | beton zonder puingranulaat                           |
| 21-25 vloerconstructies         | begane grondvloer                | keramische elementen                      | holle betonelementen met puingranulaat            | holle betonelementen                      | massief beton, balken en PS-broodjesvloer            |
|                                 | isolatie begane grondvloer       | schelpen                                  | minerale wol                                      | (H)CFK-vrij geëxpandeerd PS               | PUR en PS met (H)CFK's                               |
|                                 | verdiepingsvloer                 | houten elementen                          | keramische elementen                              | betonelementen (met 20% puingranulaat)    | beton zonder puingranulaat                           |
|                                 | balkon-/galerijvloer             | houten elementen                          | demontabel staal, aluminium                       | prefab beton met 20% puingranulaat        | beton zonder puingranulaat                           |
| 21-25 wandconstructies          | woningscheidende wand            | houtskeletbouw (zie 44)                   | kalkzandsteen                                     | gasbeton, beton met puingranulaat         | beton zonder puingranulaat                           |
|                                 | binnenwand                       | frame met beplating                       | massief                                           | -                                         | -                                                    |
|                                 | massieve binnenwand              | leembouw                                  | (ro)gipsblokken, kalkzandsteen                    | natuurgips, gasbeton                      | beton                                                |
| 21-25 gevelconstructies         | buitenspouwblad                  | duurzaam hout, leembouw                   | metselwerk                                        | vezelcement, kunstharsplaat               | tropisch hardhout, verduurzaamd naaldhout            |
|                                 | binnenspouwblad                  | houten elementen met beplating, leembouw  | kalkzandsteen, rogipsblokken                      | gasbeton, baksteen, natuurgipsblokken     | beton                                                |
|                                 | isolatiegevel                    | kurk, cellulose                           | minerale wol, glasfoam                            | (H)CFK-vrij geëxpandeerd PS               | PUR en PS met (H)CFK's                               |
| 21-25 dakconstructies           | dakvorm                          | hellend                                   | gebogen                                           | plat                                      | -                                                    |
|                                 | constructie hellend dak          | vuren houten balken en dakbeschot         | doospaneel multiplex (NT)                         | dakbeschot van multiplex (NT)             | spaanplaat                                           |
|                                 | isolatie hellend dak             | cellulose, kurk                           | minerale wol                                      | (H)CFK-vrij geëxpandeerd PS               | PUR en PS met (H)CFK's                               |
|                                 | constructie plat dak             | vuren houten balken en dakbeschot         | stalen platen, gasbeton                           | beton met puingranulaat                   | beton zonder puingranulaat                           |
|                                 | isolatie plat dak                | kurk                                      | minerale wol                                      | (H)CFK-vrij geëxpandeerd PS               | PUR en PS met (H)CFK's                               |
|                                 | waterkerende aansluiting         | DPC-folie                                 | EPDM-folie                                        | zink                                      | loodslabbe, bitumen                                  |
| 30 kozijnen, ramen en deuren    | buitenkozijn, raam               | duurzaamhout, onverduurzaamd naaldhout    | naaldhout met boorzuurpillen                      | aluminium, verduurzaamd naaldhout         | tropisch hardhout, PVC                               |
|                                 | buitendeur                       | duurzaamhout, onverduurzaamd naaldhout    | naaldhout met boorzuurpillen, multiplex (NT)      | aluminium, verduurzaamd naaldhout         | tropisch hardhout, PVC                               |
|                                 | raamdorpel                       | keramisch, metselwerk, natuursteen        | (prefab) beton                                    | aluminium, vezelcement, kunstharsgebonden | kunststeen                                           |
|                                 | binnenkozijn                     | naaldhout                                 | -                                                 | staal, aluminium                          | tropisch hardhout                                    |
|                                 | binnendeur                       | karton met hardboard                      | Europees naaldhout                                | multiplex (NT)                            | spaanplaat, tropisch hardhout                        |
|                                 | onderdorpel binnendeur           | Europees loofhout                         | Europees naaldhout                                | staal met coating                         | tropisch hardhout                                    |
|                                 | vensterbank                      | keramische tegels, natuursteen, naaldhout | multiplex (NT)                                    | vezelcement, kunstharsgebonden            | tropisch hardhout, staal                             |

|                                 |                                      |                                             |                                                               |                                            |                                                    |
|---------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 31 systeembekledingen           | gevelbekleding                       | duurzaam hout                               | multiplex (NT)                                                | vezelcement, kunstharsgebonden             | tropisch hardhout, staal                           |
| 32 trappen en balustraden       | trap, binnen                         | Europees naaldhout                          | staal                                                         | beton met puingranulaat                    | tropisch hardhout                                  |
|                                 | trap, buiten                         | duurzaam hout                               | staal                                                         | beton met puingranulaat                    | tropisch hardhout                                  |
|                                 | balustrade, leuning binnen           | Europees hout                               | -                                                             | staal                                      | tropisch hardhout                                  |
|                                 | balustrade, leuning buiten           | duurzaam hout                               | -                                                             | staal, aluminium                           | tropisch hardhout                                  |
| 33 dakbedekkingen               | bedekking hellend dak                | houten leien, riet                          | dakpannen (beton en keramisch)                                | vezelcement leien, golfplaten              | bitumineuze leien, zink                            |
|                                 | bedekking plat dak                   | EPDM                                        | -                                                             | bitumen (APP/SBS), ECB                     | PVC, zink                                          |
|                                 | bevestigingswijze bedekking plat dak | losliggend met begroening                   | losliggend met grind/tegels                                   | mechanisch                                 | verlijmen/verkleven                                |
|                                 |                                      |                                             |                                                               |                                            |                                                    |
| 34 beglazing                    | beglazing                            | LE-glas met glasvulling                     | LE-glas met lucht                                             | dubbel glas                                | enkel glas                                         |
|                                 | zetten beglazing                     | droge beglazing                             | halfdroge beglazing                                           | natte beglazing                            | -                                                  |
| 35 natuur- en kunststeen        | dorpel badkamerdeur                  | natuursteen                                 | tegels                                                        | -                                          | kunststeen                                         |
| 36 voegvulling                  | naadafdichting                       | kokos, vilt, sisal                          | steenwolstrook, PE-band, EPDM-rubberprofiel                   | siliconen- of polysulfidekit op rugvulling | PUR-schuim, PUR-kit                                |
|                                 | kierafichting                        | EPDM- en EPT-rubber                         | -                                                             | PE-band                                    | PVC- en PUR-band                                   |
|                                 | elastische kit                       | siliconenkit                                | polysulfidekit                                                | -                                          | polyethaan-kit                                     |
|                                 | plastische kit                       | natuurkit                                   | watergedragen acrylaatkit                                     | butyleenkit                                | oplosmiddelenhoudende (acrylaat)kit                |
| 40 stukadoorwerk                | pleisterwerk                         | rogips                                      | kalkmortel                                                    | natuurgips                                 | fosfogips                                          |
|                                 | afwerking buitengevelisolatiesysteem | tegels                                      | minerale stucwerk                                             | kunststof stucwerk                         | -                                                  |
| 41 tegelwerk                    | vloertegel-bevestiging               | mortel                                      | natuurlijm                                                    | watergedragen lijm                         | oplosmiddelenhoudende lijm                         |
|                                 | wandtegel-bevestiging                | mortel                                      | natuurlijm                                                    | watergedragen lijm                         | oplosmiddelenhoudende lijm                         |
| 42 dekvloer- en vloersystemen   | dekvloer                             | rogipsanhydriet                             | natuuranhydriet                                               | zandcement                                 | fosfogips-, spaanplaat                             |
|                                 | badkamervloer en toilet              | granito                                     | tegels                                                        | polyester                                  | PVC                                                |
| 44 plafond- en wandssystemen    | frame wand / plafondsysteem          | inlands naaldhout                           | staal                                                         | aluminium                                  | -                                                  |
|                                 | beplating wand / plafondsysteem      | rogipsplaat                                 | natuurgips-, houtwolmagnesium-, houtwolcement(vlas)vezelplaat | multiplex (NT), minerale wolplaat          | fosfogips-, spaanplaat                             |
| 45 afbouw-timmerwerk            | af-timmerlat binnen                  | inlands naaldhout                           | multiplex (NT)                                                | duurzaam hout                              | spaanplaat, PVC, tropisch hardhout                 |
|                                 | af-timmerlat buiten                  | duurzaam hout                               | inlands naaldhout geschilderd                                 | multiplex (NT)                             | tropisch hardhout, verduurzaamd hout               |
| 46 schilderwerk                 | schilderwerk houtwerk binnen         | onbehandeld, was, watergedragen natuurbeits | watergedragen acrylaatverf                                    | natuurverf, high-solidverf                 | alkydverf                                          |
|                                 | schilderwerk houtwerk buiten         | natuurverf                                  | high-solidverf                                                | watergedragen acrylaatverf                 | alkydverf                                          |
|                                 | hout in aanraking met steen          | natuurimpregneer                            | high-solidverf, watergedragen grondverf                       | alkyd grondverf, ijzermenie                | loodmenie                                          |
|                                 | voorbehandeling muur                 | geen                                        | natuurimpregneer                                              | watergedragen middel                       | oplosmiddelenhoudend middel                        |
|                                 | muurverf binnen                      | witkalk                                     | minerale verf, watergedragen natuurbeits                      | natuurverf, watergedragen acrylaatverf     | alkydverf                                          |
|                                 | muurverf buiten                      | minerale verf, watergedragen natuurbeits    | natuurverf                                                    | watergedragen acrylaatverf                 | alkydverf                                          |
|                                 | schilderwerk op staal                | duplex-systeem, natuurverf                  | high-solidverf                                                | alkydverf, ijzermenie                      | epoxy-alkydsysteem, thermisch verzinken, loodmenie |
| 47 binneninrichting             | keukenblok                           | hout                                        | multiplex (NT)                                                | -                                          | spaanplaat                                         |
|                                 | aanrechtblad                         | beukehout                                   | granito                                                       | roestvrij staal                            | kunststeen, kunsthars-gebonden, spaanplaat         |
| 48 behangwerk en vloerbedekking | behangwerk                           | papierbehang                                | -                                                             | -                                          | (PVC)vinylbehang                                   |
|                                 | vloerbedekking                       | linoleum                                    | tegels                                                        | -                                          | vinyl                                              |

|                                   |                                   |                     |                    |                |                                               |
|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------|--------------------|----------------|-----------------------------------------------|
| 50 dakgoten en hemelwaterafvoer   | dakgoot                           | beklede goot        | koper              | polyester      | PVC, zink                                     |
|                                   | gootbekleding                     | EPDM                | -                  | bitumen        | PVC, zink, lood                               |
|                                   | hemelwaterafvoer                  | PE, PPC             | koper              | staal, PVA     | PVC                                           |
| 51 binnenriolering                | binnenriolering                   | gres                | PPC, PE            | gerecyceld PVC | PVC                                           |
| 52 waterinstallaties              | waterleiding                      | koper               | -                  | PE, polybuteen | -                                             |
| 53 sanitair                       | toiletcombinatie                  | Gustavzberg-systeem | regelbare spoeling | keuze spoeling | vaste spoeling                                |
|                                   | kranen en toebehoren en douchekop | waterbesparend      | -                  | standaard      | -                                             |
| 60 verwarmings-installaties       | verwarmings-installatie           | zonneboiler + HR    | HR-ketel           | VR-ketel       | standaardketel                                |
|                                   | warm watervoorziening             | zonneboiler + HR    | HR-combi           | VR-combi       | standaard combinatieketel, elektrische boiler |
|                                   | leidingisolatie                   | kurk                | minerale wol       | PE-schuim      | PUR, PS                                       |
| 70 elektrotechnische installaties | elektriciteitsleidingen           | PPC                 | -                  | PVC            | -                                             |

Deze poster is samengesteld door de Stuurgroep Experimenten Volkshuisvesting met ondersteuning van WoonEnergie advies- en onderzoeksbureau op het gebied van milieubewust bouwen. De poster hoort bij de Handleiding Duurzame Woningbouw, waarin de op deze poster weergegeven milieuvoorkeuren worden onderbouwd. De Handleiding Duurzame Woningbouw kan bij de SEV worden besteld.

## Bijlage 5 BREEAM Categorieën

### 1. Management

#### Man 1 Prestatieborging

Doel: het stimuleren van een goede manier van prestatieborging van installaties, zodat een optimale werking onder gebruikscondities wordt geborgd.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- In de bouwplanning voldoende tijd, mensen en middelen beschikbaar worden gesteld voor het in bedrijf stellen voorafgaand aan de oplevering, zodat een efficiënte werking van alle installaties is geborgd;
- In aanvulling op het bovenstaande, het in bedrijf stellen wordt uitgevoerd in overeenstemming met actuele praktijkrichtlijnen en dat seizoensgebonden in bedrijf nemen wordt uitgevoerd in het eerste gebruiksjaar na oplevering.

#### Man 2 Bouwplaats en omgeving

Doel: het stimuleren van het verantwoord beheren van de bouwplaats en zijn invloed op de omgeving.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat er is toegezegd om:

- Te voldoen aan actuele praktijkrichtlijnen voor bouwplaatsbeheer;
- Verder te gaan dan actuele praktijkrichtlijnen voor bouwplaatsbeheer.

#### Man 3 Milieu-impact bouwplaats

Doel: het stimuleren van bouwplaatsen die vanuit milieuoogpunt op een verantwoorde wijze worden beheerd in termen van milieubewust materiaalgebruik, beperking van energiegebruik en beperking van vervuiling.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Ten minste 80% van het hout voor de bouwplaats op een (duurzaam) verantwoorde manier geproduceerd is en ten minste 100% is op een legale manier geproduceerd is.
- Eén of meerdere van de volgende onderdelen zijn behaald:
  - o Bewaak, rapporteer en bepaal doelstellingen voor CO<sub>2</sub>-uitstoot of energieverbruik veroorzaakt door activiteiten op de bouwplaats.
  - o Bewaak, rapporteer en bepaal doelstellingen voor CO<sub>2</sub>-uitstoot of energieverbruik veroorzaakt door transportactiviteiten van en naar de bouwplaats.
  - o Bewaak, rapporteer en bepaal doelstellingen voor het waterverbruik op de bouwplaats.
  - o Implementeer best practice-beleid met betrekking tot lucht-/ (fijn)stofvervuiling afkomstig van de bouwplaats.
  - o Implementeer best practice-beleid met betrekking tot (het voorkomen van) grondwater- en oppervlaktewatervervuiling op de bouwplaats.
  - o De hoofdaannemer beschikt over een milieubeleid(splan) voor het betrekken van materialen voor de bouwplaats.
  - o De aannemer handelt volgens een gecertificeerd milieumanagementsysteem.

#### Man 4 Gebruikershandleiding

Doel: het stimuleren van het beschikbaar stellen van een gebouwhandleiding voor de niet technisch onderlegde gebruiker van het gebouw om deze in staat te stellen het gebouw te begrijpen en er efficiënt mee om te gaan.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Er voorzien is in een eenvoudige handleiding voor de huurder/gebruiker en niet-technische beheerder van het gebouw met informatie over het gebruik van het gebouw en de milieuprestatie van het gebouw.

**Man 6 Consultatie**

Doel: het bij het ontwerpproces betrekken van relevante belanghebbenden (onder wie gebouwgebruikers, bedrijven, bewoners en de lokale overheid) ter vergroting van lokale betrokkenheid en ter verkrijging van een gebouw dat optimaal voor zijn functie geschikt is.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Consultatie heeft plaatsgevonden of plaatsvindt en dat terugkoppeling wordt gegeven aan de lokale gemeenschap en aan gebouwgebruikers;
- Consultatie plaatsvindt of heeft plaatsgevonden op basis van een onafhankelijke methode en gefaciliteerd wordt/werd door een derde partij.

**Man 7 Gedeelde faciliteiten**

Doel: het stimuleren van flexibele gebouwen die gemeenschappelijk gebruik van faciliteiten met de lokale gemeenschap mogelijk maken.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Gedeelde voorzieningen zijn gerealiseerd naar aanleiding van de consultatie van de lokale gemeenschap;
- De faciliteiten toegankelijk zijn zonder nadelige invloeden op de veiligheid en de beveiliging van het gebouw en zijn gebruikers.

**Man 8 Veiligheid**

Doel: het identificeren en stimuleren van effectieve ontwerpmaatregelen die de veiligheid van het project verhogen.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Een erkende PKBW-preventieadviseur is geraadpleegd tijdens de ontwerpfase en dat de aanbevelingen zijn verwerkt in het ontwerp van het gebouw en (voor zover van toepassing) zijn verwerkt in de tot het ontwerp behorende parkeergelegenheid.

**Man 9 Publiceren van gebouwinformatie**

Doel: het stimuleren van publicaties over ontwerp- en bouwprocessen die nadelige invloeden van het gebouw op het milieu reduceren.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Het ontwerpteam zich heeft verplicht tot het publiceren van de milieuprestaties van het (nieuwe) gebouw, via internet, nieuwsbrieven, bouwplaatsrondleidingen, presentaties en dergelijke.

**Man 10 Gebouw en terrein als educatiemiddel**

Doel: het stimuleren van het gebruik van het gebouw en het terrein als educatief middel over milieubewustzijn.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Het gebouw en het terrein lesstof opleveren dat de school kan gebruiken in haar lespakket over milieukwesties;
- Het gebouw en het terrein lesstof over milieukwesties opleveren voor gebruikers en bezoekers van het gebouw.

**Man 11 Onderhoudsgemak**

Doel: het stimuleren van het ontwerpen van een gebouw en van (gebouw)installaties die gedurende hun gehele levenscyclus op een eenvoudige wijze kunnen worden onderhouden.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Tijdens het opstellen van de technische specificaties(werkbeschrijving / bestek) voor het gebouw, de installaties en het terrein is nagedacht over een efficiënte en gemakkelijke manier van onderhoud, zoals gebruikelijk bij gangbare 'best practice'-methoden.

**Man 12 Levenscyclus kostenanalyse**

Doel: het stimuleren van een levenscyclus kostenanalyse met als doel het verbeteren van het ontwerp en de uitwerking ervan, met inbegrip van de verbetering van de onderhouds- en beheerskosten gedurende de levensduur van het gebouw.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Er, gebaseerd op de haalbaarheidsstudie, een levenscyclus kostenanalyse is uitgevoerd op zowel strategisch als systeemniveau van het ontwerp.
- De resultaten van de haalbaarheidsstudie en de levenscyclus kostenanalyse zijn geïmplementeerd.

## 2. Gezondheid

**Ver(licht)ing****Hea 1 Daglichttoetreding**

Doel: het voorzien in voldoende daglichttoetreding binnen 'verblijfsgebieden' en 'verblijfsruimten' ten behoeve van een voldoende visueel comfort en welbevinden.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- De mate van daglichttoetreding binnen "verblijfsruimten" resp. "verblijfsgebieden" voldoet aan de gestelde eisen van visueel comfort

**Hea 2 Uitzicht**

Doel: stimuleren dat vrij uitzicht binnen op alle relevante werkplekken in voldoende mate aanwezig is. Dit ten behoeve van visueel comfort en om een eentonig binnenmilieu te doorbreken.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Alle relevante werkplekken over voldoende 'vrij uitzicht naar buiten' beschikken

**Hea 3 Tegengaan lichthinder**

Doel: het tegengaan van hinder binnen gebruiksruimten als gevolg van reflectie of verblinding door invallend licht door de toepassing van lichtwering.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Een door de gebruiker te bedienen lichtwering wordt toegepast in alle 'gebruiksruimten' die op voldoende wijze lichthinder tegengaat.

**Hea 4 Hoogfrequent verlichting**

Doel: verhoging van het visuele comfort door de toepassing van hoogfrequente fluorescente verlichting in de verblijfsruimten van een gebouw.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- In de verblijfsruimten van het gebouw gebruik wordt gemaakt van hoogfrequente fluorescerende (PL-, TL-)verlichting.

#### **Hea 5 Kunstverlichting binnen- en buiten**

Doel: verzekeren dat bij de kunstverlichting binnen resp. op het buitenterrein van het gebouw voldoende verlichtingsniveaus worden toegepast en wordt voldaan aan andere kwaliteiten van een goede verlichting, waardoor een hoge mate van visueel comfort en visuele prestatie wordt bereikt.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- De toegepaste verlichtingsniveaus, de mate van beperking van 'verblindingshinder', kleurwaarden en luminantieverhoudingen zowel binnen als op het eigen buitenterrein van het gebouw, voor zover relevant, voldoen aan de eisen op het gebied van minimaal visueel comfort en visuele prestatie.

#### **Hea 6 Lichtregeling**

Doel: verzekeren dat de gebouwgebruikers op eenvoudige en toegankelijke wijze de verlichting kunnen regelen binnen elke relevante ruimte binnen een gebouw.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Voor de verlichting per afzonderlijke ruimte binnen het gebouw een regeling aanwezig is die op eenvoudige en toegankelijke wijze individueel bediend kan worden door de gebruikers.

#### **Luchtkwaliteit**

##### **Hea 7 Natuurlijke ventilatie**

Doel: een extra mogelijkheid voor de gebruikers om (tijdelijk) direct naar de buitenlucht te ventileren, in aanvulling op de in het gebouw aanwezige basisventilatie.

- Waar aangetoond wordt dat verblijfsruimten op natuurlijke wijze voldoende geventileerd kunnen worden met verse buitenlucht doordat ramen geopend kunnen worden door de gebruikers of doordat andere voorzieningen van spuiventilatie zijn aangebracht, waarbij alle voorzieningen regelbaar zijn door de gebruiker en waarbij een voldoende luchtstroming geborgd is in gebieden ver van ramen.

##### **Hea 8 Interne luchtkwaliteit**

Doel: het bevorderen van een gezond leef- en verblijfklimaat door ervoor te zorgen dat in elke ruimte voldoende luchtverversing is door middel van aanvoer van schone buitenlucht en afvoer van gebruikte binnenlucht en de binnenlucht in het gebouw vrij is van verontreinigingen van bronnen binnen en buiten het gebouw.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- De gebruikte binnenlucht binnen alle ruimten wordt verversd in een mate dat wordt voldaan aan het volgende:
  1. Binnen alle 'gebruiksruimten' bedraagt het CO<sub>2</sub>-gehalte nooit meer dan 800 ppm.
  2. Binnen kantoorruimten bedraagt de toevoer van verse buitenlucht ten minste 45 m<sup>3</sup> per uur per persoon.

3. Binnen vergaderruimten, gehoorzalen en restaurants bedraagt de toevoer van verse buitenlucht ten minste:
  - 50 m<sup>3</sup> per uur per persoon voor ruimten met een maximale bezettingsgraad van 8 m<sup>2</sup> per persoon of lager.
  - 35 m<sup>3</sup> per uur per persoon voor ruimten met een maximale bezettingsgraad van 2 m<sup>2</sup> per persoon of hoger.
  - Voor ruimten met een tussenliggende bezettingsgraad een ventilatiedebiet recht evenredig aan de verhouding tussen maximale bezettingsgraad en ventilatiedebiet zoals geïnterpoleerd uit deze waarden.
4. In groepsruimten binnen scholen bedraagt de toevoer van verse buitenlucht ten minste 22,5 m<sup>3</sup> per uur per m<sup>2</sup> vloeroppervlakten.
5. Binnen ruimten waarin overige vormen van lichte arbeid worden verricht bedraagt de toevoer van verse buitenlucht ten minste 45 m<sup>3</sup> per uur per persoon.
6. Binnen verkeersruimten bedraagt de toevoer van verse buitenlucht ten minste 22,5 m<sup>3</sup> per uur per persoon met een minimum ventilatievoud van 1,5.

*EN*

Dat het ventilatiesysteem van het gebouw op eenvoudige wijze kan worden geregeld door de gebruiker.

*EN*

Alleen voor 'ruimten met een onvoorspelbaar of sterk variabel bezettingspatroon', waar de geleverde bewijsvoering aantoont dat de binnenlucht continu wordt gemeten op het CO<sub>2</sub>-gehalte. Hierbij wordt, in geval van een mechanische installatie voor luchtverversing, het debiet van deze installatie automatisch aangestuurd of gaat, in geval van natuurlijke ventilatie, een waarschuwing uit naar het technisch beheer zodat adequate maatregelen genomen kunnen worden om het gebouw voldoende te luchten. Hierbij geldt dat het gehalte aan CO<sub>2</sub> niet hoger mag zijn dan 800 ppm.

- De toegevoerde buitenlucht niet vervuild wordt door externe of interne bronnen van verontreiniging en waar de binnenlucht van het gebouw wordt beschermd tegen interne bronnen van luchtverontreiniging.

### **Hea 9 Vluchtige organische verbindingen**

Doel: het bevorderen van een gezonde en goede kwaliteit van de binnenlucht doordat de gebruikte bouw- en afwerkingsmaterialen een lage emissie van schadelijke, 'vluchtige organische verbindingen' en andere schadelijke stoffen veroorzaken.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Een gezonde en goede kwaliteit van de binnenlucht wordt bereikt doordat de gebruikte afwerkings- en bouwmaterialen een lage emissie van schadelijke, 'vluchtige organische verbindingen' kennen.

### **Warmtehuishouding**

#### **Hea 10 Thermisch comfort**

Doel: verzekeren dat er een aanvaardbaar niveau van thermisch comfort wordt bereikt, door de toepassing van ontwerpinstrumenten van 'dynamische thermische simulatie'.

- Er wordt aangetoond dat in alle 'verblijfsruimten' binnen het gebouw het thermisch comfort met behulp van 'dynamische thermische simulatie' binnen het gebouwontwerp is

beoordeeld, waarmee een aanvaard prestatieniveau van de installaties wordt aangetoond zodat het 'thermische comfort' binnen de gewenste resp. 'aanvaardbare niveaus' valt.

### **Hea 11 Temperatuurregeling**

Doel: het voorzien in voldoende mogelijkheid voor temperatuurregeling (warmte en koeling) binnen 'gebruiksruimten' door de individuele gebouwgebruikers zelf.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Binnen elke 'gebruiksruimte' voorzieningen aanwezig zijn waarmee de gebouwgebruiker de omgevingstemperatuur kan instellen naar de individuele behoefte en comfortvereisten.

### **Geluid:**

#### **Hea 13 Akoestiek**

Doel: door een goede geluidisolatie en geluidwering het zo veel mogelijk voorkomen van geluidhinder en geluidoverlast binnen een gebouw terugbrengen tot een aanvaardbaar niveau waardoor een hoge mate van geluidcomfort binnen het gebouw wordt bereikt.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Binnen het gebouw een goede geluidisolatie en geluidwering worden aangebracht, waardoor binnen alle 'gebruiksruimten' van het gebouw aanvaardbare geluidsniveaus worden bereikt op het gebied van luchtgeluid, contactgeluid en nagalm resp. waar tussen 'geluidgevoelige gebruiksruimten' en de overige 'gebruiksruimten' voldoende geluidwering is aangebracht, waardoor voldoende privacy is gewaarborgd.

### **Verzamelcredit:**

#### **Hea 14 Kantoorwerkplekken**

Doel: het stimuleren van gezonde en comfortabele werkplekken in kleinere kantooromgevingen binnen gebouwen waarvan de hoofdfunctie niet een kantoorgebouw is.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Kantoorwerkplekken met een gezamenlijke vloeroppervlakte van minder dan 500m<sup>2</sup> en binnen een gebouw met een andere hoofdfunctie dan kantoorgebouw, beantwoorden aan de best practice op het gebied van gezondheid, welbevinden en comfort ten behoeve van de gebruikers.

## **3. Energie**

### **Ene 1 CO<sub>2</sub> emissie- reductie**

Doel: het stimuleren dat gebouwen worden ontworpen en gerealiseerd met een zo laag mogelijke CO<sub>2</sub>-emissie van het gebouwgebonden primaire energieverbruik in de gebruiksfase.

In het Bouwbesluit is per gebruiksfunctie een eis aan de energieprestatie gesteld. Daarnaast stelt het Bouwbesluit bij gebouwen met meer dan één gebruiksfunctie waarvoor een eis aan de EPC geldt, een eis aan de verhouding tussen het karakteristieke energiegebruik ( $Q_{pres;tot}$ ) en de toelaatbare karakteristieke energieprestatie ( $Q_{pres;toel}$ ). In het kader van BREEAM-NL is hiervoor de variabele 'EPverbetering' benoemd.

Deze verhouding 'EPverbetering' is voor het gehele gebouw representatief voor de verhouding tussen het berekende primaire energiegebruik en het toelaatbare primaire energiegebruik, gebaseerd op de dan geldende energieprestatie-eisen. De toekenning van de credits in BREEAM-NL wordt gebaseerd op deze eerdergenoemde verhouding EPverbetering.

**Ene 2 Submetering energieverbruiken**

Doel: het toepassen van subbetering van zowel gebiedszones binnen het gebouw als van aanzienlijke verbruiksgroepen en introductie van een monitoringsysteem waarmee de op deze wijze geregistreerde energiegebruiken kunnen worden bewaakt en zo nodig bijgestuurd.

Er kan worden aangetoond dat:

- De aanzienlijke verbruiksgroepen binnen de totale energieconsumptie van het gebouw afzonderlijk worden bemeterd.
- Van relevante gebiedszones of functionele bouwdelen binnen het gebouw het energieverbruik afzonderlijk wordt bemeterd.
- De submeters zijn aangesloten op een gebouwbeheersysteem dat is voorzien van een automatische overschrijdingssignalering en waar de gebouweigenaar of –beheerder aangeeft een energiemanagementsysteem in te voeren tijdens de gebruiksfase van het gebouw, waarmee wordt gegarandeerd dat de uitkomsten van het gebouwbeheersysteem resp. de overschrijdingssignalering worden gebruikt om het energiegebruik bij gebleken noodzaak of wenselijkheid bij te sturen.

**Ene 4 Energiezuinige buitenverlichting**

Doel: het stimuleren van energiebesparing en CO<sub>2</sub>-reductie door de toepassing van energiezuinige buitenverlichting.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Energiezuinige buitenverlichting wordt toegepast en dat deze verlichting niet onnodig brandt, en dit alles zonder dat er afbreuk gedaan wordt aan de sociale veiligheid.

**Ene 5 Toepassing duurzame energie**

Doel: om de toepassing van duurzame energiesystemen te stimuleren.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Een haalbaarheidsonderzoek is uitgevoerd naar de toepassing van duurzame energieopwekking ten behoeve van het gebouw (waarbij het systeem op het gebouw zelf of in de directe omgeving geplaatst wordt) en waarbij resultaten van de studie ook uitgevoerd zijn.
- Het eerste punt is behaald en door toepassing van in het haalbaarheidsonderzoek geadviseerde duurzame energietechnieken de CO<sub>2</sub> uitstoot van het gebouw wordt gereduceerd met ten minste 10% ten opzichte van de referentiesituatie zonder duurzame energieopwekking.
- Het eerste punt is behaald en door toepassing van in het haalbaarheidsonderzoek geadviseerde duurzame energietechnieken de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het gebouw wordt gereduceerd met ten minste 15% ten opzichte van de referentiesituatie zonder duurzame energieopwekking.

**Ene 6 Minimalisatie luchtinfiltratie laad/lospplatforms**

Doel: het stimuleren van energiebesparing en CO<sub>2</sub>-reductie door de toepassing en het ontwerp van laad- en losplatforms met een minimaal verlies aan warmte of koude.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Laad- en losplatforms zo worden ontworpen en geconstrueerd dat bij het gebruik zo min mogelijk warmte of koude het gebouw verlaat.

**Ene 7 Energiezuinige koel- en vriesopslag**

Doel: het stimuleren van energiebesparing en CO2-reductie door de toepassing van energiezuinige opslagvoorzieningen waarin producten gekoeld en ingevroren worden bewaard.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- De 'koel- en vriesopslag' zijn voorzien van een energielabel A of B.
- Er energiezuinige voorzieningen voor 'koel- en vriesopslag' worden toegepast.
- Warmteterugwinning en het gebruik van koudeopslag binnen de 'koel- en vriesopslag' worden toegepast.

**Ene 8 Energiezuinige liften**

Doel: het stimuleren van energiebesparing en CO2-reductie door de toepassing van energiezuinige liften.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Energiezuinige goederen- en personenliften worden toegepast.

**Ene 9 Energiezuinige roltrappen en rolpaden**

Doel: het stimuleren van energiebesparing en CO2-reductie door de toepassing van energiezuinige roltrappen en rolpaden.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Energiezuinige roltrappen en rolpaden worden toegepast.

## **4. Transport**

**Tra 1 Aanbod van OV**

Doel: het erkennen en stimuleren van ontwikkelingen in de nabijheid van een goed OV-net, waardoor transportgerelateerde emissies en files worden gereduceerd.

Kantoren, woningen, scholen en industriële gebouwen:

- Waar een goede toegang tot het openbaar vervoer gewaarborgd is.

Retail:

- Waar een goede toegang tot het openbaar vervoer gewaarborgd is.

**Tra 2 Afstand tot basisvoorzieningen**

Doel: het erkennen en stimuleren van ontwikkelingen in de nabijheid van lokale voorzieningen, waardoor transportgerelateerde emissies en files worden gereduceerd.

Er kan worden aangetoond dat:

- Dat binnen een loopafstand van 500 m een aantal (lokale) voorzieningen (supermarkt e.d.) aanwezig is.

**Tra 3 Fietsenstalling**

Doel: het stimuleren van gebouwgebruikers om op de fiets te komen door voldoende fietsfaciliteiten te bieden.

Kantoren en industriële gebouwen:

- Indien een overdekte/afsluitbare fietsenstalling aanwezig is voor het personeel.
- Indien aanvullend op het bovenstaande ook een douche, omkleedruimte en kluisjes beschikbaar zijn.

**Retail:**

- Indien voldoende fietsenstallingen voor bezoekers aanwezig zijn en een overdekte/afsluitbare fietsenstalling voor personeel beschikbaar is.
- Indien aanvullend op het bovenstaande ook een douche, omkleedruimte en kluisjes beschikbaar zijn voor het personeel.

**Scholen:**

- Indien voldoende overdekte/afsluitbare fietsenstallingen aanwezig zijn voor leerlingen en personeel.
- Indien aanvullend op het bovenstaande ook een douche, omkleedruimte en kluisjes beschikbaar zijn voor het personeel.

**Woningen**

- Indien in of nabij de woning een overdekte/goed afsluitbare fietsenstalling aanwezig is.

**Tra 4 Voetgangers- en fietsersveiligheid**

Doel: het stimuleren van de aanwezigheid van beschikbare veilige voetgangers- en fietstoegangsroutes op de locatie.

Er kan worden aangetoond dat:

- Een goede en veilige toegankelijkheid voor fietsers op het terrein gewaarborgd is.
- Een goede en veilige toegankelijkheid voor voetgangers op het terrein gewaarborgd is.

**Tra 5 Vervoerplan en Parkeerbeleid**

Doel: stimuleren om vanuit de bedrijfsvoering en lokale overheid sterk milieubelastend transport te minimaliseren waardoor transportgerelateerde emissies en files worden gereduceerd en overlast naar omgeving beperkt wordt.

Er kan worden aangetoond dat:

- Een vervoerplan aanwezig (gereed voor gebruik) of operationeel is.
- Het parkeerbeleid op de betreffende locatie gericht is op het verminderen van het autogebruik en/of er betaald parkeren is ingevoerd

**Tra 7 Vervoersinformatiepunt**

Doel: verzekeren dat het gebouw over de capaciteiten beschikt om gebruikers van recente informatie te voorzien met betrekking tot lokale OV-routes en -tijden.

Er kan worden aangetoond dat:

- Een vervoersinformatiepunt (DRIS) aanwezig is dat actuele reisinformatie verstrekt.

**Tra 8 Toelevering en manoeuvren**

Doel: garanderen dat veiligheid behouden blijft en dat onthouding van toegang van toeleverend verkeer geminimaliseerd wordt door goede plattegronden en toegang tot het gebied.

Er kan worden aangetoond dat:

- Er voldoende ruimte is voor het manoeuvreren van vrachtwagens en er genoeg ruimte is voor opslag van pallets.

## 5. Water

**Wat 1 Waterverbruik**

Doel: het gebruik van drinkwater voor sanitaire toepassingen minimaliseren door het toepassen van waterbesparende of waterloze voorzieningen.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Waterkranen, urinoirs, toiletten en douches gespecificeerd minder drinkwater gebruiken dan standaardvoorzieningen met gelijkwaardige functies.

#### **Wat 2 Watermeter**

Doel: borgen dat het waterverbruik gemonitord en gemanaged kan worden. Hiermee wordt het reduceren van het drink- en grondwaterverbruik gestimuleerd.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Een watermeter met een gepulst uitgangssignaal geïnstalleerd wordt op alle watertoevoerleidingen naar elk gebouw(blok).

#### **Wat 3 Hoofd lekdetectie**

Doel: het beperken van de gevolgen van grote waterlekkages die anders onopgemerkt blijven.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Een lekdetectiesysteem is gespecificeerd en geïnstalleerd op de aansluitleiding van het gebouw.

#### **Wat 4 Zelfsluitende watertoevoer sanitair**

Doel: het reduceren van het waterverlies door kleine waterlekkages in toiletfaciliteiten.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Afsluiting van de watertoevoer door aanwezigheidsdetectie is voorzien voor alle toiletfaciliteiten.

#### **Wat 5 Recycling van water**

Doel: om de toepassing van opvang en hergebruik van grijs afvalwater of regenwater voor het doorspoelen van toiletten te stimuleren en het gebruik van drinkwater te verminderen.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Systemen die regenwater of grijswater opvangen, opslaan en indien nodig behandelen, om wc's en urinoirs te spoelen zijn gespecificeerd.

#### **Wat 6 Irrigatiesystemen**

Doel: om het gebruik van drinkwater voor planten en tuin- of landschapsinrichting te verminderen.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Een waterbesparend irrigatiesysteem of –strategie is toegepast of waar voor de irrigatie van tuin- of landschapsinrichting en beplanting regenwater of grijswater wordt gebruikt.

#### **Wat 7 Voertuig wasservice**

Doel: om het verbruik van drinkwater door wasstraten voor voertuigen te minimaliseren.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Voertuigwasstraten een systeem voor waterhergebruik hebben.

## 6. Materialen

### Mat 1 Bouwmaterialen

Doel: het identificeren en stimuleren van het gebruik van materialen met een lage milieu-impact gedurende de volledige levenscyclus van het gebouw.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- De milieubelasting van de gebruikte materialen een bepaald percentage lager ligt dan de schaduwprijs van 0,8 euro/m<sup>2</sup> bvo.

### Mat 3 Hergebruik van gebouwgevel

Doel: het identificeren en stimuleren van het ter plekke hergebruiken van bestaande gebouwgevels.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Minimaal 50% van het totale geveloppervlak in situ hergebruikt is en dat ten minste 80% van de massa van de hergebruikte gevel bestaat uit in situ hergebruikt materiaal.

### Mat 4 Hergebruik van bouwstructuur

Doel: het identificeren en stimuleren van hergebruik van bestaande en tot voor kort gebruikte bouwkundige draagconstructies op het terrein.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

in een ontwerp minstens 80 volume% van de bestaande bouwkundige draagconstructie wordt hergebruikt en, bij gecombineerde renovatie en nieuwbouw, het volume van de hergebruikte draagconstructie minstens 50 volume% is van de uiteindelijke bouwkundige draagconstructie.

### Mat 5 Onderbouwde herkomst van materialen

Doel: het stimuleren van de toepassing van materialen met een onderbouwde herkomst voor de hoofdbouwdelen en de toepassing van duurzaam geproduceerd hout.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- De herkomst van 80 volume% van de gebruikte materialen in de hoofdbouwdelen (bouwskelet; vloeren; dak; binnenwanden; gevels; isolatiemateriaal; fundering en trappenhuis) aantoonbaar is.
- Aanvullend hierop moet 100% van het gebruikte hout afkomstig zijn uit duurzaam beheerde bossen.

### Mat 7 Robuust ontwerpen

Doel: het identificeren en stimuleren van maatregelen ter bescherming van blootgestelde gebouwdelen en terreininrichting, waardoor de vervangingsfrequentie hiervan wordt geminimaliseerd.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Bescherming is aangebracht aan gedeelten van het gebouw met een verhoogd risico op beschadigingen bijvoorbeeld ter plaatse van ruimten met druk voetgangersverkeer of waar voertuig- of (steek)wagenstransport plaats vindt.

### Mat 8 IFD

Doel: het maximaliseren van de functionele- en economische levensduur van het vastgoed, waardoor de milieubelasting van de gebruikte materialen over een langere tijdseenheid verdeeld kan worden.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Het gebouw technisch flexibel is:  
Vervanging van de gebouwonderdelen is afgestemd op de functionele en economische levensduur van die onderdelen. Waarbij ten minste voor 2 van de volgende 4 categorieën deze flexibiliteit aantoonbaar voor 80% van de m<sup>2</sup> van het gebouw onderscheiden is:
  - o draagconstructie (skelet, wanden, vloeren en trappen)
  - o scheidingsconstructie (gevel en dak)
  - o installaties (werktuigbouwkundig, electrotechnisch, transport in apparatuur en leidingwerk)
  - o afbouw (vloer-, wand- en plafondafwerking, inbouw)
- Het gebouw ruimtelijk flexibel is: Er zijn verschillende indelingsmogelijkheden van het gebouw en 80% van de m<sup>2</sup> van het gebouw hebben in de ruimten meerdere inrichtingsmogelijkheden met beperkte technische ingrepen.
- Het gebouw functioneel flexibel is: Er zijn minimaal 2 verschillende functies mogelijk (gelijktijdig en/of volgtijdig) in 80% van de m<sup>2</sup> van het gebouw onder functies wordt verstaan: kantoren, retail, industriële gebouwen, scholen, wonen.

## 7. Afval

### Wst 1 Afvalmanagement op de bouwplaats

Doel: efficiënt grondstofgebruik bevorderen door zinvol en effectief afvalmanagement op de bouwplaats.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- De aannemer zich verplicht of de opdrachtgever zich verplicht van de aannemer te eisen om bouwafval te minimaliseren.
- Bouwafval gescheiden wordt in verschillende afvalstromen.
- 80% van het recyclebaar bouw materiaal wordt hergebruikt of gerecycled.

### Wst 2 Gebruik van secundair materiaal

Doel: het identificeren en stimuleren van het gebruik van gerecycled of herbruikbaar toeslagmateriaal in de bouw, waardoor het gebruik van en de vraag naar nieuwe grondstoffen / bouwmaterialen afneemt.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Er een significante hoeveelheid gerecycled of herbruikbaar toeslagmateriaal gebruikt wordt in hoogwaardige toepassingen.

### Wst 3 Opslagruimte voor herbruikbaar afval

Doel: het bestemmen van voorzieningen die specifiek dienen voor de opslag van recyclebaar afval tijdens exploitatie/gebruik van het gebouw, zodat het op efficiënte wijze scheiden van recyclebaar afval wordt gestimuleerd.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Er een of meer ruimten zijn gereserveerd voor de gescheiden opslag van recyclebaar afval.

### Wst 5 Compost

Doel: borging van de realisatie van voorzieningen die door compostering van organisch afval het te transporteren afval volume verkleint, of voor gebruik ter plaatse geschikt maakt en bevordert.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Een composteringvat aanwezig is waarin organisch afval voor compostering kan worden opgeslagen en een gebruikersinstructie wordt meegeleverd

### **Wst 6 Inrichting**

Doel: het bevorderen van de afstemming met de toekomstige gebouwgebruiker over de te gebruiken afwerking en inrichting van het gebouw en het hierdoor voorkomen van verspilling van materiaal.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- De afwerking en/of inrichting van het gebouw wordt bepaald door de toekomstige gebouwgebruiker, of in verhuursituaties, als de afwerking en/of inrichting van het gebouw slechts in een klein gedeelte wordt getoond.

## **8. Landgebruik & Ecologie**

### **LE 1 Hergebruik van land**

Doel: het stimuleren van projectontwikkelaars, gemeenten, woningbouwcorporaties en andere bouwende partijen om bouwprojecten te realiseren op een locatie met een lage ecologische en landschappelijke waarde en het stimuleren van hergebruik van al ontwikkelde grond, om wildgroei van gebouwen in het landelijke gebied te voorkomen.

De categorieën hebben betrekken op de locatie van het te realiseren bouwproject en de inspanning die geleverd wordt om negatieve gevolgen op natuur te voorkomen.

### **LE 2 Verontreinigde bodem**

Doel: het stimuleren van projectontwikkelaars, gemeenten, woningbouwcoöperaties e.d. om bouwprojecten te realiseren op een locatie met verontreinigde bodem in plaats van op locaties met schone bodems.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Het bouwproject wordt gerealiseerd op een locatie met ernstig verontreinigde bodem.
- Het bouwproject wordt gerealiseerd op een locatie met ernstig verontreinigde bodem die eveneens spoedeisend is.

### **LE 3 Aanwezige planten en dieren op de locatie van het bouwproject**

Doel: het stimuleren dat maatregelen getroffen worden om planten en dieren die aanwezig zijn op de bouwlocatie te beschermen en behouden gedurende de bouw.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Een erkend ecooloog vóór aanvang van de bouwactiviteiten een natuurrapportage heeft opgesteld. Daarnaast houdt een erkend ecooloog toezicht tijdens (specifieke) bouwactiviteiten, om te garanderen dat tijdens de bouw rekening wordt gehouden met aanwezige plant- en diersoorten.

### **LE 4 Planten en dieren als medegebruiker van het plangebied**

Doel: Het stimuleren dat inrichtingsmaatregelen getroffen worden ten behoeve van het duurzame medegebruik van het te ontwikkelen gebouw en de open ruimte door inheemse plant- en diersoorten.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Maatregelen worden uitgevoerd waardoor soorten van Tabellen 1, 2 en/of 3 (van de Algemene Maatregel van Bestuur) van de Flora- en faunawet en/ of Rode Lijst-soorten duurzaam van het gebouw of van de open ruimte rond het gebouw gebruik kunnen maken.
- Bovenop bovenstaande maatregelen, eveneens maatregelen worden uitgevoerd die van betekenis kunnen zijn voor bijzondere of zeldzame natuur(waarden) op regionale schaal. Dit betekent bijvoorbeeld; het realiseren van een ecologische verbingszone, het bijdragen aan doelstellingen voor nabijgelegen Natura2000- of EHS-gebieden.

#### **LE 6 Duurzaam medegebruik van planten en dieren op de lange termijn**

Doel: het stimuleren van natuurvriendelijk beheer, onderhoud en monitoring van het gebouw en de open ruimte te stimuleren, om het duurzame medegebruik van de onder LE3 en LE4 beoogde planten en dieren te garanderen.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- De opdrachtgever/ontwikkelaar het medegebruik van de in LE3 en LE4 beoogde planten en dieren verder stimuleert door de uitvoer van degelijk beheer.

#### **LE 8 Partnerschappen met een lokale natuurorganisatie**

Doel: de opdrachtgever/ontwikkelaar stimuleren om een partnerschap te vormen met een lokale organisatie/persoon met kennis van het lokale ecosysteem en de lokale plant en diersoorten. Het doel is om gebruik te maken van hun lokale kennis en langdurige ondersteuning. Idealiter is deze persoon een erkend ecoloog (niet vereist) die kan meewerken aan de natuurrapportage en zodoende het ecologische bouwproces van ontwerp tot uitvoer kan ondersteunen.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Het ontwerpteam een langdurig partnerschap heeft opgezet met een lokale organisatie of persoon welke kennis heeft van natuur/dieren met als doel het betrekken van kennis van het lokale ecosysteem bij het beheer van het gebouw en omliggend terrein. Dit partnerschap dient te zijn opgezet voordat het ontwerp definitief is gemaakt en de partner dient te bevestigen dat het partnerschap is bekrachtigd.

#### **LE X Grondgebruik**

Doel: om zo efficiënt mogelijk grondgebruik te bevorderen, door te verzekeren dat land en materiaalgebruik bij de ontwikkeling worden geoptimaliseerd.

Afzonderlijke (grondgebonden) woningen die niet meegenomen worden in de BREEAM certificering, mogen hier buiten beschouwing worden gelaten. Dit geldt echter niet voor afzonderlijke woningen in een appartementsgebouw.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Voor grondgebonden woningen de verhouding totale BVO : Bebouwd Terrein Oppervlakte groter is of gelijk aan 2,5 : 1 (of zelfs 3 : 1)  
**OF**
- Voor appartementen waar de verhouding totale BVO : Bebouwd Terrein Oppervlakte groter is of gelijk aan 3:1 (of zelfs 4 : 1)

## 9. Vervuiling

### Pol 1 GWP van koudemiddelen voor klimatisering

Doel: het verminderen van de bijdrage aan klimaatverandering door het stimuleren van het gebruik van koudemiddelen met een lage bijdrage aan het broeikaseffect.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- In koelsystemen alleen koudemiddelen met een GWP van minder dan 5 gebruikt wordt OF waar geen koudemiddelen gebruikt wordt voor klimaatbeheersing in het gebouw.

### Pol 2 Voorkomen van lekkages van koudemiddelen

Doel: het voorkomen van emissies van koudemiddelen naar de atmosfeer, veroorzaakt door lekkages in koelinstallaties (voor klimatisering en warenkoeling).

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Het weglekken van koudemiddelen wordt gedetecteerd en gesignaleerd
- De koelcompressor bij een lekkage automatisch wordt uitschakelt en afgesloten met kleppen of waar geen koudemiddelen aanwezig zijn.

### Pol 3 GWP van koudemiddelen voor warenkoeling

Doel: vermindering van de bijdrage aan klimaatverandering door het stimuleren van het gebruik van koudemiddelen met een lage bijdrage aan het broeikaseffect.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Voor warenkoeling koudemiddelen gebruikt worden met een Global Warming Potential (GWP) kleiner dan 5.

### Pol 4 Ruimteverwarming gerelateerde NOx emissies

Doel: om de toepassing van verwarmingssystemen te stimuleren waarbij de NOx-emissie wordt geminimaliseerd. Hierdoor wordt lokale luchtvervuiling gereduceerd.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- De maximale ruimteverwarming gerelateerde droge Nox emissie (bij 3% overtollige O2) kleiner of gelijk is dan een bepaalde hoeveelheid (mg/kWh) geleverde warmte energie.

### Pol 5 Minimalisering overstromingsrisico's

Doel: om te stimuleren dat gebouwen ontwikkeld worden in gebieden met een laag risico op wateroverlast of dat maatregelen getroffen worden om mogelijke wateroverlast in gebouwen in gebieden met een gemiddeld of hoog risico op wateroverlast te verminderen.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- De beoordeelde ontwikkeling gelegen is in een gebied dat gedefinieerd is als onderhevig aan een "gemiddeld" of "hoog" jaarlijks risico op wateroverlast en de begane grond van een gebouw, parkeerplaats en ingang liggen boven de ontworpen hoogwaterniveau voor de locatie.
- De beoordeelde ontwikkeling gelegen is in een gebied dat gedefinieerd is als onderhevig aan een "laag" jaarlijks risico op wateroverlast.
- Maatregelen zijn gespecificeerd die het lokale risico op wateroverlast door afstromend oppervlaktewater dat ontstaat door de afname van de waterberging op de locatie door de ontwikkeling dempen.

**Pol 6 Minimalisering van vervuiling van afstromend regenwater**

Doel: het beperken van potentiële vervuiling van natuurlijke watergangen met slib, zware metalen, chemicaliën of olie door afstromend regenwater van gebouwen en verharde oppervlakken.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Effectieve behandeling ter plaatse zoals een duurzaam stedelijk afvalwatersysteem of olieafscheiders gespecificeerd is voor gebieden die een bron (kunnen) zijn van watervervuiling.

**Pol 7 Minimalisering lichtvervuiling**

Doel: om zeker te stellen dat buitenverlichting zo wordt ingericht, dat de juiste gebieden worden verlicht, dat naar bovengericht licht wordt geminimaliseerd en dat lichtvervuiling, energieverbruik en hinder naar aangelegen kavels wordt geminimaliseerd.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Er in het ontwerp van de verlichting voor buitenverlichting, voor het aanlichten van het gebouw en voor reclame rekening is gehouden met de richtlijnen van de commissie lichthinder van de Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde.

**Pol 8 Geluidsoverlast**

Doel: om de kans te verkleinen dat geluid van de gebouwinstallaties in de gebruiksfase overlast vormt voor nabijgelegen geluidsgevoelige gebouwen.

De geleverde bewijsvoering toont aan dat:

- Nieuwe bronnen van geluid van de projectontwikkeling in de gebruiksfase geen aanleiding vormen voor klachten over geluidhinder van bestaande geluidsgevoelige gebouwen of natuurgebieden die zich in de buurt van de projectontwikkeling bevinden.



