



De groene spiegel van Hoogezand-Sappemeer



Nieuwbouw duurzame basisschool
Hoogezand-Sappemeer, juli 2009

Door: R. Dijkhuizen
Hanze Hogeschool, Groningen
Academie voor de Architectuur,
Bouwkunde & civiele techniek

Inhoudsopgave

1. De Vosholen	4
1.1 Nieuwbouw basisschool	4
1.1.1 Plan 'De Vosholen'	4
1.1.2 Gunnen op duurzaamheid.....	5
1.1.2 Gunnen op duurzaamheid.....	5
2. Beleid Gemeente	6
2.1 Regionaal.....	6
2.1.1 Energieakkoord Noord Nederland.....	6
2.1.2 Het 100.000 gebouwenplan	6
2.2 Landelijk.....	6
2.3 Internationaal.....	6
2.3.1 Het Kyoto-verdrag.....	6
2.4 Visie	7
2.4.1 Korte termijn; klimaatneutrale gemeentelijke organisatie in 2015.....	7
2.4.2 Lange termijn; klimaatneutrale gemeente in 2030	7
2.4.3 Klimaatbeleid per thema.....	7
3 Duurzaam bouwen.....	8
3.1 Ijsbergtheorie	8
3.2 Energieverbruik school.....	8
4. Welke aspecten van duurzaamheid zijn belangrijk voor de nieuwbouw van een schoolgebouw	9
4.1 Typen duurzaam construeren	9
4.1.1 Min of meer tijdelijk karakter.....	9
4.1.2 Zeer permanent karakter.....	9
5. Het verhogen van de duurzaamheid	10
5.1 Materiaalreductie.....	10
5.2 Levensduur	10
5.3 Materiaalvervanging.....	10
5.4 Reduceren milieueffecten bouwproces.....	11
5.5 Ontwerp- en constructieverbeteringen	11
6. Quickwins; Reductie milieueffecten door materiaalgebruik	11
6. Quickwins; Reductie milieueffecten door materiaalgebruik	12
6.1 Fundering	13
6.2 Gevels.....	13
6.3 Deuren, ramen, kozijnen	14
6.4 Binnenwanden, dragend en niet dragend.....	14
6.5 Vloeren	15
6.6 Daken	15
6.7 Quickwin-gebouw	15
7. Verhogen duurzaamheid door duurzamere materialen.....	16
7.1 Gevelbekleding.....	16
7.1.1 Eiken delen (EU, db).....	16
7.1.2 Robinia delen (db).....	16
7.2 Isolatiematerialen	16
7.2.1 Cellulose.....	16
7.2.2 Resol-schuim	17
7.3 Hellende daken	17
7.3.1 Betonpan.....	17
7.3.2 Riet	17
7.4 Dakbedekking.....	18
7.4.1 EPDM-membraan (beste keus).....	18
7.4.2 TPO	18
7.4.3 POCB	18
7.4.4 EPDM-dakbanen (met SBS-gecacheerd)	18
7.5 Hemelwaterafvoer	18
7.5.1 PE	18
7.5.2 PPc.....	18
7.6 Dakgoten	19

7.7 Waterleidingen	19
7.7.1 PP-R	19
7.8 Overige producten	20
7.8.1 HR+ of HR++-glas	20
7.8.2 Gipstoepassingen binnen	20
7.8.3 Leem	20
7.8.4 Recyclinggranulaat	20
7.8.5 Poedercoaten	21
7.8.6 Hardglazen ramen	21
7.8.7 Duurzaam geproduceerd hout (FSC)	21
8. Verhogen duurzaamheid door het ontwerp	22
8.1.1 Oriëntatie op het zuiden	23
8.1.2 Grote ramen op zuid, kleine op noord	23
8.1.3 Belemmeringshoek $\leq 15^\circ$	24
8.1.4 Serre op het zuiden	24
8.1.5 Zeer goed isoleren	24
8.1.6 Compartimentering	24
8.1.7 Energiezuinig ventileren	25
8.1.8 Goede tochtwering	25
8.1.9 Flexibiliteit (IFD)	25
8.1.10 Detailleren	25
8.2 Optionele methodes	26
8.2.1 Vegetatie dak, onderhoud arm, lichtgewicht	26
8.2.2 Zonlicht	26
8.2.3 Dubbele naad- en kierdichting	26
8.3 Overige maatregelen	26
9. Verhogen duurzaamheid door installaties	27
9.1 Verwarmingssystemen	27
9.2 Koude en warmteopslag	29
9.1.1 Voor- en nadelen	29
9.1.2 Beleid koude- en warmteopslag	31
9.1.3 Conclusie (verbeteren)	32
9.3 Overige installaties (analfabetisch)	33
9.3.1 Aquifer	33
9.3.9 HRe-ketel	36
Verskil HR-ketel en HRe-ketel	36
9.3.10 HR-ventilatie	36
9.3.12 Klimaatgevel	36
9. Dankwoord & Goedkeuring	40
I) Bijlage 1; Gunnen op duurzaamheid	41
III) Beoordeling duurzame materialen volgens NIBE	45
Gevelbekleding	45
Gevelbekleding	46
Hellende daken	46
Milieuclassificaties hellende daken	47
Dakbedekking	47
Milieuclassificaties dakbedekking	47
Milieuclassificaties hemelwaterafvoer	48
Dakgoten	49
Milieuclassificaties dakgoten	49
Waterleidingen	50
Milieuclassificaties waterleidingen	50
IV) Bijlage 4; NIBE – milieuklasse indeling	51
Verklaring symbolen	53
VII) Bijlage 7; Grondwaterverordening Groningen 1997	55
VIII) Bijlage 8; Registratie algemene regels grondwateronttrekkingen	56
IX) Bijlage 9; Beslissing Grondwaterwet	57

1. De Vosholen

1.1 Nieuwbouw basisschool

In de nieuwe woonwijk 'De Vosholen' in de gemeente Hoogezand-Sappemeer komt een nieuwe openbare basisschool met een gymzaal. Tevens zal de accommodatie een peuterspeelzaal huisvesten. Op de locatie bevinden zich nu 2 gemeentelijke monumenten waarmee rekening gehouden moet worden. De monumenten zijn een gemetselde schoorsteen (23 meter hoog) en een ketelhuis. Tevens bevindt zich er een schuur met een oppervlakte van 600 m².



De nieuw te bouwen school dient in het voorjaar van 2011 af te zijn. De kosten van het project mogen op dit moment nog niet gepubliceerd worden.

Presentatie architecten: n.t.b.

Selectie architecten: n.t.b.

1.1.1 Plan 'De Vosholen'



Figuur 1: Plattegrond nieuwbouwwijk 'De Vosholen'

1.1.2 Gunnen op duurzaamheid

“Een handreiking van ideeën en methoden om milieukwaliteit en duurzaamheid te wegen in de verschillende fasen van het aanbestedingsproces”.

Met gunnen op duurzaamheid wordt praktische invulling gegeven aan gunnen op andere waarden dan de prijs alleen. Het formuleren van een gunningmethodiek betekent in de context van de aanbestedingsregelgeving het vaststellen van de ‘economisch meest voordelige inschrijving’

Het principe van deze wijze van vaststellen is gebaseerd op het beoordelen van de aangeboden kwaliteit in combinatie met de prijs. Belangrijk hierbij is om de kwaliteit van een aanbieder los te beoordelen van de prijs om bevooroordeelde te voorkomen.

Om te kunnen gunnen op duurzaamheid zullen de gekozen waardeaspecten dus specifiek en meetbaar gemaakt moeten worden.

Ook is het aanduiden van criteria die de meerwaarde bepalen (gunningcriteria) relevant. Het gewicht dat maximaal aan die criteria wordt toegekend moet van tevoren bekend gemaakt worden. Er moet eenduidigheid in de wijze waarop de aanbieder wordt beoordeeld en gewaardeerd, een onafhankelijk panel dat de inschrijvingen beoordeelt biedt hier uitkomst.

Wezenlijk daarbij is de transparantie: duidelijkheid over de te volgen procedure en ook voldoende informatie over de waardering en een toelichting op de uitslag. Heel belangrijk: bescherming van het intellectueel eigendom van de oplossingsrichting, en: inschrijvers dienen de meerwaarde die de aanbieder in zich heeft, inzichtelijk te maken.

Gunningcriteria gemeente Hoogezand-Sappemeer

1. Ervaring
2. Referentie
3. Visie (integreren monument)
4. Visie (stedenbouwkundig)
5. Visie (terreinrichting)
6. **Duurzaamheid**
7. Projectbegeleiding
8. Honorarium

2. Beleid Gemeente



2.1 Regionaal

2.1.1 Energieakkoord Noord Nederland

Op 8 oktober 2007 hebben de provincies Groningen, Friesland en Drenthe samen met het Rijk 'het energieakkoord' ondertekent. Op 25 maart 2008 heeft Hogeveen samen met 65 andere gemeenten uit deze provincies het akkoord ondertekend.

Doel van dit akkoord is:

1. Realisatie van de kabinetsdoelstellingen op het gebied van klimaat en energie
2. Versterking van energierelevante activiteiten in Noord-Nederland oftewel het geven van een economische impuls in de regio.

2.1.2 Het 100.000 gebouwenplan

Het 100.000 gebouwenplan is een uitwerking van het thema 'Energiebesparing in de bebouwde omgeving'. Doel van dit plan is om in 2015 bij 100.000 gebouwen in Noord Nederland een energetische verbetering te realiseren. Voor nieuwbouwwoningen betekent dit een aanscherping van de EPC van 0.8 naar 0.5.

2.2 Landelijk

2.2.1 Klimaatakkoord gemeenten en rijk 2007-2011

In november 2007 hebben het VNG (Vereniging van Nederlandse Gemeenten) en het Rijk het klimaatakkoord ondertekend. Hierin zijn de klimaatgerelateerde afspraken vastgelegd op verschillende terreinen waaronder energie in de gebouwde omgeving. Op dit terrein is het streven dat in 2020 het energiegebruik met meer dan 50% is verlaagd. Hiertoe wordt voor gebouwen de EPC in 2011 aangescherpt van 0,8 naar 0,5 en in 2015 naar 0.4.

2.3 Internationaal

2.3.1 Het Kyoto-verdrag

In 1997 hebben vrijwel alle geïndustrialiseerde landen, exclusief de Verenigde Staten van Amerika en Australië, het Kyoto-verdrag ondertekent. Doel van dit verdrag is het terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen, voornamelijk CO₂, om daarmee de negatieve effecten hiervan tegen te gaan.

In 2012 dient binnen de Europese Unie (EU) de emissie van broeikasgassen met 8% te zijn teruggebracht ten opzichte van 1990. Hiertoe heeft de EU emissiereducties voor de afzonderlijke lidstaten bepaald. Deze percentages lopen sterk uiteen, Nederland moet bijvoorbeeld 6% reduceren en Luxemburg 28%. Dit is afhankelijk van de economische kracht en de hoeveelheid emissie van het betreffende land.

2.4 Visie

2.4.1 Korte termijn; klimaatneutrale gemeentelijke organisatie in 2015

Het Klimaatakkoord Gemeenten en Rijk (november 2007) gaat verder dan het Kyoto-verdrag. Men streeft naar een energiereductie van meer dan 50% voor 2020 voor gebouwen en gebouwen. Alle nieuwbouw moet in 2020 energieneutraal zijn, de gemeentelijke organisatie heeft hierin een voorbeeldfunctie.

2.4.2 Lange termijn; klimaatneutrale gemeente in 2030

In 2030 wil de gemeente Hoogezand-Sappemeer een klimaatneutrale gemeente zijn. Dit betekent dat zij in de gemeente per saldo geen CO₂ meer produceren dan wel CO₂-uitsoot zover reduceren dat de gemeente een restant kunnen compenseren. Dit kan, mede, door boomaanplant en emissiehandel.

2.4.3 Klimaatbeleid per thema

- *Gemeentelijke gebouwen en voorzieningen; voorlopen - innovatief*

Medio 2007 heeft het college besloten dat in 2010 75% van alle inkopen duurzaam moeten zijn.

- *Woningbouw; voorlopend*

Onderzoek duurzame energiepotenties De Groene compagnie (TU Delft, provincie en gemeente)

- *Utiliteitsbouw; actief*

Dit thema is niet tot de prioriteiten van de gemeente gekozen

- *Bedrijven; actief*

Stimuleren van het gebruik van de fiets en het openbaar vervoer

- *Duurzame energieopties; actief - voorlopend*

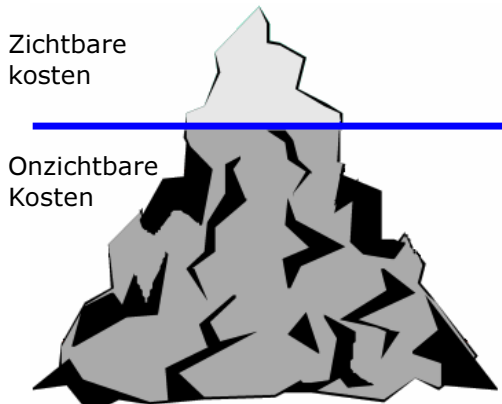
Stuurgroep van de Regio Groningen Assen & De Groene Compagnie

3 Duurzaam bouwen

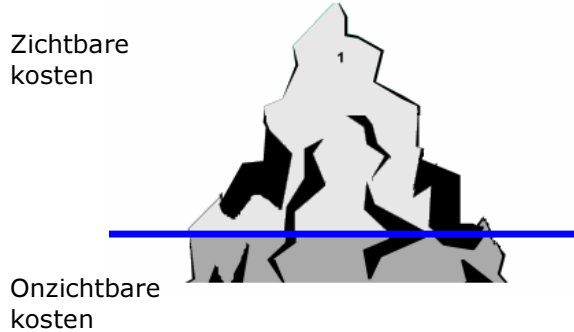
Duurzaam bouwen: het op zodanige wijze inrichten en gebruiken van de gebouwde omgeving, dat de gezondheids- en milieuschade in alle stadia, van inrichten, bouwen en beheren tot renoveren en sloop zoveel mogelijk beperkt wordt.

3.1 IJsbergtheorie

Traditioneel bouwen



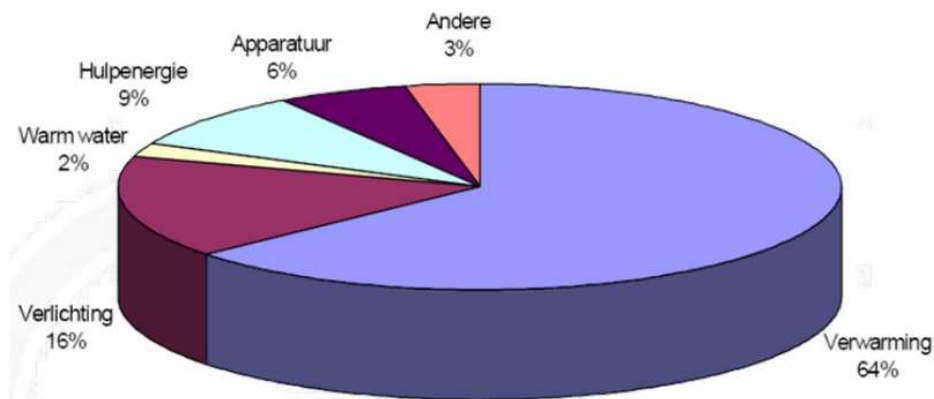
Duurzaam bouwen



Figuur 2: De investeringskosten van traditioneel bouwen zijn lager dan duurzaam bouwen, echter zijn de totale kosten van duurzaam bouwen veel lager.

Dit houdt in dat de stichtingskosten bij duurzaam bouwen hoger zijn dan bij traditioneel bouwen. De exploitatiekosten zijn echter lager bij duurzaam bouwen, dat zijn de kosten die onzichtbaar zijn. De totale kosten zijn hierdoor lager en als gevolg hiervan is duurzaam bouwen goedkoper dan traditioneel bouwen.

3.2 Energieverbruik school



Figuur: energieverbruik van een gemiddelde basisschool (bron: Cenergie)

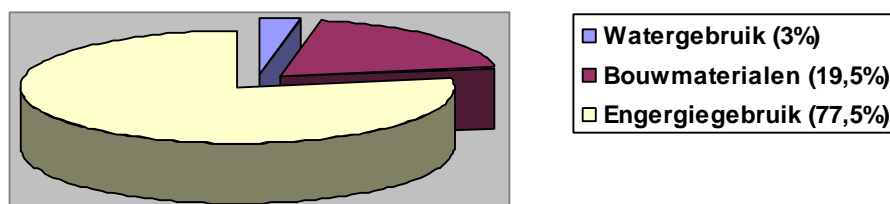
4. Welke aspecten van duurzaamheid zijn belangrijk voor de nieuwbouw van een schoolgebouw

4.1 Typen duurzaam construeren

4.1.1 Min of meer tijdelijk karakter

De constructie heeft een min of meer tijdelijk karakter en is precies aangepast aan de functie van het te bouwen gebouw. Indien het gebouw duurzaam wil zijn zal het grotendeels gebruik moeten maken van geprefabriceerde, liefst gebiedseigen en snel vernieuwbare grondstoffen. De constructie heeft een leven duur van 25 á 30 jaar, of hoger, en zal daarna demontabel en opnieuw te gebruiken zijn, dit kan zowel geheel als gedeeltelijk. Hiervan wordt 60% veroorzaakt door de draagconstructie.

De duurzaamheid wordt hier gewaarborgd door de milieuvriendelijke productiewijze, de materiaalherkomst en de verwerkingen en hergebruik van de gebouwonderdelen.

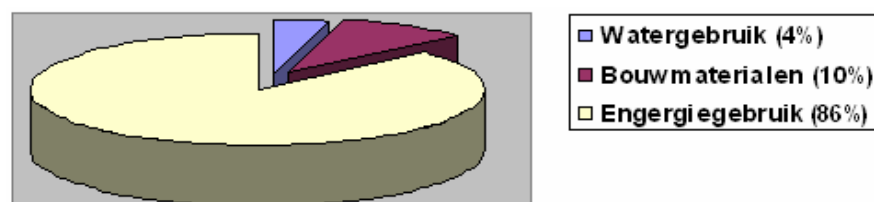


Figuur 4: Energieverdeling gebouw van 75 jaar

Bij een dergelijk constructie kun je de meeste energie besparen bij de bouwmaterialen. Omdat deze dit, geheel of deels, recyclebaar zijn gaat de duurzaamheid omhoog.

4.1.2 Zeer permanent karakter

De gebouwen dienen zo ontworpen te worden dat ze in de loop der tijd allerlei functies kunnen vervullen. Ruimten moeten vrij indeelbaar zijn en een grote overspanning hebben. De verdiepingshoogte moet royaal zijn, meer dan wettelijk minimum, zodat er later ook mogelijkheden zijn voor andere installaties. Verder is ook de architectonische waarde van groot belang voor de levensduur van een dergelijk gebouw. Belangrijk hierbij zijn het verouderen van de materialen, solide en flexibele constructie en een aansprekende architectuur. Uit de praktijk blijkt dat gebouwen met een zeer solide constructie en bijzondere architectuur vaak lang mee gaan. Een dergelijk gebouw heeft een levensduur van 200 á 300 jaar.



Figuur 5: Energieverdeling met zeer permanent karakter

5. Het verhogen van de duurzaamheid

Om de milieueffecten van het materiaalgebruik in de bouw te verminderen zijn er meerdere mogelijkheden. Het materiaalgebruik heeft veel invloed op de duurzaamheid van een project. Bij een gebouw van 75 jaar, zie figuur 3, zit bijna 20% van de energie in het bouw materiaal.

5.1 Materiaalreductie

Als het gebouw kan worden gerealiseerd met minder materiaal, terwijl dezelfde functionele eisen worden gerealiseerd qua inhoud, oppervlak, levensduur, onderhoud e.d., wordt hiermee een besparing bereikt op de milieubelasting die de productie van die materialen met zich meebrengt. Door het gewicht te verminderen neemt de milieubelasting door transport en energie-intensieve fundering, bij gebruik van dezelfde materialen, af. De vraag is of dit kan met behoud van de functionaliteit. Afname van de massa kan invloed hebben op de geluiddichtheid van het gebouw, vermindert de buffercapaciteit voor warmteopslag, dat een negatief effect kan hebben op het energieverbruik, en kan de levensduur verminderen.

Echter zijn er zeker mogelijkheden om minder materiaal toe te passen in de bouw. Een goed voorbeeld is het gemetselde buitenblad. Dit heeft meestal alleen nog een esthetische functie en geen dragende functie. Het is dan niet zinvol om hiervoor een traditioneel gemetseld buitenblad te bouwen terwijl een steenstip o.i.d. hier ook zou kunnen voldoen.

Omdat de totale bouw massa nu afneemt zou de massa van de fundering nu ook af kunnen nemen. Zouden dit soort wanden tevens demontabel zijn, dan zou een renovatie simpel uit te voeren zijn, hiermee is hergebruik of recycling gemakkelijker te realiseren.

5.2 Levensduur

Het tegenovergestelde van materiaalreductie is het verlengen van de levensduur en mogelijk daarmee ook meer of andere materialen te gebruiken. De levensduur van een gebouw kan worden verlengd door rekening te houden met de behoefte van de bewoner nu en over 50 jaar. Ook kunnen bij een project voor een kortere tijd materialen worden gekozen die een gelijke technische levensduur hebben. Daarom is het van belang om meer aandacht te schenken aan het levensduurvraagstuk dan nu vaak gebruikelijk is.

Als er meer duidelijkheid is over de levensduur van het gebouw kan hiermee rekening worden gehouden in de ontwerpfase en dit kan leiden tot andere materiaalkeuzes en productsoorten. Ook is dit handig omdat het de nadruk op een deel van de bouw kan veranderen. Bijvoorbeeld van de milieudruk van bouwmaterialen naar aandacht voor onderhoud en energieverbruik.

5.3 Materiaalvervangning

Materiaalvervangning richt zich op maatregelen waarmee wordt gestimuleerd of afgedwongen dat een milieubelastend materiaal, product of functie wordt vervangen door een minder milieubelastend materiaal. Verschuivingen zijn denkbaar binnen een materiaalsoort, bijvoorbeeld steenachtige materialen. Door gebruik te maken van materialen die een lagere energie-inhoud hebben of minder milieubelastend geproduceerd worden, neemt de milieubelasting af. Ook verschuivingen tussen materiaalsoorten zijn denkbaar, bijvoorbeeld van steen naar hout. Hierdoor wordt materiaal vervangen door een vernieuwbaar materiaal, wat potentieel een verbetering oplevert.

Ook de vervoerkosten en het gevolg voor de natuur dient rekening mee geworden te houden. Lokaal geproduceerd beton is niet op voorhand slechter dan geïmporteerd (niet duurzaam geteeld) hout!

5.4 Reduceren milieueffecten bouwproces

Het reduceren van de milieueffecten tijdens de bouw is moeilijk omdat de koper van een gebouw vaak uit een veelheid van uitvoeringen wil kiezen. Het productieproces voorziet er dan in om dat te maken of de gevraagde producten op voorraad te hebben. Zodra dit gedaan is, worden de producten geleverd. De producten zijn echter specifiek voor deze klus hierdoor is bij een meetfout, beschadiging of montagefout moeilijker en meer milieubelastend om een zelfde product weer te krijgen.

Een aantal belangrijke punten waarop de milieueffecten gereduceerd kunnen worden:

-) Er raakt veel beschadigd tijdens het bouwen op locatie. Dit is verlies aan materiaal en dus een milieubelasting, maar vooral ook een kostenpost.
-) Er is weinig standaardisatie. Als dat wel zo zou zijn, zou het eenvoudig zijn bijvoorbeeld om een beschadigde voordeur bij te bestellen.
-) Er wordt nonchalant omgegaan met materialen en bouwproducten. Blijkbaar is het geaccepteerd dat er veel beschadigd raakt. De bouw is gewend aan hoge faalkosten.
-) Het bouwproces veroorzaakt veel fouten, o.a. door de miscommunicatie tussen de vele partijen op de bouwplaats. Deze hebben vaak materiaalverlies tot gevolg.
-) Het niet passend zijn heeft tot gevolg dat het ter plekke passend wordt gemaakt. Gevolg is het opvullen van naden met bijvoorbeeld PUR-schuim of het weghalen van overtollig materiaal met afval tot gevolg.

5.5 Ontwerp- en constructieverbeteringen

Om het ontwerp van het object zodanig te materialiseren dat het op een eenvoudige wijze is te veranderen of eenvoudig is te demonteren voor hergebruik of voor gemakkelijke sortering op fracties van bouwafval. Dit heeft dan een 'rationalisering van het bouwproces' tot gevolg. Als een architect een gemetselde muur tekent, en je wilt dat industrieel bouwen, dan heeft dat alleen zin als je heel veel van dat soort muurtjes kunt maken. Het industriële bouwproces kent net als andere industriële processen hoge kosten voor investeringen in en het omstellen van machines.



6. Quickwins; Reductie milieueffecten door materiaalgebruik

In dit hoofdstuk behandel ik de 'Quickwins': maatregelen die zonder veel nadelen (technisch, kostenaspect) ingepast kunnen worden in de bestaande bouwwijze.

Het betreft maatregelen die:

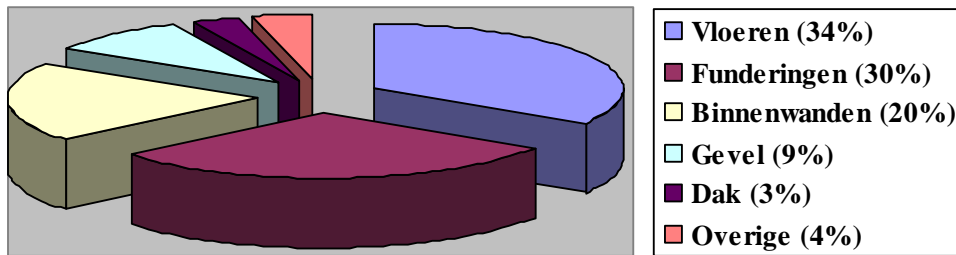
-) Nu al toepasbaar zijn en dus per direct in bestekken voorgeschreven kunnen worden.
-) Aansluiten bij de huidige werkwijze in de bouw.
-) Aansluiten bij de huidige werkwijze om gebouwen te ontwerpen

De producten worden vergeleken met de traditionele producten op de volgende punten:

-) Uitputting grondstoffen
-) Broeikaseffect
-) Smogvorming
-) Verzuring
-) Vermesting

Gewicht

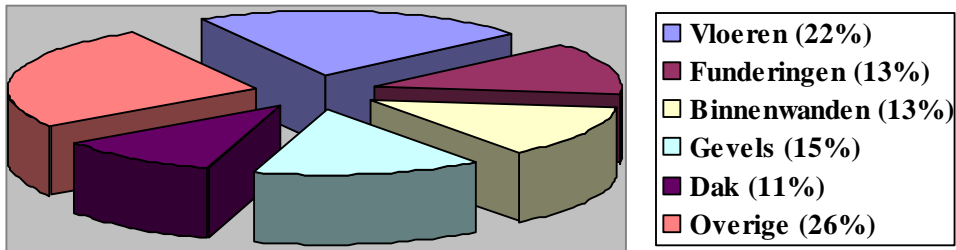
Het gewicht van een gebouw is verdeeld in delen. Hiervan zijn vooral de vloeren (34%) en de fundering (30%) de delen niet eruit springen.



Figuur 6: gewicht van het gebouw per deel in procenten

Milieubelasting

De bovengenoemde delen uitgezet naar milieubelasting. De twee opvallendste delen zijn hier de vloeren (22%) en gevels (15%). Deze 2 delen zijn het meest milieubelastend.



Figuur 7: milieubelasting van het gebouwen per deel in procenten

Concluderend

Opvallend is dat gevels en daken een relatief klein aandeel in het gewicht hebben van een gebouw, toch zijn ze qua milieubelasting aanzienlijk hoger. De vloeren blijken echter het meest milieubelastend te zijn, voor duurzamere gebouwen is dit vooral het deel waar veel winst geboekt kan worden.

6.1 Fundering

De fundering vormt een belangrijk onderdeel van een gebouw. Het gewicht van de fundering bedraagt circa 62.000 kg ofwel circa 30 % van het totale gewicht van een gemiddeld gebouw.

De milieubelasting van de fundering voor het totale gebouw bedraagt ongeveer 13%, uitgegaan van een aanvulling van de bouwput met behulp van zand, horizontale betonnen funderingsbalken en een bijbehorende betonnen paalfundering.

Resultaten alternatieven:

-) In plaats van zand worden schelpen als bodemafdekkingsmateriaal gebruikt, 20% verbetering
-) Beton met 20 % puingranulaat als toevoeging, 13% verbetering
-) De betonnen paalfundering wordt vervangen door een houten paalfundering, geen verbetering

De meeste winst is te halen door schelpen i.p.v. zand als bodemafdekkingsmateriaal te gebruiken, hiermee is een milieuwinst van 20% te realiseren. Tevens is beton met 20% puingranulaat een duurzaam alternatief, wat een milieuwinst geeft van 13% . Beide maatregelen zijn makkelijk toepasbaar en leiden niet tot ingrijpende ontwerpaanpassingen, ook kunnen beide maatregelen gecombineerd toegepast worden.

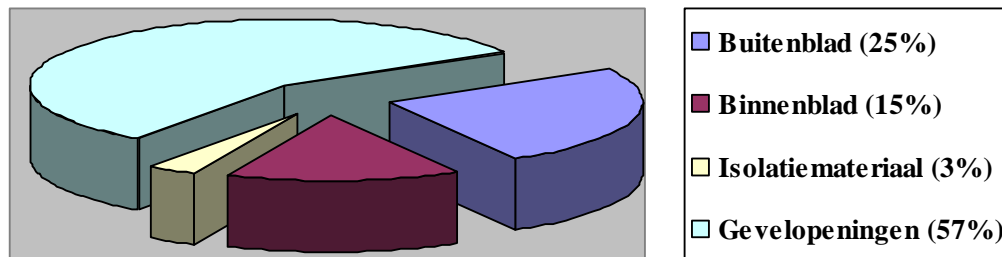
Quickwins:

Schelpen als bodemafdekkingsmateriaal

Beton met 20 % puingranulaat als toevoeging

6.2 Gevels

Voor een standaard gebouw dragen de gevels voor circa 9 % bij aan het totale gewicht, circa 18.000 kg. Hiermee zijn zij verantwoordelijk voor 15% van de totale milieubelasting.



Figuur 8: milieubelasting van gevels

Er zijn vele tientallen combinaties van binnenblad en buitenblad met isolatie mogelijk. Hieronder ga ik alleen in op het buitenblad, het binnenblad en de afwerking aan de binnenzijde vertonen hiermee veel parallellen. De bijdrage van het isolatiemateriaal in het totale milieueffect van een gebouw, vanuit materiaaloptiek, is zo gering dat ik deze buiten beschouwing heb gelaten. Referentiemateriaal: bakstenen en deze vergelijken met enkele producten die als 'milieu vriendelijker' worden beschouwd.

Resultaten alternatieven:

-) Kalkzandsteen, 55% verbetering
-) Cement pleisterwerk, 83% verbetering m.u.v. smogvorming
-) Hout (duurzaam) + schilderwerk met keur (acrylaat), 40% verbetering

De meeste winst valt te halen door kalkzandsteen te gebruiken als gevelmateriaal.

Cementpleisterwerk, m.u.v. smogvorming, en houten gevelbekleding scoren ook beter dan het referentiemateriaal.

Quickwins:

Kalkzandsteen als gevelmateriaal

Cement pleisterwerk

Duurzaam hout en acrylaat schilderwerk

6.3 Deuren, ramen, kozijnen

Zowel in de binnenwanden als buitenwanden worden kozijnen, deuren en ramen geplaatst. Uit onderzoek blijkt dat gevelopeningen een groot deel van de belasting op zich nemen. Hier zijn echter ook verschillende opties. Voor de kozijnen wordt als referentie uitgegaan van 'niet duurzaam hout, voorzien van high solid schilderwerk'.

Resultaten alternatieven:

-) Duurzaam hout, high solid met keur, geen noemenswaardige verbetering
-) Aluminium kozijn met moffellaag, geen noemenswaardige verbetering
-) Gerecycled PVC met staalprofiel, geen noemenswaardige verbetering

De milieuwinst op een bepaald beleidsthema, bijvoorbeeld broeikas effect, wordt al snel door een verlies op andere thema's tenietgedaan. Duurzaam geproduceerd hout scoort wel aanmerkelijk beter dan hout dat niet, aantoonbaar, duurzaam is geproduceerd.

Quickwins:

Geen

6.4 Binnenwanden, dragend en niet dragend

De binnenwanden (dragend en niet dragend) dragen voor ongeveer 20 % bij aan het totale gewicht van een gebouw, totale gewicht bedraagt circa 42.000 kg. Het milieuaandeel vanuit materiaal-optiek bedraagt ongeveer 13 % van de totale milieubelasting. Als referentie voor de niet dragende binnenwanden wordt uitgegaan van gemetselde bakstenen, voor de dragende binnenwanden wordt uitgegaan van prefab gewapend beton.

Resultaten alternatieven niet dragende binnenwanden:

-) Cellenbeton, 50% verbetering
-) Kalkzandsteen, 40% verbetering
-) Gipsblokken, geen verbetering
-) Houtskeletbouw, geen verbetering

Resultaten alternatieven dragende binnenwanden:

-) Cellenbeton, 40% verbetering
-) Ongewapend beton in het werk gestort, 15% verbetering
-) Gewapend beton in het werk gestort, geen verbetering

Uit de geraadpleegde gegevens blijkt dat het relatief goedkope kalkzandsteen al zeer goed scoort t.o.v. bakstenen. Cellenbeton blijkt voor zowel buitenwanden, 50%, als binnenwanden, 40%, het beste te scoren, cellenbeton is echter wel duurder in gebruik. Concluderend is cellenbeton voor zowel de dragende als niet dragende binnenwanden een goede quickwin maatregel. Voor niet dragende binnenmuren is ook kalkzandsteen een goedkoop en gunstig alternatief.

Quickwins niet-dragende binnenwanden:

Cellenbeton

Kalkzandsteen

Quickwins dragende binnenwanden:

Cellenbeton

Ongewapend beton in het werk gestort

6.5 Vloeren

De vloeren (circa 68.000 kg) dragen voor ongeveer 34 % bij aan het totale gewicht van een gemiddeld gebouw en de milieubelasting bedraagt ongeveer 22 % van de totale milieubelasting. Als referentie voor de vloer wordt voor de begane grond uitgegaan van een betonnen ribcassettevloer, voor de verdiepingsvloer is als referentie uitgegaan van een betonnen breedplaatvloer.

Begane alternatieven grondvloeren:

-) Verduurzaamde vuren hout balken en multiplex beplating, geen verbetering
-) Lichtbeton 20 % puin, geen verbetering
-) Betonnen ribcassette met 20 % puingranulaattoeslag, geen verbetering

Resultaten alternatieven verdiepvloeren:

-) Kanaalplaatvloer met 20 % puin toeslag, 40% verbetering
-) Zwaluwstaartvloer, 35% verbetering

Voor de begane grond scoorden de houtskeletbouwvloeren en lichtbetonvloeren slechter dan de referentie en zijn dus niet als quickwin maatregel aan te merken; de ribcassette met 20% puin toeslag leverde geen significante verbetering op. Voor verdiepingsvloeren scoorden de kanaalplaatvloer en de zwaluwstaartvloer beter dan het referentiemateriaal.

Quickwins grondvloeren

Geen

Quickwins verdiepingvloeren

Kanaalplaatvloer met 20% puin toeslag

Zwaluwstaartvloer

6.6 Daken

Een gemiddeld gebouw in Nederland kent een traditioneel zadeldak. Het totale gewicht (met schuin dak) bedraagt 3 % (6.000 kg) van het totale gewicht van het gebouw, het milieuaandeel bedraagt circa 11 % van de totale milieubelasting. Het referentiedak bestaat uit een houten draagconstructie met multiplex bekleding (geen keur), EPS isolatieplaten en dakpannen.

De volgende alternatieven worden beschouwd:

-) Houten draagconstructie met keur, wel quickwin
-) Duurzaam houten draagconstructie met betonnen dakpannen, wel quickwin
-) Milieuprestatie is van een normaal plat dak, geen quickwin

De grootste milieuwinst wordt verkregen als voor de draagconstructie duurzaam hout gebruikt wordt. Extra voordeel wordt behaald door keramische dakpannen te gebruiken i.p.v. betonnen pannen.

Quickwins daken

Houten draagconstructie met keur

Duurzaam houten draagconstructie met betonnen dakpannen

6.7 Quickwin-gebouw

Concluderend is het quickwin-gebouw veel milieuvriendelijker. Het grootste effect is het thema 'uitputting' (45%), smogvorming heeft echter geen verbetering. Op de overige delen wordt ongeveer 18% op de milieubelasting verdiend. Belangrijke quickwin maatregelen zijn: cellenbeton als binnen- en buitenwanden, schelpen als bodemmateriaal, kanaalplaatvloer met 20% puin toeslag als verdiepingsvloer en voor de daken een duurzaam houten draagconstructie met betonnen dakpannen.

7. Verhogen duurzaamheid door duurzamere materialen

Om een gebouw klimaatneutraler te maken is het een, relatief, gemakkelijke methode om duurzamere materialen te gebruiken. Deze materialen hebben leggen een minder zware last op het milieu of zorgen voor lagere stookkosten.

Hier is gekeken naar de emissies, grondstoffen, landgebruik en hinder. Bij houtproducten er een belangrijk verschil tussen duurzame bosbouw (db) en standaard bosbouw (sb). Voor duurzame bosbouw wordt zoveel mogelijk rekening gehouden met de natuur en worden er nieuwe bomen aangeplant na het kappen van de oorspronkelijke bomen. Om een product in duurzaamheid uit te kunnen drukken zijn ze gerangschikt naar milieuklasse en verborgen milieukosten. Bij isolatie is i.p.v. milieukosten de lambda waarde meegenomen.

“De waarde (verborgen milieukosten) wordt verkregen door de impact per categorie te vermenigvuldigen met de kosten die gemaakt moeten worden ter voorkoming of vermindering van die impact”.

7.1 Gevelbekleding

Bij gevelbekleding is opvallend dat de meeste duurzame producten van hout zijn. Enige kanttekening is dat het hout wel uit duurzame bosbouw komt. Standaard bosbouw maar vooral staalproducten komen erg slecht uit de test. Erg slechte materialen qua duurzaamheid zijn aluminium, zink en vooral koper.

7.1.1 Eiken delen (EU, db)

Deze eiken delen worden duurzaam verbouwd in Europa. Ze hebben een levensduur van 60 jaar. Hierdoor zijn de milieukosten erg laag (€1,19) en daaruit volgt de lage milieuklasse: 1a.

7.1.2 Robinia delen (db)

Robinia delen komen voornamelijk uit Europa en Eurazië. Mits deze bomen duurzaam verbouwd zijn, zijn de verborgen milieukosten €1,59 waardoor dit hout in milieuklasse 1b komt. De verwachte levensduur van dit product is 60 jaar.

7.2 Isolatiematerialen

Bij de isolatiematerialen dient er een afweging te worden gemaakt voor de keuze van het materiaal. Er zijn namelijk isolatiematerialen die niet duurzaam zijn tijdens de productie maar die wel erg goed isoleren, dus minder stookkosten. Een voorbeeld hiervan is Resol-schuim. Andere materialen stoten amper giftige stoffen uit tijdens het produceren maar hun isolatie waarde is ook erg laag, bijvoorbeeld cellulose. Tot slot is er ook nog PIR, deze heeft een erg goede isolatie waarde maar het bevat Cfk's. Deze stoffen zijn zeer slecht voor het milieu en zodoende is PIR afgefallen.

7.2.1 Cellulose

Cellulose is een breed inzetbaar materiaal. Het wordt voor de meest uiteenlopende producten gebruikt, zoals: papier, karton, textiel maar ook voor isolatie. Omdat het een 100% natuurlijk product is, is het gebruik ervan zeer duurzaam. De moderne cellulose isolatie werkt met behulp van cellulosevlokken, verkregen worden door gerecycled papier te vermalen en te vermengen met sterk brandwerende boraat-zouten. Cellulose is echter geen geschikt isolatiemateriaal voor in spouwmuren. Het resultaat is een duurzaam, goedkoop en redelijk isolerend (Rc-waarde van 2,5 bij 100mm) materiaal. Ook hebben recente testen aangetoond dat cellulose qua brandveiligheid nog veiliger zijn dan minerale wol of glasvezel

-) Thermische prestaties: stookkosten zijn ong.20 / 30% lager dan bij minerale wol of glasvezel.
-) Geluidsisolatie: zeer luchtdicht en een hoge dichtheid, zodoende een goede geluidsisolator.
-) Brandveiligheid: cellulose is één van de meest brandveilige materialen.
-) Milieuvriendelijkheid: kost ong. 20/ 40 keer minder energie dan 'moderne' isolatiematerialen

7.2.2 Resol-schuim

Voor de productie van resol-schuim zijn er weinig grondstoffen nodig, terwijl het materiaal toch een hoge isolatiewaarde heeft. De milieubelasting door emissies zijn vergelijkbaar met die van kurk. Echter is het materiaal nog niet recycleerbaar.

Wel worden er tijdens de productie verschillende chemische agentia gebruikt, bijvoorbeeld fenol. Deze stoffen zijn brandbaar en explosief. Resol-schuim bestaat uit gesloten cellen die gevuld zijn met een blaasmiddel. Hierdoor neemt het geen vocht op, maar draagt het ook niet bij aan de vochtthuishouding in een gebouw. Resol heeft een levensduur van 75 jaar.

Om een dak met een warmteweerstand R_c van $3,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ te komen, is een dikte van 60 mm nodig voor een plat dak en 55 voor een hellend dak. De lambda-waarde bedraagt $0,02 \text{ W/m.K}$.

Resol heeft een erg hoge isolatiewaarde en zit in een gunstige milieuklasse. Ook kun je het voor spouwmuren gebruiken, in tegenstelling tot cellulose. Hierom is Resol-schuim de beste keuze.

7.3 Hellende daken

Bij hellende daken zijn de natuurlijke producten het meest duurzaam. Riet en natuursteenleien zijn voorbeelden die al heel oud zijn en het blijken ook nog eens erg duurzame producten. De betonpan is opvallend duurzaam, en met een speciaal toplaagje is de levensduur nog langer.

7.3.1 Betonpan

De betonpan, voorzien van een specifieke toplaag, is het meest milieuvriendelijke product. Ook de gewone betonpan valt in dezelfde milieuklasse (klasse 1a). Het feit dat de betonpan goed scoort, ligt vooral in de lange technische levensduur en de lage milieubelasting per kilogram materiaal.

Dat de betonpan met specifieke toplaag, op basis van micromortel, beter scoort dan de traditionele betonpan is te wijten aan zijn levensduur. De standaard betonpan heeft een verwachte levensduur van 50 jaar, terwijl de betonpan met toplaag een verwachte levensduur heeft van 60 jaar.

Een bekend nadeel bij de betonpan is de beperkte esthetische levensduur. Door vuil, algen en korstmossen die aan de het poreuze oppervlak hechten, wordt de betonpan in de praktijk vaak al voor het beëindigen van de technische levensduur vervangen. De afgewerkte betonpan is niet poreus waarde de esthetische levensduur gewaarborgd blijft.

7.3.2 Riet

Riet heeft een dubbel functie (zowel afwerking als isolatie) er is in feite sprake van een dubbelfunctie. Om toch tot een eerlijke vergelijking te komen is de milieubelasting van een vierkante meter isolatiemateriaal op de totale milieubelasting in mindering gebracht.

De verwachte levensduur van riet is 40 jaar. De levensduur is echter sterk afhankelijk van de hellingshoek. Wanneer riet wordt toegepast op een dak met een hellingshoek van minder dan 25 graden, is de levensduur niet meer dan 15 jaar. Voor een hellingshoek tot 30 graden geldt een levensduur van 20 jaar. Bij een hellingshoek tot 45 graden is dit tot 45 jaar en riet op een dak met een hellingshoek van 50 graden gaat zelfs meer dan 45 jaar mee.

7.4 Dakbedekking

Dakbedekking blijkt het meest duurzaam te zijn als het synthetisch is. Tevens blijken eigenlijk alle dakbedekkingen voor platte daken erg duurzaam te zijn, zonder uitzondering zitten ze allemaal in milieuklasse 1 of 2. Dit komt door een lage massa per vierkante meter, relatief weinig energie tijdens het productie proces en een lange levensduur.

7.4.1 EPDM-membraan (beste keus)

De platdakbedekking op basis van het EPDM-membraan wordt al langere tijd bestempeld als duurzame productkeuze. Van alle alternatieven heeft het membraan de laagste milieubelasting. De belangrijkste oorzaak hiervoor is de lage massa en de lange levensduur.

7.4.2 TPO

Thermoplastisch polyolefine (TPO) is een relatief nieuw materiaal. Met milieuklasse 1b behoort het materiaal tot een van de beste milieukeuzen. Het goede resultaat dankt het materiaal voornamelijk aan zijn lage massa per vierkante meter, wat slechts een fractie hoger is dan EPDM. Gelet op het productieproces, is de bijdrage van de productie van het ethyleen propyleen co-polymeer, waaruit TPO grotendeels bestaat, met circa 55% van de milieubelasting het belangrijkste.

7.4.3 POCB

Ook de POCB-dakbanen vallen in milieuklasse 1. De belangrijkste oorzaak van de lage milieubelasting is de geringe massa van POCB ten opzicht van gemodificeerd bitumen. Ten opzichte van het EPDM-membraan veroorzaakt de POCB-dakbedekking circa 40% meer milieubelasting! Dit verschil wordt veroorzaakt door meer materiaalgebruik per functionele eenheid. Vanwege gebrek aan praktijkervaring is een relatief korte levensduur van 20 jaar aangehouden. Voor de EPDM-varianten is een levensduur van 25 jaar aangehouden.

7.4.4 EPDM-dakbanen (met SBS-gecacheerd)

De milieubelasting van de met SBS-gemodificeerd bitumen gecacheerde EPDM-banen is circa anderhalf maal hoger dan van het EPDM-membraan. Desondanks vallen deze banen in milieuklasse 1. De belangrijkste oorzaak voor dit verschil is de 2,6 maal hogere massa van de EPDM-banen.

7.5 Hemelwaterafvoer

Het meest effectieve alternatief is een dakgootloos ontwerp. Het hemelwater valt via een dakoverstek op de grond of in een opvangbassin. Waarna het bijvoorbeeld voor waterverbruik in de tuin kan worden gebruikt. Dit voorkomt niet alleen uitloging, maar ook verdroging van de bodem.

Vaak worden regenpijpen gemaakt van PVC, wanneer er sprake is van een zinken of koperen goot wordt ook vaak een regenpijp in hetzelfde materiaal toegepast. Zink en koper hebben een 6 tot 20 keer hogere milieubelasting. Naast PVC zijn er ook kunststoffen regenpijpen van PPc en PE.

7.5.1 PE

PE is langdurig bestand tegen vloeistoffen met een temperatuur tot 95° C en is bestand tegen een groot aantal zowel huishoudelijke als industriële chemicaliën.

PE is een etheenpolymeer, leverbaar in diverse variaties. Afhankelijk van de aanwezige druk tijdens het fabricageproces wordt PE in drie materiaalsoorten geleverd PE40 (zacht PE), PE80 (hard PE) en PE 100 (hard PE). Voor rioleringen wordt meestal hard PE toegepast. Hard PE verweekt bij een temperatuur van 100° C.

7.5.2 PPc

PPc is langdurig bestand tegen vloeistoffen met een temperatuur tot 105° C en net als PE tegen een groot aantal zowel huishoudelijke als industriële chemicaliën bestand. Het kunststof verweekt bij een temperatuur van ca. 125° C. PPc is een propyleenpolymeer, met gelijksoortige eigenschappen als PE maar met een hogere thermische bestandheid.

7.6 Dakgoten

Bij dakgoten is er een duidelijke scheiding tussen synthetische of houten (duurzame bosbouw) goten en de overige. Deze overige producten als vuren (sb), zink en koper zijn erg slecht voor het milieu. Vooral in landgebruik maar ook in emissie scoren deze producten slecht.

Voorals staal (gecoat, verzinkt) en PVC (mastgoot) komen goed uit de test. Beide producten hebben verborgen milieukosten van rond de €1,50 en zitten in milieuklasse 1a.

Gecoat staal is een zeer stevige goot met Dubo-keurmerk en is bij de gespecialiseerde materialenhandel verkrijgbaar. U kunt het staal ook behandelen met een zinkcoating; meestal moet de coating dan elk jaar opnieuw worden aangebracht.

Een getimmerde en beklede goot maken is werk voor de vakman, het hout dient echter wel duurzaam bebouwd te zijn! PVC mast- en bakgoten zijn te koop in de meeste bouwmarkten. In grijs, wit, bruin.

7.7 Waterleidingen

Waterleidingen zijn nog geregeld gemaakt van koper. Uitloging is verantwoordelijk voor 8% van de totale milieubelasting van een koperen waterleidingsysteem, de totale milieubelasting van een koperen gebouwsysteem is een factor 9 tot 24 hoger ten opzichte van kunststoffen alternatieven. Toch heeft koper een marktaandeel van circa 90%. De overige 10% wordt ingevuld door de verschillende kunststoffen alternatieven.

Voorkeursmaterialen voor wateraan- en afvoerleidingen zijn: PP, PB en PE. Voor aanvoerleidingen is PB (polybuteen), voor afvoerleidingen is PP (polypropyleen) of PE (poly-ethyleen) het meest geschikt als alternatief. Deze kunststoffen logen niet uit en zijn niet duurder dan koper. Verder worden in deze kunststoffen worden geen chloriden gebruikt.

7.7.1 PP-R

Een kunststof die erg in opmars is en gebruikt wordt in de drinkwater, verwarming, sprinkler en oppervlaktewater industrie. De snelle verwerking t.o.v. van traditionele systemen biedt vele voordelen. PPR is t.o.v. b.v. PVC flexibeler en daardoor veel beter geschikt bij temperatuur schommelingen (max. 90°C) Ook bij koude temperaturen blijft PPR slagvast. Dit maakt PPR ook geschikt voor luchtleiding systemen, waterleidingen etc.

7.8 Overige producten

7.8.1 HR+ of HR++-glas

Hoog-Rendement glas (HR glas) voldoet aan een U-waarde van 1,6 W/m² K (voor HR+ glas) en 1,2 (voor HR++ glas). Hoog-Rendement glas bestaat, evenals traditionele isolerende beglazing, uit twee of zelfs drie ruiten met daartussen een spouw. Door het aanbrengen van een coating op één van de ruiten en de spouw te vullen met gas heeft dit type beglazing een veel betere isolatiewaarde dan gewoon dubbelglas.

7.8.2 Gipstoepassingen binnen

Gips kan in de bouw worden gebruikt in de vorm van:

- blokken en gipskarton voor binnenwanden en
- anhydriet voor dekvloeren.

Er worden in de bouw drie soorten gips gebruikt: natuurgips, fosfogips en rogips.

-) Natuurgips wordt in gewonnen in Frankrijk en Duitsland en heeft als nadeel dat het landschap wordt aangetast als het gips wordt gewonnen. Bovendien is het vaak licht radioactief, er komt Radon uit vrij.
-) Fosfogips is een afvalproduct uit de kunstmestindustrie en bevat (te) veel zware metalen en er komt teveel straling vrij uit fosfogips. Deze grondstof dient daarom niet te worden gebruikt in de bouw.
-) Rogips staat voor rookgasontzwavelingsgips en komt in grote hoeveelheden vrij als afvalproduct bij elektriciteitscentrales en vuilverbrandingsinstallaties. Rogips afkomstig uit centrales is zeer geschikt om te worden gebruikt in de bouw. Naar deze grondstof gaat de voorkeur uit.

In de sloopfase dienen gips en anhydriet apart te worden gehouden van beton- en metselwerkpuin omdat deze materialen te zacht zijn en de sterkte van granulaatbeton negatief beïnvloeden. Bovendien kunnen gips en anhydriet leiden tot ongewenste zwellingen, doordat het water opneemt. Anhydriet kan los worden gehouden van een betonvloer door een folie aan te brengen onder de anhydrietlaag.

Gipsblokken, -(karton)platen en -stuc dienen te worden verwijderd voor dat de rest van het gebouw wordt gesloopt.

7.8.3 Leem

Van oorsprong een traditionele bouwwijze met leemstenen en leemstuc, soms in combinatie met vakwerkbouw. Deze bouwwijze kwam vroeger overal in Europa voor en nu nog, onder andere in Afrika, omdat het een goedkope, makkelijk te verkrijgen, lokale bouwstof is.

Tegenwoordig wordt de term 'leembouw' gebruikt als verzamelnaam voor bouwprojecten waarin leem als bouwstof wordt gebruikt. Leem bestaat uit klei, zand en silt (fijne zanddeeltjes). Aangelengd met water verliest het zijn vaste vorm. Bij verwerking is dat een voordeel; het nadeel is dat leem niet bestand is tegen regen. Daarom wordt leem meestal toegepast in het interieur. Daar heeft het gunstige, vochtregulerende eigenschappen voor het binnenmilieu.

De meest voorkomende leembouwstoffen zijn: leemstuc, leemsteen, stamleem en leemmortel.

7.8.4 Recyclinggranulaat

Recyclinggranulaat uit bouw- en sloopafval (BSA) is een verzamelnaam voor gebroken steenachtig materiaal.

Ter onderscheid van andere soorten granulaten en om aan te geven dat een volledig recyclingproces is doorlopen wordt de verzamelnaam recyclinggranulaat gebruikt voor gecertificeerd gebroken puin.

Recyclinggranulaat wordt gebruikt als drainagemateriaal, ballast voor zeekeringen, bestratingzand, wegfunderingen en toeslagmateriaal in beton.

7.8.5 Poedercoaten

Het aanbrengen van een verf in poedervorm, zonder oplosmiddel, die zich onder een verhoogde temperatuur in een oven hecht aan metalen ondergronden.

De milieubelasting door oppervlaktafwerking met poedercoating is geringer dan bij VOS-houdende verfsoorten, terwijl de levensduur en de sterkte van de afwerkinglaag groter is. Poedercoatings worden toegepast op aluminium en stalen ondergronden. Als bij staal eerst een verzinklaag wordt aangebracht spreken we van een duplex systeem

7.8.6 Hardglazen ramen

Vaak wordt er voor een hardglazen raam gekozen als er geen houten kozijntje gewenst is. Een hardglazen raam kan als uitzet-, draai- of klepraam geleverd worden. Omdat de ramen onderhoudsvriendelijk zijn en voorzien van degelijk beslag is de levensduur enorm lang. Vooral de uitvoering in dubbelglas is in opmars en vrijwel onverwoestbaar.

‘Van WC-raampje tot uitzetramen in een serre: hardglazen ramen zijn een goede oplossing’.

7.8.7 Duurzaam geproduceerd hout (FSC)

Hout is als grondstof een zeer milieuvriendelijke keus. Het is hernieuwbaar, milieuvriendelijk en vrijwel CO₂-neutraal. Waar andere grondstoffen als aardolie en erts eeuwen nodig hebben, kunnen bomen binnen 20 tot 120 jaar een prachtige grondstof leveren. Er is geen ander algemeen bouw materiaal dat met zo weinig energie wordt geproduceerd als hout. Hout groeit altijd weer aan en laat geen vervuilende reststoffen in het milieu achter. Als de bossen waaruit het hout wordt geoogst op een duurzame manier worden beheerd, kunnen deze bossen voorzien in een onuitputtelijke grondstofbron. Daarnaast kan hout nadat het in langdurige constructies is toegepast, nog worden hergebruikt in andere producten en tot slot als grondstof voor groene energie worden ingezet.

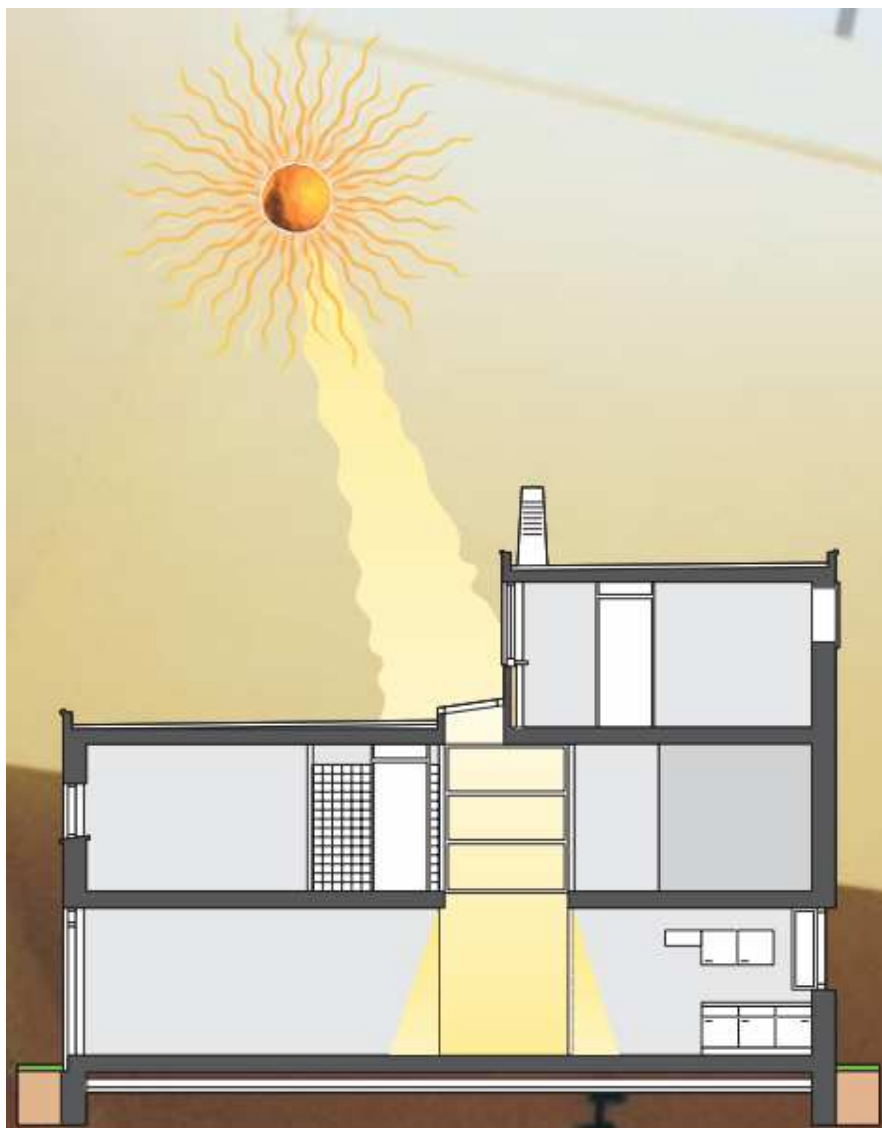


Forest Stewardship Council
FSC Nederland

8. Verhogen duurzaamheid door het ontwerp

Het ontwerp van het gebouw bepaalt in hoge mate de milieukwaliteit. Het is gunstig om met zo weinig mogelijk materiaal, energie en water gebruik zoveel mogelijk efficiënt te gebruiken ruimte te maken. Dus niet teveel toeters en bellen, sprongen en dergelijke maar een efficiënt, compact ontwerp, wat ook vaak kostentechnisch gunstig is. De efficiëntie kan vaak vergroot worden door vooral slim om te gaan met de benodigde verkeersruimte, bij een compact gebouw waarbij de ruimten gunstig gesitueerd zijn ten opzichte van elkaar kan de verkeersruimte beperkt blijven. Vaak kunnen de verkeersruimten op zichzelf ook multifunctioneel gebruikt worden door ze bijvoorbeeld ook te gebruiken als pauzeplekken of als efficiënt te benutten ruimte bij grotere bijeenkomsten en dergelijke.

Bij compacte gebouwen moet je niet denken aan diepe donkere gebouwen zonder daglichttoetreding, want dergelijke gebouwen zijn niet energie efficiënt en niet gezond. Juist voldoende daglichttoetreding zal zorg dragen voor beperking van de benodigde verlichting (een belangrijk onderdeel in de beperking van de energiebehoefte in een gebouw) en draagt aanzienlijk bij aan het welbevinden van de gebruikers. Een combinatie van compact en goede daglichttoetreding is vaak mogelijk met een overdekt atrium, lichtstraten en dergelijke.



Figuur 9: zon in stedenbouw

8.1 Belangrijke methodes

8.1.1 Oriëntatie op het zuiden

Door het gebouw op het zuid/zuidoosten te oriënteren gebruik je de energie van de zon om je gebouw te verwarmen. Door de ochtendzon binnen te halen warmt het gebouw geleidelijk op in de ochtend.

-) Woonkamer op zuid
-) Keuken en andere koele ruimten op noord

8.1.2 Grote ramen op zuid, kleine op noord

Als gevolg van de oriëntatie op het zuiden is het verstandig om op het zuiden grote ramen te doen. Zo maakt het gebouw optimaal gebruik van de ochtendzon. In de middag, wanneer het gebouw al op temperatuur is, is het niet nodig om nog zoveel zonlicht binnen te krijgen. Hierom is het aan te raden kleine ramen op het noorden te plaatsen.

Zuidgerichte venstres

- Zomer: hoge zon is makkelijk te weren (bv. vaste zonwering)
- Winter: lage zon is warmte winst



Figuur 10: meest praktische oriëntatie wat betreft zonlicht en verblinding

Echter moet je de grote ramen op zuiden wel voorzien van goede buitenzonwering.

zonwering

- extern vs. intern



- vaste systemen
(vooral voor zuidgevel)



- regelbare systemen
(vooral voor oost- en westgevel)

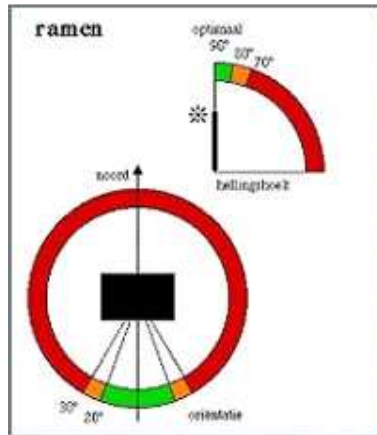


Figuur 11: systemen en soorten zonwering

8.1.3 Belemmeringshoek $\leq 15^\circ$

Wanneer bouwblokken dicht op elkaar staan kunnen ze kunnen elkaar beschaduen. De belemmeringshoek is een maat voor de onderlinge beschaduwing. Deze hoek wordt bepaald door de afstand tot en de hoogte van het belemmerende bouwblok.

Als optimum geldt als vuistregel een belemmeringshoek van maximaal zestien graden. Wanneer de belemmeringshoek 24 graden of meer is, dan is de zonbijdrage in de winter nagenoeg te verwaarlozen.



Figuur 12: belemmeringshoek bouwblokken

Ook bomen en omliggende hoogbouw zijn van invloed op de bezonning.

8.1.4 Serre op het zuiden

Met een serre kan de toetreding van zonnewarmte beter gereguleerd worden mits de serre voorzien is van:

-) Zonwering, bijvoorbeeld in de vorm van een tuinbouwscherm;
-) Goede ventilatiemogelijkheden, door te openen ramen in het bovenste deel van de serre en in de gevel. Door beide te openen ontstaat (thermische) trek en wordt de warmte afgevoerd voordat die in het gebouw komt.
-) Serre niet verwarmen in de winter, dus ook geen radiatoren of kachels aanbrengen;
-) Door te ventileren via de serre wordt de ventilatielucht voorverwarmd;

Belangrijk is om in de zomer niet via de serre ventileren!

8.1.5 Zeer goed isoleren

Door zeer goed te isoleren wordt het energiegebruik van het gebouw minder. Met een U-waarde minimaal 0,30, en overall, minimaal, dubbel glas wordt een gebouw aanzienlijk verduurzaamd. Verder is het handig de mogelijkheid tot het aanbrengen van goed isolerende gordijnen of schermen, die 's nachts kunnen worden gesloten ter verhoging van de isolatiewaarde, open te houden.

8.1.6 Compartimentering

Dit houdt in het scheiden van warme en koude ruimten met binnenwanden, dit zodat de lage/hoge temperatuur in het zelfde compartiment blijft. Indien alleen de woonkamer verwarmd moet worden is dit niet nodig voor de rest van het gebouw. Tevens dienen er geen open verbindingen te zijn tussen de gevels, eventueel door een met glas gesloten galerij of balkon.

8.1.7 Energiezuinig ventileren

Enkele methodes om energiezuinig te ventileren:

-) Ieder vertrek voldoende geventileerd om vocht en vervuilde binnenlucht af te voeren;
-) Gespreide toevoer van ventilatielucht zonder tocht hinder;
-) Mechanische afzuiging in keuken, badkamer en WC toepassen (geen 0-stand!);
-) In alle ruimten die niet worden afgezogen ventilatieroosters in of boven de ramen aanbrengen;
-) Vrije toestroom van lucht binnen het gebouw garanderen door niet afsluitbare openingen onder of in de binnendeuren;
-) Niet meer ventileren dan nodig is om voldoende zuurstof aan te voeren en vocht en geuren af te voeren;
-) Bij gebalanceerde ventilatie: warmteterugwinning toepassen.

8.1.8 Goede tochtwering

Tochtportalen ter plaatse van voordeur (en tuindeur).

8.1.9 Flexibiliteit (IFD)

Door flexibel te bouwen wordt de levensduur van gebouwdelen en gebouwen verlengd doordat gebouwen in de toekomst beter aanpasbaar zijn aan de dan geldende eisen.

Dit kan door scheiding van drager en inbouw, waardoor het mogelijk is om binnenwanden te slopen of verplaatsen zonder constructieve problemen. Verder is het in verband met aanpasbaar bouwen nodig dat de dagmaat van de deuren minimaal 850 mm en de breedte van de gang minimaal 1000 mm is. Er dienen zich geen leidingen te bevinden in niet-dragende binnenwanden.

Flexibel bouwen houdt ook in dat de kamers voldoende groot en bereikbaar zijn vanuit de gang. Slaapkamers moeten plaats bieden aan een werktafel en in één slaapkamer tevens aan een tweepersoonsbed met ombouw. In het gebouw moeten meerdere leefplekken aanwezig zijn, waaronder een eetkeuken of eetkamer. In de badkamer moet naast een wasmachine ruimte zijn voor een bad en/of een (gasgestookte) wasdroger. Verder badkamer en (enig) toilet niet combineren.

8.1.10 Detailleren

In de bouw wordt vaak slecht gedetailleerd. Om die slechte detaillering te compenseren worden afhankelijk van de plaats kit, PUR of lood gebruikt. Alle drie zijn zeer milieuvriendelijk. Door goed te detailleren zijn deze afdichtingmaterialen vaak overbodig en in sommige gevallen in veel mindere mate nodig.

Waar toch extra kierdichting nodig is kan gebruik gemaakt worden van aftimmerlatten, viltstroken of geschuimd PE (polyethen) in de vorm van cellen- of compressieband en EPDM tochtprofielen.

Als toch moet worden gekozen voor kit dan natuur- (plastisch) of siliconenkit (elastisch) nemen. Als waterkerende laag zijn EPDM en DPC (soort PE) goede alternatieven.

8.2 Optionele methodes

8.2.1 Vegetatie dak, onderhoud arm, lichtgewicht

Begroeid dak, meestal uitgevoerd als 'extensief vegetatiedak': op de dakbedekking bevindt zich een relatief dunne substraat-laag waarin sedum-plantjes (een soort vetplantje), grassen, mos en/of kruiden wortelen.

Een tuindak of 'intensief vegetatiedak' bestaat uit een dikke laag aarde op een waterkerende laag waarin een variëteit aan planten en zelfs bomen kunnen groeien.

8.2.2 Zonlicht

Daglicht factor op de werkplek van ten minste 3% (keuze maatregel)

8.2.3 Dubbele naad- en kierdichting

Naast transmissie is (ongewenste) luchtinfiltratie een grote veroorzaker van warmteverlies. Luchtinfiltratie kan worden verminderd door tijdens het ontwerp en uitvoering veel aandacht te besteden aan de naad- en kierdichting van de gevel.

Achtergrond techniek

Utiliteitsgebouwen worden geklimatiseerd met behulp van een ventilatiesysteem. Naast deze gewenste luchtverversing treedt door infiltratie van buitenlucht ook ongewenste luchttoetreding op. Deze infiltratie treedt op via naden en kieren in de gevel. Door het toepassen van dubbele naad- en kierdichting kan de hoeveelheid infiltratielucht worden beperkt.

Naast kieren en naden zal buitenlucht ook door deuren kunnen infiltreren. Maatregelen om deze verliezen te beperken (draaideuren, luchtsluizen) dragen ook bij aan een lagere luchtinfiltratie.

Een goede luchtdichtheid van een gebouw heeft behalve het beperken van het warmteverlies ook enkele andere voordelen:

-) Reductie omgevingsgeluid
-) Hoger comfort (minder tocht)
-) En is veelal noodzakelijk in combinatie met energiezuinige technieken als betonkernactivering.

8.3 Overige maatregelen

-) Isoleer kruipluiken (vaste maatregel)
-) Maak ontwerp geschikt voor actieve zonne-energie (vaste regel)
-) Isoleer leidingen warmtapwater volledig (vaste maatregel)
-) Aansluiting op warmtedistributienet (vast maatregel)
-) Isoleer cv- en distributieleidingen (vast maatregel)
-) Energie-efficiënte verlichting (vast maatregel)
-) Optimaal het ontwerp op leidinglengtes (vaste maatregel)
-) Pas geprefabriceerde producten toe (keuze maatregel)
-) Beperk onderhoudsfrequenties (vaste maatregel)
-) Maak verbindingen bereikbaar en demontabel (vaste maatregel)
-) Bescherm opgaand werk door gevelontwerp (keuze maatregel)
-) Stem materiaalkeuze van niet-dragende wanden af t.a.v. veranderbaarheid (keuze maatregel)
-) Stem maatvoering af op standaardmaten (vaste maatregel)
-) Baseer het bouwplan op een gesloten grondbalans (keuze maatregel)
-) Pas een niet-verwarmde grote glasoverkapte ruimte toe (keuze maatregel)
-) Gebruik van natuurlijke ventilatie (keuze maatregel)
-) Warmteterugwinning toe bij afvoerwater van douches (keuze maatregel)
-) Warmteschilden achter de radiatoren (vaste maatregel)
-) Gebruik van een deurdranger (keuze maatregel)

9. Verhogen duurzaamheid door installaties

9.1 Verwarmingssystemen

Bij verwarmingssystemen maken we onderscheid tussen hogetemperatuursystemen (HTS), middentemperatuursystemen (MTS) en lagetemperatuursystemen (LTS).

We spreken van een lagetemperatuurverwarmingssysteem als de aanvoertemperatuur van het water niet hoger is dan 55 °C.

In tabel 32 zijn de ontwerp-aanvoertemperaturen en kenmerken van de verschillende verwarmingssystemen weergegeven. Invoering van lagetemperatuursystemen op grote schaal heeft aanzienlijke voordelen voor de toekomstige energievoorziening.

Lagetemperatuurafgiftesystemen maken het mogelijk verwarmingssystemen aan te sluiten op alle mogelijke duurzame of energie-efficiënte warmteopwekkers. Die werken namelijk beter, of zelfs uitsluitend, in combinatie met lagetemperatuurafgiftesystemen.

type verwarmingssysteem	ontwerp-aanvoertemperatuur in °C	kenmerken
LTS	< 55	individuele tapwaterverwarming alleen mogelijk met aparte naverwarming direct geschikt voor doorstroming van vloer of wandverwarming
MTS	55-65	warmtapwater moet periodiek of continu worden naverwarmd te hoge temperatuur voor directe doorstroming van vloer- of wandverwarming
MTS+	65-70	indirecte warmtapwaterbereiding mogelijk zonder naverwarming
HTS	70-90	traditioneel verwarmingssysteem

Tabel 13: Indeling verwarmingssystemen naar ontwerp-aanvoertemperatuur

Omdat de levensduur van de warmteopwekker veel korter is dan die van het warmteafgiftesysteem, moet de opwekker vaker vervangen worden. Als een lagetemperatuursysteem wordt aangesloten op een conventionele opwekker (bijvoorbeeld een HR-ketel), levert dit al direct een energiebesparing op. Belangrijker is echter dat bij vervanging van de opwekker de mogelijkheid bestaat om de overstap te maken naar duurzame of energie-efficiënte energiebronnen. Bij de toepassing van een traditioneel 90/70 °C-systeem is deze overstap geblokkeerd omdat de meeste duurzame opwekkers in combinatie met een dergelijk conventioneel systeem niet of zeer slecht functioneren.

Een indicatie van de primaire energiebesparing bij warmteopwekking met een lagetemperatuursysteem wordt weergegeven in tabel 33. Naast de genoemde energiebesparing bij de warmteopwekking leidt het gebruik van een lagetemperatuursysteem zelf ook tot een substantiële energiebesparing.

type warmteopwekking toepassing (individueel/collectief)		primaire energiebesparing
HR-ketel	individueel	3-9%
Zonthermisch	individueel	3-15%
Warmtepomp	individueel	niet te combineren met 90/70 °C
HR-ketel	collectief	3-9%
W/K-gasmotor	collectief	6-12%
W/K-STEG	collectief	25-40%
Zonthermisch	collectief	50-60%
Warmtepomp	collectief	niet te combineren met 90/70 °C

Tabel 14: Primaire energiebesparing bij warmteopwekking met een LT-afgiftesysteem ten opzichte van een 90/70 °C-systeem

9.1.1 Hoge Temperatuurkoeling (HTK)

Vorm van koeling waarbij voor het koelmedium een hogere temperatuur wordt gehanteerd dan gebruikelijk (hoger dan of gelijk aan 16 °C).

(Bron: Begrippenlijst van het Basiswerk Duurzaam en Gezond Bouwen)

Deze vorm van koeling wordt vaak toegepast bij installaties met een warmtepomp en LTV: wanneer koeling gewenst is laat men water van ca. 18 °C door het LTV-systeem lopen dat de warmte uit de ruimte opneemt en via de warmtewisselaar van de warmtepomp overdraagt aan koel grondwater. HTK wordt ook wel 'vrije koeling' of 'passieve koeling' genoemd, omdat er geen geforceerde koeling wordt toegepast, zoals in een airco, die meer energie gebruikt.

9.1.2 Lage Temperatuur Verwarming (LTV)

Afkorting voor Lage Temperatuur Verwarming. Meestal toegepast als vloer- en wandverwarming, maar er zijn ook LTV-radiatoren en -convectoren. Daardoor kan LTV zowel in nieuwbouw als bij renovatie worden toegepast.

De voordelen van LTV zijn:

duurzame energie-installatie: LTV in combinatie met warmtepomp of zonnecollectoren

gezonder binnenmilieu door minder stof en beperking luchtbewegingen

geen pijpen en radiatoren bij vloer- en wandverwarming

minder energiegebruik door lagere stooktemperatuur in combinatie met HR cv-ketel

vermindering van stookkosten (afhankelijk van stookgedrag)

koelen is mogelijk zonder extra investering, ook in het gebouwbouw (onder voorwaarden)

9.2 Koude en warmteopslag

Het opslaan van warmte of koude ten behoeve van respectievelijk verwarming of koeling, bijvoorbeeld van (tap)water of een gebouw.

Een systeem voor de korte termijn is bijvoorbeeld het voorraadvat van een zonneboilersysteem.

Een systeem voor langere termijn of seizoenopslag is warmte- en koudeopslag bijvoorbeeld in een aquifer.

De benutting van bodem en grondwater voor het koelen en verwarmen van gebouwen is de laatste jaren sterk in opkomst. Systemen voor koude- en warmteopslag (KWO systemen ofwel bodemenergieopslagsystemen) zijn vooral populair vanwege de grote energiebesparing die ze met zich meebrengen.

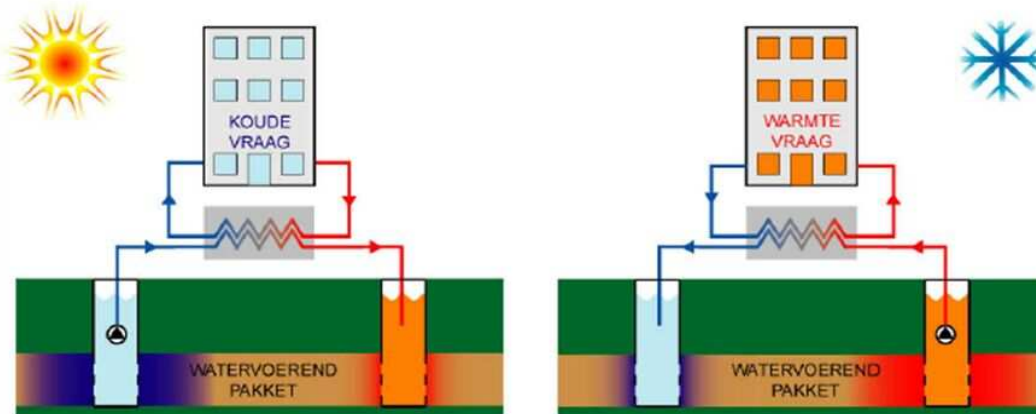
9.1.1 Voor- en nadelen

Typen KWO systemen en hun milieueffecten

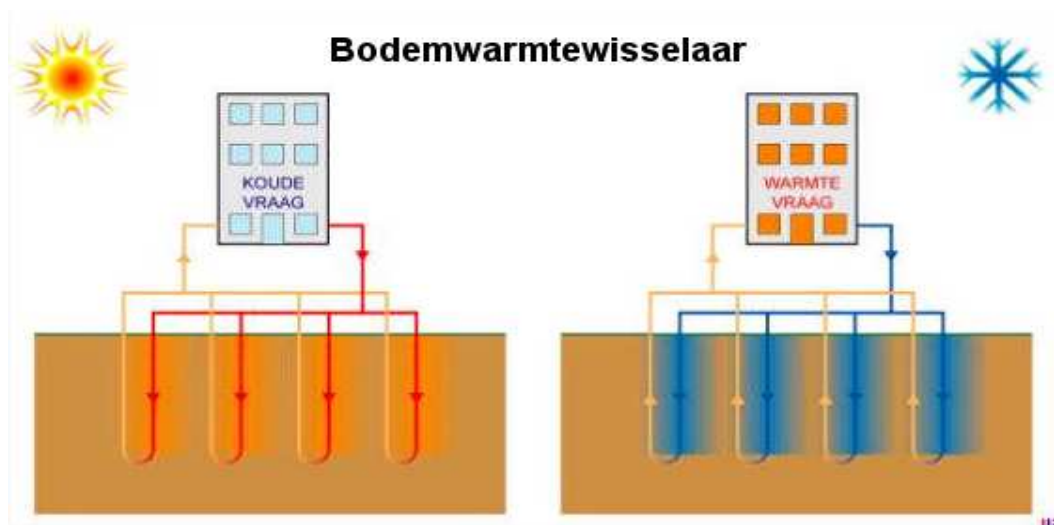
Er wordt een onderscheid gemaakt tussen twee systemen: het open systeem en de bodemwarmtewisselaar. Naast positieve milieueffecten zijn er ook mogelijk negatieve effecten voor de bodem en het grondwater.

-) Open systemen ofwel grondwatersystemen
-) Gesloten systemen ofwel bodemwarmtewisselaars

Open systemen gebruiken water uit aquifers. Dit grondwater wordt via een beperkt aantal buizen onttrokken en geïnfiltreerd.



Bodemwarmtewisselaars maken gebruik van water, vaak met een antivries (glycol) erin opgelost, dat wordt rondgepompt in een gesloten buizensysteem in de bodem.



Positieve milieueffecten van de twee systemen bestaan uit:

-) Energiebesparing
-) Vermindering van de CO₂ uitstoot

In gebieden met grondwaterverontreinigingen kan een open systeem soms gecombineerd worden met grondwatersanering, waardoor kosten bespaard worden.

Er zijn ook een aantal milieueffecten die negatief kunnen zijn voor de bodem en het grondwater:

-) Open systemen veroorzaken wijzigingen van de grondwaterstand en –stroming.
-) Bij de aanleg kunnen beschermende bodemlagen doorboord worden. Bij een verkeerde afwerking van de boringen is er een risico dat de beschermende werking van afsluitende lagen wordt verstoord.
-) Bij lekkage van bodemwarmtewisselaars kunnen milieuvreemde stoffen in de bodem terecht komen.
-) Temperatuurveranderingen in de bodem beïnvloeden de biologische activiteit van bodemorganismen en mogelijk ook chemische evenwichten.

De risico's kunnen worden beperkt door temperatuurveranderingen gering te houden, en door een zorgvuldige aanleg, beheer en beëindiging van de systemen. Zo moeten doorboorde kleilagen worden afgedicht en lekkage van koelvloeistof in de bodem worden voorkomen.

Bodemwarmtewisselaars: bezorgdheid bij provincies

Veel provincies zijn bezorgd nu het aantal bodemwarmtewisselaars toeneemt. Ze zijn van mening dat ze onvoldoende invloed hebben op deze ontwikkeling. Dit blijkt uit de inventarisatie van het huidige provinciale beleid voor KWO systemen.

Standpunt drinkwaterbedrijven

De meeste drinkwaterbedrijven stellen zich op het standpunt dat KWO systemen in grondwater beschermingsgebieden ongewenst zijn zolang er onduidelijkheid bestaat over de effecten. Dit geldt vooral voor bodemwarmtewisselaars.

Proefproject KWO bij het RIVM

Het RIVM heeft sinds 2007 op het eigen terrein ook een open grondwatersysteem. Hiermee wordt het grootste kantoorgebouw van het hele complex van koeling en gedeeltelijk van verwarming voorzien.

Nieuwe eisen rondom KWO

VROM overweegt samen met betrokken partijen om aangepaste eisen op te stellen rondom de aanleg, het gebruik, maar ook de beëindiging van een KWO systeem.

9.1.2 Beleid koude- en warmteopslag

Een inrichting voor het onttrekken van grondwater moet, indien de pompcapaciteit meer bedraagt dan 10 m³ per uur of minder dan 5000 m³ per kwartaal onttrekt, worden gemeld en opgenomen in het grondwaterregister. Vanaf 1 januari 2007 is een deel van de grondwatertaken overgedragen aan de waterschappen Noorderzijlvest en Hunze en Aa's. Voor een aantal grondwateronttrekkingen¹ moet er een vergunning worden aangevraagd of een melding ter registratie worden gedaan bij het waterschap. Voor Koude/Warmte-opslagen, ontrekkingen voor drinkwatervoorzieningen en industriële ontrekkingen groter dan 150.000 m³ blijft de provincie bevoegd gezag.

De aanvrager dient bij de registratie in te leveren²:

- één of meer kaarten op zodanige schaal, dat een duidelijk beeld wordt verkregen
- een aanduiding van de plaats waar en de wijze waarop het water zal worden geloosd,
- het chloride-gehalte van het te onttrekken grondwater;
- de bodemgesteldheid en de stand van het grondwater ter plaatse van de inrichting
- de te verwachten gevolgen van de onttrekking voor de stand en de kwaliteit van het grondwater

Wanneer er met het oog op het onttrekken van grondwater ook water in de bodem wordt gebracht, ter aanvulling van het grondwater, moeten bovendien gegevens worden overgelegd betreffende:

- de wijze waarop het water in de bodem wordt gebracht;
- de herkomst en de samenstelling van het te infiltreren water;
- de te infiltreren hoeveelheden water per uur, etmaal, maand, kwartaal en jaar;
- de te verwachten gevolgen voor de stand en de kwaliteit van het grondwater;
- een berekening van de stroombanen van het geïnfiltrerde water.

Inrichtingen, uitsluitend gebruikt voor beregenings- of bevoeiingsdoeleinden, met een pompcapaciteit tot 30 m³/uur:

- maximaal 1000 m³ grondwater per ha (= 100 mm) per jaar op akkerbouw- en grasland,
- geen grondwater gebruiken als er oppervlaktewater beschikbaar is,
- putten na gebruik goed afsluiten/afdichten.

Het grondwater mag slechts op een diepte van filterdiepte beneden het maaiveld aan de bodem worden onttrokken. De temperatuur van het te retourneren grondwater mag niet hoger zijn dan 25°C, niet lager dan 5°C en de samenstelling van dat grondwater mag niet afwijken van de samenstelling van het onttrokken grondwater.

Vergunninghoudster dient een waarnemingsput in te stellen voor het meten van de grondwaterstand, de stijghoogte van het diepe grondwater en de temperatuur van de bodem, door de toezichthoudend ambtenaar van de afdeling Milieutoezicht. Vergunninghoudster dient³:

- voor zijn rekening voor de start van de onttrekking peilbuizen in te richten in de omstorting van elke bron op maximale onttrekkingsdiepte en infiltratiediepte.
- de waterdruk in de onttrekkingsput en de infiltratieput ten minste eens per uur te meten in 1 kPa nauwkeurig;
- de temperatuur van het te onttrekken en het te retourneren grondwater ten minste eens per uur te meten in 0,1 °C nauwkeurig;
- het chloride-gehalte te bepalen van het te retourneren grondwater of van het geretourneerde grondwater, twee keer per jaar, kort voor of kort na het einde van de laadfase en van de ontlaadfase;

¹ Zie bijlage 5; Grondwaterverordening Groningen 1997

² Zie bijlage 6; Registratie algemene regels grondwateronttrekkingen

³ Zie bijlage 7; Beslissing Grondwaterwet

9.1.3 Conclusie (verbeteren)

Eigenlijk is er in Nederland nog grote onduidelijkheid over het beleid van koude- en warmteopslag, bijvoorbeeld warmtepompen. Dit komt omdat het systeem relatief nieuw is en ze meteen populair werden als duurzame installatie.

Officieel zegt de provincie:

Er is een gedegen geohydrologisch onderzoek vereist als basis voor de vergunning van een koude/warmte opslagsysteem. Er moet aangetoond worden, dat er sprake zal zijn van een energiebalans: er wordt gemiddeld net zoveel warmte in de aquifer gepompt als er ook weer aan onttrokken wordt. Wanneer de bodem geschikt is en dat er voldoende aanwijsbare motieven zijn, dat er geen negatieve gevolgen voor de omgeving te verwachten zijn, wordt doorgaans de vergunning verleend.

Het komt er op neer dat de provincie Groningen, dit is echt niet in elke provincie hetzelfde, veel gegevens en informatie over de plek en grond willen hebben. Er is echter nog zeer weinig bekend over de invloed op het grondwater etc, daarom wil de provincie dat er zoveel mogelijk gegevens verzameld worden.

Positieve milieueffecten zijn:

-) Energiebesparing
-) Vermindering van de CO₂ uitstoot

Negatieve milieueffecten zijn:

-) Open systemen veroorzaken wijzigingen van de grondwaterstand en –stroming.
-) Bij de aanleg kunnen beschermende bodemlagen doorboord worden. Bij een verkeerde afwerking van de boringen is er een risico dat de beschermende werking van afsluitende lagen wordt verstoord.
-) Bij lekkage van bodemwarmtewisselaars kunnen milieuvreemde stoffen in de bodem terecht komen.
-) Temperatuurveranderingen in de bodem beïnvloeden de biologische activiteit van bodemorganismen en mogelijk ook chemische evenwichten.

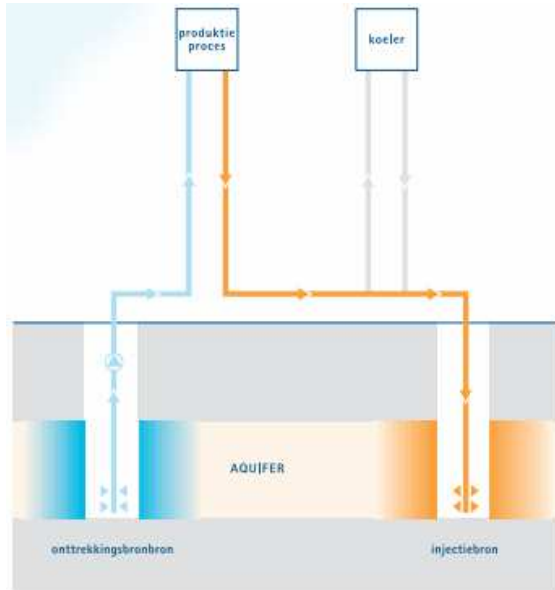
Samenvattend

Er is eigenlijk nog te weinig bekend over de gevolgen van koude- en warmtepompen. De eerste grote test worden nu pas uitgevoerd door o.a. VROM. Koude- warmteopslag systemen worden echter al volop gebruikt en de vergunningen worden gewoon verleend. De gevolgen van bijvoorbeeld verhoogde grondwater temperatuur is nog niet duidelijk.

9.3 Overige installaties (analfabetisch)

9.3.1 Aquifer

Bij energieopslag wordt geen energie opgewekt, maar wordt zoals de naam al zegt, energie opgeslagen om in een later stadium gebruikt te worden. Energieopslag wordt ook wel seizoenopslag van energie genoemd: in de winter wordt koude opgeslagen, in de zomer warmte. Een aquifer is een watervoerende zandlaag in de bodem die door geologische formaties naar boven en naar beneden waterdicht afgesloten is. Een aquifer kan worden gebruikt als een tijdelijke opslagplaats voor overtollige warmte of koude (energieopslag).



Figuur 15: Principe van recirculatiesysteem in zomerbedrijf

Koude wordt in de winter opgeslagen en in de zomer gebruikt. Warmte die met de zomerzon vrijkomt, kan opgeslagen worden voor gebruik in de winter. Energieopslag wordt daarom ook wel seizoenopslag van energie genoemd. Ook installaties als warmtekrachteenheden en koelmachines bieden warmte respectievelijk koude aan die niet direct past op de vraag die sterk seizoensgebonden is. Het opslaan van warmte en koude gedurende een seizoen gebeurt meestal in ondergrondse, natuurlijke buffers. De condities voor het toepassen van energieopslag is vrijwel overal in Nederland gunstig, 90% van Nederland is geschikt.

9.3.2 Betonkernactivering

Betonkernactivering is een verwarmings- cq. koelingssysteem dat gebruik maakt van de gebouwmassa, meestal toegepast in de utiliteitsbouw. In de kern van de betonnen vloer dan wel het plafond (betonkern) zorgen watervoerende leidingen voor een constante temperatuur van de omringende massa. Een voorwaarde is dat er goede uitwisseling van warmte plaatsvindt tussen de gebruikruimte en de verwarmde vloer (dan wel het verwarmde plafond). Een watertemperatuurregeling kan ervoor zorgen dat het systeem reageert op binnen- en buitentemperatuur. Betonkernactivering reageert per definitie traag; daarom wordt het systeem soms gecombineerd met een aanvullende installatie om sneller te kunnen reageren op wisselende temperaturen.

Betonkernactivering heeft een aantal belangrijke voordelen:

-) De totale massa van de vloeren wordt gebruikt, waardoor pieken in de warmte- en koudebehoefte worden gedempt; dit geeft een stabiel binnenklimaat
-) Verwarming en koeling in één: hetzij via de vloer, hetzij via het plafond
-) Geen radiatoren
-) Minder luchtbewegingen, een schoner binnenmilieu en een energiebesparing (kan oplopen tot 50%)
-) Door lage temperatuurverwarming (LTV) is het een energiezuinig systeem en kan gebruik gemaakt worden van duurzame energie door middel van warmtepompen

9.3.3 Bypass

Een bypass wordt toegepast in een HR-ventilatiesysteem om ervoor te zorgen dat tijdens warme dagen 's nachts relatief koele buitenlucht rechtstreeks kan worden binnengevoerd, zonder te worden opgewarmd via de warmtewisselaar.

"Door het in werking stellen van de bypass wordt de meeste afvoerlucht door de bypass geleid en niet door de tegenstroomwisselaar. Hierdoor kan tijdens de zomermaanden in de nachtelijke uren zogenaamde 'vrije koeling' (zonder energiekosten) gerealiseerd worden. De relatief koele buitenlucht wordt dan niet verwarmd door de afgevoerde warmere binnenlucht. De temperatuur waarop de bypass wordt geregeld, kan door de bewoner op het toestel worden ingesteld. Het toestel zal de ingestelde temperatuur zoveel mogelijk nastreven."

9.3.4 Douchewaterwarmteterugwinning

In gebouwen en woongebouwen kan een douchewaterwarmteterugwinning (afgekort: DWTW) worden toegepast, waarbij warmte van het af te voeren douchewater wordt gebruikt om de aanvoer van water voor te verwarmen.

In tegenstelling tot het overige warmtapwatergebruik, is er bij het gebruik van warm tapwater voor het douchen altijd gelijktijdigheid tussen de aanvoer van koud water en de afvoer van warm rioolwater. Deze gelijktijdigheid is noodzakelijk voor een eenvoudige wijze van warmteterugwinning, die ook betrekkelijk eenvoudig te reguleren is.

9.3.5 Dove gevel

Een geluidwerende gevel, meestal zonder te openen delen. Soms zijn te openen ramen toegestaan, mits voldoende geluidwerend in gesloten toestand. Een dove gevel wordt toegepast in een situatie waarin de geluidbelasting op die gevel de toegestane ontheffingswaarde te boven gaat. De overheid kan bouwen op die locatie toestaan mits er bijzondere geluidwerende voorzieningen als een dove gevel worden getroffen en aan de andere zijde van het gebouw een aanvaardbaar geluidniveau heerst.

De consequentie van een dove gevel is dat de ruimte aan de buitenzijde van zo'n gevel niet als 'buitenruimte' (tuin, terras, balkon) kan worden gebruikt. Ook ventilatieopeningen zijn niet toegestaan; ventilatie zal op een andere wijze moeten worden gerealiseerd, bijvoorbeeld door gebalanceerde ventilatie.

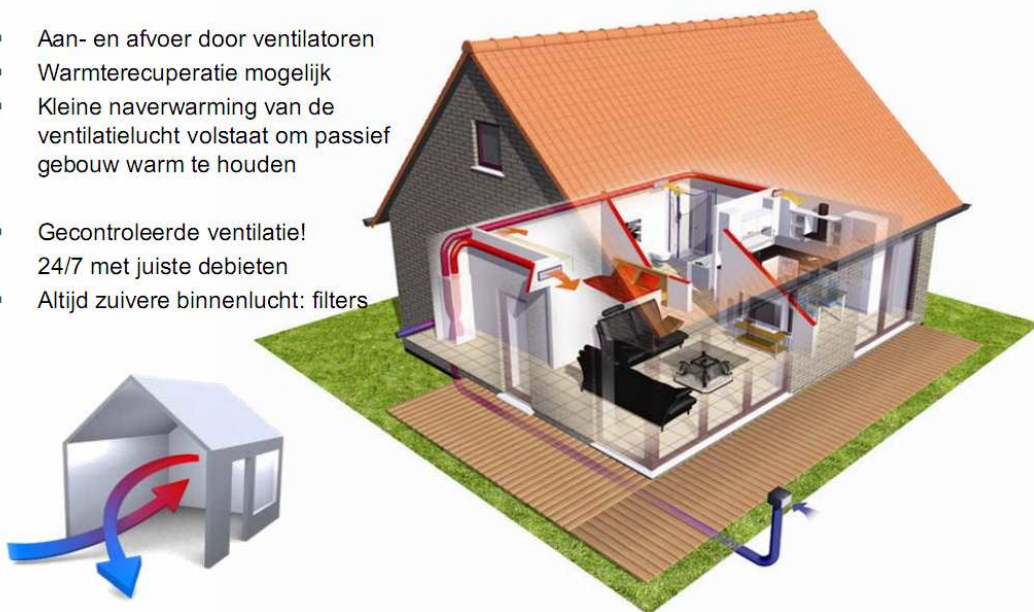
9.3.6 Energiepaal

Heipaal met ingebouwde warmtewisselaars, waarbij de bodem als energiebron en als energieopslagmedium wordt gebruikt. In de heipaal is een gesloten watercircuit opgenomen dat de temperatuur van de bodem overdraagt aan de verwarmingsinstallatie in het gebouw (gebouw); of andersom: overtollige warmte uit het gebouw wordt afgestaan aan (= opgeslagen in) de bodem. Bij het Kompas-programma van SenterNovem is het Handboek Energiepalen te downloaden met daarin alle informatie, inclusief techniek, gerealiseerde voorbeelden, adressen leveranciers en kostenaspecten.

9.3.7 Gebalanceerde ventilatie

Mechanisch ventilatiesysteem (in gebouwen), waarbij de verse buitenlucht mechanisch wordt aangezogen, zodanig dat er voldoende verse lucht wordt ingeblazen en er een goede balans is met de afgezogen binnenlucht. Dit systeem wordt vrijwel altijd gecombineerd met warmteterugwinning; zie HR ventilatie.

- Aan- en afvoer door ventilatoren
- Warmterecuperatie mogelijk
- Kleine naverwarming van de ventilatielucht volstaat om passief gebouw warm te houden
- Gecontroleerde ventilatie! 24/7 met juiste debieten
- Altijd zuivere binnenlucht: filters



Figuur 16: mechanische ventilatie met warmteterugwinning

9.3.8 HR- ketel of combiketel

Hoogrendementsketels worden toegepast bij individueel en collectief verwarmhet gebouwen. HR-ketels hebben een hoger rendement dan conventionele of verbeterdrendementsketels (VR-ketels). Het hogere rendement bij een HR-ketel wordt alleen bereikt als er energie kan worden teruggewonnen via de condensatie van waterdamp uit de rookgassen. Condensatie treedt op wanneer de retourwatertemperatuur niet hoger is dan 50 °C. Bij een traditioneel 90/70 °C-systeem vindt de genoemde condensatie gedurende een groot gedeelte van de tijd niet plaats. Bij een combinatie van een HR-ketel met een LT-afgiftesysteem vindt deze condensatie wel plaats. Het gebruiksrendement van een HR-ketel in combinatie met een LT-afgiftesysteem is hierdoor hoger dan in combinatie met een 90/70 °C-systeem.

HR-ketels zijn voorzien van het gaskeur HR-label en er zijn drie klassen (HR100, HR 104 en HR 107). Hoe hoger het getal, hoe hoger het rendement van de ketel

Voordelen:

-) Relatief goedkoop; er is maar één warmtebron met bijbehorend aan- en afvoerkanaal en één gasaansluiting nodig
-) Minder onderhoudskosten, er is maar één toestel
-) Relatief weinig ruimtebeslag
-) Maximaal één waakvlam (bij moderne installaties is er geen waakvlam meer)
-) Een combiketel kan bijna altijd gecombineerd worden met een zonneboilersysteem (voorraadvat gekoppeld aan zonnecollector)

Nadelen:

de vaak grote afstand van de combiketel - als deze traditioneel is opgesteld op de plaats van de cv-ketel op zolder - tot het tappunt in de keuken of badkamer, waardoor lange wachttijden en onnodig water- en energieverbruik in stand wordt gehouden. Plaatsing van de combiketel dichtbij het keukentappunt en de badkamer is gewenst en in de praktijk vaak ook te realiseren bij sommige combiketels moet ook buiten het stookseizoen de pomp van de ketel blijven functioneren i.v.m. het verwarmen van het tapwater; dit kost extra energie

9.3.9 HRe-ketel

Bij HRe-ketels worden warmte en elektriciteit tegelijk opgewekt met zo min mogelijk energieverlies. In een gemiddelde woning in Nederland produceert een HRe-ketel jaarlijks ongeveer 2500 kilowattuur (kWh) elektriciteit. Dit levert een afname van CO₂-uitstoot van ongeveer duizend kilo op. Dat is een besparing van bijna twintig procent. Het verminderen van CO₂-uitstoot is belangrijk omdat een toename van CO₂ de opwarming van de aarde (broeikas effect) versterkt.

De HRe-ketel werkt eenvoudig: in de centrale zit naast een HR-ketel ook een kleine motor. De motor drijft een dynamo aan die elektriciteit opwekt. De warmte die hierbij vrijkomt verdwijnt niet, maar wordt opgeslagen in een boiler of direct gebruikt voor de centrale verwarming of om water te verwarmen. Er gaat dus weinig energie verloren waardoor het rendement van de HRe-ketel hoog is. Hoeveel bespaar je met een HRE-ketel?

Omdat een HRe-ketel ook stroom opwekt verbruikt deze meer aardgas. Daar staat natuurlijk tegenover dat men aanmerkelijk minder elektriciteit nodig heeft waardoor de totale energiekosten naar schatting zo'n 20% lager zullen uitvallen.

Verschil HR-ketel en HRe-ketel

De HRe-ketel is ongeveer net zo groot als een gewone HR-ketel. Het verschil zit in een extra aardgasmotor. Als de cv-ketel aanslaat, gaat ook de motor aan het werk. De aardgasmotor maakt elektriciteit uit gas. De HRe-ketel maakt elektriciteit tweemaal zo efficiënt aan als de meest moderne elektriciteitscentrales.

9.3.10 HR-ventilatie

Hoog Rendement ventilatie of: gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning (WTW). Mechanisch ventilatiesysteem, waarbij de verse buitenlucht wordt voorverwarmd door de afgezogen binnenlucht, zodanig dat er voldoende verse lucht wordt ingeblazen en er een minimum aan warmteverlies optreedt. Moderne installaties halen een rendement van 90 - 97%. Natuurlijke ventilatie wordt bij dit systeem bewust vermeden om het gebouw optimaal luchtdicht te maken, zonder dat dit ten koste gaat van een goede ventilatie.

9.3.11 Hybride ventilatiesysteem

Ventilatiesysteem dat natuurlijke en mechanische ventilatie combineert, om met een zo laag mogelijk energiegebruik een goed binnenklimaat te realiseren.

Er wordt onderzoek gedaan naar een dergelijk ventilatiesysteem, waarbij de ventilatiebehoefte geautomatiseerd bepaald wordt afhankelijk van de bezettingsgraad, vraag gestuurd op basis van het CO₂-gehalte van de binnenlucht.

9.3.12 Klimaatgevel

'Actieve' gevel die op een slimme manier gebruikt maakt van daglicht, zonnewarmte en luchtverversing om het binnenklimaat te beheersen

Een klimaatgevel, , bestaat uit een buitenblad (dubbele beglazing) en een beweegbaar binnenblad (enkel glas), gescheiden door een spouw. In de spouw hangt zonwering. Via de spouw wordt de vertrek lucht afgezogen, zodat de warmte-ontwikkeling als gevolg van de zonnestraling beperkt blijft. In koude perioden wordt de toevoerlucht voorverwarmd door middel van warmteterugwinning uit de afvoerlucht. De luchtstroom verhoogt de temperatuur van het binnenblad waardoor een prettig comfort in de nabijheid van de gevel wordt bereikt.

9.3.13 Klimaatplafond

Een klimaatplafond bestaat uit een, veelal metalen, plafondconstructie waarmee verwarmings- en koelvermogen in de ruimte wordt gebracht. Wordt met het plafond alleen gekoeld of alleen verwarmd, dan spreekt men van een koelplafond respectievelijk verwarmingsplafond. Door middel van water of lucht worden de panelen gekoeld of verwarmd. De warmteoverdracht vindt in hoofdzaak plaats door straling en voor een kleiner deel ook door convectie.

Fabrikanten brengen uiteenlopende plafondsystemen op de markt. Ook systemen waarbij de leidingen in stucplafonds zijn opgenomen bestaan.

Een klimaatplafond heeft een aantal belangrijke voordelen:

-) Verwarming en koeling in één
-) Geen radiatoren
-) Veel lager ventilatievoud dan conventioneel, omdat het luchtdebiet niet bepaald wordt door de warmte-/koelbehoefte
-) Daardoor minder luchtbewegingen en een schoner binnenmilieu
-) Door lage temperatuurverwarming (LTV) is het een energiezuinig systeem en kan gebruik gemaakt worden van duurzame energie door middel van warmtepompen.

9.3.14 PV cellen

PV (fotovoltaïsche zonne-energie) is de ideale bron van elektriciteit. Het is stil, hoeft nauwelijks onderhoud, maar belangrijker nog: het is volkomen schoon.

Geen andere vorm van elektriciteitopwekking is zo neutraal voor zijn omgeving als PV: geen uitstoot van CO₂ of andere gassen, geen thermische vervuiling door bijvoorbeeld koelwater en geen horizonvervuiling. Als PV op het dak van een gebruiker geïnstalleerd wordt, is er zelfs geen extra grondgebruik nodig.

9.3.15 Trombewand

Een trombewand bestaat in principe uit een wand met daarvoor een glasplaat. De wand achter het glas warmt op door de zon en geeft - door de massa van de wand - de warmte vertraagd door naar de ruimte erachter. Door de glazen plaat wordt afkoeling en uitstraling naar buiten ('s nachts) tegengegaan. Van dit principe bestaan vele verschillende uitvoeringen.

9.3.16 Tweede huidgevel

Ook wel: 'tweede-huid façade': een binnengevel van dubbel glas met een buitengevel van - meestal thermisch voorgespannen - enkelglas, gescheiden door een luchtsponw, waarin veelal zonwering is aangebracht. De positie van de glasbladen is net andersom als bij de klimaatgevel; een belangrijk verschil hiermee is dat de luchtsponw bij de tweede-huid gevel relatief breed is (0,6 - 0,8 meter).

Een voordeel van een goed uitgevoerde tweede-huid gevel is dat de sponw zorgt voor een goede drukvereffening. Daardoor heeft regen vrijwel geen kans om bij de combinatie wind en regen in de constructie te dringen.

9.3.17 Warmtepomp

Ook een warmtepomp kan als warmteopwekker worden gebruikt voor zowel individuele als collectieve ruimteverwarming. Het rendement van de warmtepomp neemt toe als de temperatuur van het warmteafgiftesysteem afneemt. Als grens voor een goede werking van de warmtepomp noemen Versteeg & Vrins een maximale retourtemperatuur van 40-45 °C. De combinatie van een warmtepomp met een traditioneel 90/70 °C-systeem is dus niet mogelijk! Een LT-afgiftesysteem is een absolute voorwaarde voor het gebruik van warmtepompen.

Een warmtepomp onttrekt warmte aan een bron, bijvoorbeeld grondwater, verhoogt de temperatuur en staat die hogere temperatuur weer af aan een ruimte.

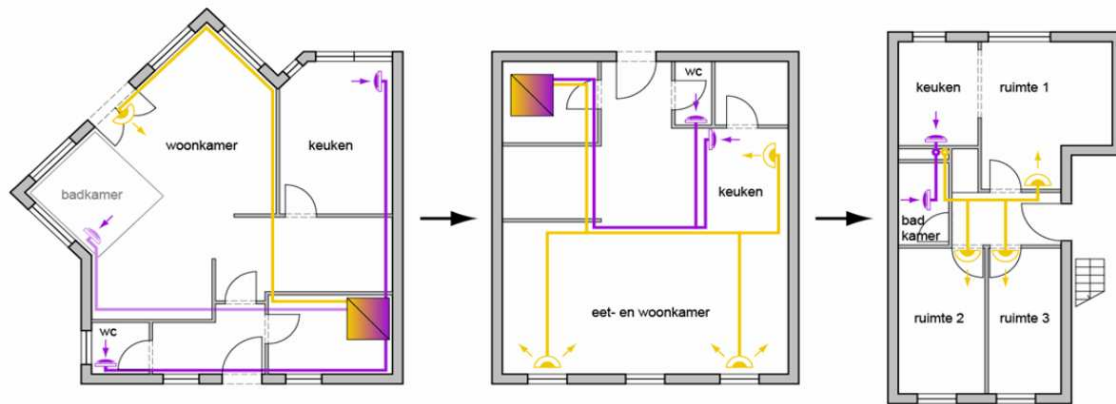
Een warmtepomp komt pas goed tot zijn recht in combinatie met lage temperatuurverwarming (LTV), bijvoorbeeld vloer- of wandverwarming, omdat LTV functioneert bij relatief lage temperaturen (ca. 35 °C). Daardoor hoeft de warmtepomp de warmte uit de bron (vaak 12 °C) niet onnodig te verhogen.

9.3.18 Warmteterugwinning

WTW is een algemeen principe waarbij de warmte van afgevoerde lucht, water (of eventueel een ander medium) wordt overgedragen aan verse, nog niet opgewarmde lucht of water.

Bekende toepassingen zijn:

-) Toevoer-ventilatielucht die wordt opgewarmd met de warmte uit afvoer-ventilatielucht. Daardoor wordt er minder warmte 'weggeventileerd'; per saldo kost het minder energie om het gebouw / het gebouw op temperatuur te houden
-) Warmteterugwinning uit douchewater: koud leidingwater wordt voorverwarmd door de warmte van het wegstromend douchewater; daardoor kost het minder energie om het te verwarmen voor warmtapwater
 - Toestel centraliseren voor compact leidingennet, verwerpmonden gebruiken



Figuur 17: mechanische ventilatie met warmteterugwinning

9.3.19 Warmtekrachtkoppeling

Naast de klassieke levering van elektriciteit en warmte is het ook mogelijk om warmte en elektriciteit gelijktijdig lokaal te produceren: een motor drijft een generator aan voor de productie van elektriciteit; de vrijkomende warmte wordt gebruikt voor verwarming. We spreken dan van warmtekrachtkoppeling of WKK. Met een goed uitgevoerde WKK kan 10 tot 20 % energiebesparing gerealiseerd worden. WKK is dus energiezuinig, maar is niet hetzelfde als duurzame energie.

9.3.20 Warmtewand

Een warmtewand of warmtemuur bespaart energie en is bevorderlijk voor een gezond binnenklimaat. In de wand bevinden zich kunststof leidingen, waar water van maximaal 50°C doorheen stroomt: een van de vormen van Lage Temperatuur Verwarming (LTV). De temperatuur van de wand zelf is maximaal 30°C. De wand geeft over het gehele oppervlak een gelijkmatige stralingswarmte. Deze vorm van verwarmen doet al snel behaaglijk aan, omdat er geen luchtverplaatsing optreedt. Voor een comfortabel binnenklimaat is bovendien een minder hoge luchttemperatuur nodig dan bij traditionele radiatoren het geval is.

De lagere luchttemperatuur brengt tevens een hogere relatieve vochtigheid met zich mee en beperkt warmteverlies door ventilatie. Doordat radiatoren ontbreken en er een lage aanvoertemperatuur wordt gebruikt is er ook geen kans op verschroeid stof. De kwaliteit van het binnenmilieu wordt hierdoor verbeterd.

9.3.21 Zonneboiler

Een zonneboilersysteem zorgt ervoor dat het maken van warm tapwater minder energie kost. Er zijn systemen die tevens bijdragen aan de ruimteverwarming, bijvoorbeeld in combinatie met een laag temperatuur afgifte systeem (LTV).

Op het dak ligt een zonnecollector die het zonlicht opvangt. De vloeistof die door de collector stroomt, wordt door het zonlicht verwarmd. De collectorvloeistof verwarmt het leidingwater in een opslagvat op zolder. Het leidingwater uit het voorraadvat wordt op weg naar de kraan door een naverwarmer (meestal een cv-ketel) op de juiste temperatuur gebracht.

9.3.22 Zonneverwarmingsinstallatie

De in Nederland toegepaste individuele zonneverwarmingsinstallatie (ZVI) bestaat meestal uit een op het dak van het gebouw geplaatste zonnecollector met een oppervlak van 4-8 m², gekoppeld aan een opslagreservoir van 200-500 liter. Er wordt altijd naverwarming toegepast: dit kan een nageschakelde HR-ketel zijn. Het collectorrendement van de ZVI neemt toe naarmate de aanvoertemperatuur lager is. Het gebruik van een LT-systeem heeft dan ook een positieve invloed op het rendement van de ZVI.

Grootschalige zonneverwarmingsinstallaties worden gekoppeld aan een opslag- en warmtedistributiesysteem. Lage ontwerp-retourtemperaturen geven een verbeterd rendement door minder warmteverlies en een verbeterd opslag- en collectorrendement. Per 10 °C verlaging van de ontwerp-retourtemperatuur neemt de bijdrage van de zonneverwarmingsinstallatie ongeveer 20% toe

10. Dankwoord & Goedkeuring

Dit onderzoek heb ik niet zonder de nodige hulp en ondersteuning kunnen doen. Daarom wil ik de volgende personen graag bedanken: dhr. T.J. Kon, dhr. D. Oosterkamp en Ir. A. R. Ovbiagbonhia. Deze personen waren erg betrokken met het onderzoek en waren zeer behulpzaam. Vooral dhr. T.J. Kon, mijn stagebegeleider, wil ik graag bedanken voor zijn expertises en ondersteuning van het onderzoek. Tevens wil ik graag alle medewerkers van gebouwen beheer bedanken.

Hierbij bevestigen de onderstaande personen het verslag te hebben gelezen en te hebben goedgekeurd.

Dhr. T.J. Kon

Coördinator gebouwenbeheer, Gemeente Hoogezand-Sappemeer

Paraaf: _____ *Datum:* _____

Dhr. D. Oosterkamp

Manager facilitair, Gemeente Hoogezand-Sappemeer

Paraaf: _____ *Datum:* _____

Dhr. Ir. A. R. Ovbiagbonhia.

Architect, Hanze Hogeschool Groningen

Paraaf: _____ *Datum:* _____

I) Bijlage 1; Gunnen op duurzaamheid



In welke fase worden welke criteria toegepast?
Een handreiking

Waar leggen we de criteria vast?		Fase			Product of proces		
		Selectie	Gunning	Contract	Product	Proces	
People	Sociaal-culturele aspecten	Opleiding en scholing	x			x	
		Inzet werklozen	x			x	
		Veiligheid	x			x	
		Overlast	x			x	
		Gebruikersparticipatie/afstemmen op gebruiker	x				x
Planer	Milieu aspecten	Energieverbruik bij gebruik		x	x	x	
		Energieverbruik bij grondstoffenwinning, verwerking, transport en aanbrengen	x	x	x		x
		Geluidshinder bij grondstoffenwinning, verwerking, transport en aanbrengen			x		x
		CO2 uitstoot		x	x	x	
		Luchtkwaliteit			x		x
		Hergebruik		x	x	x	
		Levensduur		x	x	x	
		Lichtvervuiling		x	x	x	
		Energiebronnen	x	x	x	x	x
		Waterverbruik	x	x	x	x	x
Profit		Terugverdientijd		x	x	x	
		Ketenintegratie	x				x
		Duurzaamheidsbeleid	x				x
		Onderhoudsvriendelijk	x	x	x		x
		Estetica	x	x	x	x	
		Waardevermeerdering		x	x	x	

II) Bijlage 2; Boordelingen quickwins

Kwalitatieve beoordeling van de maatregel	
Type maatregel	Stimuleringsmaatregel, leent zich voor gebruik als doelmaatregel
Belangrijkste beleidsthema's	Voorkomen van uitputting van grondstoffen, hergebruik & recycling secundaire bouwstoffen
Bedoeling	Recycling van bouwafval en gelijktijdig voorkomen van uitputting van grondstoffen
Negatieve bijeffecten	Geen
Positieve bijeffecten	Tevens een gunstig effect op het broeikas-effect, smogvorming, verzuring en vermisting
Marktacceptatie	Goed; er worden geen directe belangen geschaad plus de maatregel is eenvoudig toe te passen
Aangrijpingspunt	Opdrachtgevers, projectontwikkelaars, gemeenten, woningcorporaties
Kostenefficiëncy	Neutraal
Macro-economisch	Geringe effecten, op de lange termijn gunstig doordat grint langer gewonnen kan worden
Bouwtechnisch	Geen ingrijpende wijzigingen, volgend uit normale sterkteberekeningen
Formulering	In principe betonfundering met puingranulaat toepassen tenzij bijzondere omstandigheden dit verhinderen, volgend uit sterkteberekeningen
Quickwin maatregel?	Ja
Ten opzichte van de referentie kent alternatief 1 een circa 13% lagere milieubelasting.	

Figuur 1: beoordeling beton met 20% puingranulaat als toevoeging

Kwalitatieve beoordeling van de maatregel	
Type maatregel	Stimuleringsmaatregel, leent zich voor gebruik als doelmaatregel
Belangrijkste beleidsthema's	Voorkomen van uitputting van grondstoffen, beperking broeikas-effect
Bedoeling	Voorkomen van uitputting van grondstoffen, voorkomen van energieverbruik
Negatieve bijeffecten	Geen
Positieve bijeffecten	Tevens een gunstig effect op smogvorming, verzuring en vermisting
Marktacceptatie	Redelijk; er worden geen directe belangen geschaad plus de maatregel is eenvoudig toe te passen. Wel is de (visuele) kwaliteitsbeleving van kalkzandsteen slechter dan van baksteen.
Aangrijpingspunt	Opdrachtgevers, projectontwikkelaars, gemeenten, woningcorporaties
Kostenefficiëncy	Positief, kalkzandsteen is relatief goedkoop
Macro-economisch	Geringe effecten, verschuiving van baksteen naar kalkzandsteen
Bouwtechnisch	Geen ingrijpende wijzigingen, past in normale werkwijze
Formulering	Quickwin maatregel als alternatief voor baksteen
Quickwin maatregel?	Ja
Ten opzichte van de referentie kent alternatief 1 een circa 55% lagere milieubelasting.	

Figuur 2: beoordeling kalkzandsteen als gevelmateriaal

Kwalitatieve beoordeling van de maatregel	
Type maatregel	Stimuleringsmaatregel, leent zich voor gebruik als doelmaatregel
Belangrijkste beleidsthema's	Gebruik van vernieuwbare grondstoffen
Bedoeling	Voorkomen uitputting van grondstoffen
Negatieve bijeffecten	Slechte score voor verzuring en vermisting
Positieve bijeffecten	nvt
Marktacceptatie	Redelijk; er worden geen directe belangen geschaad plus de maatregel is eenvoudig toe te passen.
Aangrijpingspunt	Opdrachtgevers, projectontwikkelaars, gemeenten, woningcorporaties
Kostenefficiëncy	Neutraal
Macro-economisch	Geringe effecten, verschuiving van niet duurzaam naar duurzaam hout
Bouwtechnisch	Geen ingrijpende wijzigingen, past in normale werkwijze
Formulering	nvt
Quickwin maatregel?	Nee, tegenstrijdige data voor gefundeerde keuze
Ten opzichte van de referentie kent alternatief 1 een diffuse milieubelasting. Voor verzuring en vermisting wordt slecht gescoord. Voor smogvorming wordt goed gescoord. Voor het overige geldt een vergelijkbare score.	

Figuur 3: beoordeling kozijn van duurzaam hout, high solid met kleur

Kwalitatieve beoordeling van de maatregel	
Type maatregel	Stimuleringsmaatregel
Belangrijkste beleidsthema's	Voorkomen van uitputting van grondstoffen.
Bedoeling	Voorkoming van uitputting van grondstoffen
Negatieve bijeffecten	Mogelijk extra radon in de woning, hiertoe zijn echter afspraken met de betonindustrie gemaakt.
Positieve bijeffecten	Over de hele linie beter dan gemetselde bakstenen wanden.
Marktacceptatie	Goed, geen bijzondere wijzigingen tov de bestaande werkwijze.
Aangrijpingspunt	Oprachtgevers, projectontwikkelaars, gemeenten, woningcorporaties
Kostenefficiëncy	Neutraal
Macro-economisch	Geringe effecten, verschuiving van bakstenen naar beton.
Bouwtechnisch	Geen ingrijpende wijzigingen
Formulering	Via Dubolijst promoten
Quickwin maatregel?	Ja, gunstig effect, geen belemmering tov bestaande bouwwijze
Ten opzichte van de referentie kent alternatief 3 een zeer gunstige milieubelasting. Deze bedraagt ongeveer 50% van de referentie.	

Afbeelding 4: beoordeling kozijn van duurzaam hout, high solid met kleur

Kwalitatieve beoordeling van de maatregel	
Type maatregel	Stimuleringsmaatregel
Belangrijkste beleidsthema's	Voorkomen van uitputting van grondstoffen
Bedoeling	Minder materiaalgebruik
Negatieve bijeffecten	Dikkere wanden, daardoor minder binnenruimte
Positieve bijeffecten	Over de gehele linie beter
Marktacceptatie	Goed, cellenbeton is een geaccepteerd bouw materiaal
Aangrijpingspunt	Oprachtgevers, projectontwikkelaars, gemeenten, woningcorporaties
Kostenefficiëncy	Kostprijsverhogend
Macro-economisch	Geringe effecten, verschuiving van standaard beton naar cellenbeton
Bouwtechnisch	Geen ingrijpende wijzigingen
Formulering	Vervangingsmateriaal voor betonwanden
Quickwin maatregel?	Ja, stimulering in het kader van Dubo ligt voor de hand.
Ten opzichte van de referentie is alternatief 3 ongeveer 40% beter dan de referentie.	

Afbeelding 5: beoordeling cellenbeton als dragende binnenwand

Kwalitatieve beoordeling van de maatregel	
Type maatregel	Stimuleringsmaatregel
Belangrijkste beleidsthema's	Voorkomen van uitputting van grondstoffen
Bedoeling	Voorkoming van uitputting van grondstoffen; doelstelling wordt niet bereikt.
Negatieve bijeffecten	Overige milieuthema's scores slechter dan de referentie.
Positieve bijeffecten	Een gering positief effect op het broeikas effect
Marktacceptatie	Redelijk; betonvloeren hebben overwegend de voorkeur.
Aangrijpingspunt	Nvt
Kostenefficiëncy	Nvt
Macro-economisch	Nvt
Bouwtechnisch	Geen ingrijpende wijzigingen, wel beter nadenken over detailleringen
Formulering	Nvt.
Quickwin maatregel?	Nee, maatregel scoort op de milieuthema's slechter dan de referentie. Het positieve effect op het broeikas effect is slechts beperkt aanwezig.
Ten opzichte van de referentie is alternatief 1 minder gunstig voor het milieu, met uitzondering van het broeikas effect.	

Afbeelding 6: beoordeling verduurzaamde vuren hout balken en multiplex beplating als begane grondvloer

Kwalitatieve beoordeling van de maatregel	
Type maatregel	Stimuleringsmaatregel
Belangrijkste beleidsthema's	Voorkomen van uitputting van grondstoffen door minder betongebruik
Bedoeling	Doelstelling wordt bereikt.
Negatieve bijeffecten	Geen
Positieve bijeffecten	Alle milieuthema's scoren beter dan de referentie
Marktacceptatie	Goed
Aangrijpingspunt	Opdrachtgevers/ architecten/ constructeurs
Kostenefficiëncy	Neutraal
Bouwtechnisch	Geen ingrijpende wijzigingen
Formulering	Pas indien mogelijk kanaalplaatvloeren toe
Quickwin maatregel?	Ja
Ten opzichte van de referentie is alternatief 4 over de gehele linie 40% gunstiger voor het milieu.	

Afbeelding 7: beoordeling kanaalplaatvloer met 20% puintoeslag als verdiepingvloer

Kwalitatieve beoordeling van de maatregel	
Type maatregel	Stimuleringsmaatregel
Belangrijkste beleidsthema's	Gebruik vernieuwbare grondstoffen
Bedoeling	Voorkomen van uitputting, voorkomen van broeikaseffect
Negatieve bijeffecten	Geen
Positieve bijeffecten	Ook gunstig voor de thema's verzuring, vermisting en smogvorming
Marktacceptatie	Goed, geen wezenlijke wijzigingen t.o.v. de huidige bouwmethode
Aangrijpingspunt	Opdrachtgevers, projectontwikkelaars, gemeenten, woningbouwcorporaties
Kostenefficiëncy	Neutraal, duurzaam hout enigszins duurder, betonnen dakpannen enigszins goedkoper
Macro-economisch	Nvt
Bouwtechnisch	Geen ingrijpende wijzigingen
Formulering	Gebruik duurzaam hout t.b.v. dakconstructies en betonnen dakpannen
Quickwin maatregel?	Ja

Afbeelding 8: beoordeling duurzaam houten draagconstructie met betonnen dakpannen als dak

Overzicht maatregelen		
	REFERENTIE	ALTERNATIEF
fundering	zand, beton 0% puingranulaat	schelpen, beton 20% puingranulaat
gevel	buitenblad baksteen	buitenblad cement pleisterwerk
binnenwand dragend	gewapend prefab beton	cellenbeton
binnenwand niet dragend	baksteen	cellenbeton
vloer begane grond	beton ribcassette 0% puin	gelijk aan de referentie
verdiepingsvloer	beton breedplaat	beton kanaalplaat
dak	houten constructie, keramiek dakpan	duurzaam houten constructie, betonnen dakpan
goten	prefab zink	prefab PVC
waterleiding	koper	HDPE

Figuur 9: vergelijking referentiegebouw met 'quickwin-gebouw', zie 7.6 voor dakgoten en 7.7 voor waterleidingen.

III) Beoordeling duurzame materialen volgens NIBE

Gevelbekleding

Product	Levensduur	Verborgen milieukosten	Milieu klasse
Eiken delen (EU, db) *	60	€ 1,19	1a
Robinia delen (db)	60	€ 1,59	1b
Western Red Cedar (db)	60	€ 2,09	2a
Multiplex okoumé (db)	40	€ 2,32	2a
Multiplex vuren (db)	20	€ 2,36	2a
Natuursteen leien	75	€ 3,60	3a
Lariks delen (EU, db)	20	€ 4,10	3b
Vezelcementplaat	25	€ 4,13	3b
Houtvezelcementplaat	40	€ 4,34	3b
HPL-plaat (db)	25	€ 4,44	3b
Keramische tegels	75	€ 4,79	3b
Douglas delen (EU, db)	40	€ 5,84	4a
Staal gecoat (trapezium)	30	€ 5,98	4a
Staal verzinkt en gecoat (trapezium)	30	€ 6,95	4a
Meranti delen (db)	40	€ 7,12	4b
Lariks delen (EU-CCA-db)	40	€ 7,35	4b
Vuren delen (CCA-db)	30	€ 9,78	4c
Natuursteenplaten graniet	75	€ 11,41	5a
HPL-plaat (sb) **	40	€ 11,60	5a
Eiken delen (EU-sb)	60	€ 12,83	5b
Staal verzinkt (trapezium)	15	€ 13,36	5b
Aluminium geprofileerd (gecoat)	40	€ 15,61	5c
Aluminium geprofileerd (ongecoat)	40	€ 15,68	5c
Houtvezelcementplaat (sb)	25	€ 18,25	6a
Aluminium vlak (gecoat-sandwich PE-kern)	40	€ 19,61	6a
Aluminium vlak (gecoat-sandwich alu-kern)	30	€ 34,50	7a
Multiplex okoumé (sb)	40	€ 40,71	7b
Zink (felsgevel)	40	€ 41,28	7b
Koper (felsgevel)	75	€ 64,93	>7c

Beste productkeuzen

Eiken delen
Robinia delen

Goede keuzen

Western Red Cedar
Multiplex okoumé
Multiplex vuren

Aanvaardbare productkeuzen

Natuursteen leien
Lariks delen
Vezelcementplaat
Houtvezelcementplaat
Keramische tegels

Minder goede productkeuzen

Douglas delen
Staal gecoat (trapezium)
Staal verzinkt en gecoat (trapezium)
Meranti delen
Lariks delen (EU-CCA-db)
Vuren delen (CCA-db)

Af te raden keuzen

Natuursteenplaten graniet
HPL-plaat (sb)
Eiken delen (EU-sb)
Staal verzinkt (trapezium)
Aluminium geprofileerd
(gecoat & ongecoat)

Gevelbekleding

<i>Product</i>	<i>Lambda-waarde</i>	<i>Milieu klasse</i>
Cellulose (ingeblazen)	0.045	1a
Schapevool	0.041	1a
Vlasplaten	0.041	1c
Glasvool	0.034	2a
Kurk (geëxpandeerd)	0.038	2a
Resol schuim	0.020	2b
Polystyreen (geëxpandeerd)	0.038	2c
Rotsvool	0.039	2c
Polyurethaan (PUR), Polyisocyanuraat (PIR)	0.025	5a

Beste productkeuzes

Cellulose (ingeblazen)
Schapevool
Vlasplaten

Goede productkeuzes

Glasvool
Kurk (geëxpandeerd)
Resol schuim
Polystyreen (geëxpandeerd)
Rotsvool

Af te raden productkeuze

Polyurethaan (PUR)

Hellende daken

<i>Product</i>	<i>Verborgene milieukosten</i>	<i>Milieu klasse</i>
Dakpan, beton (geglazuurd)	€ 2,19	1a
Dakpan, beton	€ 2,25	1a
Riet (schroefdak)	€ 3,28	1c
Leien, natuursteen	€ 3,47	2a
Dakpan, keramisch	€ 4,04	2a
Vezelcementplaat (geprofileerd)	€ 4,88	2b
Houten, shingles-leien (WRC-duurzame bosbouw)	€ 5,36	2c
Leien, vezelcement	€ 7,00	3a
Staal, verzinkt en gecoat (trapezium)	€ 7,06	3a
Staal, verzinkt (trapezium)	€ 13,43	4b
Bitumen shingles-leien	€ 15,21	4c
Aluminium, gecoat (geprofileerd)	€ 15,78	4c
Zink (felsdak – staande naad)	€ 44,49	6b
Koper (felsdak – staande naad)	€ 64,96	7b
Houten shingles-leien (WRC-standaard bosbouw)	€ 112,08	>7c

Beste productkeuzes

Betonpan
Riet

Minder goede productkeuzes

Stalen trapeziumplaat (verzinkt)
Leien op basis van bitumen
Geprofileerd aluminium

Goede productkeuzes

Keramische dakpannen
Natuursteen leien
Vezelcementplaat
Houten shingles (duurzaam beheerde bossen)

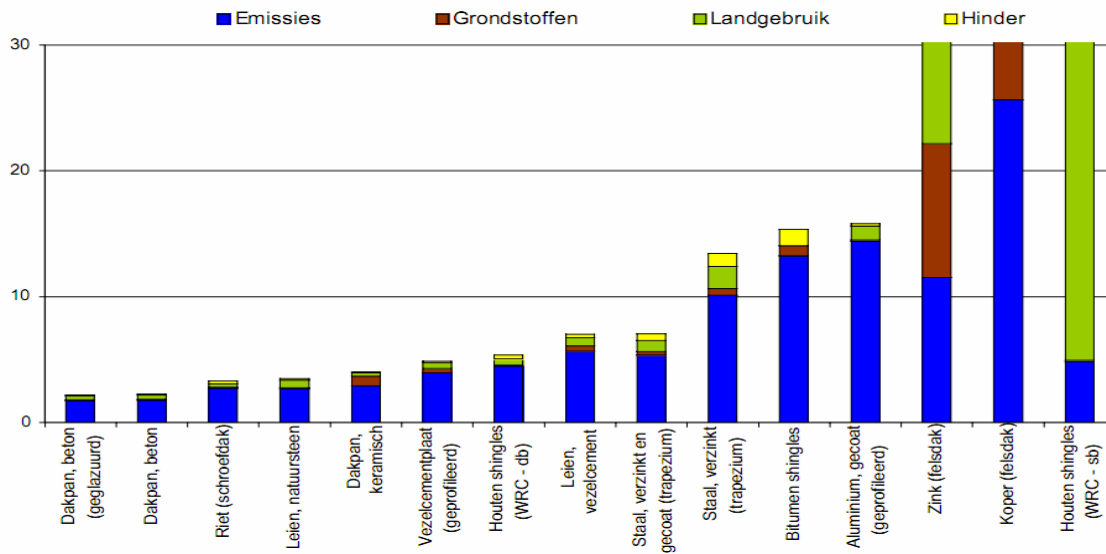
Slechte productkeuzes

Zink
Koper
Western Red Cedar

Aanvaardbare productkeuzes

Vezelcement leien
Stalen trapeziumplaat (verzinkt en gecoat)

Milieuclassificaties hellende daken



Dakbedekking

Product	Verborgene milieukosten	Milieu klasse
EPDM-membraan	€ 3,41	1a
TPO-dakbanen	€ 4,00	1b
POCB-dakbanen	€ 4,77	1c
EPDM-dakbanen (met SBS gecacheerd)	€ 5,26	1c
PVC-dakbanen	€ 6,40	2a
APP-dakbanen	€ 6,71	2a
SBS-dakbanen	€ 7,39	2b

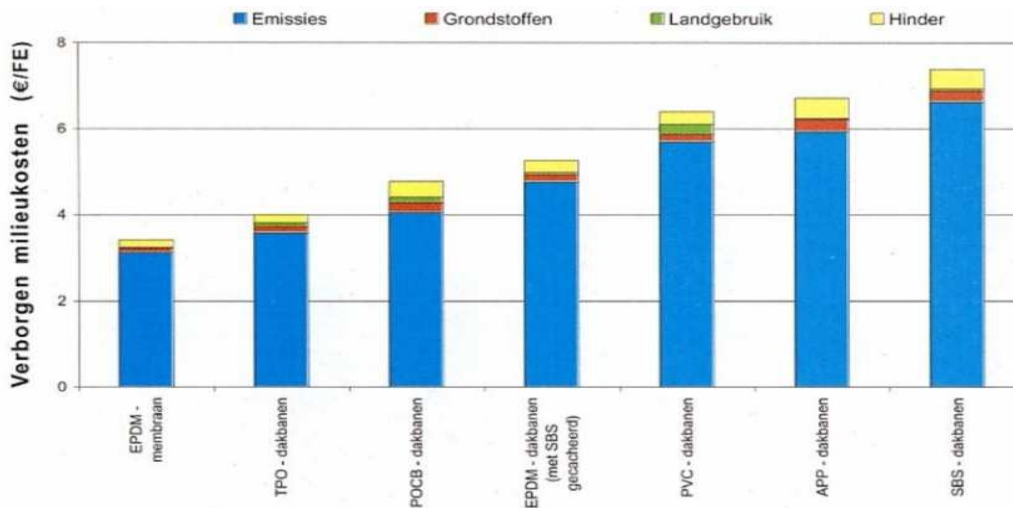
Beste productkeuzen

EPDM-membraan
TPO-dakbanen
POCB-dakbanen
EPDM-dakbanen (met SBS gecacheerd)

Goede productkeuzen

PVC-dakbanen
APP-dakbanen
SBS-dakbanen

Milieuclassificaties dakbedekking



Hemelwaterafvoer

Product	Verborgen milieukosten	Milieu klasse
PPc (75 mm)	€ 1,09	1a
PVC (80 mm)	€ 1,34	1b
PE (75 mm)	€ 1,43	1b
Gietijzer (70 mm – 90 % recycling)	€ 3,48	3a
Staal verzinkt (80 mm)	€ 3,55	3a
Staal – RVS (80 mm)	€ 5,12	3c
Zink (80 mm)	€ 8,58	4c
Koper (80 mm)	€ 22,43	6c

Beste productkeuzen

PPc (75 mm)
PVC (80 mm)
PE (75 mm)

Minder goede productkeuze

Zink (80 mm)

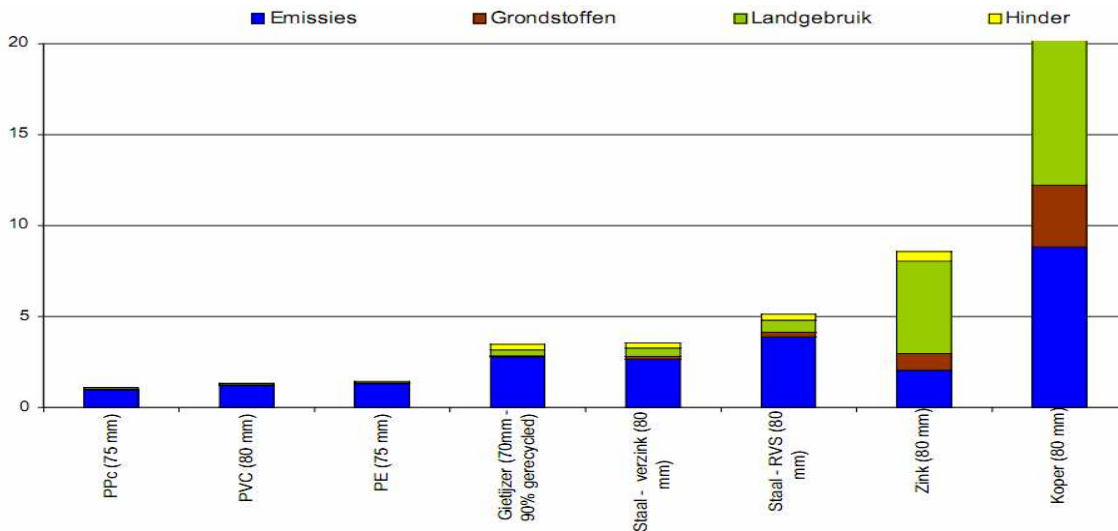
Aanvaardbare productkeuzen

Gietijzer (70 mm – 90 % recycling)
Staal verzinkt (80 mm)
Staal – RVS (80 mm)

Slechte keuze

Koper (80 mm)

Milieuclassificaties hemelwaterafvoer



Dakgoten

Product	Verborgen milieukosten	Milieu klasse
Staal (gecoat, verzinkt)	€ 1,37	1a
PVC (mastgoot)	€ 1,47	1a
Polyester (GVP – bakgoot)	€ 2,01	1c
Vuren-EPDM (db)	€ 2,37	2a
PVC (bakgoot)	€ 2,85	2b
PVC vormgegeven (bakgoot)	€ 6,15	3c
Aluminium (bakgoot)	€ 6,45	3c
Vuren – EPDM (sb)	€ 14,20	5b
Zink (mastgoot)	€ 16,10	5b
Zink (bakgoot)	€ 17,60	5c
Koper (bakgoot)	€ 18,00	5c
Vuren – Zink (db)	€ 18,70	5c
Vuren – Zink (sb)	€ 30,05	6c

Beste productkeuzen

Staal (gecoat, verzinkt)
PVC (mastgoot)
Polyester (GVP – bakgoot)

Af te raden productkeuze

Vuren – EPDM (sb)
Zink (mastgoot)
Zink (bakgoot)
Koper (bakgoot)
Vuren – Zink (db)

Goede productkeuzen

Vuren-EPDM (db)
PVC (bakgoot)

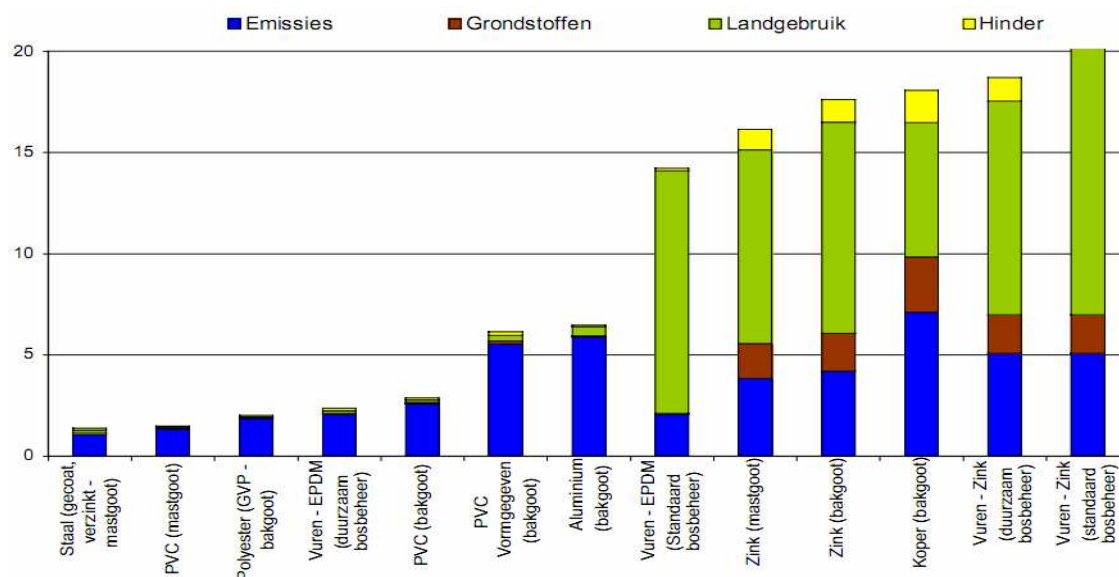
Slechte keuze

Vuren – Zink (sb)

Aanvaardbare productkeuzen

PVC vormgegeven (bakgoot)
Aluminium (bakgoot)

Milieuclassificaties dakgoten



Waterleidingen

<i>Product</i>	<i>Verborgen milieukosten</i>	<i>Milieu klasse</i>
PP-R	€ 0,16	1a
PVC-C	€ 0,25	2a
PB	€ 0,35	2b
PE – aluminium – PE	€ 0,36	2b
PE-X	€ 0,41	2c
Koper (dunwandig)	€ 2,48	6a
Koper (half harde buis)	€ 3,81	6c

Beste productkeuzen

PP-R

Goede productkeuzen

PVC-C

PB

PE – aluminium – PE

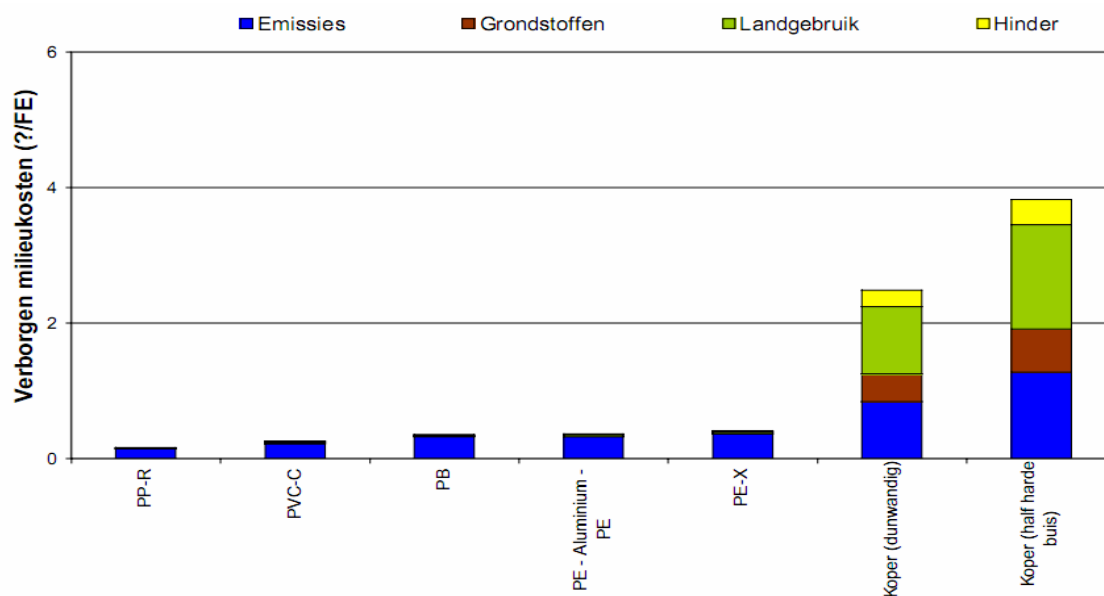
PE-X

Slechte keuze

Koper (dunwandig)

Koper (half harde buis)

Milieuclassificaties waterleidingen



IV) Bijlage 4; NIBE – milieuklasse indeling

Toelichting NIBE - milieuklasse indeling:

Klasse	Subklasse	Omschrijving	Milieubelastingsfactor
1	a	Beste keuze	1 - 1,1
	b		> 1,1 - 1,32
	c		> 1,32 - 1,9
2	a	Goede keuze	> 1,9 - 2,28
	b		> 2,28 - 2,74
	c		> 2,74 - 3,28
3	a	Aanvaardbare keuze	> 3,28 - 3,94
	b		> 3,94 - 4,73
	c		> 4,73 - 5,68
4	a	Minder goede keuze	> 5,68 - 6,81
	b		> 6,81 - 8,17
	c		> 8,17 - 9,81
5	a	Af te raden keuze	> 9,81 - 11,77
	b		> 11,77 - 14,12
	c		> 14,12 - 16,95
6	a	Slechte keuze	> 16,95 - 20,34
	b		> 20,34 - 24,40
	c		> 24,40 - 29,29
7	a	Onaanvaardbare keuze	> 29,29 - 35,14
	b		> 35,14 - 42,17
	c		> 42,17 - 50,61
>7c			> 50,61

Figuur 18: Milieu klassering volgens NIBE

V) Bijlage 5; Basis maatregelenlijst

Op de volgende twee pagina's is de maatregelenlijst weergegeven. Hier zijn de 51 maatregelen uit de Nationale Pakketten Duurzaam Bouwen, Belgische Informatiebladen, PMC Gebouwen en BAM duurzaamheidschema.

1) IFD-maatregelen	effect	kosten	kansen	beleid
- gebruik van prefab onderdelen	G	G	G	U,H
- prefab wanden i.p.v. gemetselde wanden	G	G	M	U,H
- toepassen van demontabele verbindingen en demontabele bouwmaterialen	G	M	M	H
- gebruik van een prefab begane grondvloer	M	G	M	U,H
- gebruik een flexibel vloersysteem i.v.m. bereikbaarheid leidingen	N	S	S	H
- scheiding van drager (casco) en inbouw (binnenmuren: verplaatsbaar, demontabel)	G	M	M	H,C
- bakstenen demontabel (Click Brick)	G	M	M	U,H,C
- fabriekshallen: draagconstructie staal/sandwichpaneelwanden (staalplaat/isolatie/ staalplaat)	G	G	G	U,H
- gebruik van montagekozijnen	M	G	M	C,H
2) vervanging van uitputbare grondstoffen door minder belastende materialen				
- gebruik van duurzaam hout (FSC of gelijkwaardig) i.p.v. hardhout	G	M	G	U,C
- het gebruik van betongranulaat i.p.v. grind in betonnen funderingen/wanden	G	G	G	U,H
- toepassen van houten funderingspalen	?	S	S	U,C
- toepassen van houten verdiepingsvloeren (niet woningscheidend)	G	M	S	U,C
- toepassen houtskeletbouw	G	G	G	U,C
- toepassen houten wanden (log) i.p.v. gemetselde wanden	G	M	S	U,C
- voor binnengebruik: rogips of natuurgips	N	N	G	U
- houten dakpannen i.p.v. betonnen/gebakken dakpannen	M	M	M	U,C
- gebruik voor beton klinkerarme cementsoorten	N	M	M	U
- gebruik piepschuim als bouw materiaal ter vervanging van bakstenen/beton	N	M	M	U,C
- voor metselwerk: schepkalkmortel of cementmortel met een gering portlandklinkergehalte	M	N	M	U
- gebruik laagwaardig materiaal als bodemafsluiting	G	G	G	U
- binnendeuren hardboard met kartonnen honinggraatvulling, spaanplaat of multiplex	N	G	M	U
- vervaardigd dekvloeren (indien nodig) van gips (anhydrietvloer)	N	M	M	U
- vervanging van isolatie door vernieuwbare grondstoffen zoals hennep, katoen, kurk, vlas	G	M	M	U
- gebruik vernieuwbare grondstoffen	G	M	M	U
3) besparing van materialen	effect	kosten	kansen	beleid
- laat onderdorpels bij binnendeuren weg	N	G	M	U
- cellenbeton	M	M	M	U,C
- streef naar schuim en kitarme detaillering	N	S	M	U,H
- toepassen van betonnen prefab systeemvloeren met laag eigen gewicht (niet woningscheidend)	G	G	G	U,H
4) emissie maatregelen				
- geen materialen gebruiken die (H)CFK's bevatten	M	M	G	E
- watergedragen verfsoorten & poedercoatings i.p.v. verven met vluchtige oplosmiddelen	M	M	G	E
- watergedragen voorstrijk en impregneermiddelen	M	M	M	E
- gekleurde stalen trappen en balustrades: poedercoating ipv verven met vluchtige oplosmiddelen	M	M	G	E
- gebruik voor kiezelbakken/uitlopen e.d. producten met een geringe emissie naar hemelwater (geen zink, lood, koper)	M	M	M	E
- toepassing van biociden in verduurzamingmiddelen	G	M	M	E

	effect	kosten	kansen	beleid
- gebruik uitlogingsarme steenachtige materialen	G	M	M	E
- gebruik oplosmiddelenvrije tegellijm	M	M	M	E
- voor muurverf: minerale verf of oplosmiddelvrije dispersieverven	M	M	M	E
5) hergebruik				
- gebruik alleen PVC uit een gesloten kringloop	M	M	G	H,E
- harde persing steenwol i.v.m. herbruikbaarheid platen	M	M	M	H
- puibekleding van recyclebaar materiaal	M	M	M	H
- kunststof dakbedekking ipv bitumen/ APS (platte daken)	M	M	M	H
- beperk het gebruik van eenmalige verpakkingsmaterialen	M	M	M	H
- scheidt bouwplaatsafval in relevante fracties	G	G	M	H
6) levensduurverlenging				
- ontwerp voor een lange levensduur	G	M	G	U
- niet dragende wanden verwijderbaar verplaatsbaar	G	G	M	U,H
- overmaat in ontwerp, plafondhoogtes > 2,80 meter	M	M	M	U
- toevoegen van aanvullende ruimten mogelijk maken	M	M	M	U
- effecten van verduurzaming staal afzetten tegen vermindering gebruiksduur	M	M	M	U
- het verzelfstandigen/ afsplitsen van ruimten mogelijk maken	M	M	M	U
7) overige				
- verduurzaamd stalen bouwproducten alleen wanneer dit aantoonbaar noodzakelijk is	M	G	G	E
- gebruik als elastische kit siliconenkit of polysulfidekit; als plastische kit watergedragen acrylaatkit	M	G	M	E
- biedt bewoner keuzevrijheid voor indeling, uitrusting en afwerking	M	N	G	U
- stem maatvoering af op handelsmaten	N	G	G	U,H
- gesloten grondbalans	G	G	G	H

Verklaring symbolen

Welke maatregelen vanuit milieuoptiek als effectief aangemerkt kunnen worden, plus een eerste inschatting van kosten en kansen:

G = goed

M = matig

N = nihil / neutraal

S = slecht

Welk beleidsveld is betrokken bij de betreffende maatregel:

U = uitputting

C = broeikaseffect

H = hergebruik / recycling

E = emissie lucht / water / bodem

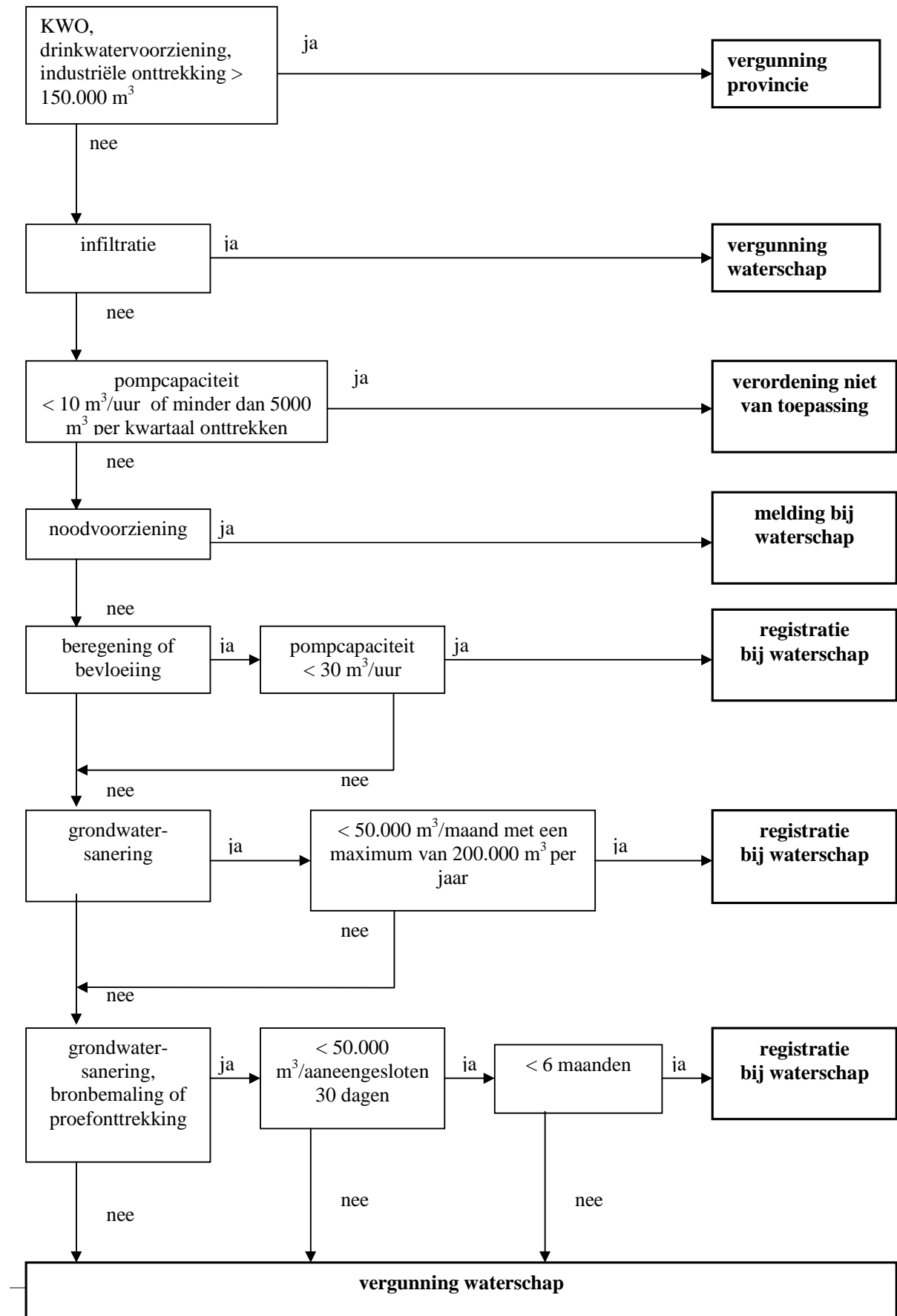
VI) Bijlage 6; Subthema's en maatregelen

De maatregelen indicatief gesorteerd naar het primaire beleidsveld waar zij in eerste instantie betrekking op hebben.

beleid-subthema	maatregel
duurzaam gebruik energiedragers	<ul style="list-style-type: none"> - ontwerp voor een lange levensduur - overmaat in het ontwerp voor duurzaamheid op lange termijn (plafondhoogte > 2,80) - toevoegen aanvullende ruimten makkelijk mogelijk - verzelfstandigen/afsplitsen van ruimten makkelijk mogelijk - keuzevrijheid voor indeling, uitrusting en afwerking
tegenaan aantasting ozonlaag	
voorkomen aantasting natuurwaarden	<ul style="list-style-type: none"> - betongranulaat i.p.v. grind in beton - rogips of natuurgips - klinkerarme cementsoorten - cement met gering portlandklinkergehalte - gesloten grondbalans - dekvloeren van gips (anhydrietvloer)
beheersing emissie van stoffen	<ul style="list-style-type: none"> - geen gebruik van materialen die (H)CFK's bevatten - watergedragen verfsoorten & poedercoatings - watergedragen voorstrijk- en impregneermiddelen - kiezelbakken/uitlopen met geringe emissie naar hemelwater (lood, zink, koper waterleiding) - oplosmiddelvrije tegellijm - minerale muurverf of oplosmiddelvrije dispersieverven - verduurzaam stalen bouwproducten alleen wanneer dit aantoonbaar noodzakelijk is - watergedragen acrylaatkitten i.p.v. plastische kitten
voorkomen verspreiding gevaarlijke stoffen	
voorkomen van introductie gevaarlijke stoffen en straling	<ul style="list-style-type: none"> - hout in plaats van beton (radongas)
belasting leefomgeving door geluid, stank, etcetra.	
duurzame productie vernieuwbare grondstoffen	<ul style="list-style-type: none"> - duurzaam geproduceerd hout, waaronder FSC hout - houten funderingspalen i.p.v. beton - houten verdiepingsvloeren - houtskeletbouw - binnendeuren hardboard/kartonnen honingraatvulling - houten wanden i.p.v. gemetselde wanden - houten dakpannen i.p.v. betonnen/gebakken dakpannen - gebruik vernieuwbare grondstoffen
milieueffecten gebruik niet-vernieuwbare hulpbronnen	<ul style="list-style-type: none"> - piepschuim als bouw materiaal - laagwaardig materiaal als bodemafsluiting - weglaten onderdorpels bij binnendeuren - cellenbeton - schuim- en kitarme detaillering - stem maatvoering af op handelsmaten
hergebruik en recycling	<ul style="list-style-type: none"> - prefab onderdelen - prefab wanden - demontabele verbindingen - prefab begane grondvloer/ systeemvloer - flexibel vloersysteem - scheiding drager (casco) en inbouw (binnenmuren) - bakstenen demontabel als legostenen - standaard montagekozijnen - PVC uit gesloten kringloop - harde persing steenwol (hergebruik platen) - pui bekleding van recyclebaar materiaal - kunststof dakbedekking i.p.v. bitumen/ APS (platte daken) - zo min mogelijk eenmalige verpakkingen - scheid bouwplaatsafval in relevante fracties

VII) Bijlage 7; Grondwaterverordening Groningen 1997

Schema voor het bepalen van melding-, registratie- en vergunningplicht voor het onttrekken van grondwater in de provincie Groningen.



VIII) Bijlage 8; Registratie algemene regels grondwateronttrekkingen

1. BEREKENING

Inrichtingen, (nagenoeg) uitsluitend gebruikt voor beregenings- of bevoeiingsdoeleinden, met een pompcapaciteit tot 30 m³/uur:

- maximaal 1000 m³ grondwater per ha (= 100 mm) per jaar op akkerbouw- en grasland,
- geen grondwater gebruiken als er oppervlaktewater beschikbaar is,
- putten na gebruik goed afsluiten/afdichten.

2. GRONDWATERSANERING

Inrichtingen, uitsluitend gebruikt voor grondwatersaneringen, waarmee per maand minder dan 10.000 m³ grondwater wordt onttrokken:

- onttrokken hoeveelheid per put of cluster filters meten, met afwijking < 10%,
- watermeter(s) voor de onttrekking ijken,
- ijkbewijs kunnen tonen,
- in elke leiding waarin een meter is geplaatst, een rechte lengte leiding van 16x de diameter met bekende diameter, wanddikte en materiaalsoort (voor controlemeter)
- meetresultaten wekelijks registreren op een meetstaat,
- voorvallen die de meting kunnen beïnvloeden aangeven op de meetstaat,
- meetstaat binnen twee weken na afloop van de onttrekking aan GS zenden,
- slecht waterdoorlatende lagen bij het inrichten van de put met klei afdichten,
- na afloop van het werk de putten goed afdichten, door GS goed te keuren.

3. GRONDSANERING, BRONBEMALING, of PROEFONTTREKKING

Inrichtingen, uitsluitend gebruikt voor grondsanieering, het drooghouden van een bouwput of een (doorlatendheids)proef, waarmee per maand minder dan 50.000 m³ en korter dan 6 maanden, grondwater wordt onttrokken:

- onttrokken hoeveelheid per put of cluster filters meten, met afwijking < 10%,
- watermeter(s) voor de onttrekking ijken,
- ijkbewijs kunnen tonen,
- in elke leiding waarin een meter is geplaatst, een rechte lengte leiding van 16x de diameter met bekende diameter, wanddikte en materiaalsoort (voor controlemeter)
- meetresultaten wekelijks registreren op een meetstaat,
- voorvallen die de meting kunnen beïnvloeden aangeven op de meetstaat,
- meetstaat binnen twee weken na afloop van de onttrekking aan GS zenden,
- verlaging van grondwaterstand of -potentiaal maximaal 50 cm beneden het kritische punt van de (bouw)put,
- slecht waterdoorlatende lagen bij het inrichten van de put met klei afdichten,
- na afloop van het werk de putten goed afdichten, door GS goed te keuren.

GRONDWATERWET / MEET- EN REGISTRATIEBESLUIT

In de Grondwaterwet en de daarin genoemde AmvB (Meet- en Registratiebesluit) staat aangegeven welke gegevens bij de registratie moeten worden verstrekt en hoe de onttrokken hoeveelheden water moeten worden gemeten. Bij berekeningen die onder de algemene regels vallen mag worden volstaan met de toepassing van urentellers. Daarbij wordt het aantal draaiuren vermenigvuldigd met de gemiddelde capaciteit van de inrichting.

IX) Bijlage 9; Beslissing Grondwaterwet

Gelet op de Grondwaterwet, de Provinciale Grondwaterverordening 1997, de Algemene wet bestuursrecht en de Wet Milieubeheer en de vergunningsaanvraag van **datum** besluiten wij:

- I. aan **aanvrager** een vergunning te verlenen voor het onttrekken van grondwater op het percelen kadastraal bekend gemeente **gemeente**, sectie **no**, nrs. **nr(s)**, plaatselijk bekend als **naarm**, **gemeente**, zulks onder de volgende voorschriften:
- II. te bepalen dat de geldigheidsduur van het onder I. genoemde besluit eindigt op: **datum**;
- III. te bepalen dat de vergunning op grond van artikel 11 van de grondwaterwet wordt opgenomen in het grondwaterregister onder gemeente --, nr. ---- ;
- IV. aan de onder I. genoemde vergunning de navolgende voorschriften te verbinden:

Een of meer van de onderstaande voorschriften:

1. De aan de bodem te onttrekken hoeveelheid grondwater mag niet meer zijn dan **getal** m³ per uur, **getal** m³ per etmaal, **getal** m³ per maand, **getal** m³ per kwartaal en **getal** m³ per jaar.
2. Het grondwater mag slechts op een diepte van **filterdiepte** beneden het maaiveld aan de bodem worden onttrokken.
3. Het grondwater mag alleen worden onttrokken ten behoeve van en voor zoveel nodig voor **toepassing** als beschreven in de aanvraag.
4. De temperatuur van het te retourneren grondwater mag niet hoger zijn dan 25°C, niet lager dan 5°C en de samenstelling van dat grondwater mag niet afwijken van de samenstelling van het onttrokken grondwater
5. Het onttrokken grondwater dient, behoudens de hoeveelheid die nodig is voor het regenereren van de putten, geheel in de bodem terug gebracht te worden
6. Vergunningshoudster dient, na het tot stand brengen van de inrichting, maar voor de start van de onttrekking, het Registratieformulier Grondwaterverordening Groningen volledig ingevuld toe te zenden naar Gedeputeerde Staten.
7. Vergunningshoudster dient:
 - a) de te onttrekken hoeveelheid grondwater te meten door middel van watermeters, overeenkomstig de bepalingen in het uitvoeringsbesluit ex artikel 11 en 12 van de Grondwaterwet;
 - b) ter controle van de goede werking van de watermeters, iedere leiding waarin een watermeter is geplaatst, uit te voeren met een recht stuk, waarvan de diameter, wanddikte en materiaalsoort bekend zijn en de lengte tenminste 16x de diameter bedraagt;
 - c) na afloop van iedere kalendermaand de onttrokken hoeveelheid grondwater te bepalen en van deze hoeveelheid, alsmede van voorvallen die van invloed kunnen zijn op de meting, onder opgave van de datum, aantekening te houden op een meetstaat;
 - d) de onder voorschrift 7.c. bedoelde meetstaat tot 6 maanden na beëindiging van de winning beschikbaar te houden voor controle door de toezichthoudend ambtenaar van de afdeling Milieutoezicht;

- e) elk jaar in de maand januari aan Gedeputeerde Staten opgave te verstrekken van de in het voorafgaande kalenderjaar per kwartaal onttrokken hoeveelheid **grondwater en de in de bodem teruggebrachte hoeveelheden grondwater**.
8. Vergunninghoudster dient een waarnemingsput in te stellen voor het meten van de grondwaterstand, de stijghoogte van het diepe grondwater en de temperatuur van de bodem, door de toezichthoudend ambtenaar van de afdeling Milieutoezicht. (**bij warmte koude opslag en terugbrengen van grondwater in de bodem**).
9. Vergunninghoudster dient:
- a) voor zijn rekening voor de start van de onttrekking peilbuizen in te richten in de omstorting van elke bron op maximale onttrekkingsdiepte en infiltratiediepte.
 - b) de in voorschrift 9a bedoelde peilbuizen dienen geschikt te zijn voor het meten van de grondwaterstand, de stijghoogte en de temperatuur;
 - c) de waterdruk in de onttrekkingsput en de infiltratieput ten minste eens per uur te meten in 1 kPa nauwkeurig;
 - d) de temperatuur van het te onttrekken en het te retourneren grondwater ten minste eens per uur te meten in 0,1 °C nauwkeurig;
 - e) het chloride-gehalte te bepalen van het te retourneren grondwater of van het geretourneerde grondwater, twee keer per jaar, kort voor of kort na het einde van de laadfase en van de ontlaadfase;
 - f) twee keer per jaar de ambtenaar van Milieutoezicht in staat stellen om een meting te verrichten van de temperatuur, stijghoogte en de grondwaterstand in de onder voorschrift 9a. bedoelde peilbuizen en wel kort voor of kort na het einde van de laad- en ontlaadfase.
 - g) van de in **voorschrift nummer van dit voorschrift** b, c, d en e bedoelde metingen, alsmede van voorvallen die van invloed kunnen zijn op deze metingen, onder opgave van de datum, aantekening te houden op een meetstaat;
 - h) de in **voorschrift nummer van dit voorschrift** 9g bedoelde meetstaat tot 6 maanden na beëindiging van de winning beschikbaar te houden voor controle door de toezichthoudend ambtenaar van de afdeling Milieutoezicht;
 - i) ten minste jaarlijks in de maand mei een overzicht van de gemeten waarden, met een berekening van de aan de bodem toegevoegde en onttrokken warmte-energie van het voorafgaande kalenderjaar, te zenden aan Gedeputeerde Staten;
 - j) over een periode van 5 jaar vanaf de ingebruikname van de inrichting het verschil tussen de totale hoeveelheid in de bodem gebrachte energie (warmte) en de onttrokken energie (koude) niet meer te laten zijn dan 10 % van de in de bodem gebrachte energie. Vanaf 10 jaar na ingebruikname mag het verschil niet groter zijn dan 5%;
 - k) indien blijkt uit het overzicht genoemd in lid 9i., dat niet voldaan wordt aan voorschrift 7j, aan te tonen waar het overschot aan warmte of koude gebleven is en in hoeverre dit van invloed is op de bodem en de omgeving. De manier waarop dit wordt aangetoond dient te worden vastgesteld in overleg met Gedeputeerde Staten.
10. Vergunninghoudster dient:
- a. Voorafgaand aan het in gebruik nemen van het systeem een capaciteitsproef op een warme en koude bron uit te voeren en op basis daarvan de te verwachten verandering van de grondwaterstand en de stijghoogte te bepalen.
 - b. De resultaten van de in voorschrift 8a genoemde capaciteitsproef op te sturen naar Gedeputeerde Staten;
 - c. Zowel een koude als een warme bron in te richten voor het uitvoeren van bodemtemperatuurmetingen.
11. In het gebouw-circuit van het systeem mag alleen glycol worden gebruikt dat KIWA-goedgekeurd is voor gebruik in warmtewisselaar-installaties met een enkelvoudige scheiding naar drinkwater in het gebouw-circuit mag naast leidingwater niet meer dan 30% van dit glycol aanwezig zijn.

12. De druk in het grondwatersysteem moet, om te voorkomen dat verontreinigd water uit het gebouw-circuit naar het grondwater kan lekken, hoger zijn dan de druk in het gebouw-circuit; hierbij dient de vergunninghoudster de volgende voorzorgsmaatregelen te nemen:
- de druk in het gebouw-circuit en in het grondwatersysteem moeten constant gemeten worden;
 - indien de druk in het grondwatersysteem beneden de druk in het gebouw-circuit komt dient het grondwatersysteem volledig automatisch gesloten te worden;
 - als de in voorschrift **voorschrift nummer van dit voorschrift** a bedoelde drukbeveiliging wordt aangesproken moet gecontroleerd worden of lekkage bij de warmtewisselaar is opgetreden; indien dat het geval is moeten de infiltratiebron en het leidingwerk worden schoongespoeld, waarbij het water op het riool wordt geloosd; en mag het grondwatersysteem pas weer in gebruik worden genomen nadat de lekkage is verholpen;
 - de warmtewisselaar dient minstens eens per jaar gecontroleerd te worden op lekkage;
 - lekkages van glycol naar het grondwater moeten aan de directeur gerapporteerd worden.

13. Vergunningshoudster dient:

- voor de start van de onttrekking op relevante plaatsen een peilbuis in te richten en in stand te houden voor het meten van de grondwaterstand; Het aantal en de locaties van de peilbuizen dient kenbaar gemaakt te worden via een situatieschets. Het aantal te plaatsen peilbuizen dient te worden gemotiveerd en onderbouwd. Deze gegevens dienen door het bevoegd gezag getoetst en correct bevonden alvorens met de onttrekking wordt begonnen;
- de stand van het grondwater in de onder a. bedoelde buizen waar te nemen op de 14^e en de 28^e dag van de maand, of de daaraan voorafgaande indien het op een zaterdag valt of eerstvolgende werkdag indien de dag op een zon- of feestdag valt;
- van de onder b. bedoelde metingen, alsmede van voorvallen die van invloed kunnen zijn op deze metingen, onder opgave van de datum, aantekening te houden op een meetstaat.
- de onder c. bedoelde meetstaat tot 6 maanden na beëindiging van de winning beschikbaar te houden voor controle door de toezichthoudend ambtenaar van de afdeling Milieutoezicht.

14. Vergunningshoudster dient;

- het voornemen tot beëindiging van de onttrekking een maand van tevoren aan Gedeputeerde Staten te melden;
- er zorg voor te dragen dat, voordat de inrichting wordt ontmanteld, de temperatuur van het grondwater binnen het beïnvloedingsgebied van de onttrekking zodanig hersteld is dat het verschil met het natuurlijke grondwater niet groter is dan 5 °C;
- binnen een week na beëindiging bodemtemperatuurmetingen uit te voeren ter plaatse van de onttrekking- en infiltratiebronnen.
- binnen een maand na beëindiging van de onttrekking de resultaten van de metingen zoals bedoeld in voorschrift 11 c op te sturen naar Gedeputeerde Staten.

15. Vergunningshoudster dient er voor zorg te dragen dat, wanneer de putten niet worden gebruikt of buiten gebruik worden gesteld, deze op zodanige wijze worden afgesloten respectievelijk worden afgedicht, dat verontreiniging van watervoerende pakketten wordt uitgesloten. De wijze waarop dit gebeurt dient in overleg te gebeuren met de toezichthoudende ambtenaar van de afdeling Milieutoezicht. Gedeputeerde Staten moet akkoord gaan met de wijze van afdichten alvorens begonnen mag worden met het afdichten van de putten.

16. Vergunningshoudster dient Gedeputeerde Staten binnen drie maanden na de afronding van de onttrekking schriftelijk mee te delen dat de inrichting is ontmanteld en uit het grondwaterregister kan worden verwijderd.