

# **Energievisie Heuvel Breda**

*Fase 1 en 2 en dr. Struyckenplein*

*Eindrapportage*

# **Energievisie Heuvel Breda**

*Fase 1 en 2 en dr. Struyckenplein*

*Eindrapportage*

Opdrachtgever:  
Wonen Breburg

Opdrachtnemer:  
W/E Adviseurs

Uitvoering:  
Lucia Kleinegriss,  
Jappe Goud

# Inhoudsopgave

<b>Overzicht varianten</b>	<b>5</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>7</b>
1.1 Introductie	7
1.2 Aanleiding	8
1.3 Ambitie	8
1.4 Doelstelling	8
1.5 Uitgangspunten en randvoorwaarden	9
<b>2 Omschrijving van de locatie</b>	<b>10</b>
2.1 Locatie	10
2.2 Bouwplanning	11
<b>3 Mogelijkheden CO<sub>2</sub>-reductie</b>	<b>12</b>
3.1 Inleiding	12
3.2 Energievraagreductie	13
3.3 Inzet van duurzame bronnen	14
3.4 Efficiënte invulling van de restvraag	23
3.5 Samenvatting kansen voor energietechnieken	24
<b>4 Varianten energievoorziening</b>	<b>26</b>
4.1 Infrastructuur	26
4.2 Basismaatregelen: duurzaam casco	26
4.3 Uitwerking varianten	26
4.4 Duurzaam opgewekte elektriciteit	30
<b>5 Consequenties energievoorziening</b>	<b>31</b>
5.1 EPC en energieverbruik	31
5.2 EPL en CO <sub>2</sub> -emissie	33
5.3 Investeringskosten	33
5.4 Woonlasten	35
<b>6 Overige consequenties</b>	<b>38</b>
6.1 (Steden)bouwkundige consequenties	38
6.2 Comfort voor gebruikers	39
6.3 Eigendom en beheer	40
6.4 Bestuurlijke consequenties	41
<b>7 Financiële consequenties</b>	<b>42</b>
7.1 Woonlasten	42
7.2 Outsourcing van collectieve energievoorziening	42
7.3 Aandachtspunten outsourcing van collectieve voorziening	43
7.4 Flexibiliteit, toekomstgerichtheid en bedrijfszekerheid	44
7.5 Subsidieregelingen: EIA en SDE	45
7.6 Gevoeligheidsanalyse	45
7.7 Organisatorische consequenties	46
<b>8 Samenvatting, conclusies en aanbevelingen</b>	<b>48</b>
8.1 Samenvatting	48
8.2 Conclusies	48
8.3 Aanbevelingen	50
<b>Bijlage 1. Warmte-koudeopslag</b>	<b>52</b>
<b>Bijlage 2. Bodemopbouw in Breda</b>	<b>56</b>
<b>Bijlage 3: Kansen combinatie sanering - WKO</b>	<b>58</b>



# Overzicht varianten

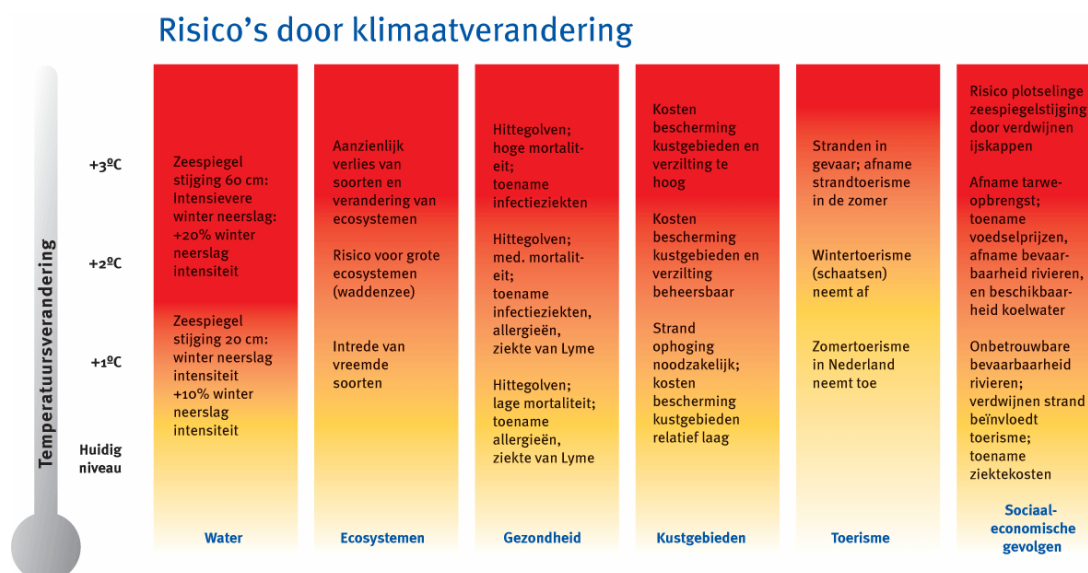
	Referentie (Wonen Brebung)	1a: Energiezuinig	1b energiezuinig	2a: ind WP	2b: WKO	3a ind. WP	3b WKO	4 collectieve zonneboiler
<b>Isolatie</b>	Rc gevel/vloer/dak: 3,5/4/4 Uraam 1,64, Udeur 2	Rc gevel/vloer/dak: 4/4/5 Uraam 1,4, Udeur 2	Rc gevel/vloer/dak: 4/4/5 Uraam 1,4, Udeur 2	Rc gevel/vloer/dak: 4/4/5 Uraam 1,4, Udeur 2	Rc gevel/vloer/dak: 4/4/5 Uraam 1,4, Udeur 2	Rc gevel/vloer/dak: 4/4/5 Uraam 1,4, Udeur 2	Rc gevel/vloer/dak: 4/4/5 Uraam 1,4, Udeur 2	Rc gevel/vloer/dak: 4/4/5 Uraam 1,4, Udeur 2
<b>Energie- voorziening</b>	HR 107 CV-ketel voor tapwater en ruimteverwarming	HR 107 CV-ketel voor tapwater en ruimteverwarming	HR 107 CV-ketel voor tapwater en ruimteverwarming, zonneboiler (1,5m <sup>2</sup> per appartement, 2,8 per rijwoning). Zonwering	Individuele elektrische warmtepomp voor ruimteverwarming en tapwater, collectieve grondwaterbron	Coll.WKO voor ruimteverwarming en tapwater. Collectieve grondwaterbron	Individuele elektrische warmtepomp voor ruimteverwarming en tapwater, collectieve grondwaterbron	Coll.WKO voor ruimteverwarming en tapwater Collectieve grondwaterbron	Collectieve zonneboiler + HR107 (optie: pelletkachel) voor ruimteverwarming en tapwater, zonwering, douche-wtw
<b>Ventilatie</b>	Ventilatie met drukgerregelde roosters en gelijkstroom ventilator.	Ventilatie met drukgerregelde roosters en efficiënte ventilatieafvoer	Ventilatie met drukgerregelde roosters en efficiënte ventilatieafvoer	Ventilatie met drukgerregelde roosters en efficiënte ventilatieafvoer	Ventilatie met drukgerregelde roosters en efficiënte ventilatieafvoer	CO <sub>2</sub> -gestuurde ventilatie	CO <sub>2</sub> -gestuurde ventilatie	CO <sub>2</sub> -gestuurde ventilatie
<b>Koeling</b>	nvt	nvt	nvt	Ja, via vloer	Ja, via vloer	Ja, via vloer	Ja, via vloer	nvt
<b>EPC appartement</b>	0,78	0,69	0,57	0,55	0,50	0,44	0,43	0,46
<b>EPL (woningen)</b>	6,6	6,9	7,2	7,5	7,4	7,8	7,6	8,3
<b>kosten(€) appartement</b>	5.900	7.400	11.075	12.200	10.200	14.600	12.600	18.400
<b>Meerkosten tov Bouwbesluit (€)</b>	1.000	2.500	6.175	7.300	5.300	9.700	7.700	13.500
<b>Meerkosten tov referentie Wonen Brebung (€)</b>		1.500	5.175	6.300	4.300	8.700	6.700	12.500
<b>Energielasten appartement (€)</b>	968	868	795	618	1.009	476	891	766

<b>Stedenbouwkundige aspecten</b>	Gasleidingtracé + gasaansluiting in woning. Gasontvangstation. Rookgasafvoeren	Gasleidingtracé + gasaansluiting in woning. Gasontvangstation. Rookgasafvoeren.	Gasleidingtracé + gasaansluiting in woning. Gasontvangstation. Rookgasafvoeren.	Ruimte voor realisatie bronputten. Collectieve aanvoerleiding bronwater. Geen rookgasafvoer op woningen	Ruimte voor realisatie bronputten, warmte- en koudeleiding tracé, gasleiding naar en rookgasafvoer op TR	Ruimte voor realisatie bronputten. Collectieve aanvoerleiding bronwater. Geen rookgasafvoer op woningen	Ruimte voor realisatie bronputten, warmte- en koudeleiding tracé, gasleiding naar en rookgasafvoer op TR	Opstelruimte HR107-ketel + gasleiding Warmteleidingtracé Geen rookgasafvoer op woningen (optie: ruimte pelletbrander + opslag pellets)
<b>Bouwkundige consequenties in woning</b>	Opstelruimte voor HR ketel. Rookgasafvoerkanal	Opstelruimte voor HR ketel. Rookgasafvoerkanal	Opstelruimte voor HR ketel. Rookgasafvoerkanal	Individuele warmtepomp in woningen, ca. 1 m <sup>2</sup>	Afleverzet in woning (MK)	Individuele warmtepomp in woningen, ca. 1 m <sup>2</sup>	Afleverzet in woning (MK)	Afleverzet in woning (MK)
<b>Vergunningen</b>	Alleen gangbare	Alleen gangbare	Alleen gangbare	Bij grondwateronttrekking vergunning provincie vereist Procedure duurt ca 9 maanden. Eventueel lozingsvergunning gemeente vereist.	Bij grondwateronttrekking vergunning provincie vereist Procedure duurt ca 9 maanden. Eventueel lozingsvergunning gemeente vereist.	Bij grondwateronttrekking vergunning provincie vereist Procedure duurt ca 9 maanden. Eventueel lozingsvergunning gemeente vereist.	Bij grondwateronttrekking vergunning provincie vereist Procedure duurt ca 9 maanden. Eventueel lozingsvergunning gemeente vereist.	Alleen gangbare, eventueel milieuvergunning voor collectieve pelletkachel.
<b>Eigendom en beheer</b>	Ketelonderhoud en vervanging voor bewoner	Ketelonderhoud en vervanging voor bewoner.	Ketelonderhoud en vervanging voor bewoner.	Onderhoud bronsysteem voor exploitant, verrekend via vast recht. Onderhoud wp afhankelijk van exploitatievorm voor bewoner of exploitant	Onderhoud voor exploitant, verrekend via vast recht. Levering warmte aan de woning, hiervoor betaalt de gebruiker vast recht en GJ prijs. Tariefstelling afhankelijk van organisatievorm.	Onderhoud bronsysteem voor exploitant, verrekend via vast recht. Onderhoud wp afhankelijk van exploitatievorm voor bewoner of exploitant	Onderhoud voor exploitant, verrekend via vast recht. Levering warmte aan de woning, hiervoor betaalt de gebruiker vast recht en GJ prijs. Tariefstelling afhankelijk van organisatievorm	Onderhoud energiesysteem voor exploitant Levering warmte aan de woning, hiervoor betaalt de gebruiker vast recht en GJ prijs. Tariefstelling afhankelijk van organisatievorm
<b>Comfort en binnenmilieu</b>	Geen vrije koeling. Er kan op gas gekookt worden. Installatiegeluid CV	Geen vrije koeling. Er kan op gas gekookt worden. Installatiegeluid CV	Geen vrije koeling. Er kan op gas gekookt worden. Installatiegeluid CV	Vrije koeling via vloerkoeling. Koken elektrisch. Mogelijk installatiegeluid wp	Vrije koeling via vloerkoeling. Koken elektrisch. Geen installatiegeluid.	Vrije koeling via vloerkoeling. Koken elektrisch. Mogelijk installatiegeluid wp	Vrije koeling via vloerkoeling. Koken elektrisch. Geen installatiegeluid.	Koken elektrisch. Geen installatiegeluid.
<b>Overig</b>				Risico VOCL-vervuiling	Risico VOCL-vervuiling	Risico VOCL-vervuiling	Risico VOCL-vervuiling	

# 1 Inleiding

## 1.1 Introductie

Voor de energievoorziening van onze industrie, verkeer en woonruimte zijn we grotendeels afhankelijk van fossiele brandstoffen. Het gebruik van fossiele brandstoffen zoals aardolie, aardgas en steenkool heeft twee belangrijke nadelen: de uitstoot van broeikasgassen en het opraken van de brandstofvoorraden. Bij de verbranding van fossiele brandstoffen komt CO<sub>2</sub> vrij. Als gevolg van de emissie van broeikasgassen, waarvan CO<sub>2</sub> de belangrijkste is, verandert het klimaat. De temperatuur op aarde neemt toe. Dit heeft ongewenste gevolgen als stijging van de zeespiegel, natuurrampen (overstromingen, droogtes, bosbranden), verandering van ecosystemen etc. In figuur 1 zijn de te verwachten effecten voor Nederland weergegeven.



Figuur 1. Gevolgen klimaatverandering in Nederland (Afbeelding RIVM)

Om deze risico's te beperken is in het klimaatverdrag van Kyoto afgesproken om de CO<sub>2</sub> emissie terug te brengen.

De voorraad fossiele brandstoffen is eindig en zal in de 21<sup>e</sup> eeuw steeds verder opraken. Ook het Nederlandse aardgas is eindig, en in de komende decennia zal steeds meer aardgas geïmporteerd moeten worden. Hierdoor zullen we ook voor de energievoorziening in de huishoudelijke markt steeds meer afhankelijk raken van energieleveranties uit minder stabiele of voorspelbare regio's.

De noodzaak tot beperking van de uitstoot van broeikasgassen en de verminderde beschikbaarheid van fossiele brandstoffen in de toekomst zijn goede redenen om een weloverwogen keuze te maken voor een toekomstgerichte energievoorziening.

## 1.2 Aanleiding

Wonen Breburg, Blauwhoed en de gemeente Breda herstructureren de wijk Heuvel. Heuvel telt ongeveer 6.500 inwoners. Het zuidwestelijk deel van de wijk de Heuvel is ontworpen door de stedenbouwkundige Granpré Molière, terwijl het oostelijk deel volgens de principes van Peutz is uitgewerkt. Het zuidwestelijk deel heeft een dorps karakter met voornamelijk eengezinswoningen en enkele portiekflats. De oostelijke buurt wordt gedomineerd door portiekflats. De buurt bestaat uit bouwblokken van drie tot vier woonlagen. Het deel wordt begrensd door: Maarten de Vriesstraat, Dr. Struyckenstraat en de omgeving van het Dr. Struyckenplein.

De wijk kent een eenzijdige opbouw van de woningvoorraad. Het merendeel van de woningen dateert uit de jaren vijftig. De nadruk ligt op goedkope sociale huurwoningen en meergezinswoningen. Het eigen woningbezit is beperkt. Een deel van de woningvoorraad voldoet niet meer aan de kwalitatieve woonbehoefte. De woningen zijn klein, gehorig en slecht geïsoleerd. De noodzaak van vervanging brengt de kans met zich mee om nieuwe woningen met een hoge energieprestatie te realiseren. Onderdeel van deze opgave wordt gevormd door de herstructurering van het gebied Dr. Struyckenplein e.o.

## 1.3 Ambitie

Met de ontwikkeling beogen Wonen Breburg en de gemeente het sociale leefklimaat van de wijk te verbeteren. De doelen zijn opgenomen in de Ontwikkelingsvisie Heuvel 2001-2015. Inzet is hierbij o.a. het verbeteren van de woningen, het verhogen van het voorzieningen niveau, het verbeteren van het onderwijs en het bevorderen van integratie.

In de energiestudie 'Heuvel, Breda', opgesteld door DWA in 2002, zijn de mogelijkheden voor nieuwbouw en bestaande bouw verkend. De gemeente Breda heeft mede op basis van de resultaten van deze studie een verhoogde ambitie in haar klimaatbeleid geformuleerd. Daarin is onder andere een maximale EPC van 0,72 genoemd. Gemeente en Wonen Breburg hebben in de energieambitie voor de Heuvel in een convenant (14 juni 2004) vastgelegd dat er een minimale EPL van 7,0 voor de nieuwbouw wordt gerealiseerd. Eveneens zal laag temperatuurverwarming worden toegepast. Tevens hebben zij afgesproken de Nota Kwaliteit Wonen te volgen.

Op het gebied van energie geldt voor de locatie een ambitie EPL 7,2 zoals vastgelegd in de Klimaatnota. Wonen Breburg heeft energie voorts hoog in het vaandel staan, maar committeert zich aan de afspraken die in het zgn. Lenteakkoord zijn gemaakt. Dit betekent dat zij zich richt op een EPC van 0,6 in 2011, 0,4 in 2015 en tot uiteindelijk het realiseren van CO<sub>2</sub>-neutrale woningen.

## 1.4 Doelstelling

Met deze studie wordt inzicht gegeven in de wijze waarop de ambitie gerealiseerd kan worden bij de nieuwbouw van de Peutzblokken en de transformatie van de twee tussenblokken met woningen en winkels. Aan de hand van de opties voor de energievoorziening zijn een aantal varianten aangedragen. Na een keuze door de projectgroep worden de concepten uitgewerkt. Er zullen zowel prognoses over te behalen EPC, CO<sub>2</sub>-emissiereductie, de inzet van duurzame energiebronnen als de kostenconsequenties worden opgenomen.

Deze studie wordt tevens uitgevoerd binnen het kader van het ENPIRE project, WP 6. Daarin werken 17 partijen uit Europese landen samen om te komen tot een gezamenlijke aanpak voor energie in stedelijke vernieuwingsprojecten.

## 1.5 Uitgangspunten en randvoorwaarden

Bij de ontwikkeling van de energieconcepten wordt uitgegaan van de Trias Energetica:

1. Reductie energievraag
2. Toepassing van duurzame energie
3. Efficiënte invulling van de restvraag.

Bij de keuze van het energiesysteem worden, naast de energetische en milieutechnische prestaties, de volgende criteria gehanteerd:

- de woonlasten zijn vergelijkbaar met een referentie (bij voorkeur lager)
- betaalbaar binnen de grenzen van kwaliteit
- consequenties voor beheer en financiering
- de consequenties voor de openbare ruimte en de woningen
- aansluiten bij bouwproces
- leveringszekerheid van energie
- flexibiliteit naar de toekomst, t.z.t. energieneutraal te maken
- meerwaarde van woningen t.a.v. comfort en koeling.

In deze studie wordt gerekend met de EPN-rekenregels. In aanvulling op de resultaten uit de EPN wordt ook het energieverbruik in kWh/m<sup>2</sup> gegeven.

## 2 Omschrijving van de locatie

### 2.1 Locatie

Onderwerp van deze studie betreft de herstructureringsopgave van de Peutzblokken en het Dr. Struyckenplein. Het projectgebied ligt in het zuidwesten van Breda, oostelijk van de snelweg A16, van Rotterdam naar Antwerpen. Zie figuur 2.



Figuur 2. Ligging van het gebied in de omgeving (plattegrond en luchtfoto).

De planvorming voorziet in sloop en nieuwbouw van de 442 woningen in de Peutzblokken (F1 en F2), in eigendom van Wonen Breburg. Deze zullen worden vervangen door ca. 300 woningen, in een mix van grondgebonden en gestapelde bouw (resp. ca. 40 en 60%). Het plein tussen de blokken zal getransformeerd worden. Blauwhoed heeft hiervoor een ontwerp gemaakt welke voorziet in de bouw van twee torens en ca. 5.000 m<sup>2</sup> detailhandel. Blauwhoed is niet (meer) betrokken bij de totstandkoming van deze energievise. Bij het stedenbouwkundige ontwerp wordt nauw aangesloten bij de huidige ontwerpen van Schaap, Peutz en Granpré Molière die zo bepalend zijn voor de ruimtelijke structuur van de wijk de Heuvel. In figuur 3 is deze structuur ruimtelijk weergegeven in de schets van de huidige situatie. Beoogd wordt deze ook in de nieuwe situatie door te voeren, waarbij het Dr. Struyckenplein zal gelden als 'hart' van de omgeving.



Figuur 3. Ruimtelijke structuur (links) en bouwgebieden plangebied (rechts): F2 en F1

## 2.2 Bouwplanning

De bouwplanning ziet er voorlopig als volgt uit:

- F2: Afronding DO en bouwaanvraag: medio 2010, start bouw eind 2010, oplevering: begin 2012
- F1 Noord: Afronding DO en bouwaanvraag: begin 2012, start 3<sup>de</sup> kwartaal 2012, oplevering: eind 2013
- F1 Zuid: Afronding DO en bouwaanvraag: derde kwartaal 2013, start 1ste kwartaal 2014, oplevering: begin 2015

Gezien deze bouwplanning betekent dit dat voor F1 Noord en Zuid reeds een EPC eis van 0,6 zal gelden. Bij vertraging zal deze ook gelden voor F2.

Voor de blokken F1 en F2, te realiseren door Wonen Breburg, is de verdeling en het woningtype in tabel 1 opgenomen.

Sector	grondgebonden (EGW)		gestapeld (MGW)		totaal	
	aantal	gem gbo	aantal	gem gbo	aantal	
sociale huur	21	100	84	70	105	
middeldure huur	29	120	19	90	48	
dure huur		145		110	0	
bereikbare koop	10	100	34	70	44	
middeldure koop	33	120	36	90	69	
dure koop	29	145		110	29	
<b>Totaal aantal woningen</b>	<b>122</b>		<b>173</b>		<b>295</b>	

Tabel 1. Bouwprogramma F1 en F2 (31-10-2008).

De precieze planning voor het dr. Struyckenplein is nog onbekend. Het voorlopige bouwprogramma is weergegeven in Tabel 2.

Blok	aantal	gem gbo	ontsluiting
Superblok	93	95	galerij
Toren	39	93	portiek
Bibliotheekblok	40	80	corridor
Detailhandel, bibliotheek en horeca (circa in bvo)		4300	plint
<b>Totaal aantal woningen</b>	<b>172</b>		

Tabel 2. Bouwprogramma dr. Struyckenplein (31-10-2008).

Het bouwprogramma van Fase 1 en 2 en het dr. Stuyckenplein omvat totaal ca. 467 woningen:

- 345 appartementen
- 122 grondgebonden woningen

De berekeningen in deze energievisie zijn gebaseerd op het programma voor F1 en F2. Wel wordt kwalitatief aangegeven wat de gevolgen zijn als ook de energievoorziening van het dr. Struyckenplein betrokken wordt in de ontwikkeling. Hetzelfde wordt gedaan voor de 4.300 m<sup>2</sup> utiliteitsbouw op het dr. Struyckenplein.

## 3 Mogelijkheden CO<sub>2</sub>-reductie

### 3.1 Inleiding

#### Uitgangspunten

De mogelijkheden voor CO<sub>2</sub>-reductie zijn bestudeerd aan de hand van de indeling volgens de Trias Energetica. De logische volgorde voor de keuzes richting energiebesparing en CO<sub>2</sub>-reductie is:

1. reduceer eerst de energievraag (zodat energie niet geproduceerd hoeft te worden),
2. pas vervolgens duurzame energie toe, voor zover op dit moment financieel en technisch haalbaar en
3. vul de restant energievraag zo efficiënt en schoon mogelijk in.

Daarnaast is de mate van flexibiliteit naar de toekomst belangrijk. Hierbij is het van belang of de woningen en infrastructuur geschikt zijn voor inpassing van nieuwe (duurzame) energiebronnen in de toekomst.

Vanuit dit uitgangspunt zijn de kansen voor de locatie beoordeeld. Omdat in deze fase van de planontwikkeling nog keuzes gemaakt kunnen worden liggen er goede mogelijkheden om te komen tot een lagere CO<sub>2</sub>-emissie.

#### Infrastructuur

De energiebehoefte in woningen en voorzieningen bestaat uit warmte voor verwarming en warm tapwater, elektriciteit en koude. De omzetting naar die energievormen kan op verschillende plaatsen. Warmteopwekking vindt bij voorkeur plaats dicht bij de plaats van de energiebehoefte zelf (in woningen of gebouwen) vanwege de hoge verliezen in de leidingen bij opwekking op grotere afstand. Elektriciteitsopwekking kan gemakkelijker op grotere afstand plaatsvinden (in elektriciteitscentrales) omdat het verlies in de leidingen beperkt is. Voor transport van energie zijn in eerste instantie energiedragers nodig. Op de locatie kunnen de volgende energiedragers geleverd worden:

- aardgas
- elektriciteit
- warmte
- koude

Elektriciteit en warmte kunnen in meer of mindere mate duurzaam worden opgewekt. De inkoop van groene stroom is al mogelijk. In feite wordt dan energie gekocht die opgewekt is uit duurzame bronnen. Op termijn zal mogelijk ook klimaatneutrale elektriciteit worden geproduceerd uit fossiele brandstoffen waarbij de CO<sub>2</sub> emissie wordt afgevangen en in de bodem wordt opgeslagen. Elektriciteit is dan ook een goede en flexibele vorm van energielevering die mogelijkheden voor verdergaande CO<sub>2</sub> reductie op termijn open laat.

Ook bij de opwekking van warmte kan duurzame energie een rol spelen. In een warmteproductie eenheid kan thermische zonne-energie, bodemwarmte (WKO), biomassa of -gas of andere duurzame energie worden geïntegreerd. Kleinschalige warmteprojecten met duurzame energie zijn realistisch. Op de schaal van de locatie zijn er zeker mogelijkheden.

In de toekomst kunnen als energiedragers toegevoegd worden:

- waterstofgas
- synthetisch aardgas
- synthesesgas

Deze energiedragers kunnen in de toekomst aardgas vervangen. De uiteindelijke uitwerking is nog hoogst onzeker en niet in de nabije toekomst te verwachten. Deze opties worden niet meegenomen in deze energievisie.

## 3.2 Energievraagreductie

De reductie van de vraag kan uitsluitend plaatsvinden aan het einde van de keten: het niveau van de woning of het gebouw. Mogelijkheden zijn betere isolatie van de gebouwschil, maatregelen in de wijze waarin voorzien wordt in ventilatie, verwarming en koeling en het gebruik van hulpenergie. De mogelijkheden zullen met de jaren veranderen. Een voordeel van de vraagreductie is niet alleen de lagere emissie van CO<sub>2</sub> maar deze leidt ook tot lagere energielasten. Energiezuinig bouwen is daarom ook voor de toekomst van belang vanwege de stijgende energieprijzen.

### Voorkomen van energieverlies

Door energieverlies zoveel mogelijk te beperken wordt de energievraag verkleind en hoeft er minder energie opgewekt te worden. Dat levert minder milieubelasting op en is bovendien goed voor de energierekening.

De energievraag voor ruimteverwarming kan beperkt worden door goede isolatie van dak, gevels en vloer. Ook voldoende luchtdicht bouwen ter voorkoming van tocht en het voorkomen van koudebruggen beperken de warmteverliezen. In de isolatiewaarde van kozijnen, glas en deuren kan verbetering gezocht worden. Op dit moment heeft het glas (HR++) vaak een betere isolatiewaarde dan de kozijnen. Thermisch onderbroken kozijnen, ofwel kozijnen met een (extra) isolatielaag leiden tot minder warmteverlies. Dit is in lijn met het passief bouwen concept.

Goede ventilatie is noodzakelijk voor een gezond binnenklimaat. Door te ventileren verdwijnt er echter warme lucht naar buiten en wordt er koude lucht naar binnen gebracht. Dit kan beperkt worden door overbodige ventilatie te voorkomen. Daarnaast is het mogelijk de warme afgezogen lucht door een warmtewisselaar langs de koude buitenlucht te voeren, zodat die voorverwarmd wordt: warmteterugwinning.

Ook in de warmwatervoorziening kan energieverlies voorkomen worden. In de eerste plaats door het voorkomen van leidingverliezen. Dit kan met name door het punt van opwekking van warmtapwater en de afnamepunten (keuken, douche) dicht bij elkaar te plaatsen. Dit voorkomt dat er veel warm water ongebruikt in de leidingen blijft staan en geeft ook een hoger comfort door kortere wachttijd. Naar de keuken kan bovendien een dunnere leiding (binnendiameter kleiner dan 10 mm) gelegd worden.

Met name tijdens het douchen verdwijnt er veel warm water in het riool. Met behulp van douchewater warmteterugwinning (douche-wtw) kan een deel van deze warmte teruggewonnen worden.

### Lagetemperatuurverwarming

Temperaturen van 55°C en lager zijn uitermate geschikt voor de integratie van warmte uit duurzame of efficiënte bronnen. Door het relatief grote oppervlak wordt veel warmte

overgebracht door straling, waardoor een lagere temperatuur al als comfortabel ervaren wordt. Daardoor kan de thermostaat iets lager. Daarnaast wordt warmte van 55°C en lager efficiënter opgewekt door HR-ketels en met name door warmtepompen. Behalve een efficiënte levering is ook verhoging van het comfort ten opzichte van hoge temperatuur verwarming en luchtverwarming een toegevoegde waarde. Naast extra voordelen als (meer) comfort en esthetiek kan deze ook gebruikt worden om de ruimte efficiënt te koelen door er koud water door te laten stromen. Lage temperatuurverwarming (LVT) maakt inpassing van nieuwe, meer duurzame energietechnieken in de toekomst mogelijk, omdat die vaak met lagere temperaturen werken.

### 3.3 Inzet van duurzame bronnen

Energiegebruik op basis van fossiele brandstoffen brengt uitputting (olie/kolen) en opwarming en vervuiling van de atmosfeer (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>) met zich mee. Opwekking van energie middels oneindige, schone bronnen (zon, wind, water, omgevingswarmte, biomassa) kent deze bezwaren niet. Bovendien is energie uit duurzame bronnen (op termijn) minder afhankelijk van de (grillige) ontwikkelingen/stijging van de energieprijzen. In de toekomst worden deze bronnen steeds meer ingezet. Een aantal opties voor de toepassing van duurzame energie op de locatie is gebouwgebonden, een aantal is gebiedsgebonden of overstijgt zelfs deze schaal. Uitgaande van de mogelijke toepassingen is de volgende indeling mogelijk:

Gebouwgebonden	Gebiedsgebonden	Gebiedsoverstijgend
Zonne-energie, passief en actief	Aardwarmte	Waterkracht
Kleinschalige windenergie	Biomassa/Biogas	Grootschalige windenergie
Omgevingswarmte (lucht, bodem, water)	Omgevingswarmte (lucht, bodem, water)	Restwarmte

Tabel 3. Mogelijkheden duurzame energie

#### 3.3.1 Gebouwgebonden duurzame energie

##### Passieve zonne-energie

Passieve zonne-energie houdt in dat de zon direct (zonder tussenkomst van installaties) een woning opwarmt en verlicht. Met name in de winter levert dit energiebesparing op. Aan de andere kant leidt een hoge zoninstraling in de zomer tot oververhitting. Dit kan echter voorkomen worden door overstekken en (vaste) zonwering.

In de huidige stedenbouwkundige opzet wordt niet gericht rekening gehouden met zongerichte verkaveling. Bij het uitwerken van de woningenontwerpen kan echter nog rekening gehouden worden met zongericht ontwerpen.

##### Actieve zonne-energie

Toepassing van zonneboilers (thermische zonne-energie voor warmtapwater en ruimteverwarming) is mogelijk. Ook is het mogelijk zonnepanelen voor de opwekking van elektriciteit (fotovoltaïsche zonne-energie (PV), zonnestroom) toe te passen: zowel op de daken als aan de gevels. Op platte daken kunnen deze optimaal op de zon gericht in een frame worden opgesteld. Bij hellende daken is het van belang dat deze op het zuiden (tussen zuidoost en zuidwest) gericht zijn. Beschaduwning door bebouwing en bomen moet zoveel

mogelijk voorkomen worden, hetgeen met het huidige beoogde stedenbouwkundig plan mogelijk is. In Nederland worden zonneboilers vaak kleinschalig toegepast, voor één woning (een uitzondering is 'zon eiland' in Almere) . In onder andere Duitsland en Oostenrijk wordt meer gebruik gemaakt van grootschalige en collectieve zonneboilers.

Een pv-systeem kan eenvoudig later alsnog aangebracht worden. Hier kan nu rekening mee gehouden worden door het opnemen van een loze leiding van het dak naar de meterkast. In het kader van de SDE-regeling kan een gunstige terugleververgoeding aangevraagd worden. Hiermee wordt de terugverdientijd van een pv-systeem verlaagd tot circa 15 jaar.

PV-panelen zijn op dit moment nog prijzig, maar de prijzen dalen gestaag en de verwachting is dat deze trend in de toekomst doorgaat. Met de eveneens gestage stijging van energieprijzen leidt dit ertoe dat zonnestroom over 10 – 15 jaar goedkoper is dan de consumentenprijs voor elektriciteit. De pv markt is al jaren sterk in ontwikkeling en groeicijfers van meer dan 30% per jaar zijn geen uitzondering. De ontwikkelingen richten zich op goedkopere productie en verhoging van het opwekkingsrendement voor de 'traditionele' kristallijn silicium zonnecellen. Daarnaast zijn allerlei alternatieven in ontwikkeling, met name zogenaamde dunne laag zonnecellen. Deze zonnecellen worden als het ware 'geprint' en zijn significant dunner dan kristallijn silicium zonnecellen. Dunne laag zonnecellen kunnen ook op flexibele dragers aangebracht worden en bieden op die manier veel mogelijkheden voor verwerking. Het rendement van deze zonnecellen is lager dan van kristallijn silicium zonnecellen, ca. 6 – 10% t.o.v. 15 – 20%. Het voordeel is dat deze zonnecellen goedkoper zijn te produceren. Dit prijsverschil is op dit moment nog niet zichtbaar in de aankoopprijs, maar zal dat in de komende jaren wel worden.

### **Windenergie**

Windmolens zijn over het algemeen minder geschikt om in of nabij de woonomgeving toe te passen. Dit komt o.a. door geluidhinder, visuele hinder en een verminderd windaanbod. Binnen de bebouwde kom kunnen wel kleine windturbines gebruikt worden. De markt voor kleine windturbines is op dit moment in ontwikkeling en er zijn meerdere typen windturbines te verkrijgen. Deze produceren per molen elektriciteit voor maximaal ca. 2 huishoudens, afhankelijk van het vermogen van de windturbine en het lokale windklimaat. Kleine windturbines hebben geen invloed op de EPC van woningen, wel op de EPL van de locatie.

### **3.3.2 Gebiedsgebonden duurzame energie**

Onder gebiedsgebonden duurzame energie wordt in deze studie verstaan die duurzame energiebronnen die op de locatie worden gewonnen, en waar de afzet van de energie het woning- of gebouwniveau overstijgt. Dat zijn omgevingswarmte, biogas, biomassa en aardwarmte. Al deze vormen van duurzame energie hebben als eigenschap dat zij alleen op grotere schaal toegepast kunnen worden en daarom alleen worden ingezet in collectieve warmteleveringssystemen.

#### **Omgevingswarmte**

##### *WKO-systeem*

Grondwater, oppervlaktewater, lucht en bodem zijn bronnen van omgevingswarmte die allen potentieel in te zetten zijn als laag temperatuurbron voor een warmtepomp in een warmte-koude opslagsysteem (WKO). Hierbij wordt grondwater met een vrij constante temperatuur van circa 12°C opgepompt. Aan het grondwater wordt warmte onttrokken met een

warmtepomp, het grondwater wordt vervolgens terug de bodem in gepompt. De opzet en werking van dergelijke systemen is beschreven in Bijlage 1. Voorwaarde is dat de bodem in de wijk geschikt voor het gebruik van een WKO-systeem en dat hiervoor een vergunning verkregen kan worden. Er dient een vergunning in het kader van de grondwaterwet te worden aangevraagd bij het in deze bevoegde gezag, zijnde de provincie Noord-Brabant. Er dient rekening gehouden te worden met een doorlooptijd van de vergunningsprocedure van ca 8-8,5 maanden.

Bij toepassing van warmtekoede opslag zijn diverse oplossingen mogelijk.

1. Individuele installatie: Er wordt laagtemperatuur (bron) water geleverd aan de woningen. In de woning wordt hieruit warmte opgewekt met een individuele warmtepomp.
2. Er wordt laag temperatuur (bron)water aan een centrale collectieve warmteopwekinstallatie geleverd. Hier wordt de warmte centraal opgewekt voor alle aangesloten woningen en andere gebruikers. Via een warmtedistributienet wordt de warmte voor ruimteverwarming en tapwater gedistribueerd naar de gebruikers. In de centrale installatie staan warmtepompen opgesteld die de basislast opwekken, er staan tevens CV ketels voor de piek last. Tevens dienen deze als back-up voorziening in geval van storing en onderhoud.

Een voordeel van de laatste is dat een minder groot beroep gedaan wordt op de onttrekking vanuit de bodem, omdat de grondwateronttrekking op een veel kleiner maximum debiet wordt uitgelegd.

Een belangrijk comfortaspect van WKO is dat er behalve warmte ook koude geleverd kan worden. Hiermee kunnen de woningen en eventueel utiliteit (winkels, bibliotheek en horeca) op zeer energiezuinige manier gekoeld worden. De optie van warmte- en koudelevering met WKO wordt meegenomen in de varianten van de energiestudie.

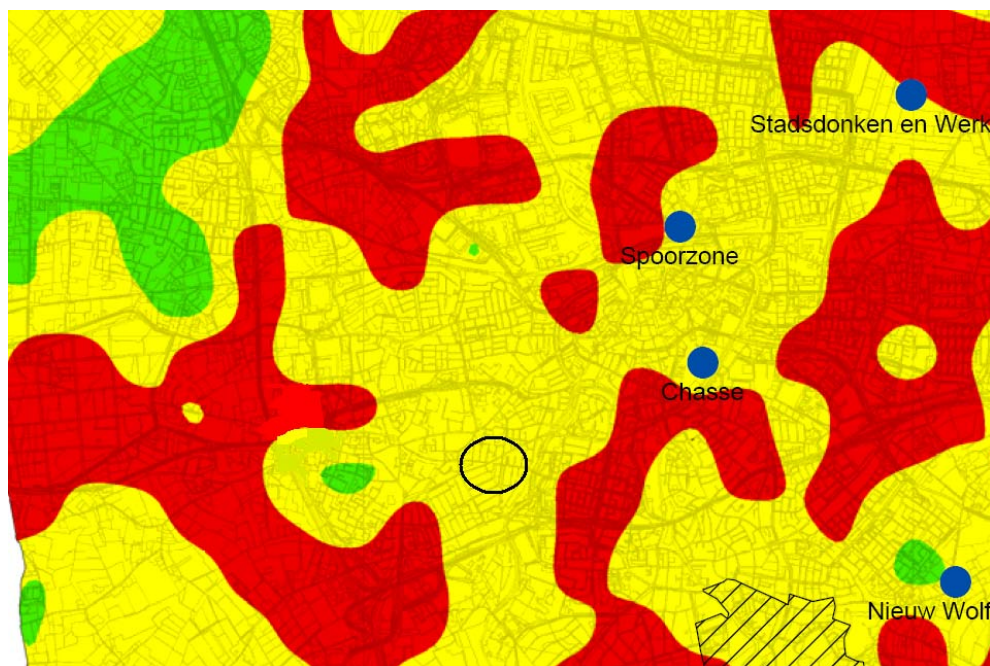
#### *Bodemgeschiktheid*

Door IF Technology is een beschrijving van de bodemopbouw gemaakt. In bijlage 2 is deze beschrijving met een schematische opbouw opgenomen. In figuur 4 is een beoordeling gegeven van de geschiktheid van de bodem voor WKO tot -80 m – m, het pakket waarin conform de eisen van de provincie WKO is toegestaan. Uit deze kaart blijkt dat de locatie Dr. Struyckenplein e.o. in een geel gebied (zie zwarte cirkel) gelegen is, hetgeen betekent dat de bodem hier redelijk geschikt is. Dat wil zeggen er zijn geschikte zandlagen voor beschikbaar en de doorlatendheid van deze lagen is redelijk. Dat wil zeggen dat de kD waarde > is dan 150 m<sup>2</sup>/d en < 600 m<sup>2</sup>/d. Hierbij kunnen systemen gerealiseerd worden die door middel van 1 doublet tot 100 m<sup>3</sup>/h kunnen onttrekken. Dit biedt perspectief voor wat grotere gebouwen en woningbouwlocaties.

De locatie is niet gelegen in een boringsvrije zone of waterwingebied. Ook zijn geen grondwateronttrekkers die een potentieel bezwaar tegen WKO op de locatie kunnen hebben in de directe nabijheid (straal 1 km)<sup>a</sup>.

---

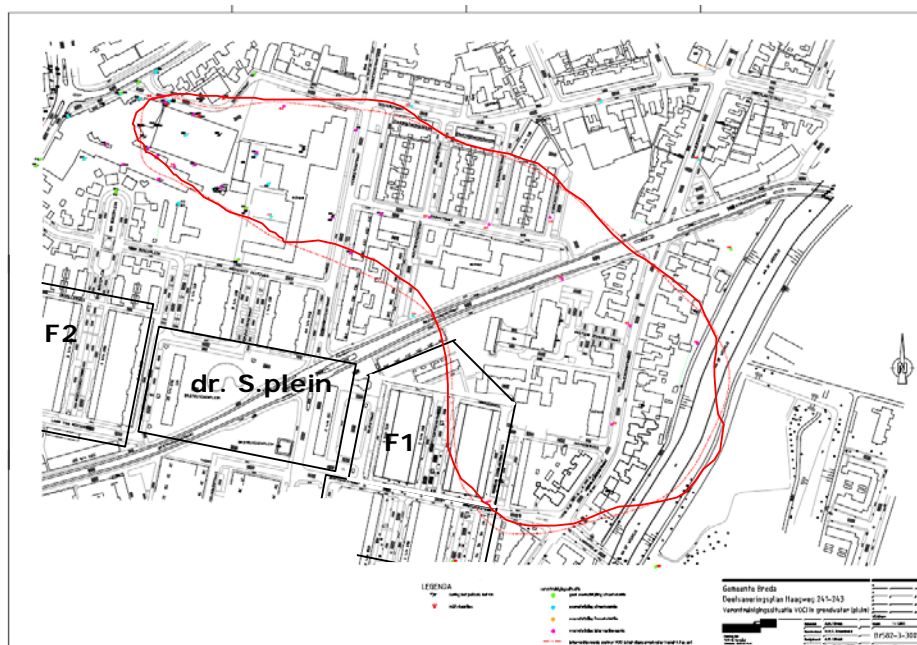
<sup>a</sup> M.u.v. toekomstige bodemsanering.



Figuur 4. Bodemgeschiktheid Breda voor WKO tot -80 m – mv. Rood = niet geschikt, geel = redelijk geschikt, groen = geschikt. Blauw: bekende of potentiële WKO projecten. (Bron IF Technology)

#### Bodemverontreiniging

Ondanks de geschikte ondergrond is er een bedreiging voor een WKO-systeem in het gebied, in de vorm van bodemverontreiniging. Direct ten noorden en noordoosten van het plangebied bevindt zich een VOCL-verontreiniging, vanuit het voormalige Satelliet-terrein. De vervuilde gebied overlapt het noordoostelijk deel van Fase 1, zie figuur 5.



Figuur 5. Locatie van de VOCL-verontreiniging in de Heuvel, Breda ten opzichte van het projectgebied (F1 en F2 en het dr. Struyckenplein). (Bron Wematech B.V., 2006)

Risico's van toepassing WKO in of nabij VOCL-vervuiling:

- Omdat VOCL zwaarder is dan water zakt het omlaag, waardoor het mogelijk ook aanwezig is in diepere watervoerende pakketten. VOCL's hebben over het algemeen een hoge mobiliteit waardoor grote en lange pluimen (verspreidingsgebieden) mogelijk zijn.
- Bij toepassing van WKO in of nabij de pluim kan de grondwaterverontreinigingspluim verspreiden. Door mobilisering kunnen concentraties sterk oplopen. Vanwege het gewicht van VOCL vormt daarnaast doorslag langs de grondwaterbuis een groot risico bij een WKO in of nabij een VOCL-verontreiniging, indien het boorgat niet goed is afgedicht.
- Tenslotte kunnen VOCL's voor sommige materialen schadelijk zijn.

Voor realisatie van een WKO-systeem nabij een VOCL-verontreiniging is het van belang eerst de verontreiniging (vorm van pluim, concentraties en diepte) in kaart te brengen.

Als blijkt dat WKO in het plangebied niet mogelijk is zonder de verspreiding van de VOCL te vergroten en daarmee de sanering in gevaar te brengen zijn er twee mogelijkheden: combinatie van sanering en WKO of ontwijken van de VOCL-verontreiniging. Sanering van met VOCL verontreinigde grond en WKO kan gecombineerd worden. Voor WKO en voor bodemsanering wordt grondwater op de ene plaats opgepompt en elders weer terug de grond in gevoerd. Door het 'rondpompen' van verontreinigd grondwater komt de pluim in beweging en kan die aangepakt worden door bodembacteriën. Daarnaast moeten aanvullende maatregelen voor de sanering getroffen worden, en zal de locatie van de bronnen daarop afgestemd moeten worden. Bij WKO wordt gebruik gemaakt van een warme en een koude bron, zodat het grondwater voor verwarming en voor koeling verschillende kanten op gepompt wordt. Bij sanering is vaak sprake van een of meerdere onttrekkingsbronnen en meerdere infiltratiebronnen of -gebieden. Ook wordt bij WKO gewerkt met een debiet wat afhankelijk is van de warmte- of koudevraag, en wat dus in de tijd varieert. Bij sanering wordt gewerkt met een meer constant debiet.

Bij combinatie van bodemsanering en WKO kan in veel gevallen de thermische balans in de bodem niet gegarandeerd worden, wat een probleem kan opleveren met de vergunningverlening. Mogelijk is er echter bij bodemsanering zonder WKO ook geen sprake van een thermische balans in de bodem.

Voor het verontreinigde gebied in Breda is een saneringsplan opgezet, en kan onderzocht worden of de manier van saneren geschikt is voor combinatie met WKO. Daarbij is het de vraag of het debiet van de sanering voldoende is voor een WKO-systeem en of dat ook dichtbij de bouwlocatie beschikbaar is. O.a. in Eindhoven wordt gewerkt aan een dergelijk systeem in Strijp-S.

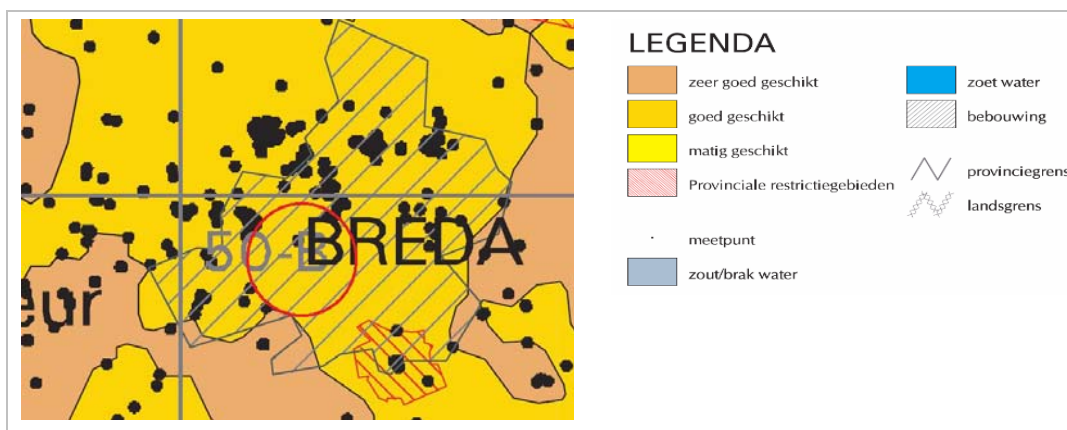
Daarnaast is het mogelijk om de VOCL-pluim te ontwijken door (buiten de pluim) bronnen voor WKO aan te leggen die gebruik maken van grondwater in diepere lagen (2e watervoerende pakket), waar geen VOCL-vervuiling voorkomt. Daarbij is het belangrijk dat er geen risico is op doorslag van de VOCL-vervuiling via het boorgat naar de diepere laag. In de vergunningaanvraag moet dan aangetoond worden dat het WKO-systeem geen effect heeft op de verontreiniging, dus dat die niet verplaatst wordt (middels geohydrologische modellering). Als (uit nader onderzoek) blijkt dat de vervuiling zich alleen bevindt in het eerste watervoerende pakket, kan deze optie kansen bieden. Zie bijlage 3 voor de uitwerking hiervan.

#### *Verticale bodemwarmtewisselaars*

Bij toepassing van bodemwarmte als bron worden verticale (of horizontale) bodemwarmtewisselaars gebruikt. Deze bestaat uit een gesloten lus in de bodem waardoor

een vloeistof stroomt die zo de temperatuur van de bodem aanneemt. Hierop kan een warmtepomp aangesloten worden.

Volgens de landelijke bodemgeschiktheidskaart voor de toepassing van verticale bodemwarmtewisselaars (IF Technology en TNO i.o.v. NOVEM, september 2001) is de bodem in de omgeving van De Heuvel 'goed geschikt' voor gebruik van verticale bodemwarmtewisselaars (zie figuur 6).



Figuur 6. Detail omgeving De Heuvel uit de landelijke bodemgeschiktheidskaart voor de toepassing van verticale bodemwarmtewisselaars.

In verband met de relatief grote woningdichtheid en het aantal woningen worden gesloten bodembronnen voor de locatie niet aanbevolen. Hiertoe zouden teveel boringen gemaakt moeten worden, waardoor het risico op lekkage, en daarmee ongewenste uitwisseling van water uit verscheidene grondlagen, vergroot wordt. Bij systemen die gevuld zijn met glycol levert lekkage bovendien een verontreinigingsrisico.

#### Bodemregeneratie

Door warmteonttrekking aan de bodem zal deze op termijn in temperatuur dalen. Hierdoor zal het rendement van de warmtepomp afnemen. Bij warmte- en koudeonttrekking aan het grondwater dient deze onttrokken energie weer teruggevoerd te worden zodat de temperatuur van de bodem op seizoenbasis in evenwicht blijft, de zogenaamde 'regeneratie'. De temperatuur van de bodem moet daarom over het jaar gezien in balans gebracht worden. Het zal dan ook noodzakelijk zijn om naast warmteonttrekking ook weer warmte in de bodem te injecteren (bodemregeneratie). Gedeeltelijk wordt hierin voorzien door levering van koeling. Een mogelijkheid is de levering van koude aan utiliteitsbouw. Dat zal in dit project niet voldoende zijn voor balans in de bodem. Andere mogelijkheden zijn:

1. gebruik maken van het oppervlaktewater (waterberging, ander oppervlaktewater);
2. zonne-energie uit dak- of asfaltcollectoren;
3. dry-coolers en koeltorens
4. ventilatieretourlucht;
5. omkeerbare toepassing van de warmtepomp.

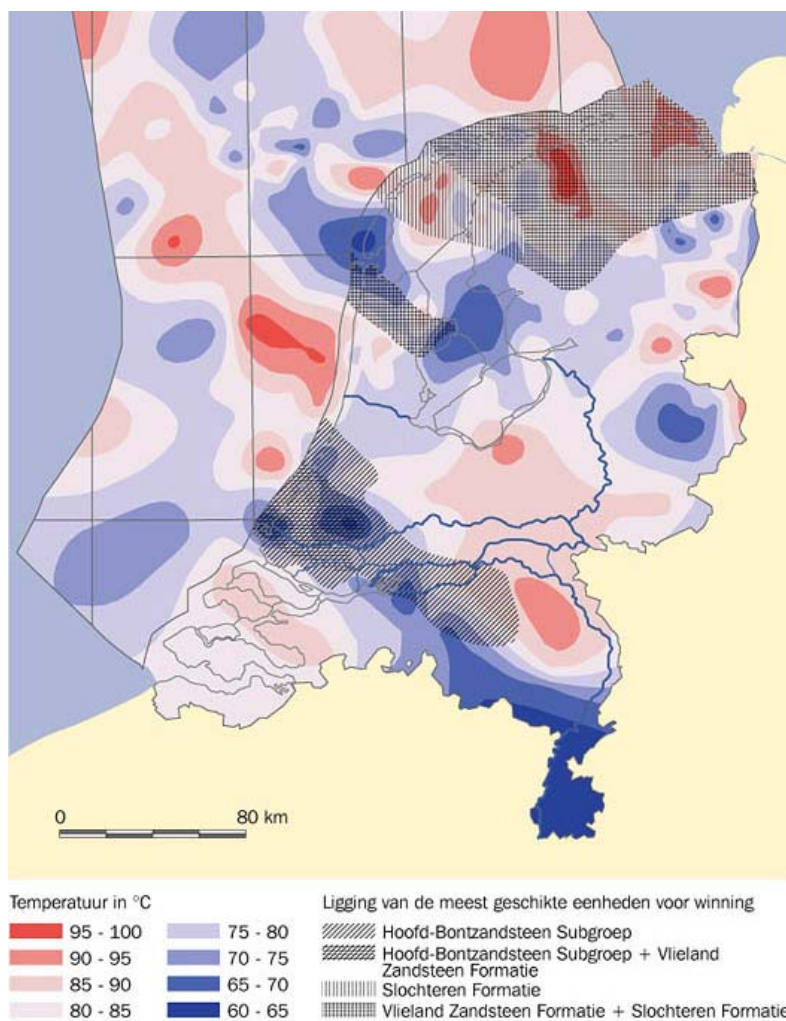
Bij een grondwateronttrekkingvergunning (van toepassing bij een grondwaterbron met een onttrekkingscapaciteit > 10m<sup>3</sup>/uur) is deze eis vanuit de provincie reeds gesteld. Bij systemen met gesloten bodemcollectoren, of met kleinere open bronnen, geldt deze verplichting niet. Om het rendement op termijn hoog te houden dient echter gewaakt te worden dat geen uitkoeling van de bodem plaats vindt door ook bij deze systemen de energiebalans te waarborgen.

## **Aardwarmte**

Aardwarmte of geothermie is de warmte uit de diepere waterlagen in de bodem. Winning van aardwarmte is in beginsel aantrekkelijk omdat de temperatuur van de ondergrond met de diepte toeneemt. In Nederland met ca. 35°C per km. In optimale omstandigheden is het mogelijk deze aardwarmte op te pompen en toe te passen voor bv. ruimteverwarming en tapwater. Bij hogere temperaturen is aardwarmte ook geschikt voor elektriciteitsopwekking.

In Nederland is deze warmte in potentie beschikbaar in een aantal delen van het land, daar waar zich op diepten van ca. 2 km watervoerende pakketten (aquifers) bevinden, zie figuur 7. De gekleurde vlakken geven de temperatuur op 2 km diepte aan, de zwart gearceerde gebieden geven aquifers (in zandsteenlagen) aan die geschikt zijn voor het onttrekken van grondwater voor geothermie. Uit een eerste inventarisatie blijkt dat Breda, hoewel met ca. 70-80°C, niet boven een geschikt aquifer ligt. Wellicht kunnen nieuwe technieken in de toekomst benutting van aardwarmte ook in hier mogelijk maken. Indien nu gekozen wordt voor een systeem met collectieve warmtelevering dan kan deze eventueel in een later stadium in de toekomst alsnog aangesloten worden op een geothermische bron.

Vanwege de hoge kosten vereist het economisch draagvlak op dit moment minimaal zo'n 2.500 woningen. In Den Haag wordt de eerste installatie voor de toepassing van aardwarmte voor ruimteverwarming in Nederland gerealiseerd. Een glastuinbouwer in Bleiswijk maakt gebruik van geothermie om zijn kassen te verwarmen. Op een aantal andere plaatsen wordt onderzocht of geothermie gebruikt kan worden.



Figuur 7: Temperatuur van de Nederlandse bodem op 2000 m. diepte en de ligging van geschikte watervoerende zandsteenlagen. (TNO-NITG, 2000)

## Bio-energie

Bio-energie is energie vrijgemaakt uit biomassa. Biomassa is het geheel van organisch materiaal met oorsprong in planten en dieren. Het is het afbreekbare deel van producten en afvalstoffen van landbouw, bosbouw, industrie en huishoudens. Uit deze biomassa kan energie gehaald worden. Zij kan direct worden omgezet in elektriciteit en warmte of indirect, via omzetting in gasvormige of vloeibare brandstoffen. De meest voorkomende technieken zijn vergisting en verbranding.

Momenteel wordt 10% van de wereldenergiebehoefte ingevuld door biomassa, dit kan (zonder nadelige gevolgen) verhoogd worden tot circa 25%. De verbranding van biomassa voor warmtelevering kan worden beschouwd als een vorm van duurzame energie. Onder invloed van zonlicht wordt bij de groei van planten en bomen continu CO<sub>2</sub> uit de atmosfeer vastgelegd in het plantaardige materiaal (fotosynthese). Het plantaardig materiaal kan daarna als energiebron dienen, bijvoorbeeld door het te verbranden voor warmtelevering. Omdat hierbij weer dezelfde hoeveelheid CO<sub>2</sub> vrijkomt als bij de fotosynthese is opgenomen, wordt er netto dus geen CO<sub>2</sub> geproduceerd. Ook blijft er bij verantwoord bosbeheer ook voor toekomstige generaties hout beschikbaar als brandstof, terwijl de aardgasvoorraden langzaam worden uitgeput.

Aandachtspunt bij het gebruik van biomassa is ook de mate van duurzaamheid met betrekking tot de aanvoerlijnen, de herkomst en ook in sociale consequenties (onttrekking van gronden voor voedselproductie). Een ambtelijke werkgroep van o.a. het Ministerie van VROM heeft in 2007 het document 'Toetsingskader duurzame biomassa' opgeleverd. Het kabinet heeft deze richtlijnen in hoofdlijnen overgenomen. Er is een internationale code voor duurzame biomassa in de maak. Daarnaast heeft de Stichting Natuur en Milieu in het rapport 'Helder groene biomassa' (2008) een strengere code opgesteld, met onderscheid tussen vier soorten biomassa: 'positief', 'positief mits', 'nee, tenzij' en 'negatief'.

Er zijn verschillende vormen van biomassa die geschikt zijn voor warmteproductie:

- Biomassa is in beperkte mate beschikbaar uit openbaar groen. Mogelijk kan het worden aangevoerd uit de regio in de vorm van pellets. Pellets zijn gestandaardiseerde cilindervormige brandstofdeeltjes van droog houtpoeder en spaanders, zonder toevoeging van lijmstoffen. Idealiter is het gemaakt van schoon afvalhout of speciaal voor de brandstof geteeld hout (witte pellets).
- Bio-olie kan op elke locatie worden toegepast (dus onafhankelijk van de productielocatie). Bio-olie kan ook worden toegepast in een zg. dual-fuel ketel. Deze kan met verschillende brandstoffen gevoed worden (bv. gas en bio-olie).
- Biogas is niet beschikbaar op de locatie. Er moet hierbij gedacht worden aan centrale warmteproductie met een op biogas gestookte ketel, van waaruit de warmte via een warmtenet over de wijk verdeeld wordt.

Biomassa kan worden verwerkt in collectieve installaties. Naast toepassing in kleinere installaties, houtkachels, wordt zij ook toegepast in grote, collectieve installaties. In een biomassa warmtekrachtcentrale (bio-WKK) wordt zowel elektriciteit als warmte opgewekt. Op deze manier wordt de energie in biomassa optimaal benut en dit verdient de voorkeur boven een installatie die alleen warmte levert. Het draagvlak voor een dergelijke oplossing is minimaal 1.000 woningen. Voor een biomassacentrale is minimaal milieucategorie 3 vereist, wat in een stedelijk gebied zoals de locatie van De Heuvel moeilijk te realiseren is.

#### *Pelletkachels*

De projectlocatie met ca. 467 woningen komt mogelijk wel in aanmerking voor collectieve verwarming met op houtpellets gestookte kachels. Deze zijn in allerlei vermogens beschikbaar. Daarnaast zijn er ook pelletkachels in wkk-uitvoering, die naast elektriciteit ook warmte opwekken. Een nadeel van deze kachels is dat er opslagruimte nodig is voor de pellets. Per woning is er ca. 1.000 kg pellets per jaar nodig. De kosten van deze pellets per energie-eenheid zijn lager dan die van aardgas, wat deze optie ook financieel interessant maakt.

Ook pelletkachels zijn milieuvergunningplichtig. De gemeente kan hiervoor de betreffende vergunning (-en) verlenen. In het kader van milieuwetgeving is met betrekking tot emissies naar de lucht bij energiewinning uit biomassa de volgende regelgeving van toepassing<sup>b</sup>:

1. Regeling aanwijzing BBT-documenten (best beschikbare technieken)
2. Voor SO<sub>2</sub> het Besluit zwavelgehalte brandstoffen

Voor alle emissies naar de lucht moet een BBT-toets worden verricht.

Ander beleid en wetgeving die bij de vergunningverlening relevant kunnen zijn:

---

<sup>b</sup> Meer informatie op [www.infomil.nl](http://www.infomil.nl)

- Besluit Luchtkwaliteit. Het bevoegd gezag moet bij elke Wm-vergunning die zij verleent de luchtkwaliteitseisen zoals die zijn vastgesteld in het Besluit Luchtkwaliteit (BLK) in acht nemen. Vooral voor de uitstoot van NOx en stof zal moeten worden bekeken of deze niet leiden tot een, verdere, overschrijding van de luchtkwaliteitseisen.
- MTR streefwaardes voor prioritaire stoffen (Maximaal toelaatbare risiconiveau's).

### 3.3.3 Gebiedsoverstijgende duurzame energie

Gebiedsoverstijgende duurzame bronnen zijn in deze studie alle bronnen waarvan de afzet op de locatie door middel van een aandeel duurzame energie in de energievoorziening kan worden opgenomen.

#### Windenergie

Grootschalige windenergie is niet mogelijk op de locatie in stedelijk gebied.

#### Waterkracht

Er zijn geen waterwegen met groot verval of eb- en vloed verschillen die een potentie voor energieopwekking bieden.

## 3.4 Efficiënte invulling van de restvraag

Na beperking van de energievraag en toepassing van duurzame energie (binnen gegeven kaders van toepasbaarheid, beschikbaarheid en economie) kan de restvraag verder ingevuld worden met efficiënte technieken gebaseerd op fossiele energiedragers.

#### Warmtekracht

Warmtekrachtkoppeling (WKK) is de combinatie van opwekking van warmte en elektriciteit. Concreet betekent dit dat de warmte die over is bij een elektriciteitscentrale nuttig gebruikt wordt. Vanuit de elektriciteitscentrale van Essent in Geertruidenberg (Amercenrale) wordt restwarmte geleverd naar een aantal woongebieden in Breda en Tilburg, en grote delenkassenbouw. Het betreft hier grootschalige opwekking en distributie van warmte.

Uitbreiding van het warmteleidingnetwerk naar de locatie Dr. Struyckenplein e.o is, zowel vanuit oogpunt van afstand als het feit dat er dat aanleg door een bestaand gebied duurder is, niet realistisch.

Toepassing van warmtekracht in kleinere installaties in de gebouwde omgeving is mogelijk, maar door een lage terugleververgoeding op elektriciteit minder rendabel. De installatie moet gestuurd worden op de warmtevraag. Hiertoe zal het aantal bedrijfsuren echter laag zijn. In perioden met lage warmtevraag zal, bij sturing op elektriciteitsproductie, een warmteoverschot ontstaan waardoor het rendement van de centrale daalt. Daarom is WKK vooral interessant voor levering van een basis warmtevraag, die over het hele jaar vrijwel constant is. Dit betreft in feite alleen de minimale constante warmtevraag voor de woningen om te voorzien in de warm tapwatervraag. Voor ruimteverwarming is dan een forse aanvullende capaciteit nodig.

Toepassing van micro-WKK in installaties op woningniveau is nog geen uitontwikkelde optie. Verwacht wordt dat deze als zgn. HRe-ketel na 2010 commercieel op de markt komen. Deze wordt echter meer voor de bestaande bouw als optie gezien omdat hier doorgaans al de

benodigde gasaansluiting zit en de toestellen pas rendabel worden bij een grote warmtevraag zoals die zich voordoet in de bestaande bouw.

### Restwarmte

Het betreft warmte die over is bij allerlei (chemische) processen en die op dit moment deels op het oppervlaktewater geloosd wordt. Als deze warmte nuttig gemaakt kan worden dan wordt daarmee de opwekking van warmte vermeden. Een belangrijke voorwaarde voor benutting van deze restwarmte is dat er een warmtedistributienet van de plaats waar de warmte vrijkomt naar de woningen gelegd wordt. Er zijn nu geen restwarmtebronnen in de omgeving bekend.

## 3.5 Samenvatting kansen voor energietechnieken

Samenvatting kansen voor duurzame energietechnieken		
Zonne-energie	Geschikt	Locatie leent zich hier goed voor, mn op de hoogbouw. Fotovoltaïsche energie (zonnestroom) in principe altijd mogelijk, ook als kopersoptie. Nog kostbaar, mogelijk subsidie (SDE)
Windenergie	In potentie geschikt	Markt kleinschalige windturbines in ontwikkeling, opbrengst onzeker, stimuleringsregeling gemeente. Potentieel op hoogste gebouwen F1 en F2. Rekening houden met beeldkwaliteitsplan. Mogelijk experiment met beperkt aantal kleine windturbines Grootschalig niet gepast in locatie, mogelijk wel in nabijheid van locatie.
Omgevingswarmte: Warmte koude opslag met warmtepompen	In potentie geschikt.	Op deze schaal voorkeur voor collectieve (grondwater)bron ipv gesloten collectoren in verband met kosten en rendement. Ook is de instandhouding beter te professionaliseren. VOCL-verontreiniging en sanering kan kans en bedreiging vormen, nader onderzoek nodig.
Biomassa	Beperkt geschikt	Collectieve verwarming met pelletbranders mogelijk. Afhankelijk van vergunningverlening. Opslagruimte pellets nodig. Mogelijk i.c.m. zonneboiler.
Bio-olie en biogas	Niet gewenst / beschikbaar	Bio olie bij voorkeur voor transport, biogas niet beschikbaar
Restwarmte	Niet beschikbaar	Niet beschikbaar
Aardwarmte	Niet geschikt	Er is geen aardwarmte beschikbaar. Bovendien is de bouwopgave te klein voor rendabele exploitatie. Mogelijk een optie voor verdere toekomst, indien nu gekozen wordt voor een collectieve installatie
WKK	Minder geschikt.	Lage terugleververgoeding, daarom zal deze warmtegedreven moeten zijn, locatie mogelijk te klein. Micro WKK meer geschikt voor bestaande bouw.
Waterkracht, getijdenenergie	Niet beschikbaar	Waterkracht door verval niet beschikbaar.

Tabel 4: Samenvatting mogelijkheden duurzame energie

In tabel 5 staat het schaalniveau dat per energievoorziening realistisch geacht wordt.

Energievoorziening	Aantal woningen	Aantal m <sup>2</sup> utiliteit
Individuele warmtepompen	1	200-3.000
Kleinschalige collectieve warmtepompen	20-30	2.000-3.000
Grootschalige warmtepompen	Vanaf 100	10.000
Biomassa warmteproductie	Vanaf 400	80.000
Biomassa warmtekracht	Vanaf 1.200	25.000
Aardwarmte	Vanaf 2.500	500.000

*Tabel 5. Schaal waarop een energievoorziening mogelijk is, gerekend naar woningen of m<sup>2</sup> utiliteit.*

## 4 Varianten energievoorziening

### 4.1 Infrastructuur

De belangrijkste keuze die allereerst moet worden gemaakt is de keuze voor de infrastructuur. Op welk energievoorzieningsstelsel worden de woningen aangesloten? Als gekozen wordt voor collectieve warmtelevering, moet een warmtenet aangelegd worden en kan een gasaansluiting vervallen. Zowel de traditionele infrastructuur met gas en elektriciteit als warmtelevering en elektriciteit zijn mogelijk op de planlocatie, omdat de warmteverliezen vanwege de hoge woningdichtheid relatief beperkt zijn. Ook een zogenaamde all-electric energievoorziening, waarbij de woningen of woningblokken, dan wel de utiliteit, zijn aangesloten op elektriciteit en een bronwaternet is mogelijk met individuele of collectieve warmtepompen.

Onderstaand worden de mogelijkheden nader uitgewerkt in een aantal varianten. Algemeen is te stellen dat bij de energievoorziening met gas en elektriciteit de mogelijkheden in de woning moeten worden gezocht. Bij een energievoorziening met warmte en elektriciteit kan ook in buiten de woningen en in de infrastructuur een belangrijke slag worden geslagen door duurzame energietoepassingen of restwarmtelevering.

### 4.2 Basismaatregelen: duurzaam casco

De woningen worden gebouwd voor 50 tot 100 jaar, of langer. Belangrijke onderdelen uit het casco worden in die tijd niet meer verbeterd. De eerste stap op de weg naar een verlaging van het energiegebruik is dan ook een duurzaam casco van de woningen. Een duurzaam casco is uitgangspunt met:

- goede isolatiewaarde, waardoor de warmtebehoefte van de woning wordt beperkt;
- vergaande aandacht voor detaillering (beperking transmissie- en infiltratieverliezen en koudebruggen);
- toepassing van passieve zonne-energie, zowel in verkaveling als in woningontwerp;
- beperken oververhitting (ivm vermijden koeling);
- bevorderen goede daglichttoetreding;
- toepassen lage temperatuurverwarming, bij voorkeur vloerverwarming;
- toepassen van efficiënte ventilatiesystemen;

Voor de utiliteitsbouw gelden dezelfde uitgangspunten. Naarmate de gebouwschil beter is zal de warmtevraag lager zijn. Naast verwarming is koeling en het voorkomen van oververhitting hier ook belangrijk. Maatregelen in dit verband hebben een grotere invloed op de energierekening en bovendien wordt de waarde van het vastgoed positief beïnvloed.

### 4.3 Uitwerking varianten

Bij de verdere uitwerking van het energetisch concept is aandacht nodig voor de installaties voor verwarming en ventilatie. Naast energetische aspecten zijn hier beoordelingsaspecten met betrekking tot het comfort en de kwaliteit van het binnenmilieu aan gekoppeld. Voor de ventilatie staan als meest gebruikelijke manieren open:

- natuurlijke luchttoevoer en mechanische afvoer (systeem C), verbeterd door toevoeging van drukgeregelde roosters met efficiënte luchtafvoer (bv Buva Vital Air ed. of vraaggestuurde ventilatie (elektronische sturing op aanwezigheid van aantal personen of door meting van CO<sub>2</sub> gehalte in het binnenmilieu)
- mechanische luchttoevoer en - afvoer (systeem D: gebalanceerde ventilatie), verbeterd door toevoeging van warmteterugwinning (met hoog rendement)

Omdat WonenBreborg heeft aangegeven geen voorstander te zijn van gebalanceerde ventilatie wordt alleen ventilatie met natuurlijke luchttoevoer opgenomen. Dit in verband met problemen met gebalanceerde ventilatie bij aanleg en onderhoud.

Deze studie gaat met name in op de maatregelen voor de woningbouw. Bij uitwerking van de planvorming voor de utiliteitsbouw (winkels, bibliotheek en horeca) kunnen afspraken gemaakt worden om ook hier de basisinstallatie duurzamer uit te voeren dan de eisen uit het Bouwbesluit. Naast aandacht voor een betere gebouwschil wordt geadviseerd lage temperatuurverwarming, bij voorkeur vloerverwarming, toe te passen. Maar ook andere opties zijn mogelijk voor laag temperatuur afgifte zoals betonkernactivering of luchtverwarming- en koeling systemen als stralingsplafonds, inductieunits etc.

Integreer eenvoudige maatregelen in een vroeg stadium: een eenvoudige loze leiding van de meterkast naar het dak of een mantelbuis van de CV-ketel naar het dak maakt toekomstige integratie van respectievelijk PV-panelen of thermische zonnecollectoren eenvoudiger mogelijk.

#### **Referentie Wonen Breburg: meer comfort door vloerverwarming, EPC 0,78**

De woningen voldoen aan de kwaliteitseisen van Wonen Breburg door toepassing van vloerverwarming. Deze variant wordt gebruikt als referentie in de berekening van energieverbruik en kosten en baten.

De woningen worden uitgevoerd met traditionele gas- en elektriciteitslevering en er zijn standaard maatregelen genomen waardoor de wettelijk vereiste energieprestatie op het niveau van Bouwbesluit 2006, EPC = 0,8 gerealiseerd wordt. Deze referentie is in principe overal op de locatie toepasbaar, en dient als referentie waar de overige varianten aan gerelateerd worden. Voor de woningen die vanaf 2011 gebouwd worden zal waarschijnlijk een EPC van 0,6 vereist worden. De uitgangspunten voor de woning met EPC = 0,80 zijn:

- Bij de isolatie van de woningen wordt uitgegaan van de 'best practice' in de huidige gangbare bouwpraktijk. Gerekend wordt met een Rc dak = 4,0 m<sup>2</sup>K/W, Rc gevel = 3,5 m<sup>2</sup>K/W en Rc vloer = 4,0 m<sup>2</sup>K/W, U-raam = 1,64 W/m<sup>2</sup>K (hout, kunststof of thermisch onderbroken metalen kozijnen met HR++-glas), U-deur 2,0 W/m<sup>2</sup>K).
- Ruimteverwarming en tapwater wordt geleverd door een individuele HR 107 combi-ketel met kwaliteitsverklaring (HR) voor tapwateropwekking en elektrische hulpenergie.
- Er wordt vloerverwarming toegepast. (LTV)
- De ventilatie wordt gerealiseerd door drukgeregelde natuurlijke luchttoevoer met zelfregelende roosters. en mechanische afvoer met gelijkstroomventilatoren Eventueel aangevuld met efficiënte luchtafvoer (Bv. BUVA VAS II )
- Uitgangspunt is een verhoogde kierdichting naar  $Q_{V(10)}=0,625$ .
- Er wordt rekening gehouden met een zongericht ontwerp en aandacht voor beperking van koudebruggen.

De woningen worden niet actief gekoeld door koudelevering. In het ontwerp wordt aandacht besteed aan het voorkomen van oververhitting door zonwering en eventueel spuiventilatie gedurende de nacht voor passieve koeling.

### Referentie Bouwbesluit: EPC 0,8

Deze variant is opgesteld ter vergelijking met de referentie als gedefinieerd door Wonen Breburg. De woningen voldoen met een EPC van 0,8 precies aan de eis in het Bouwbesluit. Het verschil met de referentie van Wonen Breburg is dat er geen vloerverwarming gebruikt wordt. Daardoor is het energieverbruik iets hoger en het comfort iets lager.

### Variant 1a: Energiezuinig 0,72

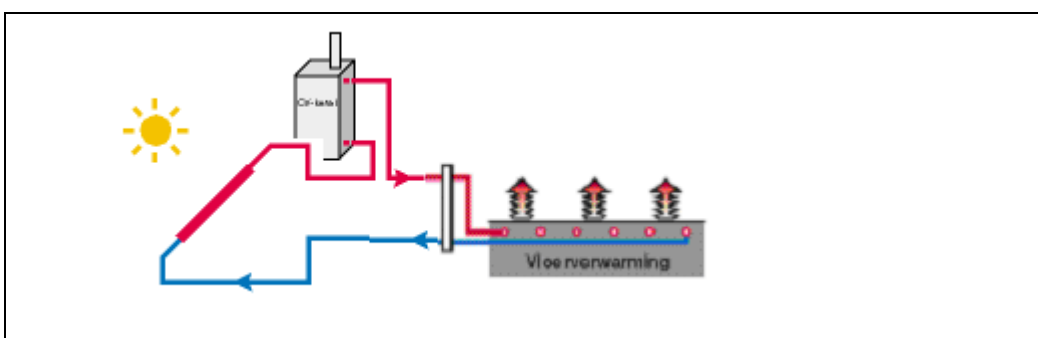
De woning wordt uitgevoerd met traditionele gas- en elektriciteitslevering. Uitgaande van de referentiewoning worden een aantal maatregelen genomen waardoor de gemiddelde EPC afneemt naar ca. 0,72, conform convenant met de gemeente.

- Licht verbeterde isolatie naar  $R_c=5$  voor het dak en  $R_c = 4$  voor de gevels en vloeren en kozijnen en glas met een hogere isolatiewaarde: U-raam =  $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ , U-deur  $2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ );
- De ventilatie wordt gerealiseerd door een systeem met drukgeregelde natuurlijke luchttoevoer (zelfregelende roosters) en mechanische afvoer met energiezuinige gelijkstroomventilatoren en efficiënte regeling

### Variant 1b: Energiezuinig 0,6

De woning wordt uitgevoerd met traditionele gas- en elektriciteitslevering. Uitgaande van de referentiewoning worden een aantal maatregelen genomen waardoor de gemiddelde EPC afneemt naar ca. 0,6, de eis die vanaf 2011 geldt voor alle nieuwbouwwoningen. Ten opzichte van de referentie wordt toegepast.

- Licht verbeterde isolatie naar  $R_c=5$  voor het dak en  $R_c = 4$  voor de gevels en vloeren en kozijnen en glas met een hogere isolatiewaarde: U-raam =  $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ , U-deur  $2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ );
- De ventilatie wordt gerealiseerd door een systeem met drukgeregelde natuurlijke luchttoevoer (zelfregelende roosters) en mechanische afvoer met energiezuinige gelijkstroomventilatoren en efficiënte regeling.
- Er wordt een zonneboiler voor warmtapwater toegepast
- Zonwering op de op het zuiden georiënteerde gevels.



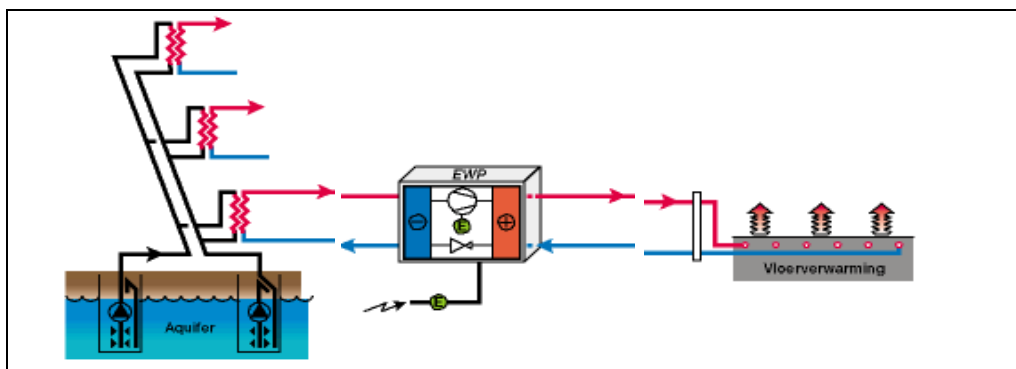
Figuur 8. Variant 1b. CV ketel + zonne-energie voor tapwater en ruimteverwarming

### Variant 2a: Individuele warmtepomp

De woningen worden alleen op het elektriciteitsnet aangesloten. Een individuele warmtepomp zorgt voor de warmteopwekking voor ruimteverwarming en tapwater. De warmtepomp wordt aangesloten op een collectieve (grondwater)bron. Er is geen gaslevering aan de woning. Bij deze variant zijn de overige maatregelen die in de de woningen in variant 1a worden toegepast het uitgangspunt. (verbeterde isolatie en efficiënt drukgeregeld ventilatiesysteem.

Het vloerverwarmingssysteem wordt gebruikt voor ruimtekoeling door vrije koeling uit de bodem.

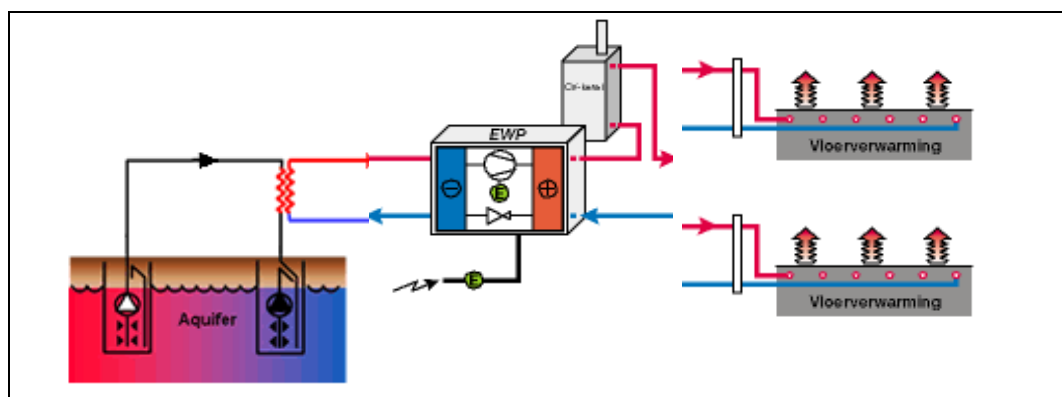
Bij deze en alle andere varianten met gebruik van grondwater als bron voor warmtepompen geldt dat er op efficiënte wijze koeling geleverd kan worden voor de utiliteitsbouw, waar de koudevraag vaak veel groter is dan in de woningen. Dit kan een kostenvoordeel opleveren. In de utiliteitsbouw kan uiteraard ook gebruik gemaakt worden van een warmtepomp voor verwarming.



Figuur 9. Variant 2. Bron: grondwater collectief. Opwekking: individuele combi WP

### Variant 2b. Collectieve warmtepomp

De woningen worden aangesloten op het elektriciteitsnet en op een collectief net voor warmtelevering. Uitgangspunt is dat ook een collectief koudenet gerealiseerd wordt. De warmte voor ruimteverwarming en tapwater wordt geleverd door een collectieve warmtepomp. Ten behoeve van de piekvraag wordt een gasgestookte HR-ketel toegevoegd. De warmtepomp dekt minimaal 80% van de warmtevraag en de ketel dekt maximaal 20% van de warmtevraag. Er is geen gaslevering aan de woningen. Voorts zijn de maatregelen gelijk aan de woning uit variant 1a. De systeemconfiguratie is weergegeven in figuur 10.



Figuur 10. Variant 3. Bron: grondwater. Opwekking: collectieve WP met bijstook.

Bij de uitwerking kan de schaal van het collectieve net aangepast worden aan de bouwopgave: zowel een kleinschalig collectief net als een grootschalig collectief net zijn uitwerkingen. Ook kan het collectieve systeem zich beperken tot een blok gestapelde woningen. De gasgestookte HR-ketel kan eveneens vervangen worden door andere efficiënte opwekkingsinstallaties. (pelletbrander)

#### **Variant 3a en 3b EPC 0,4**

De varianten 2a en b worden verder verbeterd door toevoeging van mechanische ventilatieafvoer gestuurd op CO<sub>2</sub>-concentratie in de woning<sup>c</sup>. Een deel van de warmte van het afgevoerde douche-water wordt teruggewonnen met behulp van douche-wtw. In de appartementen wordt een douchebak-wtw toegepast, die onder de douchebak in vloer wordt ingebouwd.

#### **Variant 4 zonneboiler + pelletbrander**

De woningen zijn aangesloten op een collectief warmtenet. De warmte voor verwarming en warm tapwater wordt opgewekt met een grote collectieve zonneboiler, van 10 m<sup>2</sup> per woning. Voor naverwarming is een collectieve HR-ketel aanwezig. De installatie is voorzien van een flink buffervat. De woningen van variant 1a zijn uitgangspunt, uitgebreid met CO<sub>2</sub>-gestuurde ventilatie, zonwering en douche-wtw. De HR107-ketel kan vervangen worden voor een op houtpellets gestookte ketel.

### **4.4 Duurzaam opgewekte elektriciteit**

De CO<sub>2</sub>-uitstoot kan verder verlaagd worden door gebruik te maken van duurzaam geproduceerde elektriciteit. Voor zover deze gekoppeld is aan de woningaansluiting wordt deze meegenomen in de berekening van de EPC-waarde van de woningen. Op locatie geproduceerde duurzame elektriciteit (niet op de woningen) wordt wel meegewogen in de EPL, de energieprestatie op locatie. Duurzame elektriciteit kan bijvoorbeeld door zonnestroom (PV-cellen) en windenergie geleverd worden.

---

<sup>c</sup> Er is gerekend met de eigenschappen van het Itho DemandFlow CO<sub>2</sub>-gestuurde ventilatiesysteem.

## 5 Consequenties energievoorziening

In dit hoofdstuk worden de consequenties van de gekozen energievoorziening nader uitgewerkt op de onderdelen:

1. EPC en energiegebruik
2. CO<sub>2</sub>-emissie
3. Investerings
4. Woonlasten
5. Toekomstgerichtheid
6. Bouwkundige consequenties
7. Stedenbouwkundige consequenties

De EPC, energiegebruik en CO<sub>2</sub>-emissie zijn bepaald met behulp van een EPC berekeningsprogramma, EPW – NPR 5129 v2.02. De bouwopgave van Fase 1 en 2 is als volgt geschematiseerd:

- 122 rijwoningen (125 m<sup>2</sup>)
- 173 appartementen (ca. 100 m<sup>2</sup>)

De gevolgen voor de woningen die op het dr. Struyckenplein gebouwd worden zijn op woningniveau hetzelfde, de gevolgen op locatieniveau worden in dit en volgend hoofdstuk kwalitatief beschreven. De gebruikte referentiewoningen zijn beschreven in bijlage 4.

De pakketten met energiebesparende maatregelen zijn beschreven in voorgaand hoofdstuk. Het energieverbruik en de energetische kwaliteit van een woning zijn afhankelijk van het ontwerp. Bij de referentiewoningen van SenterNovem is onder andere aandacht besteed aan het voorkomen van oververhitting door een relatief klein glasoppervlak. Het is mogelijk dat een anders ontworpen woning bij dezelfde maatregelen een andere EPC-score haalt.

De investeringen zijn bepaald op basis van het model EPVar 1.0<sup>d</sup> (geïndexeerd) en interne rekenmodellen. Deze zijn aangevuld met informatie uit recentelijk ontvangen aanbiedingen voor gelijksoortige energiesystemen. De genoemde kosten hebben betrekking op de referentiewoningen en zijn (deels) afkomstig uit specifieke projecten. De precieze investeringen voor de woningen in Fase 1 en 2 in de Heuvel kunnen hiervan afwijken.

### 5.1 EPC en energieverbruik

De Energieprestatiecoëfficiënt (EPC) is een maat voor de energetische eigenschappen van een gebouw of een gedeelte daarvan, berekend volgens de vigerende Energieprestatienorm. De huidige eis voor de EPC-waarde volgens het Bouwbesluit is 0,8. In tabel 6 zijn de EPC-waarde van de twee woningtypen (rijwoning en appartement) voor de verschillende varianten weergegeven. In figuur 11 is voor een appartement het primair woninggebonden energieverbruik uit de EPC-berekeningen weergegeven.

EPC	Referentie WB	Referentie BB	variant 1a: energiezuinig	variant 1b: energiezuinig	variant 2a: ind. WP	variant 2b: WKO	variant 3a: ind. WP	variant 3b: WKO	variant 4: coll zb + ketel
appartement	0,78	0,80	0,69	0,57	0,55	0,50	0,44	0,43	0,46
rijwoning	0,78	0,80	0,68	0,55	0,51	0,50	0,39	0,40	0,42

Tabel 6: EPC-waarden van de woningen in de verschillende varianten.

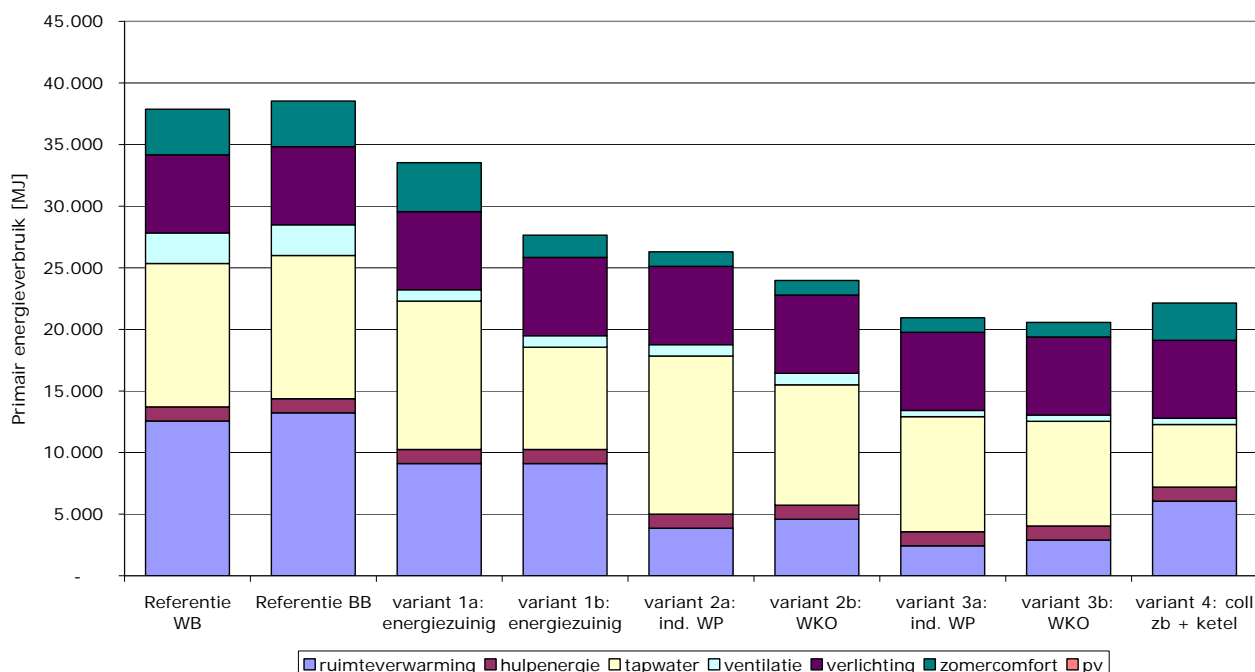
<sup>d</sup> Rekenprogramma EPC en kosten. Dit rekenmodel is ontwikkeld in opdracht van SenterNovem samen met Stichting NEN.

De referentie (Wonen Breburg) voldoet met eenvoudige maatregelen aan EPC-eisen van 0,8 die nu landelijk geldt. De woningen van variant 1a voldoen aan de eis van 10% boven het Bouwbesluit zoals de Gemeente Breda die hanteert. Met variant 1b wordt door o.a. een zonneboiler en zonwering voldaan aan de EPC-eis van 0,6 zoals die vanaf 2011 gaat gelden. Alle andere varianten voldoen ook (ruimschoots) aan deze eis.

In de vergelijking van variant 2a met 2b en 3a met 2b blijkt dat de collectieve variant in de appartementen een lagere EPC waarde heeft, terwijl die in de rijwoningen dezelfde EPC-waarde heeft als de variant met individuele warmtepomp. Dit wordt veroorzaakt door de hogere efficiëntie van de collectieve installatie enerzijds en hogere leidingverliezen in het warmtenet van de collectieve installatie anderzijds. De leidingverliezen zijn het grootst bij de rijwoningen.

Zoals beschreven in het voorgaande hoofdstuk is voor variant 4 gerekend met de gegevens voor een collectieve HR107 ketel en niet voor een op houtpellets gestookte ketel. Omdat het netto-gebruik van fossiele energie van een pelletkachel erg klein of nihil is, kan de EPC voor deze variant lager uitkomen. In de EPC-rekenregels is het niet mogelijk te rekenen met een nul-verbruik van fossiele energie. De hogere EPC-waarde voor het appartement in deze variant ten opzichte van de rijwoning wordt veroorzaakt door het relatief grote glasoppervlak van de appartementen. Ondanks de toegepaste zonwering treedt er oververhitting op, waarvoor 'strafpunten' gegeven worden.

### Energieverbruik

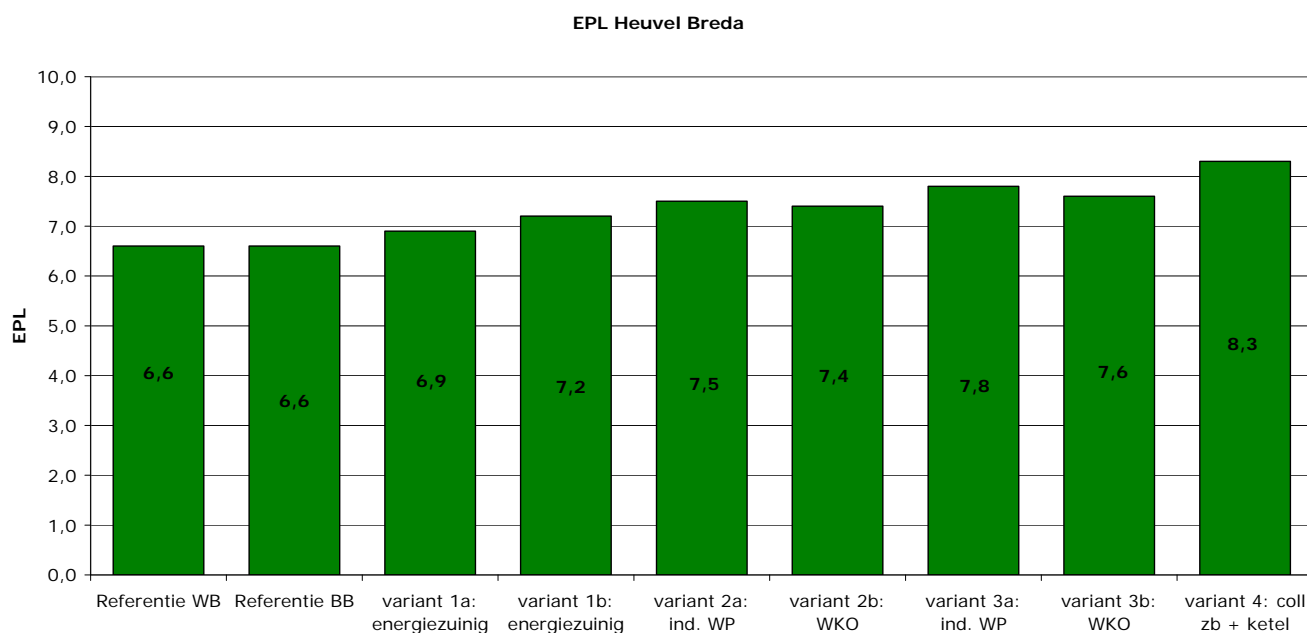


Figuur 11: Primair woninggebonden energieverbruik in kWh voor een appartement in verschillende varianten. Primair: teruggerekend naar de hoeveelheid benodigde fossiele energie.

In figuur 11 is duidelijk te zien dat met het dalen van de EPC het (primair) energieverbruik van de woning afneemt. Met name het energieverbruik voor ruimteverwarming neemt sterk af. Als de woningen van 'Referentie Wonen Breburg' en 'Bouwbesluit' vergeleken worden is het effect van vloerverwarming (Itv) op het energieverbruik te zien, het energieverbruik voor ruimteverwarming is lager bij gebruik van vloerverwarming.

## 5.2 EPL en CO<sub>2</sub>-emissie

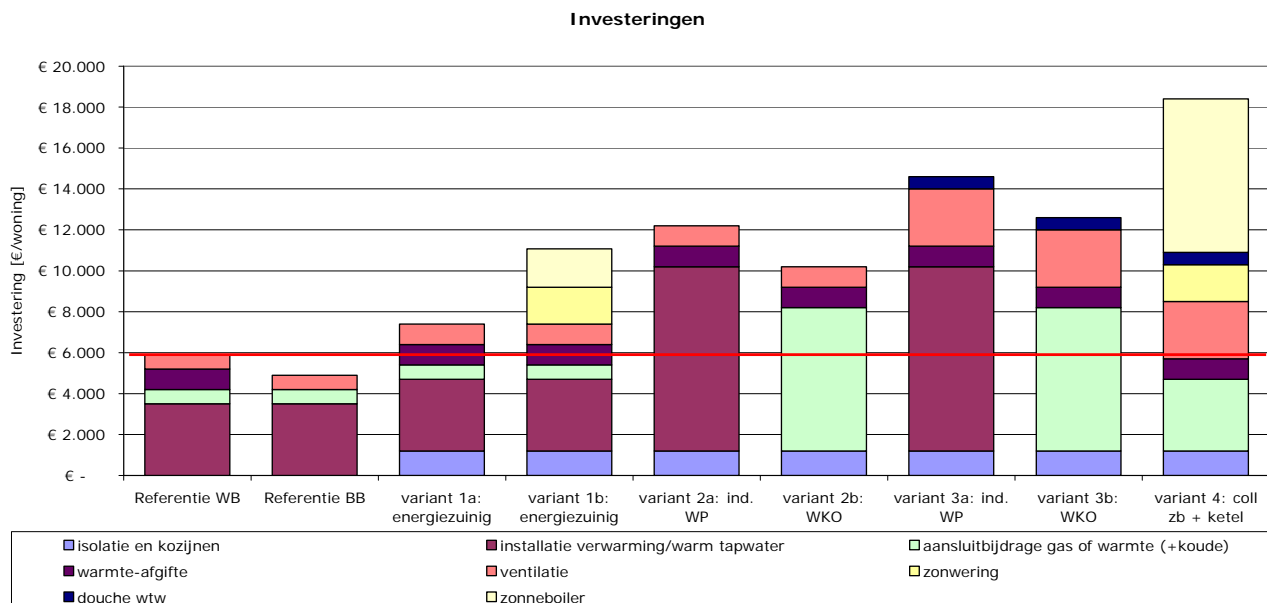
De CO<sub>2</sub>-emissie als gevolg van het energiegebruik is berekend aan de hand van de totale energiegebruiken op de locatie. Hiermee wordt de EPL berekend. Een EPL van 6,6 wordt behaald als volgens Bouwbesluit met EPC van 0,8 gebouwd wordt. De EPL is maximaal 10, als er op de locatie netto geen fossiele energie gebruikt wordt. De EPL is onafhankelijk van de schaalgrootte en geeft de score van (deel) locaties per variant, waarbij wel rekening gehouden is met de verdeling van de verschillende woningtypen. De EPL per variant is weergegeven in figuur 12.



Figuur 12: EPL (energieprestatie van locatie) van plangebied Fase 1 en 2 de Heuvel Breda.

## 5.3 Investerings

De investeringen voor de maatregelen om energiebesparing te bereiken zijn onderverdeeld in woningmaatregelen, de kosten voor de wijze van ventilatie en de warmteopwekking, en de kosten voor de aansluiting op de energie-infrastructuur voor elektriciteit, gas en warmte/koude. Er is bij de berekeningen geen rekening gehouden met subsidies. De investeringen voor de het appartement zijn opgenomen in figuur 13 en tabel 7. De investeringen in de rijwoningen worden in de daarop volgende tabel genoemd. De rode lijn in de grafiek geeft het niveau van de referentiekosten. De kosten van de varianten boven de lijn zijn de zgn. meerkosten. Alle genoemde kosten zijn exclusief BTW en opslagen en zijn de (meer) investeringen die door de betrokken ontwikkelaars gedaan moeten worden. De precieze investeringen voor de woningen in Fasen 1 en 2 kunnen hiervan afwijken.



Figuur 13. Investeringsen per appartement excl. BTW en opslagen.

De investering per woning neemt toe met het verlagen van de EPC-waarde. Er worden maatregelen toegevoegd in de categorieën isolatie, warmteproductie, ventilatie, zonwering, douche-wtw en zonneboiler.

De opgenomen kosten voor 'isolatie en kozijnen' zijn de meerkosten ten opzichte van de referentie. De kosten zijn (sterk) afhankelijk van de bouwwijze en het specifieke ontwerp, hetzelfde geldt voor 'zonwering'. De kosten voor aansluiting op collectieve warmte (en koude) levering zijn opgenomen onder de aansluitbijdrage. In het geval van warmtelevering vervalt de gasaansluiting. Verder is te zien dat de vraaggestuurde ventilatie (op CO<sub>2</sub>-concentratie) in varianten 2 tot 6 duurder is dan de (standaard) drukgeregelde systemen van de andere varianten.

Bij vergelijking van de varianten met individuele warmtepomp met de WKO-varianten is te zien dat de individuele warmtepomp een hogere investering vergt.

Bij variant 4 zijn de kosten voor de collectieve zonneboiler niet opgenomen in de aansluitbijdrage op voor het collectieve warmtenet. De investering in de zonneboiler is apart berekend en gebaseerd op de kosten van collectieve zonneboilers voor gestapelde bouw. De genoemde aansluitbijdrage bij deze variant is gebaseerd op een vergelijkbare aansluitbijdrage voor stadsverwarming. Variant 4 is met afstand de variant met de hoogste meerinvestering. Als in deze variant gekozen wordt voor een met houtpellets gestookte ketel en een kleiner oppervlak aan zonnecollectoren, vallen de investeringen lager uit, terwijl door het gebruik van biomassa (hout) de EPC-waarde en daarmee de CO<sub>2</sub>-emissie laag blijft.

Investerings	Referentie WB	Referentie BB	variant 1a: energiezuinig	variant 1b: energiezuinig	variant 2a: ind. WP	variant 2b: WKO	variant 3a: ind. WP	variant 3b: WKO	variant 4: coll zb + ketel
isolatie en kozijnen		€	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
installatie verwarming/warm tapwater	€ 3.500	€ 3.500	€ 3.500	€ 3.500	€ 9.000	€	€ 9.000		
aansluitbijdrage gas of warmte (+koude)	€ 700	€ 700	€ 700	€ 700	€	€ 7.000	€	€ 7.000	€ 3.500
warmte-afgifte	€ 1.000	€	€ 1.000	€ 1.000	€ 1.000	€ 1.000	€ 1.000	€ 1.000	€ 1.000
ventilatie	€ 700	€ 700	€ 1.000	€ 1.000	€ 1.000	€ 1.000	€ 2.800	€ 2.800	€ 2.800
zonwering			€	€ 1.800					€ 1.800
douche wtw						€	€ 600	€ 600	€ 600
zonneboiler			€	€ 1.875					€ 7.500
pv									
<b>Totaal</b>	<b>€ 5.900</b>	<b>€ 4.900</b>	<b>€ 7.400</b>	<b>€ 11.075</b>	<b>€ 12.200</b>	<b>€ 10.200</b>	<b>€ 14.600</b>	<b>€ 12.600</b>	<b>€ 18.400</b>
<b>meerkosten t.o.v. referentie</b>	<b>€ -</b>	<b>€ 1.000-</b>	<b>€ 1.500</b>	<b>€ 5.175</b>	<b>€ 6.300</b>	<b>€ 4.300</b>	<b>€ 8.700</b>	<b>€ 6.700</b>	<b>€ 12.500</b>

Tabel 7. Investerings per appartement excl. BTW en opslagen

Investerings	Referentie WB	Referentie BB	variant 1a: energiezuinig	variant 1b: energiezuinig	variant 2a: ind. WP	variant 2b: WKO	variant 3a: ind. WP	variant 3b: WKO	variant 4: coll zb + ketel
isolatie en kozijnen		€	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400
installatie verwarming/warm tapwater	€ 3.500	€ 3.500	€ 3.500	€ 3.500	€ 10.000	€	€ 10.000		
aansluitbijdrage gas of warmte (+koude)	€ 700	€ 700	€ 700	€ 700	€	€ 7.000	€	€ 7.000	€ 3.000
warmte-afgifte	€ 1.250	€	€ 1.250	€ 1.250	€ 1.250	€ 1.250	€ 1.250	€ 1.250	€ 1.250
ventilatie	€ 800	€ 800	€ 1.200	€ 1.200	€ 1.200	€ 1.200	€ 3.000	€ 3.000	€ 3.000
zonwering			€	€ 2.350					€ 2.350
douche wtw		€	€ 600			€	€ 600	€ 600	€ 600
zonneboiler			€	€ 2.500					€ 7.500
pv									
<b>Totaal</b>	<b>€ 6.250</b>	<b>€ 5.000</b>	<b>€ 8.650</b>	<b>€ 12.900</b>	<b>€ 13.850</b>	<b>€ 10.850</b>	<b>€ 16.250</b>	<b>€ 13.250</b>	<b>€ 19.100</b>
<b>meerkosten t.o.v. referentie</b>	<b>€ -</b>	<b>€ 1.250-</b>	<b>€ 2.400</b>	<b>€ 6.650</b>	<b>€ 7.600</b>	<b>€ 4.600</b>	<b>€ 10.000</b>	<b>€ 7.000</b>	<b>€ 12.850</b>

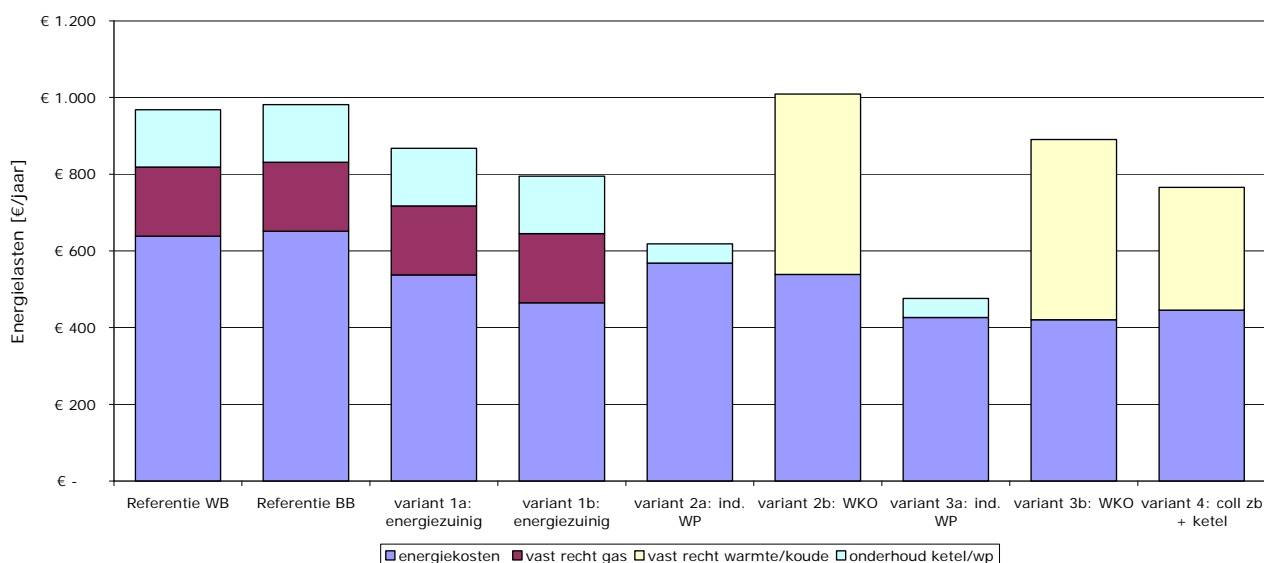
Tabel 8. Investerings per rijwoning excl. BTW en opslagen

Varianten 3 en 4 vergen de hoogste (meer-) investeringen. Dit wordt grotendeels bepaald door de aansluitbijdrage op het WKO-systeem. Hierbij wordt ten opzichte van de andere collectieve varianten naast warmte ook koude geleverd. Daarnaast is in variant 4 ook een zonneboiler opgenomen.

## 5.4 Woonlasten

De energielasten bestaan uit de energiekosten, dit zijn de vaste en variabele energiekosten voor gas, elektriciteit, warmte en koude en onderhoudskosten. De energiekosten voor warmte, elektriciteit en gas zijn afgeleid van de gebouwgebonden energievraag voor verwarming, tapwater, hulpenergie voor verwarmen en ventilatie. De kosten zijn verdeeld naar energiedrager op de meter. NB kookgas is niet opgenomen in de berekeningen. De energielasten per appartement zijn gegeven in figuur 14 en tabel 9, voor de rijwoningen in tabel 10. De genoemde kosten zijn inclusief BTW.

## Energielasten



Figuur 14. Energielasten verwarming, tapwater en ventilatie per appartement per jaar, incl. BTW.

Energielasten	Referentie WB	Referentie BB	variant 1a: energiezuinig	variant 1b: energiezuinig	variant 2a: ind. WP	variant 2b: WKO	variant 3a: ind. WP	variant 3b: WKO	variant 4: coll zb + ketel
energiekosten	€ 638	€ 651	€ 538	€ 465	€ 568	€ 539	€ 426	€ 421	€ 446
vast recht gas	€ 180	€ 180	€ 180	€ 180					
vast recht warmte/koude						€ 470		€ 470	€ 320
onderhoud ketel/wp	€ 150	€ 150	€ 150	€ 150	€ 50		€ 50		
<b>Totaal</b>	<b>€ 968</b>	<b>€ 981</b>	<b>€ 868</b>	<b>€ 795</b>	<b>€ 618</b>	<b>€ 1.009</b>	<b>€ 476</b>	<b>€ 891</b>	<b>€ 766</b>
<b>daling energielasten</b>	<b>€ -</b>	<b>€ 13-</b>	<b>€ 101</b>	<b>€ 174</b>	<b>€ 350</b>	<b>€ 40-</b>	<b>€ 492</b>	<b>€ 78</b>	<b>€ 203</b>

Tabel 9. Energielasten en onderhoudslasten gerelateerd aan verwarming, tapwater en ventilatie per jaar per appartement, incl. BTW.

Energielasten	Referentie WB	Referentie BB	variant 1a: energiezuinig	variant 1b: energiezuinig	variant 2a: ind. WP	variant 2b: WKO	variant 3a: ind. WP	variant 3b: WKO	variant 4: coll zb + ketel
energiekosten	€ 744	€ 773	€ 617	€ 527	€ 617	€ 602	€ 440	€ 438	€ 498
vast recht gas	€ 180	€ 180	€ 180	€ 180					
vast recht warmte/koude						€ 470		€ 470	€ 470
onderhoud ketel/wp	€ 150	€ 150	€ 150	€ 150	€ 50		€ 50		
<b>Totaal</b>	<b>€ 1.074</b>	<b>€ 1.103</b>	<b>€ 947</b>	<b>€ 857</b>	<b>€ 667</b>	<b>€ 1.072</b>	<b>€ 490</b>	<b>€ 908</b>	<b>€ 968</b>
<b>daling energielasten</b>	<b>€ -</b>	<b>€ 29-</b>	<b>€ 127</b>	<b>€ 217</b>	<b>€ 407</b>	<b>€ 1</b>	<b>€ 584</b>	<b>€ 165</b>	<b>€ 106</b>

Tabel 10. Energielasten en onderhoudslasten gerelateerd aan verwarming, tapwater en ventilatie per jaar per rijwoning, incl. BTW.

De 'energiekosten' bestaan uit de variabele kosten voor gas, elektriciteit en warmte en de vaste kosten voor elektriciteit. Koude wordt niet bemeterd. In de varianten met collectieve warmtevoorziening (2b, 3b en 5) is geen gasaansluiting en hoeft dus geen vastrecht voor gas betaald te worden.

In het overzicht is te zien dat de energielasten in alle varianten, behalve variant 2b (WKO) lager zijn dan in de referentiesituatie. Met name varianten 2a en 3a, met individuele warmtepomp hebben fors lagere energielasten.

Als gekeken wordt naar de totale woonlasten voor bewoners/eigenaren die betrekking hebben op (woninggebonden) energie verandert het beeld. De totale woonlasten bestaan behalve uit energiekosten en onderhoud ook uit hogere hypotheeklasten en eventueel een vervangingsreservering bij de individuele varianten. Het resultaat hiervan is weergegeven in tabel 11 (appartementen) en 12 (rijwoningen).

Woonlasten totaal	Referentie WB	Referentie BB	variant 1a: energiezuinig	variant 1b: energiezuinig	variant 2a: ind. WP	variant 2b: WKO	variant 3a: ind. WP	variant 3b: WKO	variant 4: coll zb + ketel
energiekosten vast+variabel	€ 818	€ 831	€ 718	€ 645	€ 568	€ 1.009	€ 426	€ 891	€ 766
onderhoud	€ 150	€ 150	€ 150	€ 150	€ 50	€	€ 50	€	€
vervangingsreserv	€ 183	€ 183	€ 193	€ 256	€ 333	€ 33	€ 413	€ 113	€ 363
hypotheeklasten	€ -	€ 35-	€ 48	€ 165	€ 201	€ 137	€ 278	€ 214	€ 399
Woonlasten	€ 1.152	€ 1.130	€ 1.109	€ 1.216	€ 1.153	€ 1.179	€ 1.167	€ 1.218	€ 1.528
<b>Daling woonlasten</b>	<b>€ -</b>	<b>€ 22</b>	<b>€ 43</b>	<b>€ 64-</b>	<b>€ 1-</b>	<b>€ 27-</b>	<b>€ 15-</b>	<b>€ 66-</b>	<b>€ 376-</b>

Tabel 11 Netto jaarlijkse woonlasten voor de verschillende varianten per appartement.

Woonlasten totaal	Referentie WB	Referentie BB	variant 1a: energiezuinig	variant 1b: energiezuinig	variant 2a: ind. WP	variant 2b: WKO	variant 3a: ind. WP	variant 3b: WKO	variant 4: coll zb + ketel
energiekosten vast+variabel	€ 924	€ 953	€ 797	€ 707	€ 617	€ 1.072	€ 440	€ 908	€ 968
onderhoud	€ 150	€ 150	€ 150	€ 150	€ 50	€	€ 50	€	€
vervangingsreserv	€ 187	€ 187	€ 220	€ 283	€ 373	€ 40	€ 453	€ 120	€ 370
hypotheeklasten	€ -	€ 40-	€ 77	€ 212	€ 242	€ 147	€ 319	€ 223	€ 410
Woonlasten	€ 1.261	€ 1.249	€ 1.244	€ 1.352	€ 1.283	€ 1.259	€ 1.262	€ 1.252	€ 1.748
<b>Daling woonlasten</b>	<b>€ -</b>	<b>€ 11-</b>	<b>€ 92-</b>	<b>€ 201-</b>	<b>€ 131-</b>	<b>€ 107-</b>	<b>€ 110-</b>	<b>€ 100-</b>	<b>€ 487</b>

Tabel 12 Netto jaarlijkse woonlasten voor de verschillende varianten per rijwoning.

Bij de berekening van de vervangingsreservering is uitgegaan van vervanging van (een deel van) de installaties na 15 jaar. De 'hypotheeklasten' bestaan uit de aanvullende netto rentelasten bij een hypotheekrente van 5,5% en een belastingpercentage van 42%.

Als de woning door Wonen Breburg verhuurd wordt, zal de bewoner alleen de energielasten betalen. De corporatie is dan verantwoordelijk voor het onderhoud, hypotheek- of rentelasten en eventuele vervanging, en kan deze (beperkt) doorrekenen aan de huurder.

In de tabel is te zien dat alleen variant 1a lagere woonlasten heeft ten opzichte van de referentie. De varianten 1b tot en met 3b hebben iets hogere lasten dan de referentie, tot €66 per jaar. Variant 4 heeft met afstand de hoogste woonlasten. Dit wordt met name veroorzaakt door de hoge investering in de zonneboiler, die leidt tot flink hogere hypotheeklasten en een hogere vervangingsinvestering.

Hierbij is geen rekening gehouden met afschrijvingsinvestering omdat uitgegaan wordt van een vast recht bij een aansluitcontract voor min. 30 jaar. Voor de berekening van de energielasten is gebruik gemaakt van de actuele kosten uit onderstaand overzicht.

	prijs [€ incl. BTW]
elektriciteit vast	€ 70,00
elektriciteit variabel [/kWh]	€ 0,245
gas vast	€ 140,00
gas variabel [/m <sup>3</sup> ]	€ 0,686
vastrecht warmte grondgebonden	€ 320,00
vastrecht koude grondgebonden	€ 150,00
warmte [/GJ]	€ 25,00
onderhoud cv-ketel	€ 150,00
onderhoud wp	€ 50,00
onderhoud zonneboiler	€ 35,00
SDE [€/kWh] pv	€ 0,33

Tabel 13: Gehanteerde tarieven

## 6 Overige consequenties

### 6.1 (Steden)bouwkundige consequenties

#### Referentie en energiezuinige varianten

In de woningen zal ruimte gecreëerd moeten worden voor opstelling van de CV ketel. Bij voorkeur wordt deze ruimte zo dicht mogelijk bij de tappunten gerealiseerd. Deze ruimte is ca. 0,6 breed bij 0,4 meter diep. In de openbare weg zal een gastracé gerealiseerd moeten worden. Op de woningen moeten rookgasafvoeren worden geplaatst. Bij bebouwing met een differentiatie van bouwhoogte dient gewaakt te worden voor hinder aan ventilatievoorzieningen van andere gebruikers. De woningen en utiliteit worden aangesloten op een gasleiding.

Bij de variant met zonneboiler zal opstelruimte voor de collectoren op het dak gereserveerd moeten worden. Bij hellende daken is de oriëntatie van het schuine vlak van belang: de collectoren moet op een zuid-oost tot zuid-westelijke oriëntatie geplaatst worden. Op platte daken is de oriëntatie geen probleem: Hier kunnen de collectoren, opgenomen in een speciale draagconstructie, altijd optimaal gesitueerd worden. Bij plaatsing van collectoren is het belangrijk dat deze niet beschadwd worden door andere gebouwen, bomen ed. Extra aandacht verdient de plaatsing op daken die lager gelegen zijn: het uitzicht van de bewoners van de hogere bebouwing wordt immers beïnvloed. Vanwege de collectiviteit van de zonneboilerinstallatie zal rekening gehouden moeten worden met de plaatsing van een groot opslagvat en (geïsoleerde) waterleidingen tussen collector en opslag en de naverwarmer. Afhankelijk van het systeem zal ook een terugloopvat in de gebouwen moeten worden gerealiseerd. Bij PV dient een elektriciteitsmeter met terugleverregister te worden aangevraagd.

#### Collectieve warmtepomp (WKO)

Bij de collectieve warmtepomp moeten technische ruimtes gerealiseerd worden voor opstelling van de warmtepompen (aangevuld met HR ketels en warmtebuffers). De grootte zal afhangen van de dimensionering van het systeem en het aantal woningen dat wordt aangesloten op een systeem. Er dient rekening gehouden te worden met de grootte van een ruime garagebox bij een klein collectief systeem (20-30 woningen) tot een oppervlakte van 60-100 m<sup>2</sup> bij een systeem voor F1 en F2 tegelijk. Bij realisatie in samenhang met de bouw Dr. Stuykenplain kan deze ruimte mogelijk in de plint van de gestapelde bouw gerealiseerd worden. De technische ruimtes zullen worden voorzien van rookgasafvoeren die bovendaks uitmonden (ivm goede werking van de toestellen en verdunning ter voorkoming van hinder aan derden). Er zullen bronputten gerealiseerd moeten worden voor grondwateronttrekking. Deze kunnen grotendeels beneden maaiveld worden gerealiseerd, met afsluiting door een putdeksel in het openbare gebied of in de bestrating van parkeervoorzieningen. Vanaf de grondwaterbron zal een leidingtracé in het openbare gebied gerealiseerd moeten worden (ca 20 cm breed) naar een ruimte voor opstelling van de warmtewisselaar en vandaar naar de technische ruimtes per blok. Indien de grondgebonden woningen met een individuele warmtepomp op dit net worden aangesloten kan het grondwater direct naar de woningen gevoerd worden.

### Collectieve warmtelevering met biomassa en/of collectieve zonneboiler

In deze variant dient een leidingstracé in de openbare weg te worden aangelegd. Bij biomassa dient een geschikte opstellocatie te worden gereserveerd, rekening houdend met vergunningseisen. Hierover dient overlegd te worden met de gemeentelijke handhavingdienst. In de woning zal in de meterkast een afleverset worden geplaatst.

## 6.2 Comfort voor gebruikers

### Koken

Bij de varianten met warmtelevering of warmtepomp (2 t/m 4) zal een keuze gemaakt moeten worden of er een gasnet gelegd wordt voor kookdoeleinden. Doordat dit extra kosten met zich meebrengt (aansluitkosten, vastrecht) is hier in de berekeningen vanaf gezien. Dit betekent dat de (huishoudelijk) gebruikers elektrisch zullen moeten koken. Inmiddels kiest reeds ca. 30 tot 40% van de bewoners van nieuwbouwwoningen met een gasaansluiting eveneens reeds voor elektrisch koken. De wijze van koken dient vooraf met de toekomstige bewoners (huurders, koper) te worden gecommuniceerd. Er zijn verschillende wijzen van koken, waarbij inductie koken wat betreft reactiesnelheid het meest lijkt op koken op gas. Inductie koken is veiliger, comfortabeler en beter voor het binnenmilieu. De apparatuur is duurder, maar de prijs zal in de praktijk niet veel afwijken van die van meer luxe gasstellen.

### Vloerverwarming

Uitgangspunt is de toepassing van vloerverwarming. In ieder geval is toepassing van laag temperatuurverwarming een vereiste bij warmtepompen (2 en 3), omdat deze voorwaarde zijn voor het realiseren van het hoge rendement en het gebruik van grondwater- bodemwarmte voor vrije koeling. Vloerverwarming geeft meer comfort en levert bovendien een aanzienlijke vrijheid van indeling van de ruimtes, door het ontbreken van radiatoren. Bovendien draagt het bij aan een gezonder binnenklimaat. Voor de eigenaar van de woning betekent dit dat de verhuurbaarheid op termijn vergroot.

Bij de realisatie dient rekening gehouden te worden met een paar centimeter meer vloerdikte (3 tot 5 cm, afhankelijk van leverancier en systeem). Het is mogelijk de vloerverwarming op te nemen in de afwerkvloer, soms kan deze ook in de vloer 'ingefreesd' worden. De mogelijkheden en onmogelijkheden van vloerverwarming dienen vooraf met de bewoners gecommuniceerd te worden. Zo is toepassing van nachtverlaging niet gewenst vanwege de langzame opwarmingssnelheid. Hoewel de meeste vloerafwerkingen met vloerverwarming zijn toegestaan, gelden hierbij wel beperkingen. Als deze minder is dan 0,13 (m<sup>2</sup>.K)/W is de vloerbedekking zonder meer geschikt. De mogelijkheden van soorten vloerbedekking zijn weergegeven in tabel 14.

Type vloerafwerking	Geschiktheid voor de woning
natuursteen	Altijd toepasbaar
tegels, siergrind	Altijd toepasbaar
hout, parket	De meeste soorten zijn toepasbaar, Parket van zacht hout (beuken, vuren, berken) is niet geschikt. Ook parket van lange planken is ongeschikt.
kurk	Niet toepasbaar
linoleum, marmoleum	Altijd toepasbaar

zeil, laminaat	Altijd toepasbaar, mits direct op de vloer gelijmd (dus niet zwevend)
tapijt of tapijttegels	De meeste zijn toepasbaar. Met foamrug of hoogpolig tapijt is ongeschikt. Er mag geen ondertapijt worden toegepast.

Tabel 14. Type vloerbedekking in relatie tot toepassing van vloerverwarming

### Gebruiksgemak

Bij de collectieve varianten is in de woning geen opwektoestel nodig. Omdat de warmte-installatie (huisinstallatie) veel kleiner is, bespaart deze ruimte binnen de woning. Net als bij een gasgestookte cv-installatie is de temperatuur in huis volledig regelbaar. Warmtelevering is bovendien voor de consument onderhoudsvrij, omdat dit de verantwoording is van de energieleverancier.

### Ventilatie

Vanwege het gebruiksgemak en binnenklimaat is in de varianten geen gebalanceerde ventilatie opgenomen. Deze stelt immers extra eisen aan het onderhoud van de luchttoevoerkanalen en de filters in de ventilatie-unit. Goede inregeling verdient hierbij extra aandacht, evenals het afsluiten van een onderhoudscontract. De milieuprestatie en kosten van de opgenomen CO2 gestuurde ventilatie is bijna gelijk aan gebalanceerde ventilatie.

### Koeling

Bij de varianten met warmtepomp kan het geleverde grondwater als koelmedium rechtstreeks in de vloer gebruikt worden voor koeling. Deze koeling geeft extra comfort in de woningen en daarmee een hogere woonkwaliteit. Bij de referentie, de energiezuinige variant en de variant met collectieve zonneboiler (en pelletbrander) is geen rekening gehouden met koeling. Hoewel dat hier wel mogelijk is, bv met geïntegreerde koelunits, zouden de kosten van deze variant aanzienlijk toenemen. Omdat deze koeling nog geen gangbare bouwpraktijk is, is deze niet meegenomen. Risico is wel dat de woningen uiteindelijk in een latere fase alsnog uitgevoerd worden met koelsystemen en daarmee belast worden met hogere kosten voor de plaatsing van energievragende airco's in de toekomst. Een slim ontwerp van de woning met zonwering, mogelijkheden voor spui-ventilatie en eventueel beperking van het raamoppervlak kan het risico oververhitting beperken of zelfs voorkomen.

### Bedrijfszekerheid

De gasreserves zijn beperkt. Op termijn kan het aardgas opraken en daarom zal een andere voorziening gecreëerd moeten worden. Vrijwel zeker zal de gasprijs in de toekomst fors gaan stijgen. De eventuele 'opvolgers' voor de HR ketel, de brandstofcel en de micro-wkk, worden momenteel in veldtesten uitgezet.

De continuïteit van de levering uit de collectieve installaties op langere termijn zal bij aanbesteding van de aanleg en exploitatie vastgelegd moeten worden. De exploitant zal garanties voor de levering moeten bieden.

## 6.3 Eigendom en beheer

Bij de HR107 varianten is de verwarmingsinstallatie in de woning van de woningeigenaar. In een koopwoning dient de bewoner zelf te zorgen voor onderhoud en vervanging, bij huurwoningen ligt deze verantwoordelijkheid bij de verhuurder. De bewoner kiest (na de

liberalisering van de energiemarkt) zelf een energieleverancier en betaalt vast recht voor onderhoud van het net. De bewoner met een HR CV ketel heeft een gasmeter voor verrekening van het verbruik. Als de woning met de individuele warmtepomp bronwarmte krijgt aangeboden via een collectief systeem betaalt deze, afhankelijk van de te kiezen organisatorische constructie, een vast recht voor deze levering.

Bij de collectieve installaties is de installatie, inclusief de warmtewisselaar in de woning, eigendom van de exploitant. Deze zorgt hiermee voor onderhoud en vervanging. Hiervoor wordt door de bewoner een vastrechttarief betaald. De bewoner heeft een warmtemeter (GJ-meter en eventueel voor warmtapwater een watermeter) voor verrekening van de afgenomen warmte.

## 6.4 Bestuurlijke consequenties

Bij een keuze voor warmtelevering (in welke vorm dan ook) dient de gemeente vast te leggen dat er geen gas aangelegd wordt naar de woningen. Trajecten voor warmtelevering worden aanbesteed via een openbare of niet-openbare procedure (met voorselectie). Daarin kan worden gekozen of een bepaalde voorziening wordt gevraagd waarbij een techniek wordt voorgeschreven. Ook wordt de aanbesteding wel op grond van prestaties gedaan. Er worden dan prestaties gevraagd voor de levering (comfort, temperatuurniveau, GIW etc), kosten en milieuprestaties. De financiële haalbaarheid is een verantwoordelijkheid en risico van de aanbiedende partij.

Er dient rekening gehouden te worden met een periode van minimaal 4 maanden voor deze procedure vanaf het moment van publicatie van de voorgenomen opdracht.

### Vergunningsaanvraag

In hoofdstuk 3 is reeds aangegeven dat voor het realiseren van een open (grondwater) bron een vergunning van de provincie is vereist. Het vergunningtraject heeft een doorlooptijd van ca. 8 maanden. Omdat de vergunning doorgaans wordt aangevraagd door de partij die de energievoorziening realiseert, en deze partij pas bekend is nadat het aanbestedingstraject is doorlopen, kost dit veel extra tijd. Deze planning van de bouw kan hierdoor ernstig vertraging oplopen of, als vast gehouden wordt aan de opgestelde bouwplanning, kan de lange duur een reëel risico vormen om (toch maar) af te zien van een energievoorziening met warmtepompen. Om dit risico uit te sluiten wordt daarom geadviseerd direct na het besluit van de gemeente voor een systeem met warmtelevering, en gelijktijdig aan de uitvoering van de aanbestedingsprocedure, reeds een vergunningsaanvraag in gang te zetten. In een later stadium kan de informatie uit het bodemonderzoek en de vergunningsaanvraag als informatie meegegeven worden bij het bestek of de Notitie van Inlichtingen en nadat een keuze voor een partij gemaakt is kan de vergunning overgedragen worden.

## 7 Financiële consequenties

Er zijn verschillende mogelijkheden om de eventuele (meer)kosten van de energieconcepten te verrekenen waardoor de investering uiteindelijk haalbaar is. In dit hoofdstuk wordt inzicht gegeven in de stijging of daling jaarlasten voor bewoners in de verschillende varianten.

Vervolgens wordt aandacht besteed aan:

- De mogelijkheden en aandachtspunten van outsourcing van een (deels) collectieve energievoorziening uitgewerkt. Hierin wordt kort aandacht gegeven aan de te stellen prestatie-eisen, gevolgen voor energielasten en toekomstgerichtheid.
- Subsidiemogelijkheden
- Een gevoeligheidsanalyse van stijging van energieprijzen en risico's bij outsourcing en exploitatie van de energievoorziening.

### 7.1 Woonlasten

Tegenover het voordeel in energiekosten bij lagere EPC staat veelal een hogere investering, wat zich vertaalt in hogere hypotheekkosten. De hogere hypotheeklasten (rentelasten) kunnen afgezet worden de daling in energielasten, zoals in paragraaf 5.4 is uitgewerkt. In de berekeningen is geen rekening gehouden met de stijging van energiekosten. Naar verwachting zullen de energiekosten in de komende jaren stijgen, zodat de varianten met een lager energieverbruik op termijn nog voordeliger uitpakken ten opzicht van de referentie. Bij de collectieve varianten is het daarom wel belangrijk bij contractvorming te kiezen voor een realistische indexatie, en deze niet te koppelen aan de gasprijs.

Geadviseerd wordt de toekomstige bewoners en de eventueel in het project betrokken makelaar(s) goed te informeren over de mogelijkheden met de energiebesparingsopties en de woonlastenconsequenties.

In verband met de duurzame energietoepassingen en energiebesparende maatregelen kan overwogen worden een groene hypotheek of klimaat hypotheek af te sluiten, waarbij het rentepercentage over het deel van de koopprijs van de woning dat veroorzaakt wordt door de duurzame installatie 1% lager is dan de gangbare marktrente. Bij een investering van € 10.000 is het voordeel € 100 per jaar. Voor nieuwe appartementen gaat het bedrag waarover de groene financiering kan worden betrokken naar € 65.000 en voor grondgebonden woningen naar € 100.000. Er kan bovendien ook extra hypotheek verstrekt worden omdat de energielasten lager zullen zijn.

### 7.2 Outsourcing van collectieve energievoorziening

Sommige vormen van energievoorziening, met name die waarbij een groot deel van de installatie buiten de woning gelegen is, zijn geschikt om door derden te laten exploiteren. Hierbij verzorgt een externe partij de volledige warmtelevering. Bij de keuze eigen beheer of outsourcing gaat het erom te bepalen waar de verantwoordelijkheid rondom de taken ontwerp en realisatie (Design en Build) en financiering en exploitatie (Finance en Maintenance) gelegd worden. Bij de laatste gaat het niet alleen om het technische beheer, maar ook om het juridische kader en de afrekening naar de bewoners. Een voordeel is dat externe exploitanten

daarbij gebruik kunnen maken van fiscale maatregelen (EIA) en groenfinanciering. Daardoor kan een project bij outsourcing goedkoper worden beheerd en geëxploiteerd.

Wonen Breburg heeft aangegeven geïnteresseerd te zijn in exploitatie van het energiesysteem in eigen beheer, of 'interne outsourcing'. Daarin is mogelijk een voordeel te halen omdat de rendementseisen op de financiering van de energievoorziening lager kunnen zijn. Daarnaast kan er meer toezicht zijn op de prestaties van het systeem. Het verkopen van warmte (en koude) maakt het bovendien mogelijk om (een deel van) de investering terug te verdienen. Als er intern een organisatie opgezet wordt met als doel energie te leveren, kan bovendien ook gebruik gemaakt worden van de EIA (energie investeringsaftrek)

Belangrijke voorwaarde bij outsourcing is aandacht voor de prestaties op het gebied van energiebesparing en CO<sub>2</sub>-reductie, de garanties voor een betrouwbare, bedrijfszekere energievoorziening en garanties over de investeringen en energiekosten. Deze punten dienen te worden opgenomen in de overeenkomst met de externe leverancier. Dat kan door middel van prestatieafspraken. De vrijheid van keuze van energieleverancier is dan beperkt tot elektriciteit. De in voorbereiding zijnde Warmtewet beoogt de bescherming van de afnemer van warmte. In de wet zullen daarom garanties voor levering en bepalingen rondom redelijke tarieven worden opgenomen.

## 7.3 Aandachtspunten outsourcing van collectieve voorziening

### Keuze voor energieleverancier

Dankzij de liberalisering van de energiemarkt kunnen huishoudens vanaf 1 juli 2004 voor hun gas- en elektriciteitsgebruik kiezen uit meerdere aanbieders. Zij kunnen dan een leverancier uitzoeken met het beste aanbod qua prijs, service, betrouwbaarheid etc. Er kunnen immers meerdere leveranciers via hetzelfde netwerk hun inkoop en verkoop laten plaatsvinden. Bewoners met een aansluiting op een collectieve warmtevoorziening krijgen die mogelijkheid niet. Zij zijn gebonden aan de distributeur die eigenaar is van het warmtenet en kunnen dus niet kiezen voor een concurrerende aanbieding, de gasklanten wel. De warmteklanten zijn gebonden aan de tariefstelling van de eigenaar van het warmtenet. Het is van belang hierover heldere voorwaarden te formuleren in contracten met de warmtedistributeur. De Warmtewet (onlangs aangenomen door de Eerste Kamer) moet onder andere de belangen van afnemers van collectieve warmte beschermen, en geeft aan dat er (afhankelijk van het lokale systeem) een maximale tariefstelling komt. Goede afspraken zijn eveneens nodig ten aanzien van de leveringszekerheid en energiezuinigheid van de opwekking, zie volgende paragraaf.

### Programma van Eisen

Hoewel outsourcing de mogelijkheid biedt alle 'zorg' voor de installatie extern te leggen, betekent dit niet dat de opdrachtgever zijn verantwoordelijkheid ten aanzien van de prestaties van de installatie naast zich neer legt. In het belang van een goede verhuurbaarheid en verkoopbaarheid op termijn dient bij aanvang van de outsourcing contractueel een aantal afspraken gemaakt te worden. Er dienen zorgvuldig eisen en voorwaarden (prestaties) aan de installatie te worden gesteld. Deze moeten vooraf in een programma van Eisen worden vastgelegd. In ieder geval moeten vooraf afspraken gemaakt te worden aangaande:

- Functioneel: prestaties van de energievoorziening (leveringstemperaturen, leveringsdebieten et cetera)
- Comfort: eisen aangaande ruimtetemperaturen, binnenklimaat, opwarmingssnelheid etc

- Milieutechnisch: eisen aangaande CO<sub>2</sub> reductie, besparing ten opzichte van een referentie e.d.
- Financieel: verrekening van aansluitkosten, een eventueel vastrecht en de warmte-eenhedsprijs. De wijze van indexering van tarieven dient vastgesteld te worden.

Eveneens dient nauwkeurig aangegeven te worden wat de consequenties van de warmtevoorziening zijn voor de bouwkundige realisatie van het complex, voor de omgeving en de gebruikers.

Bij het in werking treden van de Warmtewet, krijgt de DTe toezichthoudende taken. Over de precieze uitwerking daarvan is op dit moment echter nog weinig bekend. Wel is bekend dat, met de doelstelling de bescherming van de afnemer, maximale prijzen gesteld zullen worden. Ook zal aandacht gegeven worden aan de prijsstelling, waarbij redelijke prijzen (in het licht van de kosten van de exploitatie) zullen moeten gelden.

### **Prijsstelling en –indexatie**

Bij de collectieve varianten wordt vaak uitgegaan van toepassing van het zogenaamde “niet meer dan anders”-principe. Hierbij wordt het tarief voor warmtelevering afgestemd op het tarief voor gas, waarbij er van uitgegaan wordt dat de bewoner in een woning met collectieve warmtelevering niet meer betaalt dan in een vergelijkbare gaswoning. Het tarief ligt momenteel op ca. € 25. Dit is een gangbaar warmtetarief in de markt. Bij aanbesteding van de collectieve warmtelevering kan dit tarief onderhandeld worden. Hierbij kan uitgegaan worden van een lager tarief, bv 10% beneden het zgn. NMDA-tarief. Verwacht wordt dat er in de op handen zijnde warmtewet een maximumprijs voor warmte vastgelegd zal worden, gebaseerd op de werkelijke kosten voor de voorziening, inclusief een redelijke vergoeding voor de ondernemer.

Bij de aanbesteding is het daarom van belang welke prijs geboden wordt en meer nog hoe indexatie plaatsvindt. De energieprijzen zijn de laatste jaren, sinds 2000, met ruim 80% gestegen. Naar verwachting stijgen deze de komende jaren verder. Bij indexatie aan de hand van de gasprijs zal de warmteprijs veel sneller stijgen dan wanneer deze gekoppeld is aan de consumentenprijsindex (CPI).

## **7.4 Flexibiliteit, toekomstgerichtheid en bedrijfszekerheid**

Aansluiting op een all-electric variant is toekomstbestendig: het elektriciteitsnet kan goed ingevoed worden door elektriciteit van verschillende, duurzame, herkomst. Warmtelevering is bedrijfszeker en de gebruiker kan 24 uur per dag net zoveel warmte afnemen als hij nodig heeft. De installaties en leidingen voldoen aan de hoogste veiligheidseisen. Warmtelevering is veilig, omdat er geen gas in huis is. Gevolg is wel dat de gebruikers van warmte moeten koken met behulp van elektriciteit (inductie - en keramische kookplaten en magnetrons). Ook de realisatie van lagetemperatuurverwarming is een keuze voor flexibiliteit: deze kan immers gevoed worden met warmte van lage temperatuur die op verschillende wijze is opgewekt.

De gasreserves zijn beperkt. Op termijn kan het aardgas opraken en zal daarmee een andere voorziening gecreëerd moeten worden. Vrijwel zeker zal de gasprijs in de toekomst verder stijgen. De eventuele 'opvolgers' voor de HR ketel, de brandstofcel en de micro-wkk, worden momenteel in veldtesten uitgezet.

Een warmtenet kan voortdurend uitgebreid worden en aan diverse warmtebronnen gekoppeld worden. Daardoor kan in de toekomst een meer duurzame of meer energiezuinige warmtebron worden toegepast. Het is mogelijk om een project gefaseerd te laten groeien door in etappes

verscheidene warmtebronnen aan een warmtedistributiesysteem te koppelen. Ter illustratie: in eerste instantie kunnen de woningen op een eenvoudige gasketel worden aangesloten om ze vervolgens bij de eindoplevering aan te sluiten op een collectieve warmtepompinstallatie.

De continuïteit van de warmtelevering op langere termijn zal bij aanbesteding van de aanleg en exploitatie van de energie-infrastructuur vastgelegd moeten worden. De exploitant zal garanties voor de levering moeten bieden. De aanbestedende partij zal garanties met betrekking tot de minimale warmteafname moeten geven. Dit laatste betekent dat de consequenties voor het wegvallen van energievraag, hetzij doordat de geplande bouwplannen niet doorgaan, hetzij dat (delen van) de wijk niet aangesloten worden, vooraf vastgelegd moeten worden.

## 7.5 Subsidieregelingen: EIA en SDE

### EIA-subsidie

Indien de installatie door een externe partij wordt gerealiseerd kan een fiscaal voordeel in het kader van de EIA worden aangevraagd, waardoor de terugverdientijd wordt verlaagd. De EIA werkt via aftrekpost voor vennootschaps- of inkomstenbelasting. Bij deze regeling kan een deel van de investering (44%) in een duurzaam productiemiddel afgetrokken worden van de fiscale winst. Hiermee is het mogelijk maximaal 11,2% van de investeringkosten terug te ontvangen, in het geval van aftrek van vennootschapsbelasting en meer in het geval van inkomstenbelasting, wegens de hogere belastingtarieven (eenmanszaak of v.o.f.). NB voorwaarde is dus dat er sprake is van een productiemiddel (de elektriciteit wordt opgewekt en verkocht) en dat er winst is.

### SDE regeling

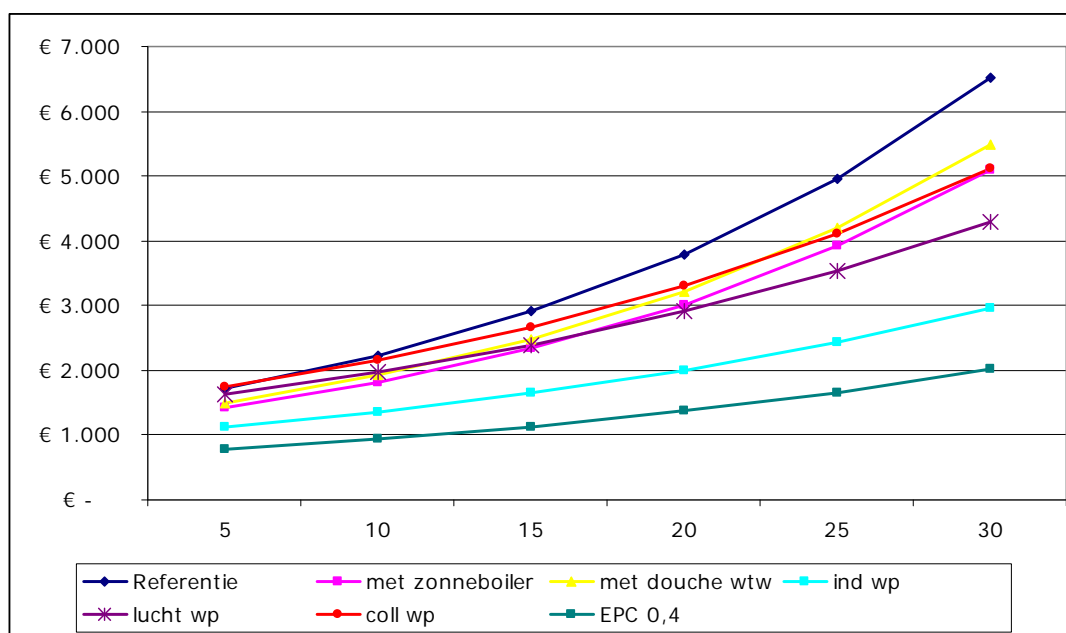
De SDE (stimuleringsregeling duurzame energie) is de opvolger van de vroegere MEP. In deze regeling wordt voor o.a. zonnestroomsystemen een vergoeding gegeven per geproduceerde kWh. In 2008 voorzag de regeling in een vergoeding van € 0,33 per geproduceerde kWh. De hoogte van de subsidie wordt jaarlijks vastgesteld en is onder andere afhankelijk van de in dat jaar relevante energieprijzen. De subsidie voor zonnestroompanelen wordt verstrekt voor een periode van 15 jaar.

## 7.6 Gevoeligheidsanalyse

### Energieprijzen

De energieprijzen zijn de laatste jaren sterk gestegen. De gasprijs is sinds 2000 met ruim 110% gestegen, de elektriciteitsprijs met ruim 80%. De inflatie was in deze periode ca 2 tot 3%. Bij een lineair verloop van deze stijging zou dit betekenen dat de varianten waarvan de jaarkosten bepaald worden door de component gas op termijn relatief duurder zullen worden dan de varianten waarvan de kosten bepaald worden door elektriciteit. Bovendien worden de kosten van vastrecht en onderhoud in principe bepaald door de consumentenprijsstijging (CPI) of de BDB index. Bij outsourcing van de installatie is het daarom belangrijk contractueel vast te leggen op basis waarvan prijsindexatie plaatsvindt.

De jaarkosten van de varianten zijn in grafiek 14 over 30 jaar vergeleken bij verschillende (energie) prijsstijgingen.



Figuur 15. CPI=2,5%, gas = 6 %, elektriciteit 4 %, warmte 5 %

In figuur 15 is het verloop van de totale kosten weergegeven. Hierbij is uitgegaan van een stijging van de vaste kosten met de CPI, bij de variabele kosten geldt een variërende stijging per kostendrager, zoals die zich in de markt laat zien. De afbeelding laat zien dat, als de gasprijs iets meer stijgt dan de elektriciteitsprijs en de CPI op termijn een forse in (verdien)potentie ontstaat: de referentie is dus snel duurder. Bij deze varianten is uitgegaan van de zeer lage onderhoudskosten bij de individuele warmtepomp met gesloten bodemwisselaar. Indien deze vervangen wordt door een (collectieve) grondwaterbron, dan zullen de vaste (onderhouds) kosten toenemen. De variabele energiekosten zullen echter dalen. De aanvankelijk wat hogere kosten bij de collectieve warmtepomp vlakken op termijn af doordat uitgegaan is van een lagere stijging van de warmteprijs: deze is immers slechts ten dele gekoppeld aan de gasprijs.

## 7.7 Organisatorische consequenties

### Exploitatie en planning

De aanleg van een (semi-) collectieve installatie kent bijzondere exploitatierisico's. De hoge initiële investeringen moeten terugverdiend worden door een hoog tempo van aansluiten van gebruikers en de levering van energie. Daarbij zijn de volgende risico's aanwezig:

1. lange ontwikkelingstijd van de locatie
2. risico dat het bouwvolume kleiner wordt in de tijd
3. versnelde verlaging van de landelijke EP-eisen

Hogere risico's vertalen zich in de prijs. Hier dient terdege rekening mee gehouden te worden. Dat kan bijvoorbeeld door gefaseerde aanleg en hulpinstallaties te zoeken waardoor de hoogste investeringen worden uitgesteld en meer zekerheid wordt verkregen over tijd, bouwvolume en EPC-eis. Zekerheid op het gebied van bouwvolume zorgt ervoor dat de exploitatie niet negatief wordt beïnvloed door dalende of uitgestelde onroerend goed

investeringen. Een daling van de EPC-eis leidt tot een lagere warmteafzet, al biedt warmtelevering nog een goede exploitatiemogelijkheid omdat de stijgende vraag naar warmtapwaterlevering hier deels een compensatie voor is.

De uiteindelijke exploitant van de warmtelevering kan zelf, door middel van aantrekkelijke aanbiedingen, meer klanten voor haar warmtenet werven.

### **Keuze gas of warmte**

NB Daar waar tot voor kort de kosten van de aanleg van de gasleiding in een gebied slechts verrekend werd met een aansluitbijdrage (en verder via de levering van gas en het vast recht), moet de gemeente tegenwoordig betalen voor de aanleg van de gasleiding.

## 8 Samenvatting, conclusies en aanbevelingen

### 8.1 Samenvatting

In deze studie is een onderzoek gedaan naar de meest optimale energie-infrastructuur voor Fasen 1 en 2 en het dr. Struyckenplein in de Heuvel in Breda. Hiertoe zijn in eerste instantie alle potentieel mogelijke beschikbare energietechnieken beschouwd en gerelateerd aan de locatie en bouwopgave. Op basis van de beschikbare geschikte mogelijkheden is een aantal geschikte energievarianten ontwikkeld. Naast de referentievariant, waarbij voorzien wordt in warmte met een HR CV-ketel (waar mee vergeleken wordt) zijn dit de varianten:

- Referentie bouwbesluit (wijkt af van de referentie door verwarming met radiatoren ipv vloerverwarming (ltv))
- 1a: energiezuinig: extra isolatie en efficiënte ventilatie
- 1b: energiezuinig: 1a + zonneboiler en zonwering
- 2a: 1a + individuele warmtepomp (met koeling)
- 2b: 1a + aansluiting op WKO (met koeling)
- 3a: 2a + vraaggestuurde ventilatie (op CO<sub>2</sub>-concentratie) en douche-wtw
- 3b: 2b + vraaggestuurde ventilatie (op CO<sub>2</sub>-concentratie) en douche-wtw
- 4: 1a + aansluiting op collectieve warmtelevering met zonneboiler (10m<sup>2</sup> per woning) en naverwarming met collectieve HR107, zonwering. (optie: naverwarming met pelletkachel)

Deze varianten zijn beschreven en de consequenties zijn per variant uitgewerkt: hierbij is beoordeeld op de consequenties voor:

- de resulterende EPC en het energiegebruik, de te realiseren CO<sub>2</sub>-reductie en de EPL
- de investeringen en de woonlasten
- de bouwkundige en stedenbouwkundige consequenties
- het comfort en gebruiksgemak

### 8.2 Conclusies

Met de verschillende energievarianten kan tegemoet gekomen worden aan de energieambitie voor de Heuvel. Deze ambitie omvat een minimale EPL van 7,2 en streven naar een EPL van 7,4. De gemeente ambieert tevens in haar klimaatbeleid een EPC van maximaal 0,72.

Daarnaast geldt dat er vanaf 2011 gebouwd moet worden met een EPC van 0,60.

1. Met bijna alle varianten is de door de gemeente geambieerde EPL 7,2 te realiseren. Met 1b (energiezuinig met zonneboiler), 2a en 2b, individuele en collectief WKO en 3a en 3b, beide WKO met vraaggestuurde ventilatie en de variant met de collectieve zonneboiler. Met deze varianten wordt ook voorzien in de te verwachten EPC na 2011 en de EPC conform Breburg referentie. Met WKO (individueel en collectief) en de variant met de collectieve zonneboiler met pelletbrander is bovendien ook de EPL 7,4 te realiseren.
2. De extra investeringen voor maatregelen om de EPC te reduceren worden gecompenseerd door lagere energielasten in de woningen. Voor koopwoningen kan deze compensatie inzichtelijk gemaakt worden door de lagere energielasten te relateren aan de hogere hypotheeklasten. Met andere woorden: niet alleen kijken naar de hypotheeklasten, maar naar de totale woonlasten.

3. Voor huurwoningen zijn wijzigingen in voorbereiding van het woningwaarderingstelsel (het puntenstelsel). In de toekomst zal de energiezuinigheid van een woning meegewogen worden bij het bepalen van de maximale huurprijs. Voor woningen met lage energielasten mag dan een hogere huurprijs worden gevraagd, omdat het gaat om de totale woonlasten voor de huurder. Hiermee kan een woningcorporatie duurzame investeringen gemakkelijker terugverdienen.
4. Het financieren van maatregelen kan op diverse manieren. Een optie om de meerkosten van energiebesparende maatregelen te beperken is door outsourcing aan externe partijen. Dit verlaagt de initiële investering, waarbij externe partijen fiscale voordelen kunnen benutten om de exploitatie van een duurzame energievoorziening te financieren. Het gewijzigde woningwaarderingstelsel, in voorbereiding, en de inwerkingtreding van de EPBD leveren realistische mogelijkheden om de energieprestaties te waarderen. Energiebesparende maatregelen zijn zo te financieren zonder verhoging van de totale woonlasten.
5. Energiezuinige woningen verbeteren de kwaliteit van de woningvoorraad van de corporatie. Uitvoeren van maatregelen op dit gebied zorgen er dus ook voor dat de waarde van het woningbestand in stand gehouden (of verbeterd) wordt. Hiermee heeft de bouw van nieuwe woningen met een laag energieverbruik en toepassing duurzame energie ook een functie in het strategisch voorraadbeheer.
6. Laatste optie is het goed aanprijzen van een energiezuinige woning bij toekomstige huurders en kopers van de woningen door voorlichting, ook aan de betrokken makelaars. Voordeel voor de koper zijn de lagere energielasten en het hogere comfort.
7. Bij de warmteleveringsvarianten en de woningen met individuele warmtepomp (varianten 2a en b, 3a en b en 4) worden de woningen op basis van kostenoverwegingen niet aangesloten op een gasdistributienet. Willen de bewoners wel op gas koken dan zijn de consequenties van een gasnet voor kookdoeleinden: extra aansluitkosten en vastrecht kosten. Het koken kan bijvoorbeeld op inductie plaatsvinden. Het kookcomfort blijft vergelijkbaar met het koken op gas en de veiligheid wordt verhoogd.
8. Bij aansluiting op een collectief systeem hebben de bewoners geen vrije keuze van energieleverancier. Er dient daarom rekening mee gehouden te worden dat er goede contractafspraken gemaakt worden aangaande de prestaties (technisch, energetisch), de tariefstelling en de indexatie van de tarieven. De collectieve warmtelevering kan op verschillende manieren gerealiseerd worden. Er kan gekozen worden voor volledige outsourcing, waarbij een externe partij het systeem aanlegt en exploiteert. Een andere mogelijkheid is 'interne outsourcing' door Wonen Breburg, waarbij bijvoorbeeld de financiering in eigen handen blijft. Overig past een collectief systeem organisatorisch en psychologisch met name goed aan bij gestapelde bouw, omdat er reeds een gezamenlijkheid van verhuur of Vereniging van Eigenaren is die kan beheren.
9. Het EPL model heeft geen geldigheid voor de utiliteit. De besparingen die hier gerealiseerd kunnen worden zijn in principe echter vergelijkbaar. Voor de variant met de warmtepomp geldt dat de besparingen echter hoger zullen zijn omdat met vrije koeling met grondwater in een substantieel deel van de koelvraag kan voorzien, in plaats van met energie onzuinige koelmachines. Bovendien leveren deze een hoger comfort en voorkomen zij geluidoverlast. Bij aansluiting van de utiliteit op de collectieve bron wordt het economisch draagvlak vergroot.
10. De bodem van de locatie is in principe geschikt voor WKO, maar de VOCL-vervuiling ten noorden van het gebied kan een bedreiging vormen. Er zijn twee mogelijkheden om toch WKO toe te passen: (1) Synergie met de bodemsanering. Er moet onderzocht worden of het grondwaterdebiet van de sanering voldoende groot is voor WKO (100-200 m<sup>3</sup>/h), en

of deze hoeveelheid water voldoende dichtbij de bouwlocatie beschikbaar is. Dit kan een kostenvoordeel opleveren. (2) WKO met gebruikmaking van grondwater uit een niet-vervuild dieper liggend watervoerend pakket. Voorwaarde is dat de diepere watervoerende pakketten niet vervuild zijn met VOCL. In dat geval beïnvloeden de sanering en WKO elkaar niet. Verwacht wordt dat optie 2 realistischer is, mede in verband met redoxgrenzen en de vrijere keuze voor het zoeken van de geschikte bronlocatie. Voor WKO is altijd een nader bodemonderzoek (deskstudie) en een vergunning van de provincie in het kader van de grondwaterwet nodig.

### 8.3 Aanbevelingen

1. Realiseer de woningen en utiliteit met een zogenaamd 'duurzaam casco': laag energiegebruik en klaar voor (toekomstige) duurzame energievoorziening. Dit wordt bereikt door eenvoudige maatregelen zoals goede isolatie, hoogwaardige detaillering ter voorkoming van koudebruggen en tocht, douche-wtw en vloerverwarming. (zie variant 1a energiezuinig) Een deel van deze maatregelen is onderdeel van de standaard bouwpraktijk van Wonen Breburg en ook de gemeente stuurt hierop door naast een EPL van 7,2 te sturen op een EPC van 0,72. Dit ter voorkoming van gebouwen met een hoog energiegebruik wat gecompenseerd wordt in de duurzame opwekking van energie.
2. Vanwege kostenoverweging wordt geadviseerd, bij positief effect van de studie, bij WKO te opteren voor een collectieve grondwaterbron zowel voor de woningen als de utiliteit. Voor de gestapelde bouw en grondgebonden woningen wordt de WKO dan uitgelegd als collectieve warmte- en koudelevering, aan de grondgebonden woningen in lagere dichtheid (koopwoningen) wordt via een collectief net grondwater geleverd. Deze woningen zijn dan voorzien van een individuele warmtepomp, die gebruik maakt van het grondwater uit de collectieve bron.
3. De variant met warmtepomp en WKO hebben als voordeel dat de woningen kunnen worden gekoeld. Ook in de doorberekening van de andere varianten zou koeling meegenomen kunnen worden door opname van een conventionele airco of split unit. Dit is echter ongebruikelijk, maar logischerwijs vallen de andere varianten hierdoor duurder en minder duurzaam uit. Koeling betekent echter meer comfort en een grotere gebruikskwaliteit van de woningen.
4. Indien WKO niet mogelijk is wordt geadviseerd als terugvalvariant te kiezen voor variant 4, waarbij de gestapelde bouw voorzien wordt van de collectieve warmtelevering met pelletkachel en collectieve zonneboiler en de grondgebonden woningen worden uitgevoerd als variant 1b, zo mogelijk met een zuiniger ventilatiesysteem.
5. De gemeente dient een bestuurlijk besluit te nemen, en dit vast te leggen in de Bouwverordening, dat er geen gas wordt aangelegd en de woningen verplicht aangesloten worden op de te realiseren voorziening voor warmte (het warmtenet dan wel het grondwaternet bij keuze voor individuele warmtepompen op grondwater)
6. De EPC en daarmee het primair fossiel energieverbruik en de CO<sub>2</sub>-emissie kunnen verder omlaag gebracht worden door toepassing van PV (zonnestroom). Voor pv-systemen kan vanaf 1 april 2009 weer SDE-subsidie op de opbrengst verkregen worden, gedurende 15 jaar. Geadviseerd wordt in ieder geval alle woningen voor te bereiden op de plaatsing van PV (en eventueel zonneboiler) door het leggen van een loze leiding van het dak naar de meterkast (voor PV) of een mantelbuis (voor een zonneboiler).
7. Windenergie kan op kleine schaal toegepast worden door kleine windmolens op de hoogste gebouwen. Hiermee kan een deel van het elektriciteitsverbruik gecompenseerd worden. Naast een effect op de CO<sub>2</sub>-reductie kunnen deze tevens een visuele functie hebben.

8. Bij meer compacte en geclusterde bouw is collectieve WKO een goedkopere optie in de investering. Tariefstelling bij warmtelevering, geldig bij bijna alle varianten met collectieve voorziening, vindt nu veelal plaats op basis van het "Niet-Meer-Dan-Anders principe (NMDA principe). Aanbevolen wordt in een aanbesteding nadrukkelijk eisen te stellen aan de wijze van tariefstelling, en dan vooral de wijze van indexering. Aanbevolen wordt aan te sluiten bij een systeem gebaseerd op werkelijke en redelijke kosten. Dit sluit aan bij de nieuwe Warmtewet die op korte termijn in werking zal treden.
9. Voor de koopwoningen wordt aanbevolen in de communicatie bij de verkoop de mogelijkheden van het meefinancieren van de meerkosten in de hypotheek op te nemen. Met groenfinanciering of de klimaat hypotheek kan een lagere rente verkregen worden. Voor de huurwoningen wordt aanbevolen wegen te zoeken om enerzijds te proberen de reductie aan woonlasten in de huur te (gaan) verdisconteren en anderzijds mogelijkheden aan te wenden om meerkosten te kunnen verevenen in de exploitatie door deze bij een externe partij te leggen: meerkosten kunnen dan in de verbruikskosten (vast recht of levering) worden opgenomen.
10. Hoewel er op dit moment geen subsidiemaatregelen beschikbaar zijn om tegemoet te komen in de meerkosten van duurzame energie wordt geadviseerd alert te zijn op mogelijkheden. Bij outsourcing kan de externe partij die de voorziening realiseert gebruik maken van een fiscaal voordeel in het kader van de EIA regeling. Hiervan kan ook gebruik gemaakt worden door een (nog op te richten) 'energiebedrijf' van Wonen Breburg (interne outsourcing). Voor pv-systemen en (kleinschalige) windturbines kan vanaf 1 april 2009 weer subsidie verkregen worden in het kader van de SDE-regeling. Het betreft een subsidie per hoeveelheid geproduceerde hernieuwbare elektriciteit, gedurende meerdere jaren.
11. Binnen de studie staan energie en comfort centraal. Uitwerking van dit thema zal in evenwicht met de andere (milieu)kwaliteiten dienen te gebeuren. Aanbeveling is daarom ambities voor de bredere woonkwaliteit in kaart te brengen en mogelijkheden in de afweging te betrekken met een prestatie-instrument GPR Gebouw. Daarin zijn een Consumentenlabel (voor herkenbaarheid bij de woonconsument) en een module Materialen opgenomen die betrouwbare resultaten op basis van levenscyclusanalyse (LCA) benadering levert.

# Bijlage 1. Warmte-koudeopslag

## Warmtepomp

Een warmtepomp is een verwarmingstoestel waarmee warmte van een lage temperatuur (bijvoorbeeld grondwater van 10°C) wordt omgezet naar een hogere temperatuur om te gebruiken voor ruimteverwarming en warmtapwater. Hiervoor dient een relatief kleine hoeveelheid energie te worden toegevoerd aan de compressor van de warmtepomp. De warmtepomp heeft hiermee een opwekkingsrendement van 130 tot 180%. Warmtepompen leveren een aanzienlijke bijdrage aan de verlaging van de EPC.

In de basis bestaat een systeem met warmtepompen uit de onderstaande onderdelen:

- bron;
- opwekking;
- afgifte.

Met deze basisopbouw kunnen verschillende logische systeemconcepten worden uitgewerkt.

## Bron

De in Nederland meest gangbare bronnen waar energie aan kan worden onttrokken zijn:

1. Uit de woning afgezogen ventilatielucht. Deze wordt vooral gebruikt in warmtepompboilers.
2. Warmte onttrokken aan de bodem door een verticale of horizontale bodemwarmtewisselaar. Bodemwarmtewisselaars bestaan uit een of meerdere U-lussen. Horizontale systemen liggen op ca. 1 tot 3 meter diepte, waarbij een aanzienlijk oppervlak grond vereist is. Verticale bodemwisselaars worden diep in de bodem aangebracht door sondering of boring.
3. Warmte onttrokken uit grondwater. Het temperatuurniveau van grondwater in diepe zandlagen op ongeveer 50 à 150 m diepte is gedurende het gehele jaar circa 12°C. Om dat te benutten dient een bronnensysteem aangelegd te worden waarmee het grondwater uit een diepere watervoerende laag (aquifer) kan worden opgepompt. Ten behoeve van de grondwateronttrekking dienen zowel een onttrekkingbron als een injectiebron te worden aangelegd. Tussen grondwater en warmtepomp moet een warmtewisselaar worden geplaatst om vervuiling van het grondwater en de warmtepomp uit te sluiten.
4. Warmte uit oppervlaktewater. Indien in de nabijheid voldoende oppervlaktewater, bijvoorbeeld uit een rivier, meer of zee en, voor kleinere projecten, een vijver beschikbaar is kan deze als bron fungeren.

Andere mogelijkheden van warmteonttrekking zijn:

5. Warmte uit buitenlucht door een warmtewisselaar. Met behulp van een ventilator wordt buitenlucht aangezogen en door een warmtepomp in temperatuur omhoog gebracht. Een nadeel is dat deze energiebron anticyclisch is: de grootste warmtevraag doet zich voor als de buitentemperatuur laag is.
6. Warmte gewonnen uit een energiedak of asfaltcollectoren. Met behulp van collectoren wordt door middel van de opvallende zonnewarmte warmte onttrokken aan de buitenlucht. Deze bron wordt vooral toegepast voor regeneratiedoeleinden: deze bron kan worden gebruikt om de in een aquifer opgeslagen energie aan te vullen, als de onttrokken en opgeslagen warmte in zomersituatie niet voldoende is om in de winter aan de warmtevraag te voldoen.

7. Restwarmte. Deze kan verkregen worden uit interne of externe bronnen. Interne bronnen zijn bijvoorbeeld afvoerlucht van het ventilatiesysteem of rioolwater. Externe bronnen worden gevormd door restwarmte van industriële processen, elektriciteitscentrales of koelbehoeften van gebouwen in de nabijheid.

De toepasbaarheid van een bron hangt af van:

- het temperatuurniveau en de warmteoverdrachtseigenschappen;
- de beschikbaarheid, zowel geografisch als in de tijd;
- de grootte en complexiteit van de installatie voor het bruikbaar maken van de bron;
- de investeringskosten en de kosten voor onderhoud en exploitatie.

Efficiënte bronnen zoals grondwater of de bodem zijn voor individuele toepassingen relatief kostbaar in verband met de benodigde installaties. Het collectieve gebruik dergelijke bronnen (voor meerdere individuele warmtepompen) of het tegelijkertijd realiseren van de bronnen in grotere projecten is daarom vaak voordelig.

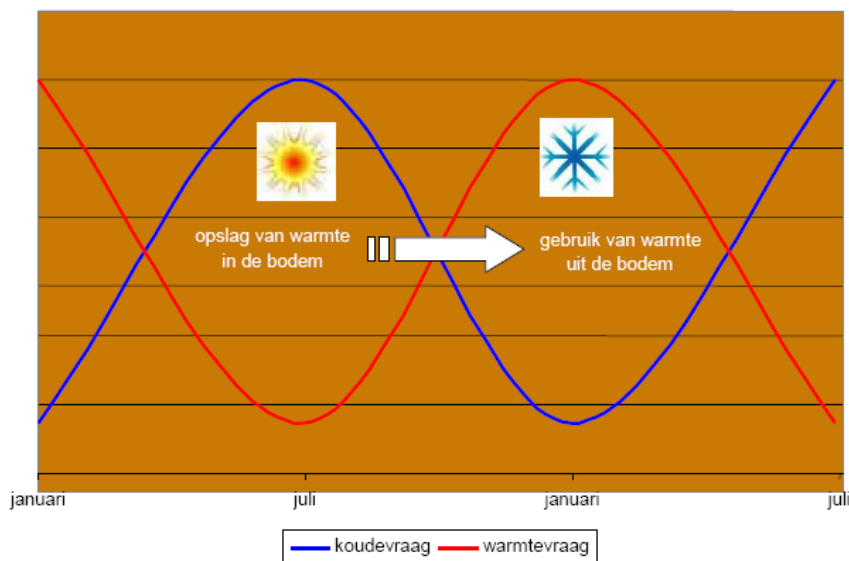
### **Soorten warmte- en koudeopslagsystemen**

Een doorstroom- of recirculatiesysteem (RC) is een energiesysteem waarbij grondwater altijd uit één put wordt onttrokken en het afgekoelde dan wel opgewarmde water weer via een andere put in de bodem wordt geloosd. Deze systemen zijn geen echt warmte/koude opslagsystemen, omdat in dergelijke systemen het niet het beoogde doel is om een 'warme' en 'koude' bel te creëren. Dit is wezenlijk anders dan de "echte" warmte- en koudeopslag, waarbij juist getracht wordt een voorraad koud of warm water in stand te houden. Er is geen sprake van periodieke omdraaiing van de stromingsrichting in het systeem. Naast de eventueel benodigde ontheffingen van de boringsvrije zone of een Gww-vergunning is op deze systemen het Lozingenbesluit bodembescherming van toepassing, omdat er in een deel van het jaar sprake is van lozen van ter plaatse opgepompt grondwater waaraan warmte is toegevoegd. Dit besluit geldt ongeacht de grootte van dit soort systemen of de temperatuurverschillen. De noodzaak van deze ontheffing is vaak onbekend en onbegrepen. Bovendien zitten aan een dergelijke ontheffing nogal wat haken en ogen en behoorlijk zware wettelijke verplichtingen van monitoring en analyses.

Bij seizoenopslag wordt 's zomers het warmteoverschot opgeslagen en 's winters weer onttrokken (figuur B1). Door water op te pompen en haar 'warmte' af te geven aan de warmtepomp koelt het af.

Door dit relatief koudere water terug te brengen in de bodem neemt de temperatuur van het grondwater ter plaatse van de infiltratiebron af. Na enige tijd infiltreren ontstaat een 'bel' koud grondwater rondom de infiltratiebron. Wordt er in het volgende seizoen grondwater onttrokken uit de gevormde koude bron, dan wordt dit koude water aan een koelinstallatie van een gebouw of proces toegevoerd, waar het wordt gebruikt voor koeling. Het water neemt warmte uit het gebouw op en brengt het opgewarmde water terug in de bodem. Behalve een koude bron ontstaat nu ook een warme bron. De warmte kan in de winter gebruikt worden voor verwarming van het gebouw via de inzet van warmtepompen (zie figuur B2).

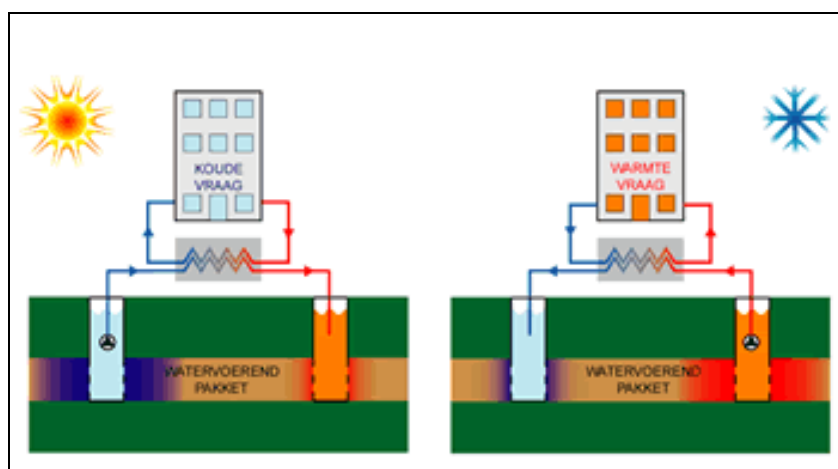
Dit soort systemen wordt toegepast in de woningbouw, de utiliteit, op bedrijventerreinen en in de glastuinbouw. Het is geschikt voor zowel nieuwbouw als renovatie/herstructurering.



Figuur B1: Opslag van warmte in de zomer en gebruik van warmte in de winter [Bron: If Technology]

Lange termijn warmteopslag kan plaatsvinden in:

- Een 'aquifer'. Dit is een watervoerende bodemlaag. Een voor warmteopslag geschikte aquifer bestaat meestal uit een zandlaag die is omgeven door 'waterdichte' (horizontale) lagen klei. De grondwaterstromen in de zandlaag mogen slechts een beperkte snelheid hebben om warmteverliezen te beperken. Er is slechts weinig energie nodig om het opslagmedium rond te pompen. Daardoor zijn bodemopslagsystemen zeer energiezuinig en een prima alternatief voor conventionele warmte/koudeopwekking.
- Een watervoorraad. Diverse uitvoeringen zijn mogelijk zoals een metalen of betonnen tank, of een in de bodem uitgegraven put met bekleding.
- Buizenstelsel in zand-, klei- en veenlagen. De warmte wordt via een buizenstelsel aan de bodem afgegeven en weer teruggewonnen. De buizen kunnen ook opgenomen zijn in heipalen. Ook bij het buizenstelsel mogen de grondwaterstromen natuurlijk niet te groot zijn.



Figuur B2 Principeschema open systeem [Bron: If Technology]

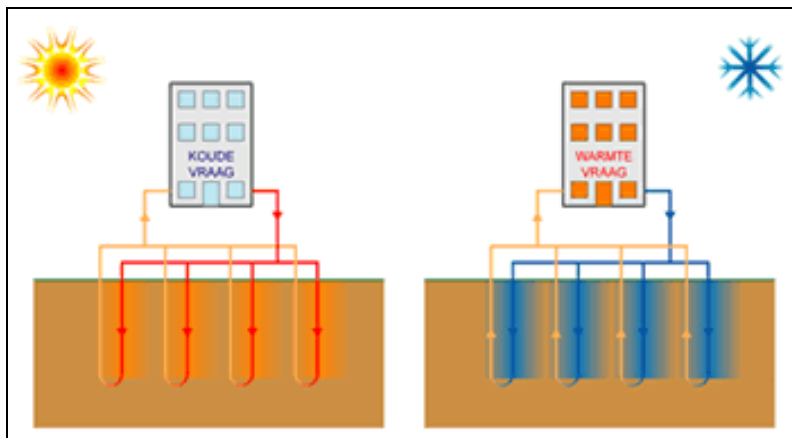
In de woningbouw wordt seizoenopslag in toenemende mate toegepast door warmteopslag in de bodem in grondcollectoren (gesloten bronnen) en in diepere zandlagen (aquifer: open bronnen genoemd).

### Open en gesloten

De termen “open systemen” en “gesloten systemen” duiden op het al dan niet oppompen van het opslagmedium.

- Open systemen. Deze onttrekken energie uit grondwater dat wordt opgepompt door middel van één of meerdere bronnen. Ze worden ook wel grondwatersystemen genoemd.
- Gesloten systemen. Deze onttrekken energie door middel van – bijvoorbeeld - lussen die in de bodem zijn geplaatst. Ze worden ook wel bodemwarmtewisselaarsystemen genoemd. Bij gesloten systemen wordt een transportmedium (meestal leidingwater, eventueel met toevoeging van een antivriesmiddel) door lussen in de bodem gepompt. De bodem geeft haar temperatuur, die door het jaar heen vrij gelijk is, af aan deze vloeistof.

Een bodemwarmtewisselaarsysteem bestaat uit verticaal of horizontaal in de bodem aangebrachte gesloten warmtewisselaars in de vorm van kunststof slangen of lussen. Horizontale systemen liggen op ca. 1 tot 3 meter diepte, waarbij een aanzienlijk oppervlak grond vereist is. Verticale bodemwisselaars worden diep in de bodem aangebracht door sondering of boring (figuur B3).



Figuur B3: Principeschema gesloten systeem (verticale bodemwarmtewisselaar) [Bron: If Technology]

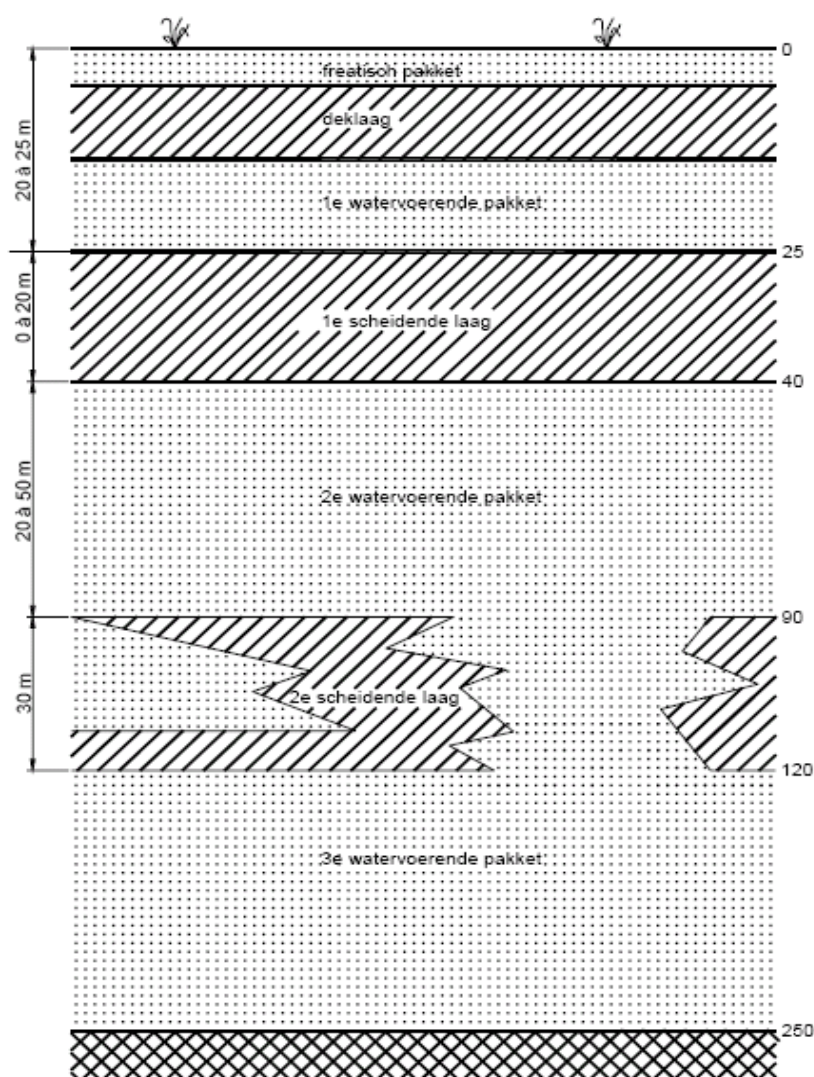
Bij zowel open als gesloten systemen zijn het opslag- en transportmedium gescheiden van het afgiftesysteem in het gebouw. Hierdoor wordt het grondwater niet blootgesteld aan externe invloeden en worden verontreinigingen in de bodem voorkomen.

Naar schatting zijn meer dan 90% van de projecten in Nederland open systemen en zijn de overige 10% gesloten systemen.

Toepassing van bodemwarmtewisselaarsystemen met warmtepompen vindt voornamelijk plaats in de individuele woningbouw, kleinschalige utiliteitsbouw en in de agrarische sector. Bij grotere vermogens is het interessanter om open systemen te realiseren gezien de investeringskosten en de mogelijke besparingen. Bovendien is de inpasbaarheid van een lussenveld in het terrein bij grotere systemen vaak een belemmering (er is te weinig ruimte beschikbaar). De hoogste Kd-waarde (zie tabel 2) is  $36 \text{ m}^2/\text{d}$ , wat betekent dat zelfs deze doorlatende laag niet geschikt is voor een open KWO-systeem, zelfs niet voor een kleine woonwijk, laat staan voor een zo grote woonwijk.

## Bijlage 2. Bodemopbouw in Breda

Door IF Technology is een beschrijving van de bodem voor de gehele gemeente Breda opgesteld (Rapportage 2004). Hiertoe zijn gegevens over de bodemopbouw bij TNO-NITG uit REGIS6 opgevraagd. Tevens is gebruik gemaakt van de Grondwaterkaart van Nederland en een aantal boorbeschrijvingen. Uit deze gegevens blijkt dat de bodemopbouw zeer heterogeen is. In figuur B4 is de opbouw van de bodem weergegeven die algemeen geldt binnen de gemeente Breda.



Figuur B4: Schematische bodemopbouw van de gemeente Breda [Bron: IF Technology]

Tot circa 20 à 25 m-mv bestaat de bodem uit een fretatisch watervoerend pakket, een deklaag en het eerste watervoerende pakket. De deklaag bestaat uit afwisselingen van klei en veen, met plaatselijke inschakelingen van sterk slibhoudende fijn- en grofkorrelige lagen. De dikte van de deklaag varieert van nul tot enkele meters en bestaat uit de Westland Formatie. Het

eerste watervoerende pakket bestaat uit de Formaties van Twente, Kreftenheije en Sterksel. De dikte van dit watervoerende pakket is over het algemeen zeer wisselend. De eerste scheidende laag bestaat uit de Formaties van Kedichem en Tegelen. De laag bestaat uit overwegend fijne leemhoudende zanden en kleilagen. De dikte van de eerste scheidende laag in de gemeente Breda varieert van nul (afwezig) tot enkele tientallen meters. Daaronder bevindt zich het tweede watervoerende pakket dat bestaat uit de Formaties van Kedichem, Tegelen en Maassluis. Dit pakket bestaat uit matig fijne tot matig grove zanden van het onderste deel van de Formatie van Kedichem en Tegelen en de fijne tot matig grove schelphoudende zanden van de Formatie van Maassluis. De dikte van het tweede watervoerende pakket varieert van 25 tot 50 meter. De tweede scheidende laag bestaat uit de kleilagen en slibhoudende zanden van het bovenste deel van de Formatie van Oosterhout. Deze scheidende laag begint op circa 90 m-mv en eindigt op circa 120 m-mv. Uit informatie van REGIS en boorbeschrijvingen opgevraagd bij TNO-NITG, is gebleken dat zich binnen deze laag zandlagen bevinden die geschikt zijn voor de toepassing van koude-/ warmteopslag. Binnen de gemeente Breda is de tweede scheidende laag niet regionaal verbreid. Op locaties waar deze scheidende laag ontbreekt vormt het tweede en derde watervoerende pakket één geheel. Het derde watervoerende pakket bestaat uit de Formatie van Oosterhout en wordt in het algemeen gevormd door een complex van meer of minder zandhoudende schelpgruisbanken en grofkorrelige zanden. Het derde watervoerende pakket begint op circa 120 m-mv en eindigt op circa 250 à 300 m-mv. Daaronder bevindt zich de slecht doorlatende basis die bestaat uit overwegend fijne glauconietrijke slibhoudende zand- en kleiafzettingen van de Formatie van Breda. Het meer dan 100 meter dikke kleipakket van de Formatie van Rupel kan als ondoorlatend worden aangemerkt (hydrologische basis). De zandlagen die het meest geschikt zijn voor koude-/ warmteopslag in de gemeente Breda bevinden zich in het tweede watervoerende pakket en in het bovenste deel van de Formatie van Oosterhout. Dit is het traject van circa 60 m-mv tot circa 120 m-mv.

## Bijlage 3: Kansen combinatie sanering - WKO

### Algemene eisen

Op basis van artikel 13, de zogeheten 'zorgplicht' uit de Wet bodembescherming (Wbb) is het niet toegestaan de bodem te verontreinigen. Door een VOCl-verontreiniging aan te trekken, te verspreiden, wordt feitelijk schoon grondwater en dus schone bodem verontreinigd. Om deze reden worden er eisen gesteld aan de uitvoering van een WKO-installatie nabij een VOCl-verontreiniging. Voor sommige VOCl-verontreinigingen is overigens reeds een beschikking verleend op bodemonderzoek of saneringsplan, waarin de ernst, omvang en aanpak van de verontreiniging zijn vastgelegd. Op hoofdlijnen zijn er voor de realisatie van een WKO-installatie nabij een VOCl-verontreiniging twee mogelijkheden: 1. combinatie van sanering en WKO, of: 2. ontwijken van de VOCl-verontreiniging.

1. Combinatie. Bij combinatie van grondwatersanering met de WKO-installatie dient een beschikking aangevraagd te worden. In onderhavig geval zijn er in de beschikking voor de kernontgraving al voorwaarden opgenomen voor indiening van het nazorgplan en het saneringsplan de voor de pluimaanpak (zie 'Voorwaarden saneringsplan'). Verder dient de aanpak in overeenstemming te zijn met de Wet bodembescherming (Wbb), de Circulaire bodemsanering (Ministerie van VROM, 2008) en de Bodembeleidsnota 'De Bredase Grondslag' (gemeente Breda, januari 2009).
2. Ontwijken. Bij ontwijken van de verontreiniging dient de beïnvloeding in eerste instantie zoveel als mogelijk beperkt te worden. Denk hierbij bijvoorbeeld aan het buiten de verontreinigingscontour realiseren van bronnen met een filter in een ander (dieper) grondwaterpakket dan de verontreiniging.

De volgende eisen gelden voor alle vormen van diep boren in de bodem, van proefboringen tot realisatie van de uiteindelijke WKO-installatie:

- De boormethode en locatie dienen omschreven te worden.
- Er dient een deugdelijke boorbeschrijving te worden gemaakt, inclusief de positie van aangebrachte verticale filters.
- Aangetroffen aansluitende slecht doorlatende lagen dienen deugdelijk hersteld te worden met zwelklei of een qua weerstand hieraan gelijkwaardig materiaal, waardoor de laag zijn afsluitende werking weer verkrijgt.
- De bij het afdichten of afsluiten van een (deel van) het boorgat gebruikte materialen dienen te voldoen aan de eisen uit het Besluit Bodemkwaliteit.
- Bij het afsluiten van lagen/toepassen van materialen dient de diepte aangegeven te worden.

### Voorwaarden saneringsplan

Voor het verontreinigde gebied is een saneringsplan opgezet. Deze beschikking betreft een deelsanering voor de VOCl-verontreiniging. Een VOCl-verontreiniging kan globaal verdeeld worden in een bron- of kerngebied en een pluimgebied. Het genoemde saneringsplan richt zich op het brongebied. De aanpak van de pluim zal in een vervolgfase worden opgepakt. Aan de vervolgaanpak van de pluim zijn de volgende eisen gesteld:

- Binnen zes weken na afronding van de saneringswerkzaamheden moet een saneringsverslag en een nazorgplan ter instemming bij de gemeente Breda worden ingediend.

- Het nader onderzoek en saneringsplan voor de restverontreiniging (de pluim) dient binnen 2 jaar na het van kracht worden van deze beschikking ingediend te worden bij de gemeente Breda.

Bij onderzoek naar de mogelijkheden van combinatie WKO/grondwatersanering dient met deze voorwaarden rekening gehouden te worden.

### **Praktische belemmeringen**

De combinatie van grondwatersanering én WKO lijkt mogelijk, er zijn echter wel enkele praktische belemmeringen en voorwaarden waar rekening mee gehouden dient te worden. Eén probleem bij de combinatie van grondwatersanering en WKO is het feit dat de verontreiniging in een andere bodemlaag aanwezig is (freatisch, tot ca. 15 m-mv) dan de beoogde diepte waar de WKO-installatie actief in is.

Daarbij is het de vraag of het debiet van de sanering voldoende is voor een WKO-systeem en of dat ook dichtbij de bouwlocatie beschikbaar is. O.a. in Eindhoven wordt gewerkt aan een dergelijk systeem in Strijp-S. Hier is echter sprake van een recirculatiesysteem en geen daadwerkelijke WKO.

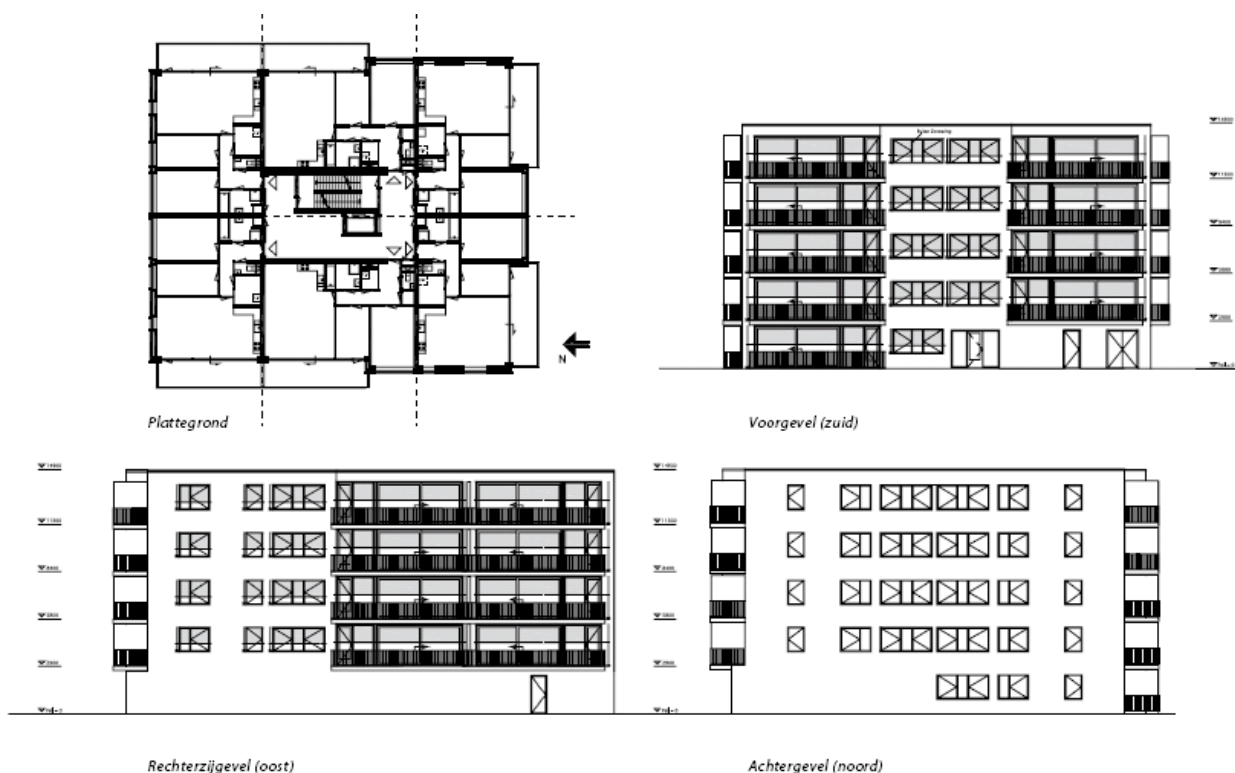
## Bijlage 4: Referentiewoningen nieuwbouw

### Gegevens appartement

Voor de basisgegevens van de woning is uitgegaan van de referentiewoning als gedefinieerd door SenterNovem, Referentiewoningen nieuwbouw (2006). Hierbij is uitgegaan van een appartementencomplex bestaande uit 27 woningen verdeeld over 5 bouwlagen.

Tabel 4.1: Basisgegevens appartement.

Kenmerk	Waarde
Gebruiksoppervlak	96,1 m <sup>2</sup>
Beukmaat	8,3 m
Woningdiepte	11,9 m
Verdiepingshoogte	2,6 m
Aantal appartementen	27



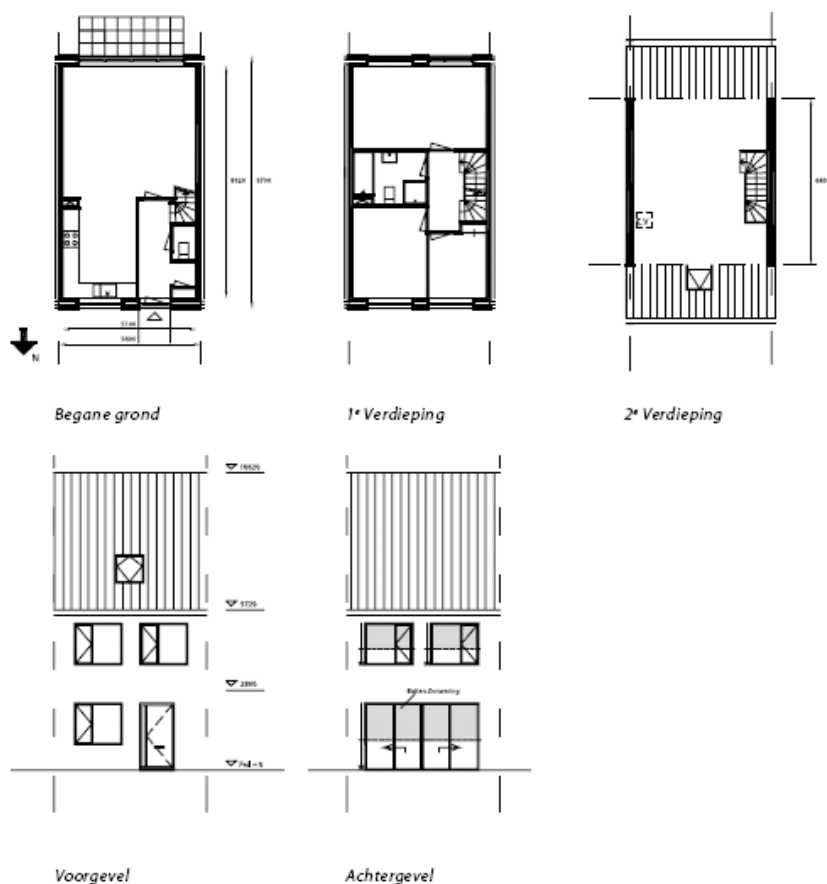
Figuur 4.1: Plattegrond en aanzichten appartementencomplex. Bron: SenterNovem (2006)

## Gegevens rijwoning

Voor de basisgegevens van de woning is uitgegaan van de referentiewoning als gedefinieerd door SenterNovem, Referentiewoningen nieuwbouw (2006).

Tabel 4.2: Basisgegevens rijwoning.

Kenmerk	Waarde
Gebruiksoppervlak	124,3 m <sup>2</sup>
Verliesoppervlak	171,6 m
Beukmaat	5,1 m
Woningdiepte	8,9 m
Verdiepingshoogte	2,6 m



Figuur 4.2: Plattegronden en aanzichten tussenwoning (meest voorkomende rijwoning). Bron: SenterNovem (2006)