



**ENERGIEVISIE MEERBURG**  
**Gemeente Zoeterwoude**

**Energievisie**

**G3 Advies bv**  
**Costerweg 12b**  
**4104 AJ Culemborg**  
**T. 0345 50 33 11**  
**F. 0345 50 33 00**  
**E. [info@g3advies.nl](mailto:info@g3advies.nl)**

**In opdracht van : Gemeentelijke Ontwikkelingsmaatschappij Meerburg**

**Auteurs : Ir. R.K. Sweers**  
**Ing. S.M. Verhoog**  
**Ing. A.J.P.M. Ketelaars**

**Projectnummer : 05.114**

**Culemborg, 30 maart 2006**



## **INHOUD**

<b>INHOUD</b>	<b>1</b>
<b>1 INLEIDING</b>	<b>3</b>
<b>2 AANPAK ENERGIESCAN</b>	<b>4</b>
<b>3 UITGANGSPUNTEN VOOR DE ENERGIEVISIE</b>	<b>5</b>
3.1 Milieuambitie	5
3.2 De Locatie	5
3.3 Referentiegebouwen	6
3.4 Referentiesituatie	6
3.5 Overige uitgangspunten	7
<b>4 ENERGIESCAN</b>	<b>8</b>
4.1 Energiestromen	8
4.2 Beschouwde energieconcepten	8
4.3 Eerste selectie van energieconcepten	9
4.4 Milieueffect en kosten	10
4.5 Energiescan	11
4.6 Conclusie energiescan	14
<b>5 UITWERKING</b>	<b>16</b>
5.1 <b>Gebouwgebonden maatregelen</b>	<b>16</b>
5.1.1 Kosten energiebesparing woningen	16
5.1.2 Kosten energiebesparing kantoorgebouwen en winkels	17
5.1.3 Kleinschalige windenergie	17
5.1.4 Milieu	18
5.1.5 Inpassing in het gebouwontwerp	18
5.1.6 Gebruikers	18
5.1.7 Onderhoud en beheer	18
5.2 <b>Warmtepompconcepten</b>	<b>18</b>
5.2.1 Techniek	18
5.2.2 Organisatie	19
5.2.3 Kosten	20
5.2.4 Milieu	21
5.2.5 Ruimtelijke ordening	21
5.2.6 Inpassing in het gebouwontwerp en consequenties voor de gebruiker	21
5.2.7 Bouwtempo en fasering	22
5.3 <b>Stadswarmte STEG Roomburg</b>	<b>22</b>



Energievisie Meerburg  
Energievisie  
30 maart 2006

2

<b>6</b>	<b>CONCLUSIES</b>	<b>23</b>
<b>6.1</b>	<b>Conclusies</b>	<b>23</b>
<b>6.2</b>	<b>Ruimtelijke consequenties (t.b.v. bestemmingsplan)</b>	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>PLAN VAN AANPAK</b>	<b>24</b>
<b>7.1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>24</b>
7.1.1	Strategiebepaling	25
7.1.2	Bestuurlijke besluitvorming	26
7.1.3	Doorblik realisatiefase	26
	<b>BIJLAGEN</b>	<b>27</b>
A	Kaart van de locatie	
B	Energiescan uitgesplitst	
C	Maatregelpakketten gebouwgebonden maatregelen	
D	Toelichting bij energiemaatregelen en -technieken	
E	Energiescan aandeel duurzame energie	
F	Kostenkader	
G	Dwarsprofiel leidinginfrastructuur	



## **1 INLEIDING**

De Gemeentelijke Ontwikkelingsmaatschappij Meerburg is bezig met het ontwikkelen van de locatie Meerburg. Meerburg is onderdeel van het W4-project. Het W4-project behelst een onderzoek naar de ontwikkelingsmogelijkheden aan beide zijden van de A4. Tevens wordt het maken van een goede overgang tussen het Groene Hart en de stad Leiden onderzocht.

De ontwikkelingslocatie Meerburg ligt aan oostzijde van de A4, ter hoogte van Zoeterwoude-Rijndijk, waar zich nu de Meerburgerpolder bevindt. Het gebied wordt aan de zuidkant begrensd door de N11 en de spoorlijn Leiden-Utrecht, aan oostzijde door de Meerburgerwatering en het bedrijventerrein 'Grote Polder' en aan de noordzijde door de Oude Rijn.

De locatie Meerburg heeft een oppervlakte van circa 21 ha en biedt ruimte aan 250 rijenwoningen en 12 torens met 100.000 m<sup>2</sup> utiliteit, bedrijvigheid en appartementen.

Deze 'energievisie Meerburg' is uitgevoerd door G3 Advies en besproken in de Werkgroep Ruimtelijke Ordening. De energievisie brengt de kansen voor energiebesparing en toepassing van duurzame energie voor Meerburg in kaart, alsmede de aanpak. De resultaten van de energievisie worden tevens gebruikt in de energieparagraaf in het bestemmingsplan Meerburg.

### *Leeswijzer:*

In hoofdstuk 2: wordt beschreven hoe de energievisie tot stand komt.

In hoofdstuk 3: zijn de uitgangspunten beschreven die ten grondslag liggen aan de energievisie.

In hoofdstuk 4: worden de resultaten van de energiescan gepresenteerd.

In hoofdstuk 5: zijn voor de meest kansrijke concepten de ruimtelijke en organisatorische consequenties uitgewerkt.

In hoofdstuk 6: zijn de conclusies opgenomen

In hoofdstuk 7: staat het voorstel voor de vervolgstappen.



## **2 AANPAK ENERGIESCAN**

De energievisie komt tot stand in overleg met de Werkgroep Ruimtelijke Ordening. Voor het opstellen van de energievisie zijn de volgende stappen doorlopen:

1. Als eerste zijn in overleg met de Gemeentelijke Ontwikkelingsmaatschappij Meerburg de uitgangspunten vastgesteld en is een keuze gemaakt voor referentiegebouwen.
2. Vervolgens is onderhavige energiescan uitgevoerd. De energiescan brengt voor Meerburg de verschillende energieconcepten die mogelijk zijn in beeld. Energieconcepten zijn energiebesparende maatregelen op gebouwniveau en (duurzame) energievoorzieningen op locatieniveau. In een energiescan worden deze energieconcepten met elkaar vergeleken op basis van kosten en milieueffect.
3. Vervolgens is een keuze gemaakt voor de meest kansrijke en uit te werken energieconcepten (Werkgroep Ruimtelijke Ordening; 21 februari 2006).
4. Daarna zijn de gekozen energieconcepten nader uitgewerkt. Daarbij zijn consequenties, voor- en nadelen worden benoemd.
5. Op basis van de energiescan en de uitwerking zijn conclusies geformuleerd en wordt een voorstel gedaan voor vervolgstappen (Werkgroep Ruimtelijke Ordening; 14 maart 2006).

Het resultaat van de energievisie zal worden opgenomen in de energieparagraaf in het bestemmingsplan.



### 3 UITGANGSPUNTEN VOOR DE ENERGIEVISIE

#### 3.1 Milieuambitie

De milieuambities van de gemeente Zoeterwoude zijn verwoord in het Milieubeleidsplan 2003-2010, het Regionale Dubo-plus pakket en het Klimaatbeleid. Hierin zijn voor nieuwbouw de volgende doelstellingen opgenomen:

- > EPL van minimaal 7 (CO<sub>2</sub>-reductie van minimaal 25% t.o.v. vigerende bouwbesluit)
- > EPC aanscherping van 10-15%
- > Toepassen van 5% duurzame energie.

#### 3.2 De Locatie

Meerburg combineert de functies werken, wonen en 'leisure'. Het grootste oppervlakte is gereserveerd voor de functie werken. De kantoren liggen aan de A4-zijde. Aan de noordkant richting Hoge Rijn zijn waterwoningen gepland, aan de oostzijde van de kantoorblokken worden appartementen gebouwd. Verder is er op kleine schaal ruimte voor overige functies, zoals een supermarkt, restaurant, een autoshowroom of een vergadercentrum/hotel en appartementen.

Het ontwerp van Meerburg gaat uit van twaalf torens en 250 rijenwoningen (zie plattegrond Meerburg bijlage A). In de torens is ruimte voor kantoren, voorzieningen en appartementen. In tabel 3.1 en 3.2 is een overzicht gegeven van de te realiseren functies en aantallen binnen Meerburg. De torens hebben de totale oppervlakte van 100.230 m<sup>2</sup>. Op het grootste deel (72.500 m<sup>2</sup>) zullen kantoren gerealiseerd worden. Voor de overige 27.730 m<sup>2</sup> zal een nader te bepalen mix aan voorzieningen en appartementen gerealiseerd worden; in tabel 3.1 zijn de bandbreedten aangegeven.

Omschrijving	Uitgangspunt planvorming
12 torens:	
> Kantoren	72.500 m <sup>2</sup>
> Voorzieningen:	
> Supermarkt	0 – 10.000 m <sup>2</sup>
> Detailhandel (non-food)	0 – 15.000 m <sup>2</sup>
> Hotel	0 – 5.000 m <sup>2</sup>
> Leisure	0 – 20.000 m <sup>2</sup>
> Wonen (appartementen)	10.000 – 27.730 m <sup>2</sup>
<b>Totaal</b>	<b>100.230 m<sup>2</sup></b>

Tabel 3.1: Torens Meerburg

Omschrijving	Uitgangspunt planvorming
Rijenwoningen	250 stuks

Tabel 3.2: Grondgebonden woningen Meerburg

Voor Meerburg is een Stedenbouwkundig Programma beschikbaar. De gebouwen zullen voor 2012 gerealiseerd worden.



#### Omgevingsfactoren:

- Aan de andere kant van de snelweg is de wijk Roomburg gelegen. Roomburg heeft een stadswarmtenet. Roomburg wordt uitgebreid met 900 – 1000 woningen, waarbij ook het stadswarmtenet wordt uitgebreid.
- In Leiderdorp, op 500 – 1000 meter afstand van Meerburg, worden 275 woningen ontwikkeld.

### **3.3 Referentiegebouwen**

In de energievisie wordt aan de hand van referentiegebouwen een inschatting gemaakt van de indicatieve energievraag van Meerburg en de mogelijkheden en kosten voor energiebesparing.

In de torens worden kantoren en een nader te bepalen mix van voorzieningen en appartementen gerealiseerd. Daarbij is ervoor gekozen om de nader te bepalen mix te laten representeren door energie-intensieve referentiegebouwen, waarvan 70% ongekoeld en 30% gekoeld. De ongekoelde gebouwen worden gerepresenteerd door winkels; de gekoelde gebouwen door een extra kantoor.

In tabel 3.3, 3.4 en 3.5 zijn de eigenschappen (oppervlak en aantallen) van de referentiegebouwen opgenomen.

	Referentiegebouw	Aantal [stuks]	Referentieoppervlak [m <sup>2</sup> b.v.o.]
Kantoren	Kantoor 10.000 m <sup>2</sup> b.v.o.	7	± 70.000

Tabel 3.3: referentiegebouwen torens; kantoren

	Referentiegebouw	Aantal [stuks]	Referentieoppervlak [m <sup>2</sup> b.v.o.]
Mix voorzieningen en appartementen	Kantoor 10.000 m <sup>2</sup> b.v.o.	1	± 10.000
	Winkel 816 m <sup>2</sup> b.v.o.	25	± 20.000
Totaal			±100.000

Tabel 3.4: referentiegebouwen torens; nader te bepalen mix aan voorzieningen en appartementen

	Referentiegebouwen	Aantal [stuks]	Referentieoppervlak [m <sup>2</sup> b.v.o.]
Rijenwoning	Rijenwoning, 130 m <sup>2</sup> b.v.o.	250	± 32.500

Tabel 3.5: referentiegebouwen grondgebonden woningbouw

De referentiewoningen zijn gebaseerd op door SenterNovem uitgewerkte referenties. In de startnotitie voor de energievisie ("Energievisie Meerburg gemeente Zoeterwoude, startnotitie") zijn tekeningen van de woningen opgenomen.

### **3.4 Referentiesituatie**

De energiescan vergelijkt voor de referentiegebouwen de verschillende energieconcepten ten opzichte van de referentiesituatie.

In de referentiesituatie zijn alle gebouwen aangesloten op gas en elektriciteit. De woningen zijn voorzien van een CV-ketel voor ruimteverwarming en warmtapwatervoorziening. De woningen zijn in de referentiesituatie niet voorzien van koeling.



De kantoren zijn voorzien van een CV-ketel voor ruimteverwarming en een elektrische airco voor koeling. Er wordt uitgegaan van een matige warmtapwatervraag, waarin middels elektrische boilers wordt voorzien.

De winkels zijn voorzien van een CV-ketel voor ruimteverwarming en een elektrische boiler voor warmtapwater.

In de referentiesituatie voldoen de referentiegebouwen aan de EPC-eis in het Bouwbesluit.

### **3.5 Overige uitgangspunten**

Aan de energiescan liggen tevens uitgangspunten ten grondslag wat betreft kosten en rendementen van verschillende technieken en overige gegevens. Deze, algemene, kengetallen zijn in de startnotitie voor de energievisie opgenomen.



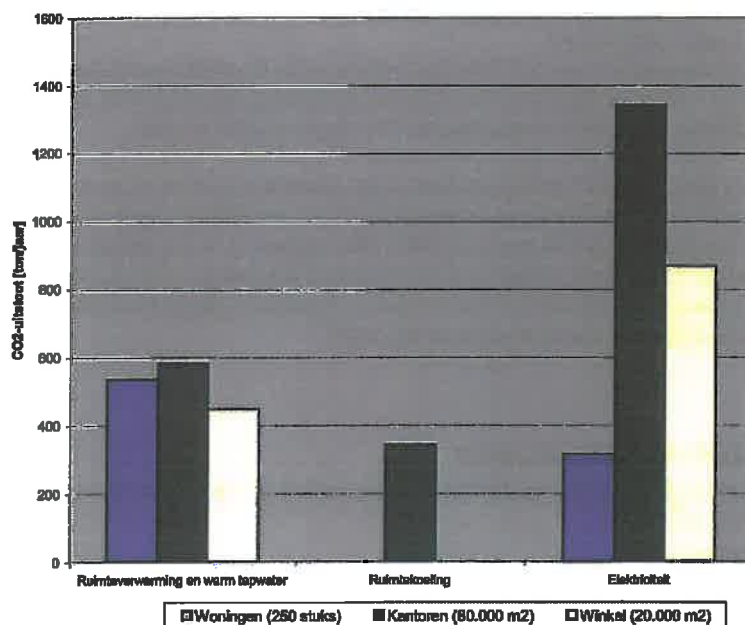


## 4 ENERGIESCAN

De energiescan voor Meerburg beschouwt een scala van energieconcepten waarmee de energieprestatie van de locatie kan worden verbeterd. In de energiescan zijn de energieconcepten met elkaar vergeleken wat betreft energieprestatie en kosten.

### 4.1 Energiestromen

In onderstaande figuur is, uitgesplitst per deelgebied, een inschatting gegeven van de totale toekomstige CO<sub>2</sub> uitstoot van Meerburg.



Figuur 4.1: CO<sub>2</sub> uitstoot per deellocatie

### 4.2 Beschouwde energieconcepten

De beschouwde energieconcepten vallen in twee categorieën uiteen: gebouwgebonden en locatiegebonden concepten.

Op gebouwniveau kan een hogere milieuprestatie gerealiseerd worden door bij woningen extra energiebesparende maatregelen te treffen. Voorbeelden van toe te passen gebouwgebonden maatregelen zijn: isolatie, warmteterugwinning uit ventilatielucht, zonneboiler en PV-panelen. De gebouwgebonden energieconcepten worden uitgewerkt voor enkele verschillende ambitieniveaus voor de EPC.



Bij de locatiegebonden energieconcepten worden de woningen aangesloten op een energie-infrastructuur van warmte en/of koude en elektriciteit. De volgende mogelijkheden voor decentrale energieopwekking worden op kosten en milieueffect onderzocht:

- > warmtepompconcepten,
- > energieconcepten met biobrandstoffen.

Er zijn verschillende varianten en opstellingen met warmtepompen mogelijk. De volgende warmtepompconcepten zijn beschouwd:

- > Collectieve elektrische warmtepompen met een collectieve koude/warmte opslag in de bodem. Daarnaast worden collectieve gasgestookte hulpketels toegepast voor het opvangen van de piek- en back-up vraag. Op de locatie wordt behalve een elektriciteitsnet ook een warmte en een koudenet aangelegd. Er is slechts een beperkt gasnet nodig voor de collectieve hulpketels.
- > Om een hogere milieuprestatie te realiseren kunnen collectieve warmtepompen worden gevoed met duurzame elektriciteit.
- > Individuele elektrische warmtepompen met een individuele of collectieve koude/warmte opslag in de bodem. Op de locatie wordt een elektriciteitsnet aangelegd en bij een collectief opslagsysteem ook een koudwaternet. Er is geen gasnet nodig.

Bio-olie en bio-gas wordt geproduceerd uit bijvoorbeeld ingezameld frituurvet of gewonnen uit plantaardig materiaal zoals koolzaadolie of mestvergisting. Bij de verbranding van bio-olie/gas kan ervoor gekozen worden om alleen warmte op te wekken (bio-olieketel) of om behalve warmte ook elektriciteit op te wekken (bio-olie/gas WKK; warmte kracht koppeling). Een bio-olie/gas ketel is vergelijkbaar met een gangbare gas-ketel. De ketel kan per gebouw geplaatst worden of per cluster van gebouwen. De volgende varianten zijn beschouwd:

- > Bio-olie ketel
- > Bio-olie WKK

#### **4.3 Eerste selectie van energieconcepten**

Een aantal energieconcepten zijn minder geschikt voor toepassing op Meerburg. Deze worden daarom niet nader onderzocht:

Duurzame energievoorziening:

- > Een biomassacentrale heeft afhankelijk van de uitvoering milieucategorie 3 tot 5 en is daardoor op Meerburg niet inpasbaar.
- > het is niet wenselijk om windmolens te plaatsen op Meerburg,
- > met een WKK op gas kan in maar in zeer beperkte mate energie worden bespaard,
- > momenteel wordt onderzoek verricht naar de toepassing van waterstof. Daar deze vorm zich in een nog zeer experimentele fase bevindt, wordt ze niet nader beschouwd.

Gebouwgebonden:

- > In plaats van een HR-ketel zou op termijn een micro-wkk (warmte kracht koppeling) kunnen worden toegepast. Deze techniek bevindt zich momenteel in de demonstratiefase.



#### **4.4 Milieueffect en kosten**

In de hierna volgende energiescan zijn de verschillende energieconcepten met elkaar vergeleken op basis van milieueffecten en kosten.

Op de horizontale as wordt het milieueffect weergegeven.

Op de verticale as worden de totale kosten weergegeven. De totale kosten voor een energieconcept (zowel gebouwgebonden als collectieve maatregelen) zijn opgebouwd uit investeringen voor de installaties en energiemaatregelen, onderhoudskosten en energiekosten over een looptijd van 25 jaar. Het kostenniveau van de referentiesituatie is op 100% gesteld. De totale kosten van de overige opties zijn hier aan gerelateerd.

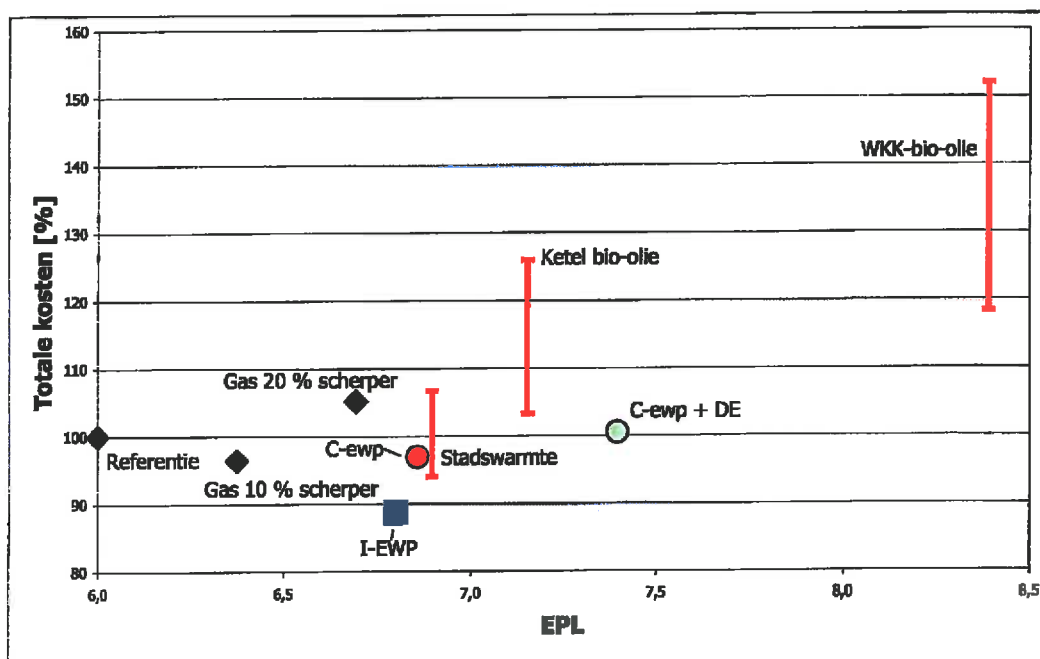
De opties worden met stippen in de figuren aangegeven. De stippen dienen geïnterpreteerd te worden als vlekken, omdat de totale kosten onder andere afhankelijk zijn van de onzekerheid in de realisatieplanning en fasering, energietariefontwikkeling en de marktbereidheid van energie(diensten)bedrijven voor de aanleg en exploitatie van een energievoorziening.

De resultaten van de energiescan zijn apart weergegeven voor de torens en voor de rijenwoningen.



#### 4.5 Energiescan

In figuur 4.2 zijn de resultaten van de energiescan weergegeven voor de torens.



Figuur 4.2: EPL uitgezet tegen totale kosten voor de energieconcepten; voor de torens

##### Legenda figuur 4.2:

###### Gebouwgebonden maatregelen:

- > Referentie referentiesituatie
- > Gas 10% scherper 10% EPC-verlaging met gebouwgebonden maatregelen
- > Gas 20% scherper 20% EPC-verlaging met gebouwgebonden maatregelen

###### Warmtepompconcepten:

- > individuele warmtepomp individuele elektrische warmtepomp per woning
- > coll. warmtepomp collectieve elektrische warmtepomp
- > coll. warmtepomp + duurz. elektr.: idem; gevoed met duurzame elektriciteit

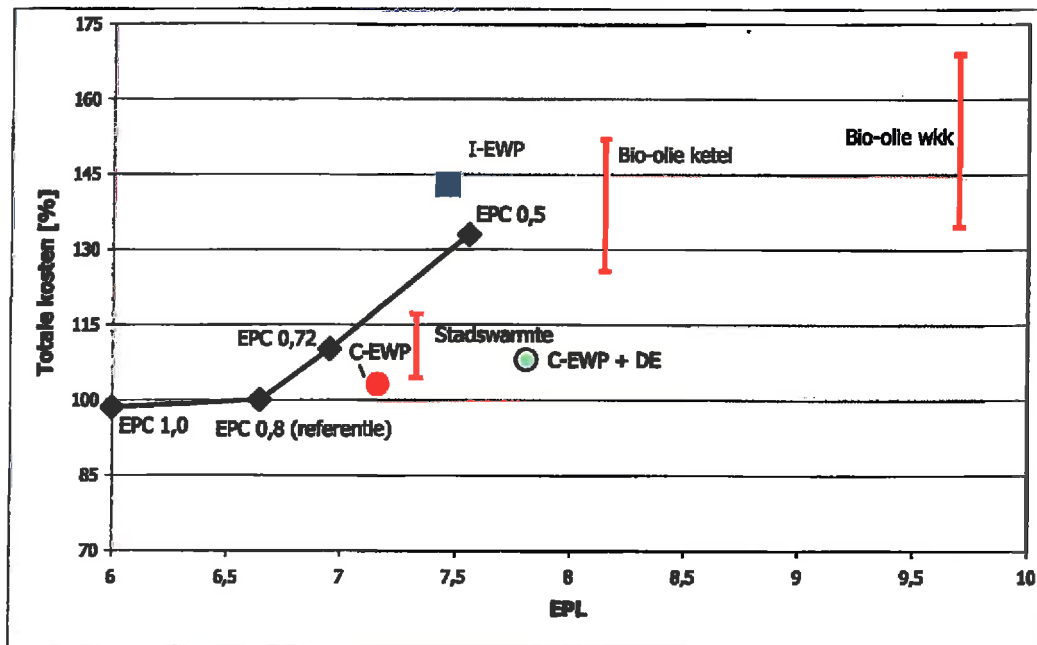
###### Biobrandstoffen:

- > Bio-olie ketel collectieve ketel op bio-olie
- > Bio-olie WKK collectieve WKK op bio-olie of bio-gas
- > Stadswarmte aansluiting bij stadswarmtenet van Roomburg

In bijlage B zijn de resultaten van de energiescan voor de kantoren en de winkels afzonderlijk weergegeven.



In figuur 4.3 zijn de resultaten van de energiescan weergegeven voor de grondgebonden woningen.



Figuur 4.3: EPL uitgezet tegen totale kosten voor de energieconcepten; voor grondgebonden woningen

Legenda figuur 4.3:

Gebouwegebonden maatregelen:

- > EPC 1,0 EPC-eis tot 1 januari 2006
- > EPC 0,8 (referentie) referentiesituatie (EPC eis vanaf 1 januari 2006)
- > EPC 0,72 10% EPC-verlaging met gebouwgebonden maatregelen
- > EPC 0,5 20% EPC-verlaging met gebouwgebonden maatregelen

Warmtepompconcepten:

- > individuele warmtepomp individuele elektrische warmtepomp per woning
- > coll. warmtepomp collectieve elektrische warmtepomp
- > coll. warmtepomp + duurz. elektr.: idem; gevoed met duurzame elektriciteit

Blobrandstoffen:

- > Bio-olie ketel collectieve ketel op bio-olie
- > Bio-olie WKK collectieve WKK op bio-olie of bio-gas
- > Stadswarmte aansluiting bij stadswarmtenet van Roomburg



#### Toelichting gebouwgebonden maatregelen

Bij de verschillende EPC-niveaus zijn telkens de meest kosteneffectieve maatregelen toegepast. In bijlage C zijn toegepaste maatregelen opgenomen. Daarbij zijn zowel gebouwgebonden als installatietechnische maatregelen toegepast.

#### **Torens:**

In de referentiesituatie voldoen de kantoren aan het bouwbesluit middels isolatie, een ventilatiesysteem warmtewisseling en toerenregeling, en een HF (hoog frequente) verlichting met veegpulsschakeling. De winkels zijn voorzien van een redelijk goede isolatie. In bijlage C zijn de volledige maatregelpakketten opgenomen.

Een 10% scherpere EPC kan, tegen vrijwel gelijkblijvende kosten, bereikt worden door tevens beter isolerend glas en aanwezigheidsdetectie van de verlichtingsinstallatie toe te passen. Dit leidt tot een EPL (energie prestatie op locatie) van circa 6,3.

Een 20% scherpere EPC kan gerealiseerd worden door het glas beter te isoleren en een toerenregeling op de verwarmingsinstallatie toe te passen. Dat leidt tot een stijging van de NCW (netto contante waarde) van circa 10% en een EPL van circa 6,7.

De aard en de kosten van de gebouwgebonden maatregelen hangen mede af van de te realiseren functies en de hoogte van de EPC eis in het Bouwbesluit.

Met de hier toegepaste maatregelen wordt geen duurzame energie opgewekt.

#### **Grondgebonden woningen:**

In de referentiesituatie voldoen de woningen aan het bouwbesluit middels isolatie, een HR-combiketel en balansventilatie met warmteterugwinning.

De toepassing van zonneboilers is de meest kosteneffectieve maatregel om een EPC van 0,72 te realiseren (10% verlaging). Dat leidt tot een stijging van de NCW van circa 10% en een EPL van circa 7. Het aandeel duurzame energie van deze deellocatie is meer dan 5%.

Verdere verlaging van de EPC kan het meest kosteneffectief gerealiseerd worden door de zonnecollector te vergroten en de isolatie te verhogen. Hiermee kan een EPC van 0,5 bereikt worden, waarbij de NCW stijgt met circa 35%. De EPL is circa 7,5.

Voor het behalen van een lagere EPC-waarden zijn maatregelen nodig met een sterk teruglopende kosteneffectiviteit.

#### Warmtepompconcepten

De warmtepomp is een bewezen techniek die op veel locaties binnen Nederland wordt toegepast. Warmtepompen kunnen, vooral als deze worden toegepast in combinatie met koude/warmte opslag in de bodem als bron, naast verwarming ook op een duurzame en kosteneffectieve wijze in een eventuele koelbehoefte voorzien.

Uit de energiescan blijkt dat voor de torens de toepassing van individuele en collectieve warmtepompen een kosteneffectieve optie is. Tegen vergelijkbare kosten dan in de referentiesituatie kan een EPL van circa 6,7 gerealiseerd worden. De gegevens in de energiescan zijn gebaseerd op basis van kentallen. In de praktijk, spelen meer factoren een rol bij de uiteindelijke exploitatie van een warmtepompsysteem zoals de aansluitkosten, variatie in de bouwplanning, etc. Deze locatiespecifieke factoren kunnen tevens invloed hebben op de haalbaarheid.

Als de collectieve warmtepompen gevoed worden met duurzame elektriciteit is, tegen circa 5% meerkosten een EPL van circa 7,4 mogelijk.



Bij de kosteneffectiviteit van een warmtepompsysteem is de koudebehoefte een belangrijke factor. Als alleen de kantoren en de voorzieningen met een koudebehoefte in beschouwing worden genomen (bijlage B) neemt de kosteneffectiviteit van de warmtepompsystemen dan ook verder toe. Het aandeel duurzame energie is meer dan 25%.

Voor de grondgebonden woningen leidt toepassing van een collectieve warmtepomp tot een stijging van de NCW van 5-10%. Daarmee wordt een EPL van 7 á 7,5 bereikt. Individuele warmtepompen zijn voor de rijenwoningen minder kosteneffectief omdat dan per woning een aparte bron benodigd is. Voor collectieve concepten geldt dat de kosteneffectiviteit toeneemt bij hogere 'energiedichtheid', dus bij compact bouwen en clustering van woningen. Warmtepomp worden juist voor individuele woningen interessanter wanneer het extra comfort (koeling) ook door kopers gewaardeerd wordt. Het aandeel duurzame energie is meer dan 15%.

#### Biobrandstoffen

Uit de energiescan blijkt voor de torens dat bij toepassing van een bio-olie/gas ketel de NCW stijgt met 0-30%. Daarmee wordt een EPL van circa 7,2 gerealiseerd. Bij toepassing van een bio-olie/gas WKK is een hoge milieuambitie te behalen: een EPL van circa 8,4. De NCW stijgt met 20-55%.

De opties zijn aangegeven met strepen omdat de prijsniveaus van bio-brandstof sterk kwaliteitsafhankelijk zijn en fluctueren.

Bij toepassing van een bio-olie/gas ketel bij de grondgebonden woningen stijgt de NCW met 20-55% en wordt de EPL ruim 8. Bij een bio-olie/gas WKK stijgt de NCW met 35-70% en wordt de EPL circa 9,6. Het aandeel duurzame energie varieert van 30 tot 90%.

#### Stadswarmte

In de nabije omgeving van Meerburg is de woonwijk Roomburg met een stadswarmtenet gelegen. Wellicht is koppeling aan dit stadswarmtenet mogelijk. In de energiescan zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd: 1 kilometer distributieleiding voor de grondgebonden woningen en nogmaals 1 kilometer distributieleiding voor de torens, voldoende capaciteit van de bestaande installatie en gangbare warmtetarieven zoals in Roomburg. In de energiescan is niet apart rekening gehouden met eventuele extra kosten vanwege het passeren van de A4.

Bij koppeling van de torens aan het stadswarmtenet varieert de NCW van -10 tot +10%. De EPL wordt circa 6,9.

Bij koppeling van de grondgebonden woningen aan het stadswarmtenet stijgt de NCW met 5-20%. De EPL wordt circa 7,3. Het aandeel duurzame energie is 0%. Dat komt omdat een STEG weliswaar vermindering van de CO2 emissie geeft, maar niet als duurzame energievoorziening wordt aangemerkt.

#### **4.6 Conclusie energiescan**

Een EPL van 7,0 (25% CO<sub>2</sub> reductie) en een EPC aanscherping van 10-15% kan zowel gerealiseerd worden door toepassing van gebouwgebonden maatregelen, een warmtepompsysteem, aansluiting aan het stadswarmtenet van Roomburg of een energievoorziening die gevoed wordt door biobrandstoffen.

De meest kosteneffectieve opties om de energieambitie te realiseren zijn een warmtepompsysteem, aansluiting op het stadswarmtenet van Roomburg, of een combinatie van deze beiden.. Daarbij dient te worden opgemerkt dat de energievoorziening van het



stadswarmtenet (STEG) niet als duurzame energie wordt aangemerkt maar wel meetelt in de EPL berekening en in de vermindering van de CO<sub>2</sub> emissie. In hoofdstuk 5 worden de consequenties van deze energieconcepten uitgewerkt.





## 5 UITWERKING

In de energiescan zijn de verschillende energieconcepten met elkaar vergeleken op basis van milieueffecten en kosten. Op basis van de resultaten van de energiescan en de discussie met de Werkgroep Ruimtelijke Ordening is ervoor gekozen om de volgende opties verder uit te werken:

- > Gebouwgebonden maatregelen (inclusief kleinschalige windenergie)
- > Warmtepompen (collectief)
- > Aansluiting op stadswarmtenet Roomburg (restwarmte STEG)

In de uitwerking is aangegeven wat de relevante consequenties zijn wat betreft:

- organisatie
- kosten
- milieu
- ruimtelijke ordening
- inpassing in het gebouwoontwerp
- gebruikers
- onderhoud en beheer

### 5.1 Gebouwgebonden maatregelen

#### 5.1.1 Kosten energiebesparing woningen

Op gebouwniveau kan een lagere EPC gerealiseerd worden door bouwtechnische en installatietechnische maatregelen te treffen. In bijlage C is aangegeven welke maatregelen kunnen worden toegepast om lagere EPC-waarden te realiseren. In bijlage D worden de verschillende maatregelen toegelicht.

In tabel 5.1 is voor woningen aangegeven wat de investeringskosten en jaarlijkse besparingen zijn bij het realiseren van een lagere EPC.

	Maatregelen (zie bijlage C)	Meerinvesteringen [euro]	Besparing op energiekosten [euro/jaar]
EPC 1,0	Goede isolatie HR-combiketel Energiezuinige ventilator	n.v.t.	n.v.t.
EPC 0,8 (referentie)	& Balansventilatie met warmteterugwinning	0	0
EPC 0,72	& Zonneboiler (2,8 m <sup>2</sup> )	1.400	-70
EPC 0,5	& Zonneboiler (8,5 m <sup>2</sup> )	5.500	-210

Tabel 5.1: Gebouwgebonden maatregelen en kosten woningen

Een recente techniek waarmee in woningen energiebesparing gerealiseerd (EPC-effect 0,05) kan worden is warmteterugwinning uit douchewater.



### 5.1.2 Kosten energiebesparing kantoorgebouwen en winkels

Bij de kantoorgebouwen en winkels kunnen lagere EPC-waarden gerealiseerd worden door toepassing van een goede isolatie, toerenregelingen, energiezuinige ventilatie en energiezuinige verlichting (HF).

In tabel 5.2 zijn de investeringskosten en jaarlijkse besparingen voor de kantoren weergegeven.

	Investeringskosten [euro]	Afschrijving [euro/jaar]	Onderhoud [euro/jaar]	Energiebesparing [euro/jaar]
Referentie	0	0	0	0
10% lagere EPC	37.000	3.800	1.200	-2.900
20% lagere EPC	118.000	10.700	1.600	-5.800

Tabel 5.2: Gebouwgebonden maatregelen en kosten kantoren

### 5.1.3 Kleinschalige windenergie

In aanvulling op de gebouwgebonden maatregelen zijn ook de mogelijkheden voor kleinschalige windenergie onderzocht. Met name de hoogbouw is geschikt voor het toepassen van kleinschalige windenergie, enerzijds vanwege de windomstandigheden op grotere hoogte en anderzijds vanwege de duurzame uitstraling. De kleinschalige windturbines kunnen op daken van hoge gebouwen geplaatst worden. De turbines hebben doorgaans een terugverdientijd van 10-20 jaar. De turbines worden vaak in groepen geplaatst en hebben een opbrengst ter grootte van enkele huishoudens per unit.

Energieleveranciers die kleine windmolens aanbieden zijn onder andere: [www.tulipower.nl](http://www.tulipower.nl), [www.windwall.nl](http://www.windwall.nl), [www.prowin.nl](http://www.prowin.nl), [www.turby.nl](http://www.turby.nl), [www.set.nl](http://www.set.nl).

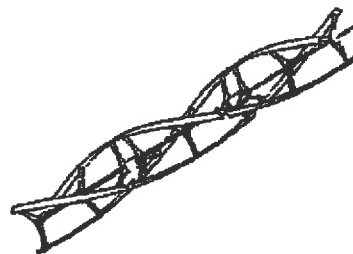
In onderstaande figuren staan een drietal voorbeelden van mogelijke ontwerpen.



Figuur 5.1: Turbiv



Figuur 5.2: Set Nuenen



Figuur 5.3: Windwall



#### 5.1.4 Milieu

Installatietechnische maatregelen zijn doorgaans na 15 jaar afgeschreven. Daarna is herinvestering nodig om het milieueffect te continueren. Er kunnen tussentijdse storingen optreden, waardoor er een afbreukrisico is voor de te bereiken milieuprestatie.

#### 5.1.5 Inpassing in het gebouwontwerp

Om maatregelen zoals warmterugwinning uit ventilatielucht en een zonneboiler toe te kunnen passen, dient rekening gehouden te worden met een vroegtijdige inpassing in het woningontwerp. Zonnecollectoren dienen, voor een zo hoog mogelijk rendement, op een zongericht dakoppervlak, onder de juiste hellingshoek geplaatst te worden.

#### 5.1.6 Gebruikers

Door het toepassen van energiebesparende maatregelen kan naast energiebesparing tevens een comfortverhoging worden bereikt. Bijvoorbeeld zeer goed isolatieglas (HR<sup>+++</sup> glas) blijft in de winter aan de binnenkant warmer, waardoor minder koudestraling en koudeval optreedt. In de zomer laat het isolatieglas minder zonnewarmte door, waardoor minder oververhitting langs het raam optreedt. Doordat er minder warmte binnenkomt kan bovendien de temperatuur van de inblaaslucht laag zijn, waardoor verschijnselen als tocht en koudeval worden vermeden.

Met de balansventilatie in de maatregelpakketten van woningen is een hoger wooncomfort haalbaar dan de woning op natuurlijke wijze voorzien van ventilatielucht. Het debiet is per ruimte instelbaar en door de filters is de ventilatielucht schoner. Daarnaast is balansventilatie een effectieve maatregel tegen tocht en geluidsoverlast van buitenaf. De maatregel geeft geen beperking aan het openen van ramen.

#### 5.1.7 Onderhoud en beheer

Energiebesparing op gebouwniveau gebeurt veel met maatregelen op installatietechnisch gebied. Daar waar installaties worden toegepast, zoals warmterugwinning uit de ventilatielucht of een zonneboiler, zal ook het onderhoud toenemen. De gebouwbeheerder of woningeigenaar is hiervoor verantwoordelijk. Deze kan ervoor kiezen de werkzaamheden uit te besteden aan een installateur.

### 5.2 Warmtepompconcepten

#### 5.2.1 Techniek

Een warmtepomp onttrekt warmte aan de omgeving en geeft deze warmte met een hogere temperatuur op de gewenste plaats af. De warmte kan bijvoorbeeld onttrokken worden aan een grondwaterbron (aquifer); in dat geval wordt gesproken van warmte/koude opslag in de bodem. Andere mogelijkheden zijn gebruik van laagwaardige restwarmte, asfaltcollectoren of warmtewisseling met de bodem, met oppervlaktewater of met ventilatielucht.

Wanneer met een warmtepompsysteem naast warmte ook koude voor comfortkoeling wordt geleverd, zoals bij de kantoren neemt de kosteneffectiviteit sterk toe. Dit komt doordat een bodembron op efficiënte wijze in de koelbehoefte kan voorzien. Terwijl de investering voor de bodembron gelijk blijft kunnen er kosten vermeden worden omdat niet in een koelinstallatie geïnvesteerd hoeft te worden en op elektriciteit wordt bespaard. Indien ook koeling van de gebouwen wordt toegepast dan kan water uit de aquifer worden opgepompt en na afgifte van koude in de bodem worden teruggebracht.



Het bevoegd gezag eist dat de aquifer thermisch in balans is. Met name bij woningen wordt doorgaans meer warmte dan koude aan de aquifer onttrokken. De aquifer zal dan verwarmd of gekoeld dienen te worden; dat wordt regenereren genoemd.

Collectieve warmtepompen worden veelal ingezet in combinatie met hulpketels die de pieken in de warmtevraag opvangen. Deze ketels dienen ook als back-up voor situaties van storingen en onderhoud. De hulpketels kunnen gasgestookt zijn maar het is ook mogelijk om de hulpketels te voeden met een duurzame energiebron zoals bio-olie. De verhouding voor de inzet van beide technieken zal op basis van kostenoverwegingen bepaald worden, waarbij het grootste deel van de warmtevraag door een warmtepomp ingevuld zal worden en de rest (piek- en back-upvraag) door hulpketels.

Bij de rijenwoningen kunnen ook individuele warmtepompen worden ingezet. Daarbij kan de bron zowel individueel als collectief zijn. Bij een individuele bron kan bij iedere woning een bodemwarmtewisselaar worden geplaatst, bij een collectieve bron kunnen de woningen worden aangesloten op een collectieve aquifer.

#### Asfaltcollectoren:

In aanvulling op een aquifer kunnen elektrische warmtepompen ook warmte onttrekken aan asfaltcollectoren.

#### 5.2.2 Organisatie

Een collectief warmtepompsysteem wordt over het algemeen aangelegd en geëxploiteerd door een energie(diensten)bedrijf op basis van outsourcing. Dit betekent dat het energie(diensten)bedrijf verantwoordelijk wordt voor de aanleg, beheer en onderhoud van de installaties, het verhelpen van storingen, de inkoop van voeding voor de warmtepompen en de verrekening met de verbruikers. Met de afnemers wordt een leveringscontract afgesloten voor de levering van warmte en koude.

Deze exploitant brengt dan kosten voor de energievoorziening in rekening bij de projectontwikkelaar of gebouweigenaar (aansluitbijdrage) en bij de gebruiker (voor vastrecht en afname van energie).

Het is ook mogelijk om een warmtepompsysteem te laten aanleggen en daarna in eigen beheer te exploiteren. De eigenaar dient dan zelf zorg te dragen voor beheer en onderhoud van de installaties, het verhelpen van storingen, de inkoop van voeding voor de warmtepompen en de verrekening met de verbruikers.

Voor realisatie van een warmtepompsysteem is het mogelijk om marktwerking in te brengen door uitvoering van een selectieprocedure. Op basis van een Programma van Eisen (prestatiebestek) wordt aan energie(diensten)bedrijven gevraagd een aanbieding uit te brengen voor de aanleg en exploitatie van een warmtepompsysteem.

Een selectieprocedure dient bijtijds te worden uitgevoerd, zodat de daadwerkelijke aanleg van de energievoorziening gelijk op kan lopen met het bouwrijp maken en de ontwikkeling van de locatie.

Ook voor individuele warmtepompen zijn er twee verschillende beheersmogelijkheden: in eigen beheer of outsourcing. Omdat per gebruiker een warmtepomp is opgesteld, vindt de verrekening van elektriciteit ten behoeve van de warmtepomp reeds automatisch plaats via de elektriciteitsmeter van de gebruiker.



Indien de individuele warmtepompen in eigen beheer zijn dan dient de gebouweigenaar zelf zorg te dragen voor het onderhoud en de exploitatie. De gebouweigenaar kan daarvoor een onderhoudscontract sluiten met een Installateur.

De individuele warmtepompen kunnen ook in eigendom zijn van een energie(diensten)bedrijf. De eigendomsgrens ligt dan in de afzonderlijke gebouwen "achter" de individueel opgestelde warmtepompen. De gebouweigenaren stellen hiertoe opstellingsruimte beschikbaar aan de exploitant. In deze situatie levert het energie(diensten)bedrijf bijvoorbeeld warmte en koude. Voor afrekening kan bijvoorbeeld een warmtemeter worden geplaatst. Een andere methode is dat een verrekening plaatsvindt van verbruikte elektriciteit, waarbij de exploitant een minimaal rendement van de warmtepomp garandeert en aantoont.

### 5.2.3 Kosten

Anders dan bij elektriciteit en gas zijn aansluitbijdragen voor een warmtepompsysteem niet gereguleerd.

Indien gekozen wordt voor volledige outsourcing, dan is het gebruikelijk om de kosten vergelijkbaar te maken met de traditionele situatie waarin de gebouwen zouden zijn aangesloten op gas. Er zijn daarbij twee kostencomponenten te onderscheiden:

- de jaarlijkse kosten voor de gebruikers (vastrecht en energietarieven)
- de eenmalige aansluitbijdrage op de energievoorziening.

Voor de jaarkosten voor gebruikers wordt doorgaans een kostenkader opgesteld, zodanig dat de gebruikers evenveel jaarkosten (vastrecht en energietarieven) betalen als in de referentiesituatie. Dit heet een Niet-Meer-Dan-Anders kader. Een Niet-Meer-Dan-Anders kader brengt zowel de kosten van de referentiesituatie in beeld, als de kosten van de warmtepompsituatie.

Voor de eenmalige aansluitbijdrage worden in Tabel 5.1 de investeringsposten benoemd voor zowel de referentiesituatie (gas) en de warmtepompsituatie.

Tabel 5.1: Verdeling van Investeringsposten

Investeringsposten referentiesituatie	Investeringsposten warmtepompsituatie
Aansluitbijdrage gasnet	Aansluitbijdrage warmtepompsysteem
Bijdrage aan hoofdgasinfrastructuur <sup>*)</sup>	Eventueel ander warmteafgifte systeem (MTV/LTV)
Verwarmingsketel per kantoor/woning	EPC maatregelen <sup>**)</sup>
Koelinstallatie per kantoor	
EPC maatregelen <sup>**)</sup>	

\*) Indien van toepassing.

\*\*\*) De investeringskosten voor EPC maatregelen kunnen in een warmtepompsituatie lager zijn dan in de referentiesituatie. Dat komt omdat een warmtepompsysteem meetelt in de EPC berekening.

In de referentiesituatie zijn de gebouwen aangesloten op een traditionele energie-infrastructuur (gas en elektriciteit). De gebouwen voldoen aan de EPC eis uit het Bouwbesluit of aan een hogere EPC-eis.



Ten opzichte van de referentiesituatie wordt een bandbreedte voor acceptabele aansluitbijdragen vastgesteld. Deze bandbreedte (ruimte BAK warmte) is in Bijlage F is met verticale pijlen aangegeven voor een drietal verschillende referentiesituaties. De referentiesituaties verschillen in de mate waarin in de referentiesituatie wordt voldaan aan de milieuprestatie.

Factoren die sterk bepalend zijn voor de hoogte van aansluitbijdragen zijn: de benodigde leidinglengten, het bouwprogramma, de fasering, de mate waarin de warmtepompen per cluster van gebouwen gerealiseerd kunnen worden, en de verhouding waarin de warmtepompen, de hulpketels worden ingezet en de diepte en de kwaliteit van het benodigde grondwater.

Voor een warmtepomp en bijbehorende bronnen is mogelijk Energie Investeringsaftrek (EIA) beschikbaar. De EIA is een fiscale regeling, welke kan worden aangevraagd door bedrijven die de betreffende techniek aanschaffen en in eigendom houden.

Voor woningen is een groene hypotheek verkrijgbaar indien wordt voldaan aan een aantal basiseisen en keuzemaatregelen op het gebied van duurzaam bouwen.

#### 5.2.4 Milieu

Bij warmtepompconcepten is de grootte van het effect op de EPC sterk afhankelijk van de systeemopbouw en techniekeuze. Doorgaans kan op basis van een kwaliteitsverklaring een groter EPC-effect bereikt worden dan op basis van de standaard-waarden in het Bouwbesluit.

#### 5.2.5 Ruimtelijke ordening

In totaal is zo'n 300 m<sup>2</sup> aan techniekruimte nodig. Dit kan bijvoorbeeld verdeeld worden door 8 techniekruimten van ieder 8 x ± 30 tot 50 m<sup>2</sup> voor de kantorenlocatie en 1 techniekruimte van 50 tot 100 m<sup>2</sup> voor de rijenwoningen. De techniekruimten kunnen ondergronds, bovengronds of in pandig worden geplaatst.

Op het terrein worden aquifers geboord. Iedere boring bestaat enkele vierkante meters. Afhankelijk van de techniek waarmee de aquifers worden geregenereerd kan een beperkt extra ruimtebeslag nodig zijn.

Ondergronds worden warmte- en eventueel koude distributieleidingen aangebracht. Bijlage G bevat een schets van deze leidingprofielen.

#### 5.2.6 Inpassing in het gebouwontwerp en consequenties voor de gebruiker

De woningen en kantoren hebben in principe geen gasaansluiting nodig. Deze wordt doorgaans uit kostenoverweging niet gerealiseerd. Voor koken op gas zijn goede elektrische alternatieven beschikbaar.

Voor warm tapwater kan een apart warmtapwaternet worden aangelegd of warm water van de warmtepomp kan na warmtewisseling met leidingwater en verdere verwarming door de collectieve hulpketels tevens gebruikt worden voor het maken van warm tapwater.

Warmtepompen zijn niet in staat hoge temperaturen te genereren en worden zodoende doorgaans toegepast in combinatie met Midden (aanvoertemperatuur tot 70°C) en Lage Temperatuurverwarming (aanvoertemperatuur tot 55°C). Er zijn veel verschillende verwarmingssystemen mogelijk, zoals vergrote radiatoren, vloerverwarming, wandverwarming, radiatoren met verbeterde afgifte en luchtverwarming. Per systeem verschillen de kosten sterk.



Door toepassen van Lage Temperatuurverwarming, eventueel in combinatie met Hoge Temperatuurkoeling, wordt een comfortvoordeel bereikt. Dat komt omdat bij dit type verwarming en koeling de temperatuurverschillen kleiner zijn waardoor minder tochtverschijnselen optreden en de temperatuurverdeling in de ruimte aangenamer wordt.

De collectieve systemen leiden tot een geringer ruimtegebruik in de gebouwen, doordat geen CV-ketel en rookgasafvoer nodig is. Voor alle collectieve warmtepompopties geldt dat in de meterkast van de gebouwen door de exploitant warmtemeters worden geplaatst. Middels deze individuele bemeting wordt door de exploitant de warmteafname doorberekend aan de verbruikers.

#### 5.2.7 Bouwtempo en fasering

Bij de collectieve warmteopties is het gebruikelijk dat de eerste gebouwen worden aangesloten op het stadswarmtenet welke wordt gevoed door een tijdelijke voorziening of door de uiteindelijke hulpketels. Indien bijvoorbeeld eenderde van de gebouwen die uiteindelijk zullen worden aangesloten op het stadswarmtenet zijn gerealiseerd, dan wordt de warmtepomp geplaatst.

Bij de individuele elektrische warmtepompen wordt veelal gebruik gemaakt van een collectief bronnet. Dit net moet beschikbaar zijn bij de oplevering van de eerste gebouwen en wordt veelal verdeeld in clusters.

### 5.3 Stadswarmte STEG Roomburg

In de nabije omgeving van Meerburg is de woonwijk Roomburg met een stadswarmtenet gelegen. Dit stadswarmtenet is aangesloten op een STEG installatie en wordt door Nuon aangelegd en geëxploiteerd. Nuon brengt bij de realisatoren eenmalige aansluitkosten in rekening en bij de bewoners jaarlijks vastrecht en warmtetarieven. In geval van aansluiting van Meerburg op het stadswarmtenet van Roomburg is paragraaf 5.2.3 over de kosten van een warmtepompsysteem ook hier van toepassing.

**STEG**  
Een STEG-centrale bevat een stoom- en gasturbine waarmee elektriciteit en warmte opgewekt worden. Warmtelevering door een STEG komt in aanmerking bij grote locaties omdat het vermogen van een STEG zeer groot is.

Bij eventuele aansluiting van Meerburg op het stadswarmtenet van Roomburg is een indicatief vermogen van 2,3 MW nodig. Daarbij is rekening gehouden met gelijktijdigheid in de warmtevraag, distributieverliezen en hulpketels voor de piekvraag. Voor de hulpketels is een techniekruimte op Meerburg nodig.

Nuon heeft mondeling aangegeven dat zij in principe positief staat tegenover uitbreiding van haar stadswarmtenet naar Meerburg. De huidige distributieleidingen aan de overkant van de A4 zijn voldoende ruim gedimensioneerd om een uitbreiding op aan te kunnen sluiten.



## 6 CONCLUSIES

### 6.1 Conclusies

De Gemeentelijke Ontwikkelingsmaatschappij Meerburg is bezig met het ontwikkelen van de locatie Meerburg. De locatie Meerburg heeft een oppervlakte van circa 21 ha en biedt ruimte aan 250 rijenwoningen en 12 torens met 100.000 m<sup>2</sup> utiliteit, bedrijvigheid en appartementen.

Voor de ontwikkeling van Meerburg gelden de volgende doelstellingen ten aanzien van energie:

- > het realiseren van een EPL van tenminste 7,0
- > aanscherping EPC van 10 tot 15%
- > het toepassen van 5% duurzame energie.

Uit de opgestelde energievisie blijken de volgende energieconcepten kansrijk voor realisatie van de milieuarbitie:

- > warmte- en koudelevering middels een warmtepompsysteem voor de gehele locatie.
- > warmtelevering middels aansluiting op het stadswarmtenet van Roomburg voor de gehele locatie.
- > een combinatie van warmte- en koudelevering middels een warmtepompsysteem voor de torens en warmtelevering middels aansluiting op het stadswarmtenet van Roomburg voor de grondgebonden woningen.

De werkgroep Ruimtelijke Ordening stelt voor om de haalbaarheid van een duurzame energievoorziening op basis van een warmtepompsysteem en/of aansluiting op het stadswarmtenet van Roomburg nader te onderzoeken.

### 6.2 Ruimtelijke consequenties (t.b.v. bestemmingsplan)

Verschillende energiebedrijven hebben verschillende voorkeuren ten aanzien van de technische uitvoering van de energievoorziening. Doorgaans worden eerst vanuit de gemeente kaders gesteld ten aanzien van de mogelijkheden, waarna de definitieve uitvoering pas bepaald wordt bij de uiteindelijke contractvorming.

Wel geldt dat afhankelijk van het toe te passen systeem in totaal is zo'n 300 m<sup>2</sup> aan techniekruimte nodig is. Deze techniekruimte kan verdeeld worden over meerdere ruimten; bijvoorbeeld 1 techniekruimte per toren en 1 techniekruimte voor de rijenwoningen. De techniekruimten kunnen ondergronds, bovengronds of inpandig worden geplaatst.

In geval van een warmtepompsysteem worden op het terrein aquifers (grondwaterbronnen) geboord. Iedere boring beslaat enkele vierkante meters. Afhankelijk van de techniek waarmee de aquifers worden geregenereerd (thermisch in balans worden gehouden) kan een beperkt extra ruimtebeslag nodig zijn.

Ondergronds worden warmte- en eventueel koude- en warmtapwaterdistributieleidingen aangebracht. Er zijn 2 tot 6 leidingen nodig (heen- en retour leidingen van warmte en eventueel ook tapwater en koude), met een diameter variërend van 15 tot 25 centimeter. Leidingen kunnen in het straatprofiel worden opgenomen of onder gebouwen of door kruipruimten/parkeergarages. Warmteleidingen mogen niet direct langs drinkwaterleidingen gelegd worden.





## **7 PLAN VAN AANPAK**

### **7.1 Inleiding**

In de energievisie zijn mogelijkheden en consequenties aangegeven voor energievoorzieningen, waarmee een invulling kan worden gegeven aan de gestelde milieumambities. Centraal hierbij staat realisatie van een duurzame energievoorziening op basis van collectieve elektrische warmtepompen, aansluiting op het stadswarmtenet van Roomburg, of een combinatie van deze beide. Tevens is gekeken naar een terugvaloptie in de vorm van een gas- en elektriciteitsinfrastructuur in combinatie met maatregelen op woning- en/of gebouwniveau.

Dit hoofdstuk geeft een mogelijk traject voor de realisatie van een duurzame energievoorziening op basis van volledige outsourcing.

De haalbaarheid is afhankelijk van:

- > de marktberedheid van aanbieders voor de aanleg en/of exploitatie van een duurzame energievoorziening.
- > de rol van gemeente, GOM en de toekomstige ontwikkelaars
- > het te nemen BAEI besluit
- > het al dan niet uitvoeren van een selectieprocedure

Van belang is de planning en de rol van de gemeente en de GOM ten opzichte van de projectontwikkelaars. Aangezien het een collectieve energievoorziening betreft, vraagt dit om tijdige inpassing, waar alle projectontwikkelaars aan mee dienen te doen. Het realiseren van een duurzame energievoorziening is daarom sterk afhankelijk van de mate waarin de GOM aan projectontwikkelaars deelname aan de energievoorziening verplicht oplegt in de ontwikkelingsovereenkomsten. Indien de ambitie achteraf zou worden ingevuld door projectontwikkelaars dan zou dat kunnen leiden tot verschillende aanbieders, technieken, tariefstellingen, minder tijd om tot realisatie te komen en geen borging van de milieuprestatie.

Het tijdstraject om tot realisatie van een warmtepompsysteem te komen is globaal:

- > Marktscan en strategiebepaling 1,5 – 2 maanden
- > Selectieprocedure 3-4 maanden
- > Contractvorming 2 maanden

De totale doorlooptijd is 6-8 maanden.

Het advies is dan ook om, gezien de planning, op korte termijn te starten met een marktscan en strategiebepaling en vervolgens bestuurlijke besluitvorming i.v.m. de rol van de gemeente en de GOM in dit proces als kartrekker (BAEI) en vertegenwoordiger van de belangen van de toekomstige afnemer en milieu.

Het advies is om de selectieprocedure uit te voeren alvorens de ontwikkelaars te selecteren en contracten mee op te stellen. Daardoor kunnen de projectontwikkelaars hun exploitatie en het gebouwontwerp afstemmen op de gekozen energievoorziening.

In de volgende paragrafen worden de voorgestelde stappen nader toegelicht.



### 7.1.1 Strategiebepaling

Alvorens over te gaan tot een daadwerkelijke realisatie is het belangrijk vooraf een strategie te bepalen voor de realisatie van de energievoorziening. Een belangrijke volgende stap is nu een gezamenlijke strategiebepaling, waarbij met name vooraf keuzes worden gemaakt voor de borging van de belangen van de gemeente en in te toekomst te betrekken ontwikkelende partijen. Met het maken van keuzes vooraf wordt zoveel mogelijk voorkomen dat achteraf ongewenste discussies tussen partijen ontstaan. Dit leidt uiteindelijk tot het besparen van tijd en kosten.

In deze fase kunnen standpunten worden ingenomen over:

- > Aan welk(e) energieconcept(en) de voorkeur wordt gegeven. Het maken van een afweging voor een warmte- en/of koude- en/of warm tapwatervoorziening en eventueel te treffen maatregelen.
- > Hoe om te gaan met de meerkosten voor het realiseren van de doelstelling.
- > Onder welke voorwaarden en tegen welke investeringskosten de Ontwikkelingsmaatschappij Meerburg bereid is om de voorgestelde ambitie te realiseren
- > Keuze van de selectieprocedure: openbaar of onderhands
- > De rolverdeling tussen partijen bij de realisatie en in de gebruiksfase. De rol die de Ontwikkelingsmaatschappij Meerburg daarin wil hebben.
- > Een vast te stellen kostenkader: Een belangrijke randvoorwaarde bij het vragen van aanbiedingen is het kostenkader dat wordt meegegeven aan de aanbieders. Het kostenkader betreft een grens voor de maximale energiekosten. Dit kostenkader kan worden opgesteld volgens het 'Niet-meer-dan-anders'-beginsel waarbij de kosten in de situatie met warmtelevering niet hoger zijn dan in de situatie met gaslevering. Dit kostenkader dient te zijn afgestemd tussen de betrokken partijen. Een van de aspecten die in dit kader van belang is wat als referentie voor de kosten (de 'anders'-situatie) wordt gehanteerd.

De ervaring op andere locaties in Nederland is, dat voor duurzame energievoorzieningen marktwerking kan bijdragen aan het verkrijgen van aanbiedingen die een betere prijs-/ kwaliteitsverhouding hebben. Dit past in de geliberaliseerde markt waarbij aanbieders geprikkeld worden marktconform te werken. Door marktwerking toe te passen, kan de keuze voor de exploitant beter worden onderbouwd naar andere betrokkenen zoals toekomstige bewoners. Of er één of meerdere partijen worden uitgenodigd, hangt af van de lokale omstandigheden en de relatie tussen gemeente en energiebedrijven.

Naast de technisch/ economische haalbaarheid is het voor de uiteindelijke haalbaarheid van een duurzame energievoorziening eveneens van belang om de interesse vanuit de markt van aanbieders (lees: energie(diensten)bedrijven) voor het doen van een aanbieding te peilen. Het aanleggen en exploiteren van een duurzame energievoorziening betekent dat exploitanten wordt gevraagd risico's voor een lange termijn aan te gaan.

Middels een zogeheten marktscan kan aan de markt worden voorgelegd welke opties zij zien voor deze locatie, met in achtneming van de fasering, planning, woningdichtheid en locatiegrootte. Tevens worden gevraagd naar eventuele randvoorwaarden waaronder marktpartijen bereid zijn om een duurzame energievoorziening te realiseren. De marktscan kan tevens dienen als preselectie van mogelijke aanbieders; ook bedrijfscontinuïteit en ervaring met relevante projecten zijn daarbij van belang. De marktscan kan zowel worden voorgelegd aan aanbieders van warmtepompsystemen als aan de exploitant van het stadswarmtenet van Roomburg.



### 7.1.2 Bestuurlijke besluitvorming

Geadviseerd wordt op basis van de energievisie en de marktscan een bestuurlijk besluit te nemen over de energieambitie en de te nemen vervolgstappen.

Omdat het aanleggen van een duurzame energievoorziening en het warmte en/of koudenet minimaal gelijk op dient te lopen met het bouwrijp maken en ontwikkelen van de locatie is het van belang om daarbij een planning van de vervolgstappen op te nemen.

Aangezien Meerburg meer dan 500 woningen en woonequivalenten omvat is het Besluit Aanleg Energie-Infrastructuur (BAEI) van toepassing is op de locatie. Dat betekent dat tevens een besluit moet worden genomen ten aanzien van de volgende mogelijkheden:

Dit besluit geeft keuze in de volgende twee mogelijkheden:

- openbare procedure: in deze situatie wordt een procedure gevolgd voor de aanleg van zowel de elektriciteitsnetten als de eventuele gas- of warmtenetten. Beide netten kunnen aangelegd worden door een andere partij dan de regionale netbeheerder
- onderhandse procedure: het elektriciteitsnet wordt door de netbeheerder gerealiseerd. Indien gewenst kan een andere partij dan Eneco worden geselecteerd voor de realisatie van gas- of warmtenetten.

#### **BAEI**

Voor nieuwe locaties met meer dan 500 woningen zijn gemeenten niet gebonden aan het traditionele energiebedrijf. Volgens het (BAEI) moeten gemeenten een transparante en objectieve afweging maken of ze de Integrale energie-Infrastructuur (elektriciteitsnet en gas-/ warmtenetten) willen laten aanleggen door de regionale netbeheerder of, via een openbare procedure, door de partij met de beste aanbieding.

### 7.1.3 Doorblik realisatiefase

Afhankelijk van de resultaten uit de strategiefase kan voor een duurzame energievoorziening een selectie onder potentiële exploitanten worden uitgevoerd. Voor deze selectie is het van belang de planning af te stemmen en gezamenlijk randvoorwaarden te formuleren. De randvoorwaarden worden samen met de uitgangspunten en de doelstelling in een Programma van Eisen vastgelegd. Dit Programma van Eisen wordt aan de exploitanten voorgelegd.

Bij de selectie worden in principe de volgende stappen doorlopen:

- > opstellen Programma van Eisen (PvE) met ambitie, procedure, uitgangspunten, randvoorwaarden en gunningscriteria
- > doorlopen van de procedure waarbij partijen in de gelegenheid gesteld worden vragen te stellen
- > beoordeling van de aanbiedingen en voorlopige gunning
- > contractvorming met voorlopig gegunde aanbieder
- > definitieve gunning.

Het hele proces is zodanig ingericht dat de ontwikkelende partijen en de gemeente een goede positie behouden ten opzichte van de potentiële exploitanten.

De rol van de gemeente is erin gelegen de algemene locatieaspecten (ruimtelijke ordening) en de lange-termijnaspecten (milieuprestatie, tarieven) goed te regelen. Zeker voor energievoorzieningen waarvoor wettelijk weinig is geregeld, zoals warmte en koude, is het belangrijk om deze aspecten in een goed contract op te nemen. Dit contract kan ook een goed verloop van het project gedurende de looptijd van 15 tot 30 jaar borgen.



Energievisie Meerburg  
Energievisie  
30 maart 2006

27

## **BIJLAGEN**

<b>A</b>	<b>Kaart van de locatie</b>	<b>1</b>
<b>B</b>	<b>Energiescan uitgesplitst</b>	<b>2</b>
<b>C</b>	<b>Maatregelpakketten gebouwgebonden maatregelen</b>	<b>4</b>
<b>D</b>	<b>Toelichting bij energemaatregelen en –technieken</b>	<b>6</b>
<b>E</b>	<b>Energiescan aandeel duurzame energie</b>	<b>15</b>
<b>F</b>	<b>Kostenkader</b>	<b>16</b>
<b>G</b>	<b>Dwarsprofiel leidinginfrastructuur</b>	<b>17</b>

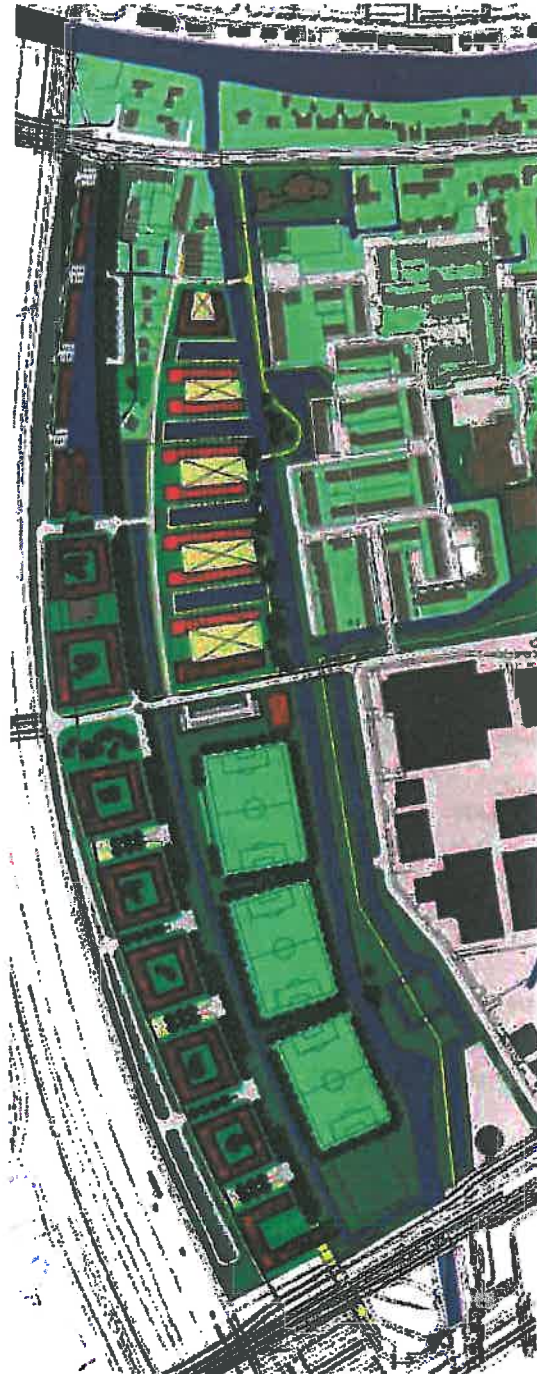


Energievisie Meerburg  
Energiescan, 30 maart 2006  
Bijlagen

1

## A KAART VAN DE LOCATIE

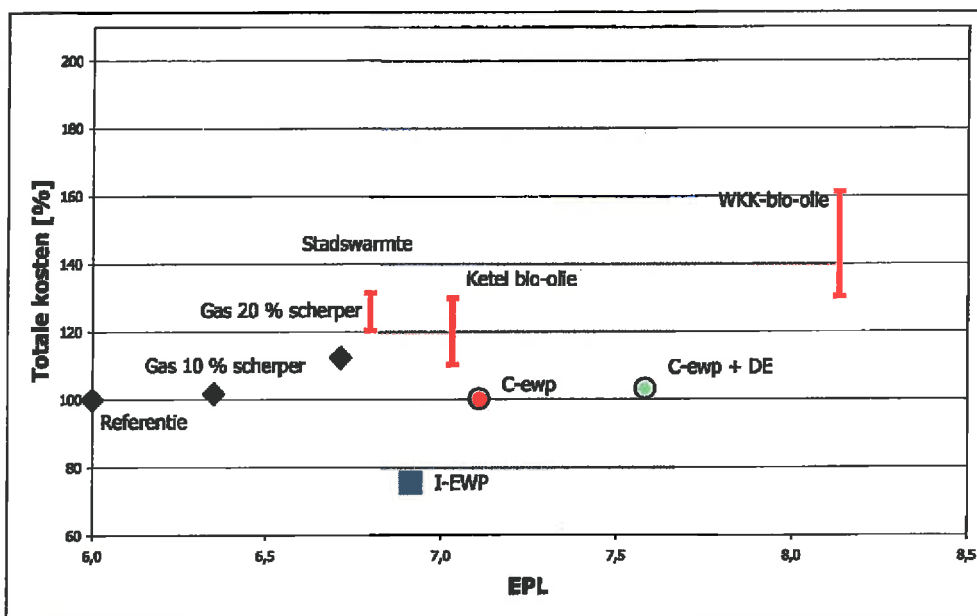
N ←





## B ENERGIESCAN UITGESPLITST

In figuur C.1 en C.2 zijn de resultaten van de energiescan weergegeven voor de kantoren en de winkels afzonderlijk.



Figuur C.1: EPL uitgezet tegen totale kosten voor de energieconcepten; voor kantoren afzonderlijk

Legenda figuur C.1 en C.2:

Gebouwgebonden maatregelen:

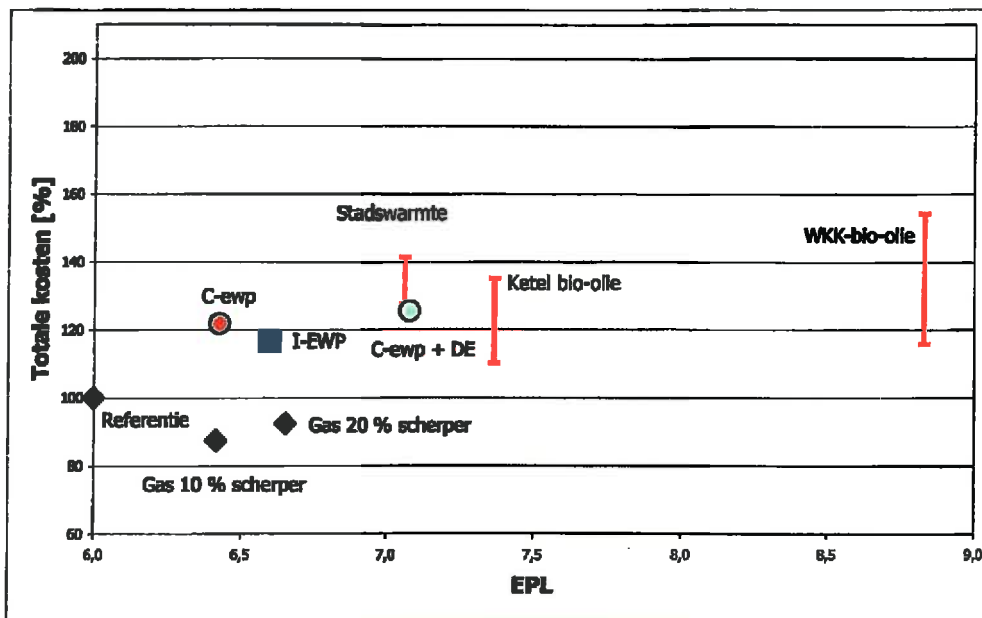
- > Referentie referentiesituatie
- > Gas 10% scherper 10% EPC-verlaging met gebouwgebonden maatregelen
- > Gas 20% scherper 20% EPC-verlaging met gebouwgebonden maatregelen

Warmtepompconcepten:

- > individuele warmtepomp individuele elektrische warmtepomp per woning
- > coll. warmtepomp collectieve elektrische warmtepomp
- > coll. warmtepomp + duurz. elektr.: idem; gevoed met duurzame elektriciteit

Biobrandstoffen:

- > Bio-olie ketel collectieve ketel op bio-olie
- > Bio-olie WKK collectieve WKK op bio-olie of bio-gas
- > Stadswarmte aansluiting bij stadswarmtenet van Roomburg



Figuur C.2: EPL uitgezet tegen totale kosten voor de energieconcepten; voor winkels afzonderlijk



## C MAATREGELPAKKETTEN GEBOUWGEBONDEN MAATREGELEN

Hieronder zijn voorbeelden van maatregelpakketten weergegeven waarmee een bepaald EPC-niveau kan worden gerealiseerd. In de praktijk zijn ook andere pakketten mogelijk. De maatregelen zijn in deze voorbeeldpakketten gekozen op basis van kosteneffectiviteit (grootste EPC-effect per Euro).

### Kantoor 10.000 m<sup>2</sup>

Maatregel	Gas-ref	Gas-10%	Gas-20%
Kantoor 10.000 m <sup>2</sup>			
Raam; HR+; houten koz.; U = 2,0	XXX		
Raam; HR++; houten koz.; U = 1,5		XXX	
Raam; HR+++; houtenkoz.; U = 1,4			XXX
Gevel; Rc = 2,5	XXX	XXX	XXX
Dak; Rc = 2,5	XXX	XXX	XXX
Begane grondvloer; Rc = 2,5	XXX	XXX	XXX
Verdiepingsvloer; Rc = 2,5	XXX	XXX	XXX
Ventilatiesysteem: toerenregeling	XXX	XXX	XXX
Ventilatiesysteem: twin-coil	XXX	XXX	XXX
Verlichtingsinstallatie: veegpulsschakeling	XXX	XXX	XXX
Verlichtingsinstallatie: HF-verlichting	XXX	XXX	XXX
Verlichtingsinstallatie: aanwezigheidsdetectie		XXX	XXX
Warm: >50% heeft automatische toerenregeling			XXX

### Winkel 816 m<sup>2</sup>

Maatregel	Gas-ref	Gas -10%	Gas -20%
Raam 1; Dubbel Blank; houten koz.; U = 2,8	x		
Raam 1; HR+; houten koz.; U = 2,0		x	
Raam 1; HR++; houten koz.; U = 1,5	x		
Gevel 1; Rc = 2,5	x	x	x
P Dak 1; Rc = 2,5	x	x	x
Begane grondvloer 1; Rc = 2,5	x	x	x
Ventilatiesysteem 1 :twin-coil		x	x
Verlichtingsinstallatie 1 :veegpulsschakeling			x





### Rijenwoning

Gewenste EPC	EPC 1,0	EPC 0,8	EPC 0,72	EPC 0,65	EPC 0,50
Gerealiseerde EPC	EPC 1,0	EPC 0,8	EPC 0,71	EPC 0,65	EPC 0,52
Raam; HR++; houten koz.; U = 1,8	x	x	x	x	x
Gevel; Rc = 3		x	x	x	
Gevel; Rc = 3,5	x				
Gevel; Rc = 5,0					x
Dak; Rc = 3			x	x	
Dak; Rc = 4	x	x			
Dak; Rc = 5					x
Begane grondvloer; Rc = 3		x	x	x	
Begane grondvloer; Rc = 3,5	x				
Begane grondvloer; Rc = 5,0					x
Geïsoleerde deur	x	x	x	x	x
Energiezuinige ventilator	x				
HR-warmteterugwinning		x	x	x	x
Zonneboiler 2,8 m <sup>2</sup>			x		
Zonneboiler 5,6 m <sup>2</sup>				x	
Zonneboilercombi 8,5 m <sup>2</sup>					x



## **D TOELICHTING BIJ ENERGIEMAATREGELEN EN –TECHNIEKEN**

### **Energie-infrastructuur**

Traditionele energie-infrastructuur: Gas en elektriciteit  
Warmte-infrastructuur  
Alleen elektriciteit, eventueel in combinatie met een koudenet

### **Warmtepompconcepten**

Warmtepompen  
Aquifersysteem

### **Decentrale opwekking van warmte en/of elektriciteit**

WKK (warmte kracht koppeling)  
Bio-olie  
Ketel

### **Gebouwbonden maatregelen**

Zonneboiler (combi)  
Isolatie  
Isolerende beglazing  
Warmteterugwinning uit ventilatielucht (HR-ventilatie)  
Lagetemperatuurverwarming  
PV-panelen  
Zonoriëntatie en voorwaarden voor gebruik van zonne-energie  
Compact bouwen



## Energie-Infrastructuur

### Traditionele energie-infrastructuur: Gas en elektriciteit

<p><b>Werking</b> Middels een distributienet wordt aardgas naar de gebouwen getransporteerd, dat in de woning wordt benut voor bijvoorbeeld verwarming en koken. De gebouweigenaar maakt zelf keuzen met betrekking tot in de woning toe te passen gastoestellen. Voor ruimteverwarming en warm tapwater is er een ruim aanbod van kachels, geisers en (combi)ketels. Ook een zonnepanelencombi en in de toekomst een gaswarmtepomp of micro-wkk behoren tot de mogelijkheden. De gasgestookte wasdroger is een voorbeeld van een gastoestel, dat sinds kort op de markt is. Met de keuze voor toestellen wordt een invulling gegeven aan het gewenste comfortniveau in relatie tot de bijbehorende kosten (en bij sommigen ook de milieueffecten). Op dit moment is er alleen aardgas leverbaar. De verwachting is, dat het aanbod in de toekomst wordt aangevuld met duurzaam geproduceerd gas. De realisatietermijn hiervoor is nog onbekend.</p>
<p><b>Consequenties</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Technisch: Geen consequenties</li><li>&gt; Ontwerpvrijheid: Geen consequenties</li><li>&gt; Comfort: Vrij in te vullen</li><li>&gt; Ruimtebeslag: Gasontvangststation in de wijk en een leiding in de grond (in het straatprofiel).</li></ul>

### Warmte-infrastructuur

<p><b>Werking</b> Middels een distributienet wordt warmte vanuit een centraal punt in de wijk of daarbuiten naar de woningen getransporteerd. De woning heeft geen gasaansluiting en er hoeft geen ketel in de afzonderlijke gebouwen te worden geplaatst. Per gebouw/gebruiker wordt het warmteverbruik gemeten en doorberekend in de energierekening.</p>
<p><b>Warmtebron</b> De warmte-infrastructuur kan uit verschillende bronnen warmte betrekken. Voorbeelden zijn: gasmotor, warmtepomp, biomassaketel, zonnethermische centrale (de technieken worden in deze bijlage toegelicht). Naast de warmtebron worden op of buiten de locatie hulpketels opgesteld die extra warmte kunnen leveren tijdens pieken in de vraag. Deze ketels kunnen ook worden ingezet bij onderhoud en eventuele storingen aan de warmtebron.</p>
<p><b>Distributienet</b> Het distributienet omvat een leidingstelsel dat warm water naar de gebouwen aanvoert en het afgekoelde water terugbrengt naar de centrale. De afgegeven warmte wordt benut voor de ruimteverwarming en warm tapwaterbereiding. Er zijn verschillende varianten van het distributienet die zich onderscheiden door de wijze waarop warm tapwater wordt bereid:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. De warmte uit het leidingnet wordt gebruikt voor warmtapwaterbereiding. Hiertoe wordt een warmtewisselaar in de meterkast geplaatst</li><li>2. Warm tapwater wordt separaat opgewekt middels elektrische apparaten in de gebouwen, zoals warmtepompboilers (zie warmtepomp) en elektrische boilers</li><li>3. Warm tapwater wordt centraal opgewekt en via een separaat warmtapwatermet gedistribueerd.</li></ol> <p>In situatie 1 moet de aanvoertemperatuur van het warmtenet continu boven 70°C worden gehouden om tapwater van de gewenste temperatuur te kunnen leveren en legionellabesmetting te voorkomen. In situatie 2 en 3 kan het systeem bedreven worden met lage temperaturen of via een stooklijnregeling (hoge temperaturen in de winter en lage temperaturen in de zomer). De systemen 2 en 3 maken de toepassing van een centrale warmtepomp of een zonnethermische centrale mogelijk. Een warmte-infrastructuur is flexibel bij de toe te passen warmtebron, met name als gekozen wordt voor lage leveringstemperaturen. Er zijn al technieken beschikbaar waarmee een duurzame energievoorziening kan worden gerealiseerd, zoals een biomassa-installatie, warmtepompen op groene stroom, aardwarmte of een zonnecentrale.</p>
<p><b>Consequenties</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Technisch: Geen</li><li>&gt; Ontwerpvrijheid: Voorkeur voor woningen met kruipruimten in verband met het onderbrengen van warmtedistributieleidingen (lagere kosten dan bij leidingen in de grond)</li><li>&gt; Comfort: Het energiebedrijf kan keuze bieden in het te leveren warm tapwatercomfort</li><li>&gt; Ruimtebeslag: In (of buiten) de locatie moet ruimte zijn of worden gemaakt voor de warmtebron. In de grond (in het straatprofiel) bevindt zich een dubbel leidingstelsel. Er treedt ruimtewinst op door distributieleidingen in de kruipruimte van woningen te plaatsen.</li></ul>



### Alleen elektriciteit, eventueel in combinatie met een koudenet

#### **Werking**

De woning wordt aangesloten op het elektriciteitsnet. Door toepassing van individuele elektrische warmtepompen (zie toelichting warmtepomp) kan een gebouw uitstekend en efficiënt worden verwarmd. De keuze voor dit systeem houdt in, dat er geen aanvullende infrastructuur voor gas en warmte meer nodig zijn. De warmtepomp kan de warmte onttrekken aan een gebouwgebonden bron of aan een collectieve bron. In geval van een collectieve bron wordt er een koudenet aangelegd.

Speciale aandacht moet worden besteed aan de secundaire warmtebron voor de warmtepompen. Door inzet van duurzaam opgewekte elektriciteit wordt een volledig duurzame energievoorziening gerealiseerd.

#### **Consequenties**

- > Technisch: Woningen worden elektrisch verwarmd met warmtepompen. Omdat de elektriciteitsvraag van een warmtepompwoning hoger is dan van een woning die is aangesloten op een gas- of warmtenet, moet het elektriciteitsnet een grotere capaciteit hebben (netverzwaring)
- > Ontwerpvrijheid: Geen consequenties
- > Comfort: Vrij in te vullen
- > Ruimtebeslag: Geen consequenties.



## Warmtepompconcepten

### Warmtepompen

#### *Werking*

Een warmtepomp werkt volgens hetzelfde principe als een koelkast. Warmte wordt onttrokken op de ene plaats. Deze warmte, vermeerderd met de energie die nodig is voor de aandrijving van het proces, wordt weer afgegeven op een andere plaats. Het totale verwarmingseffect is daardoor groter dan de energie-input. Dit maakt de warmtepomp zeer efficiënt.

Elektrische warmtepompen zijn het meest gebruikelijk. Er zijn echter ook thermisch aangedreven (gasgestookte) varianten (absorptiewarmtepomp, gasmotorwarmtepomp). Een warmtepomp kan individueel in een gebouw of collectief in combinatie met warmtelevering worden toegepast.

#### *Tapwater*

##### *Combiwarmtepomp*

Met een combiwarmtepomp kan net als met een Combiketel zowel worden voorzien in de ruimteverwarming als in de tapwatervraag. Een combiwarmtepomp heeft een voorraadvat. Dit voorraadvat (boiler) kan samen met de warmtepomp geïntegreerd zijn in een behuizing of de boiler is naast de warmtepomp geplaatst. De warmtepomp kan tot 50 – 55 °C leveren zonder te veel in te leveren op het opwekrendement. Hogere temperaturen zijn ongewenst vanwege de hoge belasting van de compressor en het daarmee samenhangende lage rendement. Om ziekten, zoals legionella, te voorkomen wordt periodiek de boiler verwarmd tot boven de 60°C met een elektrisch element. Eenmaal per week is doorgaans voldoende.

##### *Warmtepompboiler*

De momenteel verkrijgbare warmtepompboilers gebruiken de afgevoerde ventilatielucht uit een woning als warmtebron om tapwater te verwarmen. Gebalanceerde ventilatie met warmterugwinning (uit de ventilatielucht) is niet te combineren met een warmtepompboiler omdat de warmte uit de ventilatielucht slechts toereikend is voor één van beide toepassingen.

Een andere combinatie van een warmtepompboiler is de warmte uit de retour van de vloerverwarming benutten voor het opwekken van warmtapwater. Met dit systeem kan warmterugwinning uit de ventilatielucht worden toegepast.

#### *Input: Elektriciteit en omgevingswarmte*

Een warmtepomp onttrekt omgevingswarmte uit een zogenoemde secundaire bron. Dit kan zijn:

- > Bodem met gesloten bodemwarmtewisselaars (verticaal of horizontaal)
- > Grondwater uit een aquifer in combinatie met koeling of regeneratie in zomer. Regeneratie kan bijvoorbeeld door warmte uit asfaltcollectoren of nabij gelegen warmte uit oppervlaktewater in de aquifer op te slaan
- > Effluent van rioolwaterzuivering
- > Oppervlaktewater van meer of rivier.

De onttrokken omgevingswarmte wordt gekwalificeerd als duurzame energie. Het duurzaamheidsaandeel van de warmtepomp kan nog verder worden verhoogd, door gebruik te maken van duurzaam opgewekte elektriciteit.

#### *Output: Nuttige warmte*

De warmtepomp levert warm water met temperatuur van maximaal 55°C. Hoe lager de leveringstemperatuur, hoe efficiënter de warmtepomp werkt.

SPF is het jaarlijks gemiddelde van de verhouding tussen de door de warmtepomp geleverde warmte en verbruikte elektriciteit. Richtwaarden voor de SPF zijn, uitgaande van grondwater als secundaire bron, een gemiddelde afgiftetemperatuur van 40°C voor ruimteverwarming en 55°C voor warm tapwater:

- > Individuele warmtepomp 3,5
- > Collectieve warmtepomp 4,5
- > Warmtepompboiler 2,5

De SPF is sterk afhankelijk van de daadwerkelijke omstandigheden waarin de warmtepomp wordt toegepast en moet derhalve voor elke toepassing worden geëvalueerd.

Indien de warmtepomp "omkeerbaar" wordt uitgevoerd, is de warmtepomp in de zomer tevens koelmachine.

#### *Consequenties*

- > Technisch: Omdat warmtepompen beter presteren naarmate de leveringstemperatuur lager is, worden ze bij



	voorkeur gecombineerd met Lage Temperatuurverwarming (zie techniekblad 'Lage Temperatuurverwarming'). Bij een collectief systeem kan eventueel ook Midden Temperatuurverwarming worden toegepast mits een lage retourtemperatuur kan worden gegarandeerd en hulpwarmteketels in serie met de warmtepomp worden geschakeld (zie 'Warmte en elektriciteit')
>	Ontwerpvrijheid: Geen beperkingen
>	Comfort: Consequenties voor thermisch comfort zijn afhankelijk van de keuze van het afgiftesysteem (zie 'Lage Temperatuurverwarming'). Bij warmtepomptoeepassingen kan vaak tegen geringe meerkosten comfortkoeling van de woning worden aangeboden
>	Ruimtebeslag: Individuele warmtepompen zijn doorgaans uitgerust met een warmtebuffer. Voor de installatie is ongeveer 1,5 m <sup>2</sup> vloeroppervlak nodig. Een collectieve warmtepomp wordt, afhankelijk van het aantal woningen dat erop aangesloten is, geplaatst in een gebouw van 30 tot 150 m <sup>2</sup>
>	Geluid en trillingen: Het geluidsniveau van individuele systemen is genormeerd op maximaal 50 dB(A). Bij de plaatskeuze dient rekening te worden gehouden met het voorkomen van hinder en overlast
>	Emissies: Warmtepompen kunnen werken op basis van verschillende koudemiddelen. Sommige hiervan zijn zeer slecht voor het milieu als ze in de atmosfeer terecht komen. De keuze van het koudemiddel is daarmee van invloed op het totale milieueffect van de toepassing van warmtepompen.

#### Aquifersysteem

	<b>Werkling</b> Een warmtepomp wordt vaak toegepast in combinatie met een aquifersysteem. Een aquifer is een grondwaterreservoir in de bodem waarin warmte of koude kan worden opgeslagen. Om een aquifer in gebruik te kunnen nemen, moet het reservoir worden aangeboord. Een aquifer kan bestaan uit twee bronnen, een warme en een koude bron (doublet). Het principe is dat warm of koud water wordt opgepompt en dat energieoverdracht plaatsvindt. De bronnen dienen zodanig gesitueerd te worden dat de bronnen elkaar onderling niet beïnvloeden.  In principe kunnen aquifers in heel Nederland worden toegepast. Middels een proefboring kan worden bekeken of op de gewenste plaats een aquifer kan worden toegepast. Tevens kan de waterkwaliteit worden bepaald. De vergunningverlener zal in principe een thermische balans eisen. Indien bijvoorbeeld in de winter meer warmte wordt onttrokken aan de aquifer dan in de zomer wordt toegevoerd, spreekt men van een thermische onbalans. Om de aquifer in thermisch evenwicht te krijgen wordt de bron geregenereerd.  Regenereren kan op verschillende manieren. De meest voorkomende zijn regenereren met: > Oppervlaktewater > Koel- of warmtetoren > Zonnecollectoren > Asfaltcollectoren.  Per provincie worden verschillende eisen gesteld aan een aquifersysteem. Vaak dient periodiek de waterkwaliteit te worden beoordeeld. Ook kan het zijn dat voor per kubieke meter onttrokken water een vergoeding dient te worden betaald.
	<b>Consequenties</b> > Technisch: ten behoeve van ruimteverwarming zal naverwarming nodig zijn. Voor koeling kan het water uit het aquifersysteem direct worden gebruikt mits hoge temperatuur koeling wordt toegepast. Afhankelijk van de thermische onbalans zal een regeneratiesysteem nodig zijn > Ontwerpvrijheid: Voor situering van de bronnen dient aan bepaalde voorwaarden te voldoen zoals: - Onderlinge afstand van de bronnen - Richting van de grondwaterstroming > Comfort: Geen consequenties > Ruimtebeslag: Voor situering en "afdekking" van de putten dient eventueel op de locatie ruimte te worden gereserveerd. Dit geldt ook voor het benodigd leidingtracé en eventuele regeneratievoorzieningen.



## Decentrale opwekking van warmte en/of elektriciteit

### WKK (Warmte Kracht Koppeling)

#### *Werking*

Met een motor op gas- diesel, biomassa of bio-olie kan een generator (dynamo) worden aangedreven om elektriciteit op te wekken. De motor moet gekoeld worden. De warmte die daarbij vrij komt kan nuttig worden ingezet. Deze vorm van energieopwekking wordt warmtekrachtkoppeling (wkk) genoemd.

#### *Input:*

- > aardgas, of eventueel andere gassen, bijvoorbeeld biogas of stortgas
- > dieselolie of eventueel andere oliesoorten zoals bio-olie
- > sommige soorten biomassa

*Output:* warm water met temperatuur van maximaal 110°C en elektriciteit.

*Rendementen:* Elektrische rendementen van installaties liggen tussen de 30 en 45% (onderwaarde), afhankelijk van de grootte en het fabriekaat. Kleinere systemen (tot 250 kW) en systemen op biogas of stortgas komen tot 30 à 32%. Een gemiddelde voor systemen op aardgas is te leggen bij 35%. Dieselmotoren komen gemiddeld op 40%. De totaalrendementen liggen in alle gevallen tussen de 80 en 90%.

#### *Consequenties*

- > Technisch: Geen consequenties.
- > Ontwerpvrijheid: Geen consequenties.
- > Comfort: Geen consequenties.
- > Ruimtebeslag: Er moet ruimte beschikbaar zijn of worden gemaakt voor de centrale in de wijk. De centrale heeft een verbrandingsgassenafvoer (schoorsteen), die ruim boven de omringende woningen moet uitsteken.
- > Emissies: De uitstoot van NO<sub>x</sub> en roet vormen een punt van aandacht. Over het algemeen is dit met een rookgasreinigingsinstallatie goed op te vangen.

### Bio-olie

#### *Werking*

De bio-olie wordt geproduceerd uit bijvoorbeeld ingezameld frituurvet of gewonnen uit plantaardig materiaal zoals koolzaadolie. Het is als product vergelijkbaar met huisbrandolie en wordt ook volgens de daarvoor geldende richtlijnen getransporteerd en opgeslagen in tanks.

Met het verbranden van bio-olie in een wkk kan een volledig CO<sub>2</sub>-neutrale wijk worden gerealiseerd ondanks dat er bij de verbranding van bio-olie CO<sub>2</sub> vrijkomt. De biologische olie is namelijk een product uit de zogenaamde korte koolstofkringloop. De in de planten opgenomen CO<sub>2</sub> komt bij de verbranding weer vrij. Er wordt dan gesproken over een korte koolstofkringloop en dat wordt beschouwd als CO<sub>2</sub>-neutraal.

#### *Consequenties*

- > Technisch: geen
- > Ontwerpvrijheid: Bij de verbranding van bio-olie komt een hogere concentratie NO<sub>x</sub> vrij dan bij de verbranding van aardgas. In gebieden met een hoge NO<sub>x</sub> basislast kan dit gevolgen hebben voor de realisatie
- > Comfort: Vrij in te vullen
- > Ruimtebeslag: De bio-olie heeft een hoog vlampunt en derhalve is er een gering brandgevaar, wel moet de opslag verwarmd kunnen worden om stolling en bevroering van de olie te voorkomen



## Gebouwwgebonden maatregelen

### Zonneboiler(combi)

<p><b>Werking</b> Een zonneboiler(combi) bestaat uit een collector, een opslagvat en een bijverwarming. In de collector, die doorgaans op het dak wordt geplaatst, wordt zonnewarmte opgevangen en overgedragen aan water. Het opgewarmde water wordt opgeslagen in een buffervat totdat het nodig is voor gebruik. Bij een zonneboiler die alleen warm tapwater maakt, wordt het water indien nodig nog naverwamd in een separaat warmwatertoestel (combi-ketel, geiser). Bij een zonneboilercombi is de bijverwarming geïntegreerd in het systeem. Het toestel verzorgt naast de productie van warm tapwater ook de totale verwarming van het huis.</p>
<p><b>Input: zonnewarmte, elektriciteit, (aardgas)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Bij een zonneboiler is alleen elektriciteit voor de pomp nodig</li><li>&gt; Bij een zonneboilercombi is naast elektriciteit voor de pomp tevens aardgas voor de brander nodig.</li></ul>
<p><b>Output: warm tapwater, (ruimteverwarming)</b> De zonneboiler levert warm tapwater (maximaal 90 °C). Een zonneboiler met een collector van 2,8 m<sup>2</sup> levert bij een gemiddeld gezin een energiebesparing op van ongeveer 3,6 GJ per jaar. Een zonneboilercombi (collector 5,6 m<sup>2</sup>) levert naast warm tapwater ook warmte voor ruimteverwarming (maximaal 90 °C). De opbrengst bedraagt gemiddeld 7,0 GJ per jaar.</p>
<p><b>Consequenties</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Technisch: Bij de constructie van de woning dient rekening te worden gehouden met het gewicht van de (gevulde) installatie</li><li>&gt; Ontwerpvrijheid: De collector moet ingepast worden in of op het dakvlak. De oriëntatie van de collector moet min of meer op het zuiden zijn gericht, waarbij de hellingshoek van de collector bij voorkeur ligt tussen 20 en 50° (0° is horizontaal)</li><li>&gt; Comfort:<ul style="list-style-type: none"><li>- Zonneboiler: Geen consequenties</li><li>- Zonneboilercombi: Hoog tapwatercomfort vanwege de beschikbaarheid van een buffervoorraad die continu op temperatuur wordt gehouden.</li></ul></li><li>&gt; Ruimtebeslag: Beide systemen zijn uitgerust met een warmtebuffer. Voor de installatie is ongeveer 1 m<sup>2</sup> nodig.</li></ul>

### Isolatie

<p><b>Werking</b> De temperatuur binnen een gebouw is doorgaans hoger dan de buitentemperatuur. Via de buitenschil van het gebouw (dak, gevel, begane grondvloer) treden warmteverliezen op (transmissieverliezen). Door isolatiemateriaal aan te brengen in de schil nemen deze verliezen af. Bij toenemende isolatiedikte neemt het (absolute) effect op de besparing af.</p> <p>Bij bestaande gebouwen met spouwmuur kan via een opening in de muur isolatiemateriaal in de spouw worden aangebracht. Hiertoe dient de spouwruijnte minimaal 50 mm te bedragen en moet de muur zijn opgebouwd uit een geschikte steensoort. Bovendien is het belangrijk dat de muur in een goede staat verkeert en dat de spouw redelijk schoon is. Puininsluitels kunnen gaan werken als koudebrug. Naast spouwisolatie is het mogelijk om aan de binnen- of buitenzijde van de muur voorzetwanden met isolatiemateriaal te plaatsen. Met name aan de buitenzijde heeft dit consequenties voor de afwerking. Aan de binnenzijde is vochtbeheersing het belangrijkste probleem.</p>
<p>Bij nieuwbouw wordt isolatiemateriaal middels isolatiepakketten in de spouw aangebracht.</p>
<p><b>Consequenties</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Technisch: eventuele verbreding van de fundering bij nieuwbouw; aanpassing van aansluitingen</li><li>&gt; Ontwerpvrijheid: aanpassingen in aansluitingen zijn zichtbaar en vragen extra aandacht bij het ontwerp</li><li>&gt; Comfort: een meer gelijkmatige temperatuurverdeling leidt tot een verbetering van de comfortbeleving</li><li>&gt; Ruimtebeslag: door dikkere gevels is het ruimtebeslag groter en bij toepassing van voorzetwanden aan de binnenzijde wordt de binnenuimte kleiner.</li></ul>





### Isolerende beglazing

<p><b>Werkling</b> Door glasoppervlakken treden transmissieverliezen op. Deze zijn een factor groter dan door de overige delen van gevels en daken. Daar staat tegenover dat vensters licht en passieve zonne-energie binnenlaten. Omdat beter isolerende beglazing de zon minder goed binnenlaat in de woning (minder effectieve benutting van passieve zonne-energie), is het besparingseffect bij toepassing aan de noordzijde groter dan bij toepassing aan de zuidzijde. Per saldo is het besparingseffect overigens ook aan de zuidzijde positief.</p> <p>Glas kan isolerend worden gemaakt middels de volgende principes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Toepassing van voorzetramen</li><li>&gt; Toepassing van twee (of meer) lagen glas met daartussen een isolerende luchtlaag. Een optimaal effect treedt op bij een spouwbreedte van 15 mm</li><li>&gt; Toepassing van edelgas in de spouw. Hiermee wordt de isolatiewaarde verbeterd ten opzichte van een met lucht gevulde spouw</li><li>&gt; Toepassing van een infrarood-coating die zonlicht doorlaat maar warmtestraling (van binnen naar buiten) tegenhoudt.</li></ul>
<p><b>Consequenties</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Technisch: Dubbel glas met grotere spouwbreedte vraagt kozijnen met een grotere sponning, waardoor bij bestaande gebouwen vaak ook kozijnen vervangen of aangepast dienen te worden.</li><li>&gt; Ontwerpvrijheid: Geen consequenties.</li><li>&gt; Comfort: Sterk isolerende beglazing heeft een nivellerend effect op de weersinvloeden. De koudeval bij ramen is daardoor lager. In de zomer houdt isolerende beglazing de zon wat meer tegen dan gewone beglazing zodat de woning minder snel door de zon opwarmt.</li><li>&gt; Ruimtebeslag: Geen consequenties.</li></ul>

### Warmteterugwinning uit ventilatielucht

<p><b>Werkling</b> Met af te voeren ventilatielucht kan middels een warmtewisselaar de toe te voeren verse buitenlucht worden voorverwarmd. Hiertoe moeten de betreffende luchtstromen via luchtkanalen op een centraal punt worden samengebracht. Door een goede afstemming van de hoeveelheden toe- en afgevoerde lucht passeert alle ventilatielucht de warmtewisselaar. De technische term voor dit systeem is 'gebalanceerde ventilatie of balansventilatie'. Bij goed geïsoleerde gebouwen kan door toepassing van warmteterugwinning een aanzienlijke reductie van het totale energieverbruik worden bereikt. Voor een optimaal effect moet extra aandacht worden besteed aan de luchtdichtheid van de woning of het gebouw (kierdichting).</p>
<p><b>Consequenties</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Technisch: Warmteterugwinning kan uitsluitend in combinatie met gebalanceerde ventilatie. Een goede luchtdichtheid van met name de woning (kierdichting) is voorwaarde voor de goede werking van het systeem</li><li>&gt; Ontwerpvrijheid: Het aantal ventilatiekanalen is groter dan bij mechanische afzuiging</li><li>&gt; Comfort: Afwezigheid van ongecontroleerde koude luchtstromingen verhoogt de comfortbeleving</li><li>&gt; Ruimtebeslag: In de luchtbehandelingskast dient ruimte gereserveerd te worden voor de warmtewisselaar.</li></ul>

### Lagetemperatuurverwarming (LTV)

<p><b>Werkling</b> Algemene stelregel is: hoe lager de verwarmingstemperatuur, des te gunstiger het rendement waarmee de warmte kan worden opgewekt. Om een ruimte te verwarmen tot een aangename verblijfstemperatuur is verwarmingstemperatuur van 35 tot 50°C in principe al ruimschoots voldoende. In de praktijk worden echter hogere temperaturen toegepast, omdat hiermee warmteoverdragend oppervlak (de grootte van de radiatoren) beperkt kan worden. LTV kan worden gerealiseerd door toepassing van:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Vergrote radiatoren</li><li>&gt; Voerverwarming</li><li>&gt; Wandverwarming</li><li>&gt; Luchtverwarming.</li></ul>
---



### PV-panelen

<p><b>Werkling</b> Op daken of andere zonbeschreven oppervlakken (gevel) kunnen PV-panelen gemonteerd worden die zonnestraling opvangen en omzetten in elektriciteit. Op deze manier wordt duurzame zonne-energie omgezet in een bruikbare en eenvoudig te transporteren vorm van energie.</p>
<p><b>Consequenties</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Technisch: De (dak)constructie moeten geschikt zijn voor de montage van PV-panelen,</li><li>&gt; Ontwerpvrijheid: De panelen worden bij voorkeur in het ontwerp geïntegreerd, zuidgerichte oriëntatie,</li><li>&gt; Comfort: Geen consequenties,</li><li>&gt; Ruimtebeslag: Geen consequenties.</li></ul>

### Zonoriëntatie en voorwaarden voor gebruik van zonne-energie

<p><b>Werkling</b> Gebouwen met een op het zuiden gerichte gevel en/of dakvlak kunnen zoveel mogelijk profiteren van zonnewarmte ten behoeve van verwarming en warm tapwater. Bij de benutting van zonne-energie wordt onderscheid gemaakt tussen passieve en actieve zonne-energie.</p> <p>Een optimale benutting van passieve zonne-energie treedt op als de stralingswarmte van de zon in het stookseizoen diep in de woning kan binnendringen. In de zomer moet daarentegen, vanwege mogelijke oververhitting, de zon uit de woning worden geweerd. Vanwege de hoge zonnestand in de zomer, is de zon op de zuidvensters relatief eenvoudig af te schermen door het toepassen van bijvoorbeeld een overstek. Oververhitting door instraling via glasoppervlakken op het westen of zuidwesten kan effectief worden voorkomen door een goede plaatsing van bomen of andere schaduwrijke begroeiing.</p> <p>Voor de actieve benutting van zonne-energie kunnen zonneboiler(combi)s en PV-panelen worden toegepast. De oriëntatie mag hierbij enigszins afwijken van het zuiden. Bij bestaande gebouwen zijn de mogelijkheden afhankelijk van de beschikbaarheid van een geschikt dakvlak. Bij nieuwbouw kan in het ontwerpstadium rekening worden gehouden met het creëren van een geschikt dakvlak.</p> <p>Van belang bij toepassing van zonne-energie is het voorkomen van schaduwwerking door bladhoudende bomen en hoge bouwwerken in de buurt. Vooral PV-panelen zijn gevoelig voor schaduwwerking.</p>
---

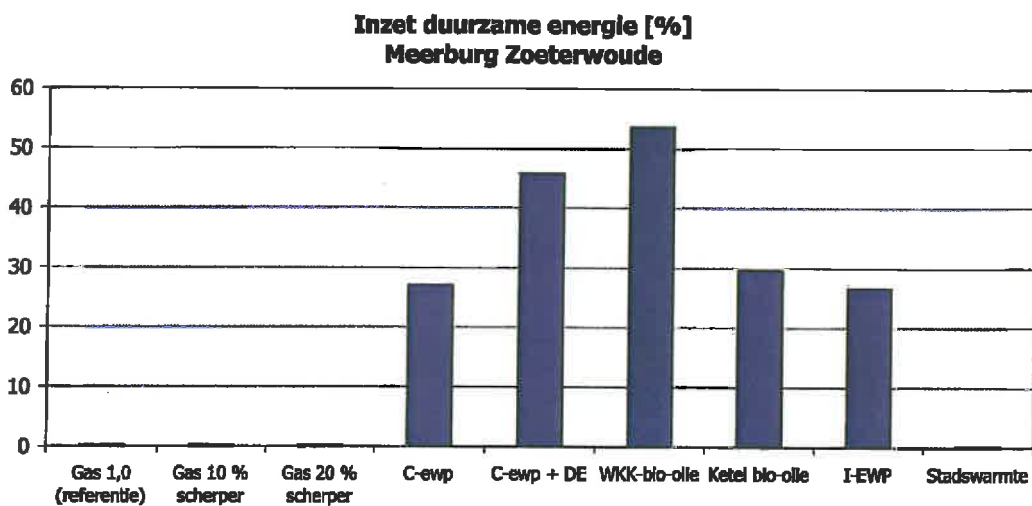
### Compact bouwen

<p><b>Werkling</b> Compact bouwen is een verzamelterm van maatregelen die leiden tot een kleiner oppervlak van de gebouwschil (dak, gevel, begane grondvloer) in relatie tot het vloeroppervlak. Mogelijkheden hiertoe zijn stapelen (meergezinswoningen), schakelen (rijenwoningen), aanbouwen (bergingen en garages) en ontwerpaanpassingen (diepere rijenwoningen, en lagere goothoogte).</p> <p>Aandachtspunt bij een eventuele aanbouw is de deur tussen de aanbouw en de woning. Het is mogelijk dat het aanbouwen van een berging tegen een woning leidt tot een hoger energieverbruik als er een extra deur in de doorgaans goed geïsoleerde gevel wordt aangebracht.</p> <p>Compartmentering maakt het mogelijk verschillende temperaturen en ventilatiehoeveelheden toe te passen. In de keuken kan doorgaans met een lagere temperatuur worden volstaan en zal de ventilatie middels de afzuigkap hoger zijn. Door de keuken af te schelden van de woonkamer wordt voorkomen dat de keuken wordt geventileerd met warme lucht uit de woonkamer. Ook op de trap kan met een lagere temperatuur worden volstaan. Daarbij komt dat een dichte trap ook voorkomt dat koudere lucht van zolder de kamer instroomt.</p>
--

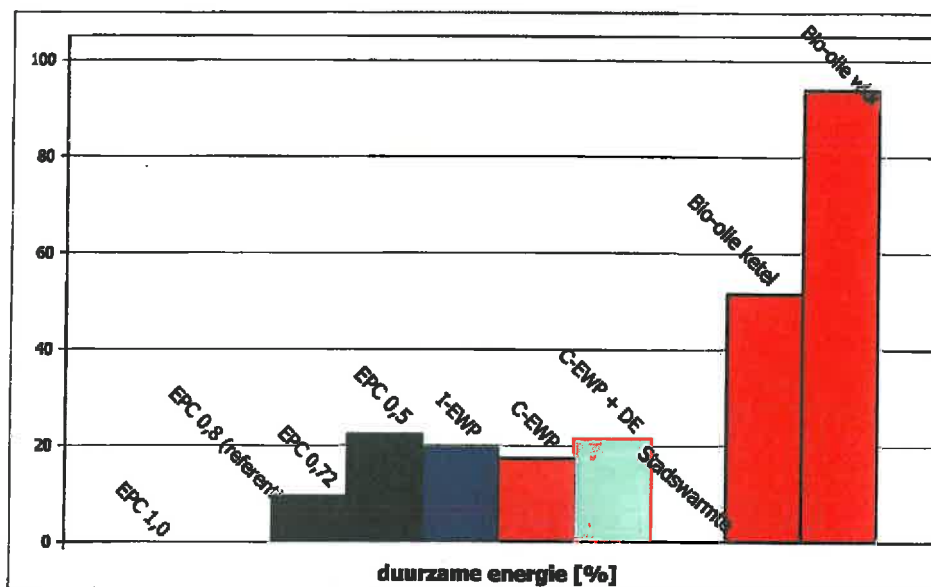


## E ENERGIESCAN AANDEEL DUURZAME ENERGIE

In figuur D.1 en D.2 is aangegeven wat het aandeel duurzame energie is van de verschillende energieconcepten.



Figuur D.1: Aandeel duurzame energie; voor de torens

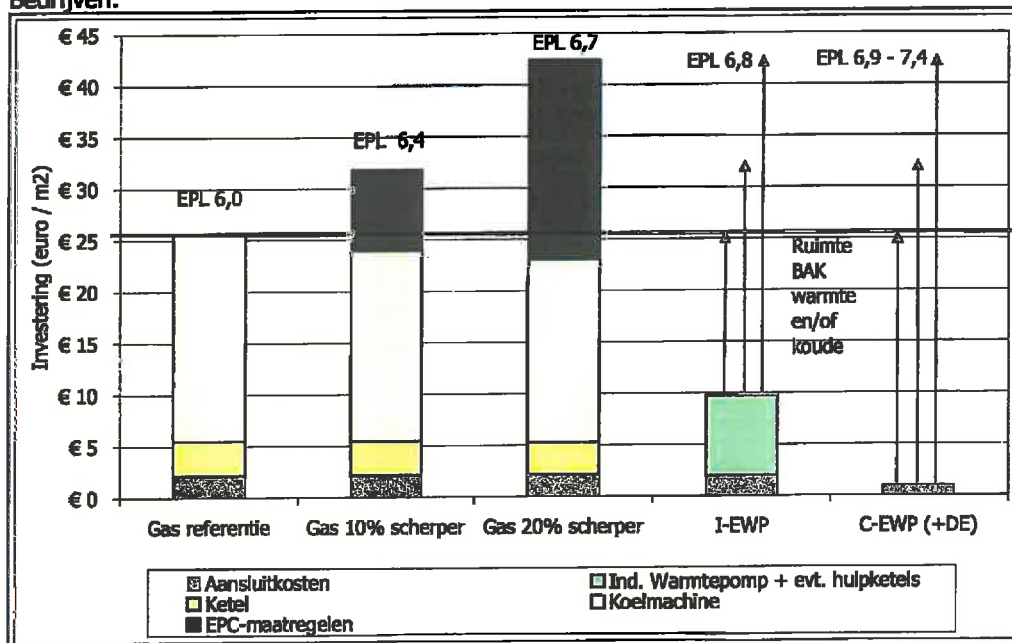


Figuur D.2: Aandeel duurzame energie; voor de grondgebonden woningen

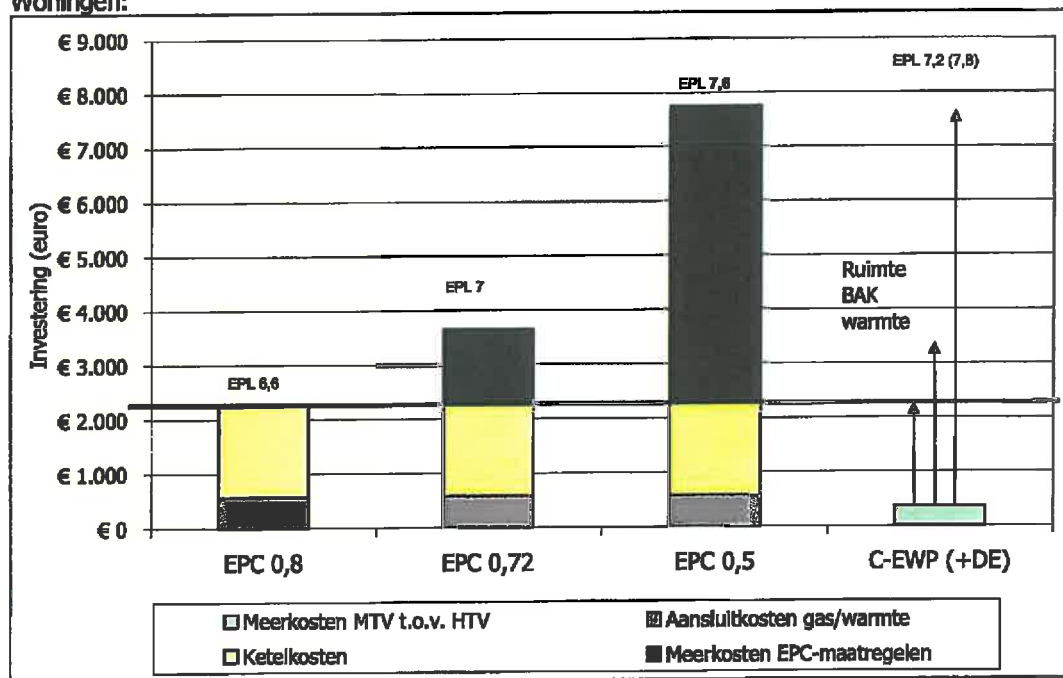


## F KOSTENKADER

Bedrijven:



Woningen:





## G DWARSPROFIEL LEIDINGINFRASTRUCTUUR

