

# Rekenmodel Warmtewet

## De maximumprijs van warmte

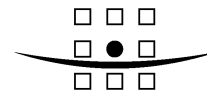
Ministerie van Economische Zaken

21 september 2009

Eindrapport

9V3309

A COMPANY OF



**ROYAL HASKONING**

Wijchenseweg 132

Postbus 112

6500 AC Nijmegen

+31 (0)24 366 75 75 Telefoon

+31 (0)24 366 75 70 Fax

info@nijmegen.royalhaskoning.com E-mail

www.royalhaskoning.com Internet

Arnhem 09122561 KvK

Documenttitel Rekenmodel Warmtewet  
De maximumprijs van warmte  
Verkorte documenttitel Rekenmodel Warmtewet  
Status Eindrapport  
Datum 21 september 2009  
Projectnaam Ontwikkeling rekenmodel Warmtewet  
Projectnummer 9V3309  
Opdrachtgever Ministerie van Economische Zaken  
Referentie 9V3309.A0/R005/EVD/Nijm2

Auteur(s) Ir. E. van Deursen  
Collegiale toets J.H.M. van Betuw  
Datum/paraaf 21 september 2009 .....  
Projectleider Ir. E. van Deursen  
Datum/paraaf 21 september 2009 .....



## SAMENVATTING

Ter voorbereiding van de inwerkingtreding van de Warmtewet heeft het Ministerie van Economische Zaken een onderzoeksopdracht aan Royal Haskoning verstrekt om een rekenmodel te ontwikkelen waarmee de in de Warmtewet bedoelde maximumprijs kan worden vastgesteld.

De grondslag van dit rekenmodel is het NMDA principe (Niet Meer Dan Anders). Dit houdt in dat een warmtegebruiker, als die is aangesloten op een warmtenet, niet méér betaalt dan zou die zijn aangesloten op een aardgasnet. Het NMDA principe wordt in dit rapport uitgelegd als gelijkheidsprincipe, omdat zodoende de maximumprijs ontstaat.

Het NMDA principe geldt voor alle kostensoorten; voor initiële kosten (investeringen), voor vaste jaarlijkse kosten (onderhoud en kapitaalslasten) en voor variabele jaarlijkse kosten (warmtegebruik). De maximumprijs bestaat daarmee uit drie componenten; een eenmalig bedrag (aansluitbijdrage of  $ASB_w$ ), een vast jaarlijks bedrag (vastrecht of  $VR_w$ ) en warmteprijs ( $P_w$ ). De warmteprijs wordt vermenigvuldigd met warmtegebruik en levert zo ook een jaarlijks bedrag op. Zijn al die kostensoorten aan elkaar gelijk, dan is ook de cashflow voor een aardgaswoning en een warmtewoning gelijk. De drie gelijkheden leiden tot de volgende tariefcomponenten voor warmte:

Soort component	Componenten warmtetarief
Aansluitbijdrage warmte (€)	$ASB_w = ASB_g + INV_g - INV_w$
Vastrecht warmte (€/jaar)	$VR_w = VR_g + KK_g - KK_w + OK_g - OK_w$
Warmteprijs (€/GJ)	$P_w = \frac{\left( \frac{BWV_g}{UCV_{Gg} \cdot \eta_k} + GK_g \right) \cdot P_g + (EV_g - EV_w - EK_w) \cdot P_e}{\frac{BWV_w}{\eta_{as}}}$

Of in woorden:

- Aansluitbijdrage warmte = aansluitbijdrage gas + verschil investeringen;
- Vastrecht warmte = vastrecht gas + verschil kapitaalskosten + verschil onderhoudskosten
- Warmteprijs = (Gasgebruik x gasprijs + verschil elektriciteitsgebruik x elektriciteitsprijs) gedeeld door totaal afgeleverde warmte aan de warmtewoning.

De bijzonderheid in de warmteprijs is, dat de warmtevraag in de warmtewoning niet (noodzakelijk) gelijk is aan die in de aardgaswoning. Dit is het gevolg van verschillen tussen de aardgaswoning en de warmtewoning, omdat de combiketel niet in de meterkast zit en vanwege het warmteverlies van de afleverzet. Maar er kan ook sprake zijn van de beleidsmatige keuze om EPC gelijk te verlangen, waardoor de bruto warmtevraag in de warmtewoning toeneemt ten opzichte die van de aardgaswoning.

## Aansluitbijdrage en vastrecht warmte

Er is een spreiding in vermeden investeringskosten die ligt tussen € 2.271 en € 3.185, als gevolg van woningentype, die in het tariefbedrag terugkomen. Aanbevolen wordt om voor de kleingebruiker met een gemiddelde ASB warmte van € 2.728 + ASB<sub>g</sub> te rekenen als tariefcomponent van de maximumprijs. Voor de klein zakelijke markt, met een thermische aansluitwaarde tot 1.000kW, wordt de volgende prijsformule voorgesteld:

$$ASB_{kzm} = 130.01 \cdot Q^{0.9637} + ASB_g$$

De genoemde spreiding betreft ook de vermeden kapitaalskosten die in het vastrecht besloten zitten. De grenzen zijn € 97,74 en € 137,09 per jaar. Daarbij komen de vermeden onderhoudskosten van € 118 per jaar. Aanbevolen wordt om voor de kleingebruiker met een gemiddeld VR warmte van € 236,17 + VR<sub>g</sub> te rekenen als tariefcomponent van de maximumprijs. Voor de klein zakelijke markt wordt de volgende prijsformule voorgesteld:

$$VR_{kzm} = 16.21 \cdot Q^{0.7762} + VR_g$$

De bedragen in de formules zijn in Euro en de aansluitwaarde Q is in kW.

## Warmteprijs

In de Warmtewet is sprake van de rendementsmethode. Dit lijkt er vanuit te gaan dat de warmteprijs door uitsluitend een rendement is te typeren. Dit is niet het geval. In dit onderzoek wordt weliswaar een rendement ontwikkeld zoals dat in de Warmtewet wordt bedoeld, maar dit blijkt een complexe samenhang van invloeden te zijn. De bedoeling van de Warmtewet is kennelijk als volgt:

$$P_w = \frac{P_g}{UCV_{Gg} \cdot \eta_{ww}}$$

Dit is de warmteprijs in €/GJ, die gelijk is aan de aardgasprijs in €/Nm<sup>3</sup>, gedeeld door de bovenste verbrandingswaarde van aardgas in GJ/Nm<sup>3</sup> en gedeeld door een rendement (gebaseerd op de bovenste verbrandingswaarde) als bedoeld in de Warmtewet. De invloeden die het rendement bepalen zijn de volgende:

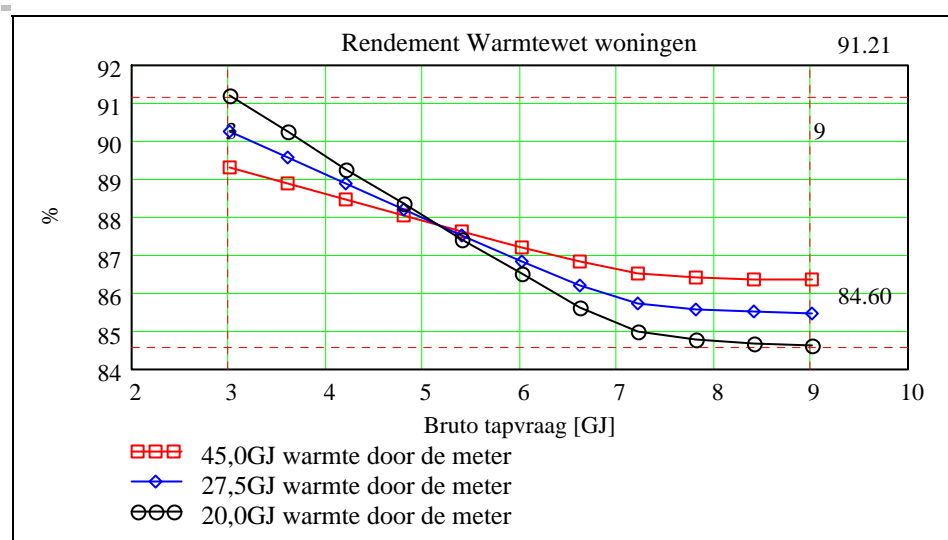
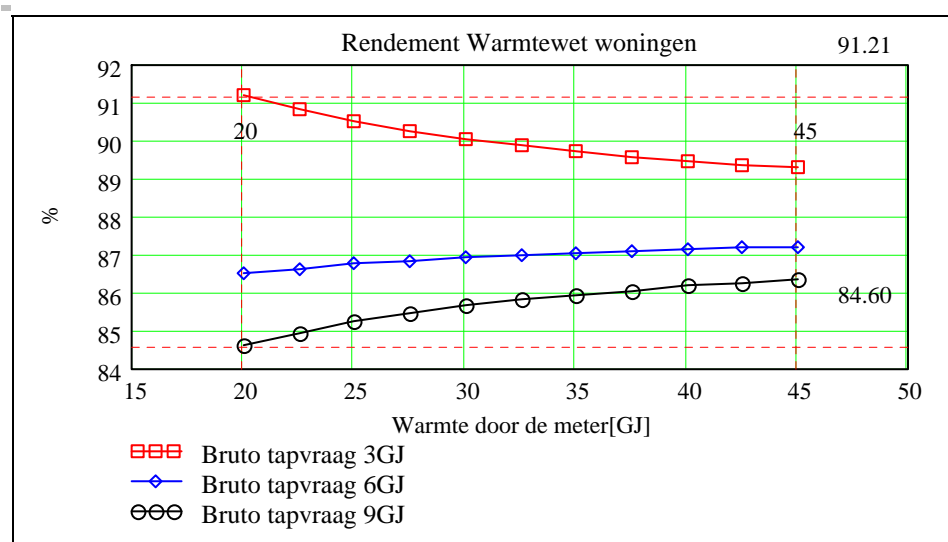
- Bruto warmtevraag voor ruimteverwarming  
De bruto warmtevraag in woningen varieert volgens het BWK van 22,3GJ per jaar tot ruim 51,2GJ per jaar. In dit onderzoek gaan wordt uitgegaan van 20 tot 45GJ per jaar en een gemiddelde van 34GJ per jaar.
- Bruto warmtevraag voor warm tapwater  
De bruto warmtevraag voor warm tapwater in woningen varieert volgens het BWK

van 3,5GJ per jaar tot ruim 9,4GJ per jaar. In dit onderzoek wordt uitgegaan van 3 tot 9GJ per jaar en een gemiddelde van 7GJ per jaar.

- Ketelrendement voor ruimteverwarming  
Voor het rendement voor ruimteverwarming wordt uitgegaan van een ketel met HR 107 label. Er vanuit gaande dat het niet altijd lukt om de ketel te laten condenseren, wordt aanbevolen om een rendement van 90% te hanteren. Voor de klein zakelijke markt wordt aanbevolen om met een afnemend rendement rekening te houden als functie van de grootte van de aansluiting. Zo geldt dan voor een aansluiting van 1.000kW een rendement van 85%.
- Ketelrendement voor warm tapwater  
Hiervoor wordt gebruik gemaakt van het gemiddeld aangetroffen taprendement van door "Gastec KIWA Certification" beproefde ketels. Dit komt neer op een rendement van 65% bij een jaarlijks tapwatergebruik van circa 7GJ of lager, oplopend tot 75% bij een jaarlijks tapwatergebruik van circa 12,5GJ of hoger.
- Elektriciteitsgebruik voor warm tapwater  
Voor de aardgaswoning wordt er vanuit gegaan dat er gemiddeld 0,5GJ/jaar uit een elektrische close-in boiler komt.
- Warmteverlies van de afleverzet  
Een compact uitgevoerde en geïsoleerde afleverzet voor een woning vertoont een warmteverlies van 1,26GJ per jaar (dat is 40watt continue warmteverlies). Voor de klein zakelijke markt neemt het warmteverlies maar weinig toe. Voorgesteld wordt om dit te bepalen met een wortelfunctie van de aansluitwaarde. Zo komt het verlies voor een aansluiting van 1.000kW neer op 7,5GJ/jaar (dat is 238watt continue warmteverlies).
- Leidingverlies ruimteverwarming  
Voor verliezen van verwarmingsleidingen in onverwarmde ruimten kan 5% gerekend worden. Deze verliezen spelen in de rendementsformule geen rol.
- Leidingverlies warm tapwater  
Voor verliezen van warme tapleidingen kan 10% gerekend worden. Dit is hoger dan voor verwarmingsleidingen vanwege het intermitterende karakter van tappen. Dit percentage speelt wel een rol.
- Elektriciteitsgebruik ketel  
Hiervoor wordt gebruik gemaakt van het gemiddeld aangetroffen elektriciteitsgebruik zoals dat is vastgesteld door TNO en vastgelegd in gelijkwaardigheidverklaringen. Voorgesteld wordt om voor woningen met een constant verbruik van 40kWh te rekenen met een toeslag die afhankelijk is van de bruto warmtevraag voor ruimteverwarming. Voor een woning met een bruto warmtevraag van 40GJ komt zo het elektriciteitsgebruik op  $40+80=120$ kWh/jaar. Voor de klein zakelijke markt ligt het elektriciteitsgebruik lager omdat de circulatiepomp niet wordt vermeden.
- Koken  
In een aardgaswoning wordt gemiddeld 65m<sup>3</sup> aardgas en 177kWh elektriciteit voor koken gebruikt. In een warmtewoning wordt uitsluitend met elektriciteit gekookt. De

effectiviteit van aardgas is 5kWh elektriciteit per m<sup>3</sup>. Zodoende wordt voor een warmte woningen 502kWh elektriciteitsgebruik toegerekend aan koken.

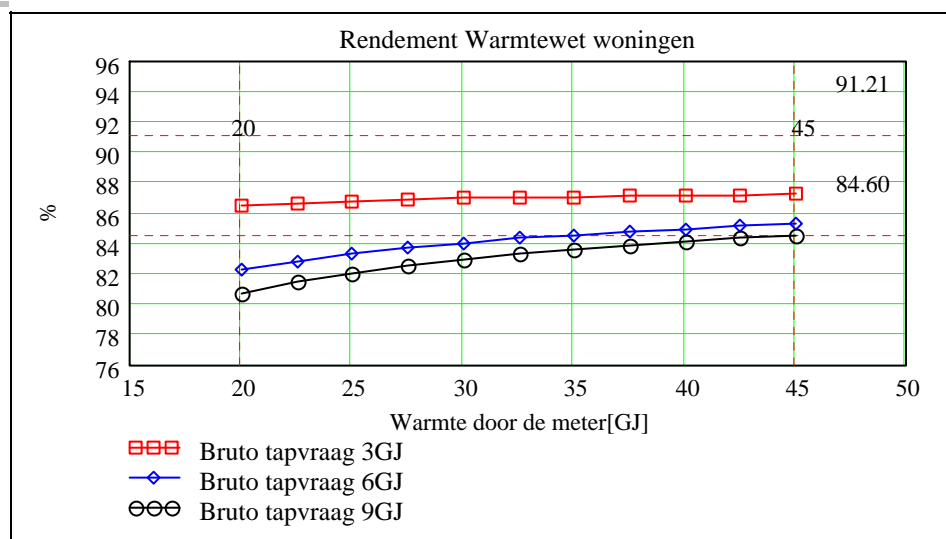
Het voorgestelde rekenmodel voor het rendement, als bedoeld in de Warmtewet, is per saldo afhankelijk van de warmtevraag voor ruimteverwarming en de warmtevraag voor warm tapwater. In de volgende twee grafieken is dit afgebeeld.



Het rendement varieert van 84,6% tot 91,2% als functie van de totale warmtevraag en als functie van de warmtevraag voor warm tapwater. De maximumprijs hoort in beginsel bij het laagste rendement, waardoor de warmteprijs als component van de maximumprijs als volgt is bepaald:

$$P_w = 33.65 \frac{\text{m}^3}{\text{GJ}} \cdot P_g$$

Als de wetgever het effect van koken en bereiden van warm tapwater met elektriciteit niet in de vaststelling van het rendement wenst te betrekken, zal dit er als volgt uitzien:

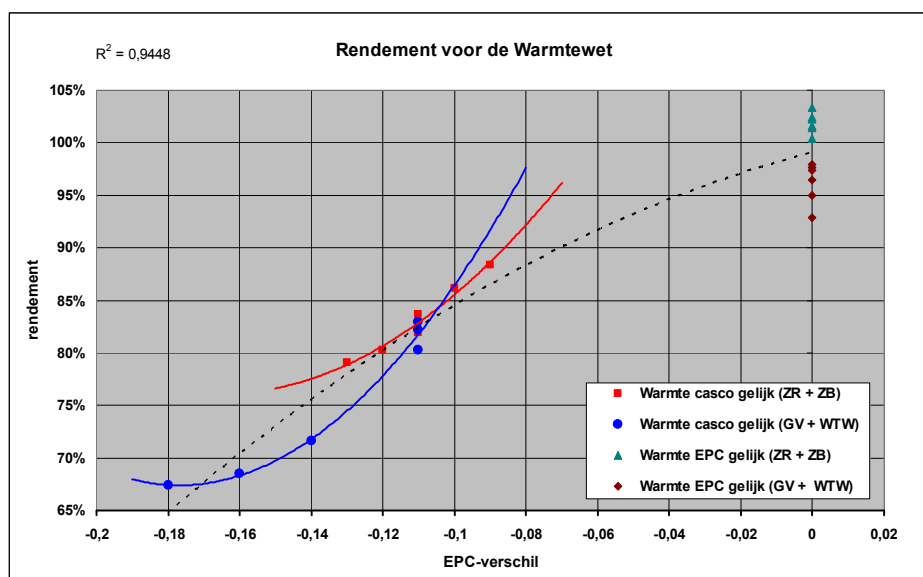


Het rendement varieert dan van 80,7% tot 86,5% als functie van de totale warmtevraag en als functie van de warmtevraag voor warm tapwater. De maximumprijs hoort in beginsel bij het laagste rendement, waardoor de warmteprijs als component van de maximumprijs dan als volgt is bepaald:

$$P_w = 35.24 \frac{\text{m}^3}{\text{GJ}} \cdot P_g$$

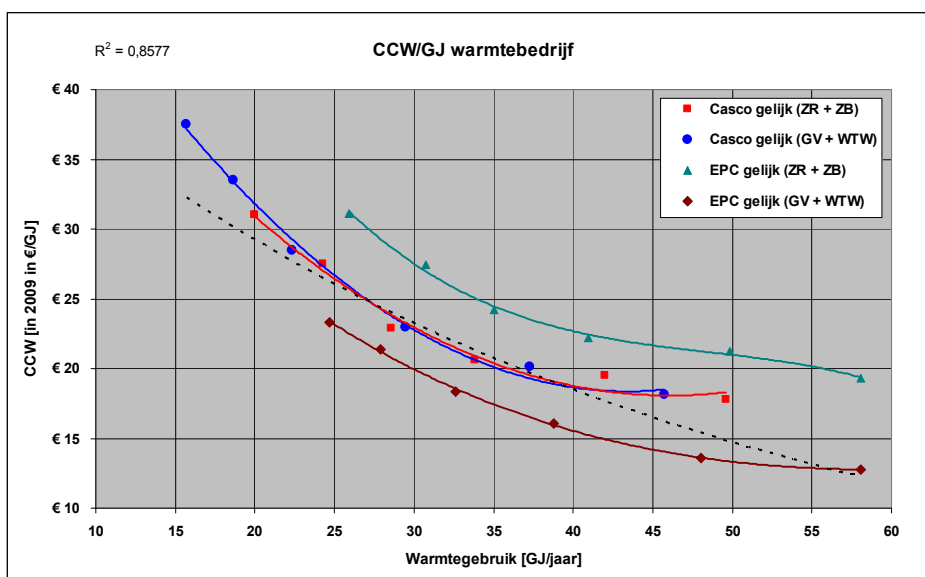
### Invloed energieprestatie

De EPN blijkt een beleidsinstrument te zijn waarmee aansluitbijdrage en vastrecht voor een warmteproject een niet reproduceerbaar verband met de EPC oplevert. Het is dan ook niet aan te bevelen om die tariefcomponenten in de maximumprijs aan de EPC te relateren. Voor het rendement (en dus de warmteprijs) is dit verband er wel.



De figuur laat zien dat het rendement (als grondslag voor de warmteprijs) redelijk is gecorreleerd aan het EPC verschil dat het gevolg is van externe warmtelevering.

Voor warmtebedrijven brengt de koppeling aan de EPC risico's met zich mee omdat de energetische eigenschappen van de warmteprojecten in de EPN worden beheerst door een rendement dat een beleidsmatig karakter vertoont en daarmee (per definitie) niet de realiteit representeert. Aan de volgende afbeelding is te zien wat de gevolgen zijn voor een warmtebedrijf in termen van cumulatief contante waarde van de inkomsten uit het warmtetarief over een periode van 30 jaar gedeeld door de verkochte warmte in GJ over 30 jaar, bij consequent toepassen van NMDA als gelijkheidsprincipe.



Bij het zogenaamde “casco gelijk” model is de warmtevraag in de aardgaswoning min of meer gelijk aan die in de warmtewoning en zijn de inkomsten voorspelbaar. Bij het “EPC gelijk” model is dit juist niet het geval en kunnen de inkomsten zowel tegenvallen als meevallen, terwijl er voor de consument juist geen gevolgen zijn vanwege consequent toepassen van het NMDA principe als gelijkheidsprincipe. De algemene trend is, dat de inkomsten per GJ afnemen bij stijgende warmtevraag. Dit komt omdat dan de vaste inkomsten (ASB en VR) en het lage rendement voor warm tapwater steeds minder meewegen.

Nastreven van “EPC gelijk” is niet aan te bevelen vanwege de niet reproduceerbaarheid van de tariefcomponenten waarin de investeringen een grote rol spelen (aansluitbijdrage en vastrecht). Dit is niet in een rekenmodel te vangen.



## INHOUDSOPGAVE

	Blz.	
1	INLEIDING	1
2	OPDRACHT	2
	2.1 Brandstofniveau	2
	2.2 Houdt nadrukkelijk rekening met de EPC	3
	2.3 Afschrijvingsperiode van 30 jaar	3
	2.4 Model EnergieNed voor vaste kosten	3
	2.5 Effecten voor huishoudens en warmteleveranciers	3
	2.6 Reken door op aardgas- en warmtegebruik	3
3	WARMTEWET	5
	3.1 Maximumprijs	5
	3.2 Integrale kosten	5
	3.3 Dezelfde hoeveelheid warmte	6
	3.4 De rendementsmethode	6
	3.5 Nadere regels	7
	3.6 De wijze van berekenen	7
	3.7 Onafhankelijk advies	7
	3.8 Periode van 30 jaar	7
4	PRIJSVORMING	8
5	NMDA PRINCIPE	10
6	TARIEFCOMPONENTEN	12
7	TE VERGELIJKEN INSTALLATIES	14
	7.1 Woningen	14
	7.2 Klein zakelijke markt	15
8	AANSLUITBIJDRAGE EN VASTRECHT	17
	8.1 Woningen	17
	8.2 Zakelijke markt	18
9	WARMTEPRIJS	20
	9.1 Principe rendementsmethode	22
	9.2 Uitwerking rendementsmethode	31
	9.3 Blokverwarming met kostenverdelers	35
10	ENERGIENED ADVIESTARIEF	36
	10.1 Aansluitbijdrage warmte	36
	10.2 Vastrecht warmte	36
	10.3 Warmteprijs	37
	10.4 Marktwaardeprincipe	38

11	INVLOED EPN	39
11.1	Aansluitbijdrage warmte	40
11.2	Vastrecht warmte	41
11.3	Rendement en warmteprijs	41
11.4	Warmtebedrijf	43
11.5	Verband met EPC	44
11.6	Conclusie invloed EPN	48
12	MAXIMUMPRIJS	49
12.1	Aansluitbijdrage warmte	49
12.2	Vastrecht warmte	49
12.3	Warmteprijs	49
13	REFERENTIES	51
14	VERKLARING VAN AFKORTINGEN EN BEGRIPPEN	52

## TABELLEN

Tabel 4-1	Vergelijking van de markt met de Uneto-VNI norm	9
Tabel 5-1	Warmtekosten in de aardgaswoning	11
Tabel 5-2	Warmtekosten in de warmtewoning	11
Tabel 6-1	Tariefcomponenten warmte	12
Tabel 8-1	ASB woningen met centrale regelklep	17
Tabel 8-2	ASB woningen met radiatorthermostaten	17
Tabel 8-3	Vermeden kapitaalskosten gebaseerd op centrale regelklep	18
Tabel 8-4	Vermeden kapitaalskosten gebaseerd op radiatorthermostaten	18
Tabel 9-1	BVV+BTV in GJ uit het BWK (bron EnergieNed)	23
Tabel 9-2	BTV uit het BWK (bron EnergieNed)	24
Tabel 9-3	Verdeling toestellen voor warm tapwater (bron EnergieNed)	25
Tabel 9-4	Verdeling kooktoestellen (bron EnergieNed)	30

## FIGUREN

Figuur 4-1	Marktmonitor Royal Haskoning	8
Figuur 4-2	Arbeidsvolume (Bron: CBS)	9
Figuur 7-1	Schema aardgaswoning	14
Figuur 7-2	Schema warmtewoning	15
Figuur 8-1	ASB en VR klein zakelijke markt	19
Figuur 9-1	Schematisering variabele kosten gaswoning	20
Figuur 9-2	Schematisering variabele kosten warmtewoning	21
Figuur 9-3	Aanbevolen jaargemiddeld taprendement	26
Figuur 9-4	Aanbevolen elektriciteitsgebruik combiketel	29
Figuur 9-5	Elektriciteitsgebruik ketels klein zakelijk	30
Figuur 9-6	Rendement als functie van warmte door de meter	32
Figuur 9-7	Rendement als functie van bruto tapvraag	32
Figuur 9-8	Rendement Warmtewet bij BTV=7GJ	33
Figuur 9-9	Rendement Warmtewet zonder koken en close-in boiler	33
Figuur 9-10	Rendement Warmtewet klein zakelijk (log)	34

Figuur 9-11	Rendement Warmtewet klein zakelijk (lin)	35
Figuur 11-1	Aansluitbijdrage als functie van warmtegebruik	40
Figuur 11-2	Vastrecht als functie van warmtegebruik	41
Figuur 11-3	Rendement Warmtewet als functie van warmtegebruik	42
Figuur 11-4	Warmteprijs als functie van warmtegebruik	42
Figuur 11-5	CCW warmtebedrijf als functie van warmtegebruik	43
Figuur 11-6	CCW warmtebedrijf per GJ als functie van warmtegebruik	44
Figuur 11-7	Aansluitbijdrage als functie van verschil in EPC	45
Figuur 11-8	Vastrecht als functie van verschil in EPC	45
Figuur 11-9	Rendement Warmtewet als functie van verschil in EPC	46
Figuur 11-10	Warmteprijs als functie van verschil in EPC	46
Figuur 11-11	CCW warmtebedrijf als functie van verschil in EPC	47
Figuur 11-12	CCW warmtebedrijf per GJ als functie van verschil in EPC	47

## FORMULES

Formule 1	Warmteprijs in elementaire vorm	2
Formule 2	Warmteprijs bij gelijke brute warmtevraag	13
Formule 3	Aansluitbijdrage warme klein zakelijke markt	19
Formule 4	Vastrecht warme zakelijke markt	19
Formule 5	Warmtekosten in de aardgaswoning	20
Formule 6	Integrale variabele kosten in de warmtewoning	21
Formule 7	Algemene betrekking warmteprijs	21
Formule 8	Gaskosten in de gaswoning	21
Formule 9	Verskil in elektriciteitskosten	22
Formule 10	Warmtegebruik in de warmtewoning	22
Formule 11	Rendement als bedoeld in de Warmtewet	22
Formule 12	Verskil in elektriciteitsgebruik	22
Formule 13	Aardgasgebruik als energiehoeveelheid	23
Formule 14	Aanbevolen jaargemiddeld taprendement	26
Formule 15	Aandeel LT als functie van aansluitwaarde	26
Formule 16	Verlies afleverstation klein zakelijk	27
Formule 17	Elektriciteitsgebruik van combiketels	28
Formule 18	Elektriciteitsgebruik ketel klein zakelijk	29
Formule 19	Drukval over de ketel	29
Formule 20	Gedaante van het rendement voor de Warmtewet	31
Formule 21	Warmteprijs 2009 volgens EnergieNed	37
Formule 22	Gewogen rendement in de warmteprijs volgens EnergieNed	37
Formule 23	Advies maximumprijs warmte	49
Formule 24	Maximumprijs warmte excl. koken en close-in boiler	50

## BIJLAGEN

Bijlage 1	Begroting aansluitbijdrage warmtewoningen
Bijlage 2	Kosten van radiatoren
Bijlage 3	Vermeden onderhoudskosten
Bijlage 4	Begroting vermeden kosten klein zakelijke markt
Bijlage 5	Begroting warmtekosten klein zakelijke markt
Bijlage 6	Samenvatting aansluitbijdrage klein zakelijke markt

Bijlage 7	Tapreducingen van combiketels
Bijlage 8	Warmteverlies van de afleverset
Bijlage 9	Berekening van verliesposten
Bijlage 10	Elektriciteitsgebruik van combiketels
Bijlage 11	Tariefadvies van EnergieNed
Bijlage 12	Uitgangspunten en kostenfactoren
Bijlage 13	Typering en kosten referentiewoningen
Bijlage 14	Typering en kosten warmtewoningen casco gelijk
Bijlage 15	Typering en kosten warmtewoningen EPC gelijk
Bijlage 16	Warmtetarief bij zelfregelende roosters en zonneboiler
Bijlage 17	Warmtetarief bij gebalanceerde ventilatie en WTW
Bijlage 18	Gevolgen voor het warmtebedrijf
Bijlage 19	Componenten warmtetarief in staafdiagrammen
Bijlage 20	Gevoeligheidsanalyse

## 1 INLEIDING

Ter voorbereiding van de inwerkingtreding van de Warmtewet heeft het Ministerie van Economische Zaken een onderzoeksoopdracht aan Royal Haskoning verstrekt. Deze opdracht betreft de ontwikkeling van een rekenmodel waarmee de maximumprijs kan worden vastgesteld die in de Warmtewet wordt bedoeld. In het voorliggende rapport wordt verslag gedaan van dit onderzoek en worden de resultaten gepresenteerd.

De opbouw van dit rapport is als volgt:

- De inhoud van de opdracht wordt geanalyseerd en besproken in hoofdstuk 2;
- Dan wordt nagegaan wat er precies in de concepttekst van de Warmtewet staat om die te duiden in het kader van de gegeven opdracht, in hoofdstuk 3;
- Vervolgens wordt gerelativeerd wat iets mag kosten in hoofdstuk 4;
- Dan wordt het NMDA principe besproken in hoofdstuk 5;
- Het NMDA principe leidt tot tariefcomponenten die worden besproken in hoofdstuk 6;
- Dan worden de installatieconcepten gedefinieerd die model staan voor de tarieven in hoofdstuk 7;
- Dan worden aansluitbijdrage en vastrecht warmte voorgesteld, deel uitmakend van de maximumprijs, in hoofdstuk 8;
- Vervolgens wordt de warmteprijs afgeleid op grond van de rendementmethode in hoofdstuk 9;
- Het EnergieNed adviestarief, dat ruim 30 jaar model stond voor de warmtetarieven, wordt besproken in hoofdstuk 10;
- Hoe de EPN in verband staat met warmtetarieven komt aan bod in hoofdstuk 11
- Ten slotte wordt de maximumprijs geadviseerd in hoofdstuk 12

Alle in dit rapport opgenomen geldbedragen zijn excl. BTW. Brandstofrendementen worden betrokken op bovenwaarde.

Dit rapport wordt onderbouwd met 20 bijlagen. In de bijlagen geldt de conventie dat rood afgedrukte waarden een handmatig ingevulde waarde betreffen. Zwart afgedrukte waarden zijn het resultaat van een formule.

## 2 OPDRACHT

De opdracht luidt een rekenmodel te ontwikkelen voor het vaststellen van de in de Warmtewet bedoelde maximumprijs van warmte. De opdracht ziet nadrukkelijk niet op de redelijke prijs die eveneens in de Warmtewet wordt genoemd. De opdracht kan als volgt samengevat worden:

1. Ontwikkel een rekenmodel
2. Vaste kosten
  - a. Doe onderzoek naar de praktijkwaarden van de parameters van het EnergieNed Rekenmodel;
  - b. Houdt waar nodig rekening met correctiefactoren
  - c. Ga de effecten van invoering na
3. Variabele kosten:
  - a. Rekenen door op warmtegebruik en aardgasgebruik (bijv a.d.h.v. referentiewoningen) resulterend in warmte- en gasverbruik op basis waarvan rendementen kunnen worden berekend;
  - b. Houdt waar nodig rekening met correctiefactoren
  - c. Ga de effecten van invoering na;
4. Leg uw bevindingen vast in een rapportage.

Het Ministerie van Economische Zaken heeft, bij het formuleren van haar opdracht, enkele onderdelen geëxpliciteerd; onderstaand worden deze kort besproken.

### 2.1 Brandstofniveau

In de opdrachtformulering staat het volgende:

*“Voor de variabele kosten gaan wij uit van een aanpak waarin het NMDA op brandstofniveau (energetische waarde) wordt gehanteerd omdat bij andere aanpakken sprake is van een te complexe samenhang tussen verbruik en tarieven”.*

Nagegaan wordt of de vereenvoudiging die hier wordt bedoeld tot een gemakkelijk te begrijpen maximumprijs zal leiden. Het is immers goed mogelijk dat effecten met grote invloed op de integrale kosten niet meer goed gekwantificeerd kunnen worden met een dergelijke vereenvoudiging. Bij de in de opdracht bedoelde aanpak zal de maximumprijs (althans de warmteprijs per GJ) de volgende gedaante hebben:

$$P_w = \frac{P_g}{UCV_{Gg} \cdot \eta_{ww}}$$

Formule 1 Warmteprijs in elementaire vorm

Hier staat de warmteprijs in €/GJ, die gelijk moet zijn aan de aardgasprijs in €/Nm<sup>3</sup>, gedeeld door de bovenste verbrandingswaarde van aardgas in GJ/Nm<sup>3</sup> en gedeeld door een rendement als bedoeld in de Warmtewet. In dit rapport wordt ingegaan op de gedaante van het rendement. Bij het ontwikkelen van het rekenmodel om tot de maximumprijs voor de variabele component in €/GJ te komen zal het dus gaan om het kwantificeren van het rendement  $\eta_{ww}$ . De uitdaging zit in het reduceren van die componenten in dit rendement die niet significant zijn.

## 2.2 Houdt nadrukkelijk rekening met de EPC

Het betrekken van de EPC in het rekenmodel leidt tot een complexe maximumprijs. De consequenties worden in dit rapport besproken door gebruik te maken van de NPR 5129. Er is voor gekozen gebruik te maken van de SenterNovem referentiewoningen [2]. De typen betreffen een appartementencomplex, een tussenwoning, een hoekwoning, een twee onder één kapwoning, een vrijstaande woning en een galerijflat. NEN 5128 (en daarmee NPR 5129) kent een (beleidsmatig bepaalde) keuze voor het in te zetten rendement van een warmteproject. Dit fenomeen heeft soms grote consequenties en wordt daarom besproken.

## 2.3 Afschrijvingsperiode van 30 jaar

In de analyses wordt uitgegaan van een evaluatieperiode van 30 jaar. Er wordt daarbij afgeschreven op basis van de technische levensduur. Sommige kostencomponenten worden binnen 30 jaar afgeschreven (installaties) en andere kostencomponenten worden niet afgeschreven (eenmalige aansluitkosten). In het EnergieNed adviestarief wordt de aansluitbijdrage warmte in 30 jaar afgeschreven zoals dit ook in de opdracht is gesteld. Daarover staat ook iets in Artikel 6 van de concept wettekst, maar daaraan moet een andere uitleg gegeven worden.

## 2.4 Model EnergieNed voor vaste kosten

Het adviestarief van EnergieNed staat geheel model voor het onderhouds advies over de maximumprijs. Dit houdt niet in dat het adviestarief van EnergieNed in dit advies wordt overgenomen. Alle tariefcomponenten daarin komen inhoudelijk aan de orde, zodat verschillen en overeenkomsten duidelijk worden.

## 2.5 Effecten voor huishoudens en warmteleveranciers

Omdat het NMDA principe consequent wordt toegepast, kunnen er (per definitie) geen consequenties voor huishoudens ontstaan. Maar omdat huishoudens, en woningen waarin het huishouden zich afspeelt, onderling niet gelijk zijn (qua warmtevraag, qua rendementen, qua installaties) zullen er rekenkundige verschillen ontstaan in de tariefcomponenten. In deze rapportage wordt dit verschijnsel gekwantificeerd.

Voor warmteleveranciers is er altijd een consequentie omdat de inkomsten voortkomend uit het NMDA principe niet in verband staan met de kostenstructuur van een warmteproject. Aan de hand van een indicatieve cashflow berekening en de bepaling van de cumulatief contante waarde van de inkomsten (uit het tarief) van het warmtebedrijf, wordt verduidelijkt wat de gevolgen zijn.

## 2.6 Reken door op aardgas- en warmtegebruik

Voor het doorrekenen van objecten, om het aardgasgebruik, het warmtegebruik en de kosten te duiden, is er voor gekozen de referentiewoningen te gebruiken waarvan bovenstaand (in paragraaf 2.2) al sprake was. Niet alleen het aardgasgebruik en het warmtegebruik worden beoordeeld. Alle kostensoorten komen aan bod zodat duidelijk wordt waardoor het tarief beheerst wordt en waardoor de maximumprijs beheerst zou kunnen worden.

Voor de grotere warmteklanten tot 1.000kW (de klein zakelijke markt) is het belang minder groot omdat immers niet sprake is van doorslaggevend tapwatergebruik en (lage) taprendementen.



### 3 WARMTEWET

De adviesaanvraag van het Ministerie van Economische Zaken staat in verband met de Warmtewet. De context blijkt uit Artikel 4 en Artikel 6 in de concepttekst.

In Artikel 4 wordt onder andere het volgende geregeld:

- Lid 1  
De raad van bestuur van de mededingingsautoriteit stelt een maximumprijs vast voor de levering van warmte. De maximumprijs is gebaseerd op de integrale kosten die een verbruiker zou moeten maken voor het verkrijgen van dezelfde hoeveelheid warme bij het gebruik van gas als energiebron. Deze kosten worden bepaald met de rendementsmethode.
- Lid 4  
Bij of krachtens algemene maatregel van bestuur worden nadere regels gesteld met betrekking tot de elementen en wijze van berekening van een maximumprijs bedoeld in het eerste lid.
- Lid 5  
De raad van bestuur van de mededingingsautoriteit verzoekt een of meer onafhankelijke adviseurs binnen een door hem te bepalen termijn te adviseren over het ontwerp van een besluit tot vaststelling van een maximumprijs bedoeld in het eerste lid.

In Artikel 6 staat nog het volgende dat van belang is voor dit advies:

- Lid 1  
Indien door een vergunninghouder bij een verbruiker of ontwikkelaar een aansluitbijdrage in rekening wordt gebracht, bedraagt deze bijdrage maximaal hetgeen een gasverbruiker zou bijdragen in de situatie waarbij sprake is van een aansluiting op een gasnet, te berekenen over een periode van 30 jaar.

De Warmtewet spreekt dus van 1) een maximumprijs, 2) integrale kosten, 3) dezelfde hoeveelheid warmte, 4) de rendementsmethode, 5) nadere regels voor elementen van de maximumprijs, 6) de wijze van berekenen, 7) een onafhankelijk advies en 8) een periode van 30 jaar. De in de Warmtewet Artikel 4 en Artikel 6 opgenomen tekst wordt onderstaand besproken om te duiden wat dit voor het voorliggende advies betekent.

#### 3.1 Maximumprijs

Voor het bepalen van de maximumprijs worden de integrale kosten in beschouwing genomen die in de op een warmtenet aangesloten (woon)gebouw of woning worden vermeden. Daartoe dient het NMDA principe, met dien verstande dat dit principe (dus) wordt gehanteerd als gelijkheidsprincipe en (zodoende) de maximumprijs oplevert.

#### 3.2 Integrale kosten

Integraal, allesomvattend; dit wordt uitgelegd als alle kosten die (op de een of andere manier) zijn gerelateerd aan warmtegebruik en warmteopwekking. Dit is feitelijk het karakter van het NMDA principe, maar het is in de Warmtewet ruimer geformuleerd dan dit principe in de praktijk wordt uitgewerkt. Er zou sprake moeten zijn van gelijke cashflows in de te vergelijken situaties (levering van aardgas en levering van warmte). Bij gelijke cashflow is het gekapitaliseerde bedrag (eveneens) gelijk. Indien het niet haalbaar is de maximumprijs te baseren op gelijke cashflows, dan zou verlangd moeten

worden dat de gekapitaliseerde bedragen gelijk zijn, waarvoor dan een criterium voor de rentabiliteit ten grondslag zou moeten liggen aan het nemen van de toepasselijke investeringsbeslissing.

### 3.3 Dezelfde hoeveelheid warmte

Aardgaswoningen en warmtewoningen vragen uitsluitend dezelfde hoeveelheid warmte indien ze (wat vaak wordt genoemd) “casco gelijk” zijn, maar dat is bij hantering van gelijke energieprestatie niet (per definitie en vrijwel nooit) het geval. EPC gelijk betreft immers het gebruik van (primaire) energie en niet het warmtegebruik. Indien aan het principe van “casco gelijk” wordt voldaan en dus de warmtevraag gelijk is, kan volstaan worden met een warmteprijs (in €/GJ) die door jaargemiddelde verliezen van vermeden opwektoestellen en systemen wordt bepaald. Indien de woningen gelijke EPC (moeten) hebben en zodoende de warmtevraag van de te vergelijken woningen niet gelijk is, zullen de integrale kosten volgens het NMDA principe alleen maar gelijk (kunnen) zijn als ook de warmteprijs daarop wordt aangepast, inhoudende dat die lager wordt als de warmtewoning meer warmte vraagt dan de aardgaswoning en andersom.

### 3.4 De rendementsmethode

De rendementsmethode betreft het brandstofrendement van de warmteproductie. Dit is het quotiënt van verkregen warmte en gebruikte brandstof. Het rendement voor de verwarming van drinkwater (warm tapwater) is doorgaans lager dan het rendement voor woningverwarming, maar de markt is doende met verbeteringen daarvan en die zullen dan van invloed zijn op het warmtetarief. Bij toepassing van het NMDA principe moet verwacht worden dat “anders” blijft veranderen. Het gaat er om vast te stellen wat het meest voor de hand liggende huidige alternatief is. Bij het huidige alternatief is aardgas nog steeds de belangrijkste energiebron, maar onder invloed van de aanscherping van de EPC zal dit gaan verschuiven. Voor de woningmarkt komt de zonneboiler al aan bod om aan de huidige EPC eis te voldoen; de maatregelpakketten in de referentiewoningen van SenterNovem laten dat ook zien. Toepassing van WKO is wat dit aangaat het toepasselijke voorbeeld voor de zakelijke markt. Maar bij WKO is ook vaak sprake van koudelevering waardoor een toedeling naar warmte en koude gemaakt dient te worden; niet alleen ten aanzien van de rendementen maar ook ten aanzien van bedrijfstijd en investeringskosten. Een daarmee te vergelijken effect moet verwacht worden voor WKK. Door de introductie van de HRe ketel zal dit voor woningen binnenkort relevant worden.

Voor het hanteren van een rendement, als grondslag van de maximumprijs, moet een precieze definitie worden vastgelegd waarin de Warmtewet nog niet voorziet. Daarbij is het noodzakelijk die methode niet alleen te betrekken op een aardgasrendement; er dient rekening gehouden te worden met aan warmte gerelateerd elektriciteitsgebruik en met (een verschuiving naar) andere primaire energiedragers. Bovendien zal vastgelegd moeten worden welke verliesposten het door de wetgever bedoelde rendement bepalen. De zienswijze van het breed gedragen Warmteforum werd vastgelegd in de brief aan de Vaste Kamercommissie voor Economische Zaken [1]. Daarin werd een amendement op de wettekst voorgesteld als volgt:

*De Raad van Bestuur van de mededingingsautoriteit stelt een maximumprijs vast voor de levering van warmte. De maximumprijs is gebaseerd op de integrale kosten die een gebruiker zou moeten maken voor het verkrijgen van dezelfde hoeveelheid warmte bij het gebruik van gas als energiebron. Deze kosten worden bepaald met de rendementsmethode.*

Dit amendement werd in de wettekst overgenomen. Het Warmteforum ziet daarmee af van toepassing van het marktwaardeprincipe, maar introduceert in haar voorstel tot amendement het begrip integrale kosten. Dit ruime begrip verdient alsnog een goede definitie.

### **3.5 Nadere regels**

De tekst van de Warmtewet is nog niet duidelijk op dit punt. Het voorliggende onderzoek geeft enkele aanwijzingen voor het stellen van deze regels.

### **3.6 De wijze van berekenen**

De wijze van berekenen volgt (in beginsel) het NMDA principe zoals dit indertijd door VESTIN en nadien door EnergieNed werd/wordt gepubliceerd. Het uitgangspunt is daarbij steeds dat de cashflow in de aardgaswoning gelijk moet zijn aan de cashflow in de warmtewoning. Indien dit uitgangspunt niet bereikt kan worden of onredelijk lijkt, worden de technische alternatieven besproken en worden de financiële consequenties daarvoor, voor de vaststelling van de maximumprijs, aangegeven.

### **3.7 Onafhankelijk advies**

De adviesaanvraag van het Ministerie van Economische Zaken moet nog niet in verband gebracht worden met de in Artikel 4 lid 5 van de Warmtewet bedoelde adviesaanvraag bij onafhankelijke adviseurs. Desondanks hechten wij er aan te benadrukken dat Royal Haskoning een onafhankelijk adviesbureau is. Geen enkel bedrijf of instelling heeft invloed op het beleid dat Royal Haskoning voert bij het uitvoeren van haar adviesopdrachten. De aandelen van de onderneming worden beheerd door een stichting waarvan het bestuur wordt gevormd door een afvaardiging van de directie en van de werknemers. Ons bureau is baas in eigen huis.

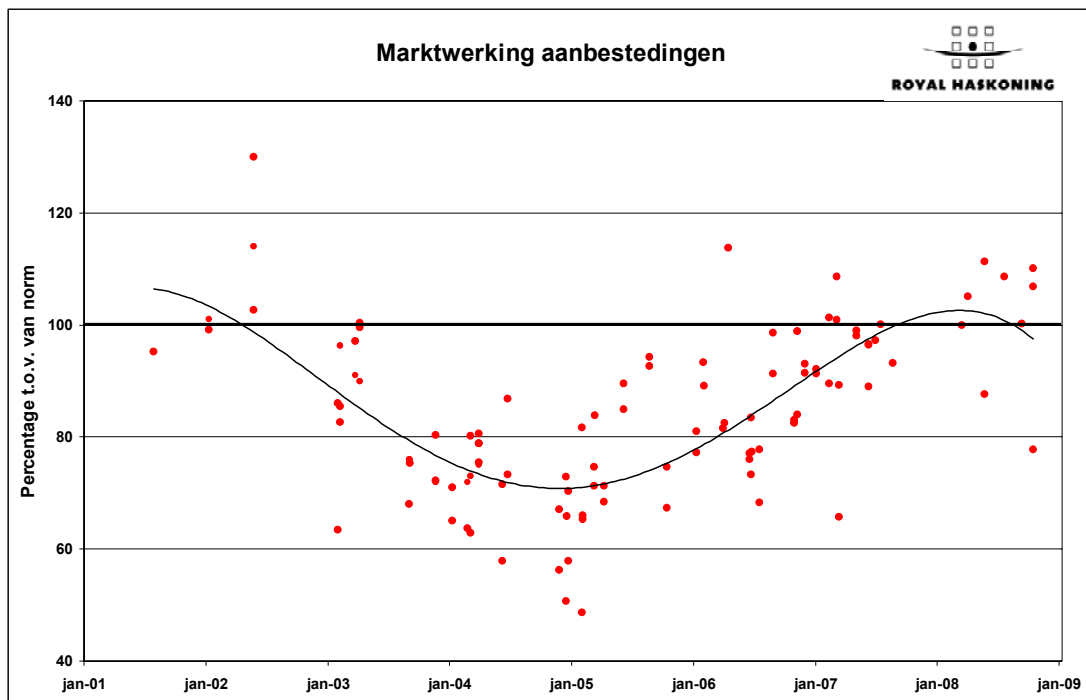
### **3.8 Periode van 30 jaar**

Een aansluitbijdrage gas is een éénmalig in rekening te brengen bedrag, althans zo is het altijd geweest. Sinds 1 januari 2009 is er differentiatie ontstaan in de wijze waarop de aansluitbijdrage gas in rekening wordt gebracht. Zo zien we bijvoorbeeld dat Liander nog een eenmalig bedrag van € 669,85 excl. BTW voor het aansluiten van een woning in rekening brengt. DELTA is daartegenover afgestapt van een eenmalig bedrag en brengt nu de aansluitbijdrage gas als periodiek aansluittarief jaarlijks met € 23,76 excl. BTW in rekening; dat is dus € 712,80 over 30 jaar, als dit althans niet geïndexeerd blijkt te gaan worden.

Het door Liander eenmalig in rekening te brengen bedrag voldoet aan wat de wetgever wil bereiken (het bedrag komt immers nooit meer terug en is dan het enige bedrag dat over 30 jaar in beschouwing wordt genomen). Bij DELTA blijft de gasklant (ook na 30 jaar) een periodiek aansluittarief betalen. Het NMDA principe voldoet in dit geval dus wel letterlijk, maar kan zo niet als gelijkheidsprincipe gebruikt worden.

## 4 PRIJSVORMING

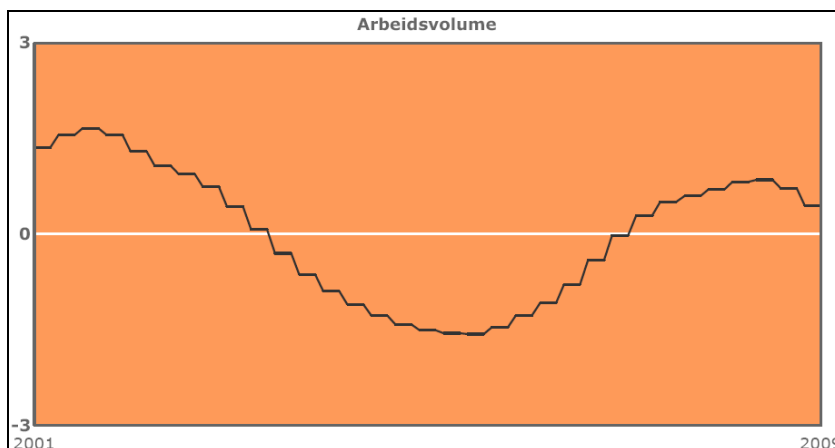
Prijzen zijn onderhevig aan marktwerking. Voor de in een woning of een gebouw aan te brengen installaties is dat ook het geval. In de volgende grafiek zijn de resultaten weergegeven van aanbestedingen op het gebied van de gebouwinstallaties, waarbij Royal Haskoning was betrokken.



Figuur 4-1 Marktmonitor Royal Haskoning

De aanbestedingsresultaten zijn in de grafiek gedeeld door een genormeerde begroting, geheel opgezet in overeenstemming met de werkwijze die de installatiesector, door Uneto-VNI vertegenwoordigd, daarvoor hanteert. Wordt exact volgens deze norm ingeschreven dan zouden alle resultaten op 100% uitkomen. De grafiek zou een horizontale lijn vertonen, maar dit is helemaal niet het geval. Prijzen tot 30% boven de norm en tot 50% onder de norm komen voor; de spreiding is zeer groot. Er is ook een trend te onderkennen die met een (conjunctuur)curve is zichtbaar gemaakt. Een prijs kan geen absolute waarheid zijn. Bij het opstellen van een directiebegroting die, zonder dat er vooraf een rekenschema wordt overeengekomen voor een open begroting, een nauwkeurigheid dient te hebben van  $\pm 10\%$ , staan de kostendeskundigen voor de moeilijke taak de markt op conjunctuur te beoordelen.

Dat het conjunctuurverloop in bovenstaande grafiek geduid kan worden is gemakkelijk in te zien door naar de door het CBS gepubliceerde conjunctuurkengetallen te kijken. Ze zijn beschikbaar in de vorm van investeringen, arbeidsvolume, BBP en werkloosheid (gespiegeld). Ter illustratie van dit fenomeen wordt onderstaand het arbeidsvolume afgebeeld, waarvoor geldt dat het arbeidsvolume van 1995 als referentie dient.



Figuur 4-2 Arbeidsvolume (Bron: CBS)

De conclusie moet dus zijn dat een prijs slechts binnen ruime marges voorspeld kan worden. De prijs ligt pas (echt) vast als het object is gerealiseerd, is opgeleverd en is betaald. Er is helaas geen absolute waarheid als het om een prijs gaat.

In de opstelling van dit tariefadvies voor de vaststelling van de maximumprijs, maken wij gebruik van de genormeerde begrotingsmethode die de kostenadviseurs van Royal Haskoning hanteren.

	<b>W-installaties</b>		<b>E-installaties</b>	
	markt	RHK	markt	RHK
Prijspeil	1-1-2009	nvt	1-1-2009	nvt
Toeslag klein materiaal	15%	12%	10%	10%
Toeslag groot materiaal	10%	10%		
Toeslag derden	8%	8%	8%	8%
Bouwplaatskosten	2%	2%	2%	2%
winst en risico	3%	3%	3%	3%
projectkorting	0%	0%	0%	0%
uurloon	€ 37,00	€ 38,00	€ 36,00	€ 38,00

Tabel 4-1 Vergelijking van de markt met de Uneto-VNI norm

De tabel laat zien dat de werktuigbouwkundige markt qua materiaalopslagen iets boven de norm en qua lonen iets onder de norm ligt. De elektrotechnische markt is voor de opstelling van het advies over de maximumprijs minder van belang. Hiervoor is te zien dat die qua opslagen overeenkomen met de norm, maar qua lonen duidelijk onder de norm ligt.

Voor bouwkundige aannemers is een opslag van 17% voor AK, ABK en W&R gangbaar. Installateurs werken (in de woningbouwsector) vaak in opdracht van een (bouwkundig) hoofdaannemer. Geadviseerd wordt daarvoor een opslag te hanteren van 10%. EEI heeft in haar advies [3] aan EnergieNed dit percentage eveneens geadviseerd, na een marktinventarisatie.

Voor de zakelijke markt ligt dit vaak anders. Het zelfstandig aanbesteden van gebouwinstallaties vindt nog in ruime mate plaats. Het opslagpercentage voor een eventuele hoofdaannemer wordt daarom in dit advies verlaagd voor de grote aansluitingen (thermische vermogens).

## 5 NMDA PRINCIPE

Het niet meer dan anders (NMDA) principe houdt in dat een warmtegebruiker, als die is aangesloten op een warmtenet, niet méér betaalt dan zou die zijn aangesloten op een aardgasnet. Een warmteklant heeft dus geen aardgas, maar er is een uitzondering bekend. In dit rapport wordt het NMDA principe uitgelegd als gelijkheidsprincipe, omdat zodoende de maximumprijs ontstaat. Het NMDA principe geldt voor alle kostensoorten, dus voor initiële kosten (investeringen), voor vaste jaarlijkse kosten (onderhoud en kapitaalslasten) en voor variabele jaarlijkse kosten (warmtegebruik). Zijn al die kostensoorten aan elkaar gelijk, dan is automatisch ook de cashflow voor een aardgaswoning en een warmtewoning gelijk.

Het NMDA principe is steeds gebaseerd op een woning waarvoor geen combiketel (verwarmingsketel met warm tapwatervoorziening) geplaatst wordt; het warmtebedrijf plaatst een afleverset in de meterkast. Vanaf eind jaren zeventig tot begin jaren negentig werd de relatie tussen warmtegebruik en aardgasgebruik (door VESTIN) uitgedrukt in een aardgasrendement van een ketel. Een warmteklant moet elektrisch koken en dit was aanleiding om in het NMDA principe een correctie voor elektrisch koken op te nemen.

De maximumprijs zal in een AMvB door de NMa met terugwerkende kracht per 1-1-2007 worden vastgelegd. Wij gaan er in dit onderzoek vanuit dat het de warmteprijs betreft voor vanaf 1-1-2007 opgestarte of nog op te starten warmteprojecten. Dit houdt in dat er niet een (soort) gewogen gemiddeld rendement wordt vastgesteld, maar een rendement dat representatief is voor technieken (ketels) die in 2007 op de markt beschikbaar zijn.

Woningen zijn onderling niet gelijk in grootte en kwaliteit, warmtegebruik wordt bepaald door de samenstelling van het gezin, door gedrag, door buitenklimaat en door overige installaties in de woning. Zou daarmee rekening gehouden moeten worden, dan zou op grond van het NMDA principe een caleidoscoop aan tarieven zijn ontstaan; dat werd niet gedaan. Voor het aardgasgebruik werd een gewogen gemiddelde rendement gebruikt en evengoed voor het effect van elektrisch koken ten opzichte van koken met aardgas werd een gemiddelde gehanteerd, dat werd ontleend aan de periodiek uitgevoerde BEK en BAK onderzoeken.

Er zijn nog meer effecten. In een aardgaswoning wordt ook elektrisch gekookt, gebruikt de ketel elektriciteit voor de circulatiepomp, voor elektronica en voor de rookgasventilator en zit de ketel niet in de meterkast zodat de afstand naar de verwarmingslichamen en naar de tappunten verschilt. Voor warm tapwater wordt soms een close-in boiler in de keuken geplaatst om de wachttijd bij tappen te verkorten. Vanwege al deze variabelen en de daaruit voortkomende complexiteit is begin jaren negentig het principe van de marktwaarde voor warmte in gebruik gekomen.

EnergieNed (als opvolger van o.a. VESTIN) hanteert sinds 1994 het zogenaamde marktwaardeprincipe. Daartoe laat zij met regelmaat een marktonderzoek uitvoeren bij warmte- en gasklanten [5]. Na selectie (door matchen) van twee onderling vergelijkbare groepen, wordt daarvan het gasgebruik en het elektriciteitsgebruik enerzijds en warmtegebruik en elektriciteitsgebruik anderzijds door meteraflezing vastgesteld. Daaruit komen gemiddelden, voor de te vergelijken groepen woningen. Het verschil is dan de maat voor de warmteprijs. In deze methodiek ligt ook het door de wetgever bedoelde rendement besloten.

Gelijk aan anders (gebaseerd op het NMDA principe) leidt tot drie gelijkheden, voor initiële kosten, voor jaarlijkse vaste kosten en voor jaarlijkse variabele kosten. In onderstaande tabellen zijn de drie kostencomponenten voor de aardgaswoning en voor de warmtewoning uitgewerkt in (2 x 3) formules.

Soort kosten	Aardgaslevering
Initiële kosten (investeringen)	$ASB_g + INV_g$
Jaarlijkse vaste kosten	$VR_g + KK_g + OK_g$
Jaarlijkse energiekosten	$\left( \frac{BWV_g}{UCV_{Gg} \cdot \eta_k} + GK_g \right) \cdot P_g + EV_g \cdot P_e$

Tabel 5-1 Warmtekosten in de aardgaswoning

Soort kosten	Warmtelevering
Initiële kosten (investeringen)	$ASB_w + INV_w$
Jaarlijkse vaste kosten	$VR_w + KK_w + OK_w$
Jaarlijkse energiekosten	$\frac{BWV_w}{\eta_{as}} \cdot P_w + (EV_w + EK_w) \cdot P_e$

Tabel 5-2 Warmtekosten in de warmtewoning

In de tabellen staat, kort gezegd, het volgende:

- De initiële kosten bestaan uit de aansluitbijdrage en de investeringen;
- De jaarlijkse vaste kosten bestaan uit het vastrecht, de kapitaalskosten en de onderhoudskosten
- De jaarlijkse energiekosten bestaan in de aardgaswoning uit aardgasgebruik voor verwarmen en koken en voor elektriciteitsverbruik t.b.v. warmte;
- De jaarlijkse energiekosten bestaan in de warmtewoning uit warmtegebruik voor verwarmen en elektriciteitsgebruik voor koken en voor warmte;

Voor de betekenis van de afzonderlijke variabelen wordt verwezen naar de “verklaring van afkortingen en begrippen”, opgenomen in hoofdstuk 14 van dit rapport.

In de tabel voor warmtelevering staan de tariefcomponenten (feitelijk) al genoemd:

- aansluitbijdrage warmte,
- vastrecht warmte,
- warmteprijs

die in het volgende hoofdstuk 6 worden uitgewerkt en besproken.

## 6 TARIEFCOMPONENTEN

Het warmtetarief is een combinatie van tariefcomponenten, zoals dit evengoed geldt voor het tarief van aardgas en voor het tarief van elektriciteit. De klant betaalt eenmalig een aansluitbijdrage (ASB), ieder jaar een te indexerende vast bedrag (vastrecht) en voor de afgenomen warmte een warmteprijs (in €/GJ), die (vooralsnog) voornamelijk gekoppeld is aan de aardgasprijs.

In de Warmtewet wordt de verbijzondering naar tariefcomponenten niet gemaakt. Er is enerzijds sprake van de rendementsmethode, waarbij een opwekkendement voor warmte wordt betrokken op aardgas, en er is anderzijds sprake van gelijke integrale kosten.

Door gelijkstellen van de in Tabel 5-1 en in Tabel 5-2 opgenomen kostencomponenten, volgen eenvoudig de tariefcomponenten, als volgt.

Soort component	Componenten warmtetarief
Aansluitbijdrage warmte (€)	$ASB_w = ASB_g + INV_g - INV_w$
Vastrecht warmte (€/jaar)	$VR_w = VR_g + KK_g - KK_w + OK_g - OK_w$
Warmteprijs (€/GJ)	$P_w = \frac{\left( \frac{BWV_g}{UCV_{Gg} \cdot \eta_k} + GK_g \right) \cdot P_g + (EV_g - EV_w - EK_w) \cdot P_e}{\frac{BWV_w}{\eta_{as}}}$

Tabel 6-1 Tariefcomponenten warmte

De tariefcomponenten zijn dus, kort gezegd, als volgt:

- Aansluitbijdrage warmte = aansluitbijdrage gas + verschil investeringen;
- Vastrecht warmte = vastrecht gas + verschil kapitaalskosten + verschil onderhoudskosten
- Warmteprijs = Gaskosten + verschil elektriciteitskosten, gedeeld door de totaal afgeleverde warmte aan de warmtewoning.

De bijzonderheid in de warmteprijs is, dat de warmtevraag in de warmtewoning niet (noodzakelijk) gelijk is aan die in de aardgaswoning. Dit is het gevolg van verschillen tussen de aardgaswoning en de warmtewoning omdat de combiketel niet in de meterkast zit. Maar dit is ook het gevolg indien er sprake is van de beleidsmatige keuze om EPC gelijk te verlangen, waardoor de bruto warmtevraag in de warmtewoning toeneemt. Verder is er een rendement van de afleverset geïntroduceerd; een fenomeen dat in NEN 5128, sinds de verschijning van versie 2004, wordt onderkend door het warmteverlies van de afleverset te typeren met een convectierendement van 80%.

Indien de bruto warmtevraag in de warmtewoning exact gelijk is aan die in de aardgaswoning, is er een vereenvoudiging in de betrekking mogelijk. Voor dit geval, te typeren als casco gelijk, geldt dan:



$$P_w = \left[ \frac{P_g}{UCV_{Gg} \cdot \eta_k} + \frac{GK_g \cdot P_g + (EV_g - EV_w - EK_w) \cdot P_e}{BWV} \right] \cdot \eta_{as}$$

Formule 2 Warmteprijs bij gelijke brute warmtevraag

In deze formule is de bruto warmtevraag BWV uit de 1<sup>e</sup> term gedeeld. De invloed van koken op gas en de verschillen in elektriciteitsgebruik worden gerelateerd aan (gedeeld door) BWV. Het rendement van de afleverset heeft invloed op beide termen.

## 7 TE VERGELIJKEN INSTALLATIES

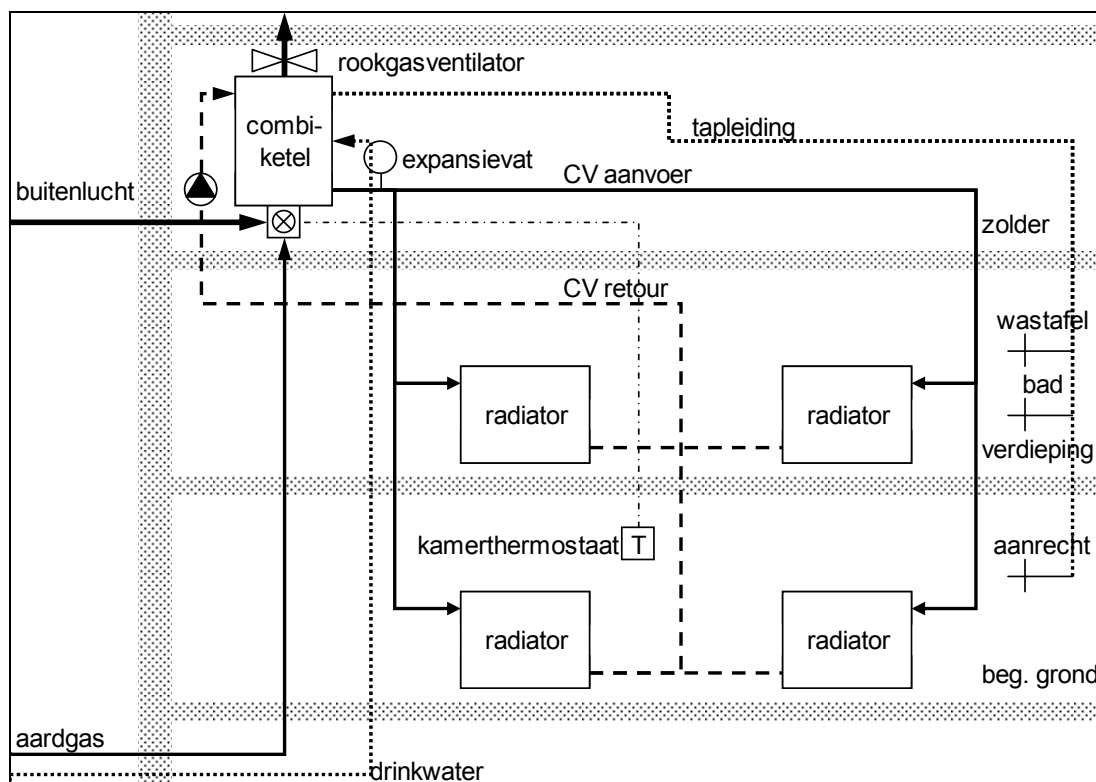
In dit hoofdstuk worden de concepten vastgelegd die ten grondslag liggen aan het NMDA principe.

### 7.1 Woningen

Bij woningen gaat het om de installaties die de woning verwarmen en die warm tapwater maken.

#### 7.1.1 Aardgaswoning

De situatie in een op het aardgasnet aangesloten woning kan, voor woningverwarming en warm tapwater, als volgt schematisch weergegeven worden.

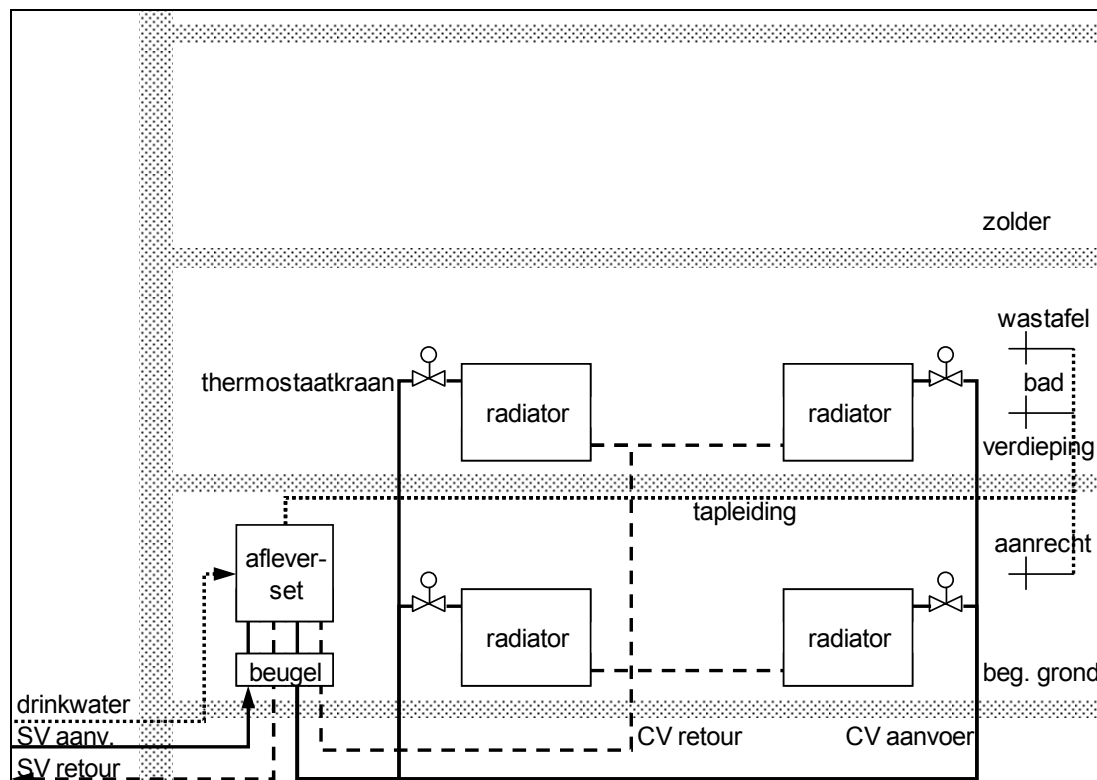


Figuur 7-1 Schema aardgaswoning

De aardgaswoning is uitgerust met een combiketel met comfortklasse CW4 voor tappen (28kW). In een combiketel zit een modulerende brander, een ketelblok, een rookgascondensator, een circulatiepomp, een rookgasventilator en een tapvat. De brander wordt aangestuurd door een kamerthermostaat in het hoofdwoonvertrek. De verwarmingslichamen (meestal radiatoren) zijn uitgerust met een radiatorkraan (geen thermostaatkraan). In de retouraansluiting van de radiatoren zit geen voetventiel. De leidingen naar de radiatoren worden in de deklaag van de betonvloer aangebracht en zijn dan aangesloten op een per verdieping centraal geplaatste aanvoerverdelers en retourverzamelaars. De ketel is bij de meeste eengezinswoningen op zolder gemonteerd. Bij appartementen- en galerijcomplexen is de ketel gemonteerd in een werkkast of berging gelegen naast een schacht waarin een CLV systeem is gemonteerd. De gasmeter zit in de meterkast.

## 7.1.2 Warmtewoning

De situatie in een op een warmtenet aangesloten woning kan, voor woningverwarming en warm tapwater, als volgt schematisch weergegeven worden.



Figuur 7-2 Schema warmtewoning

De warmtewoning is uitgerust met een afleverset met comfortklasse CW4 voor tappen. In een afleverset zit een drukverschilregelaar (meestal), een warmtewisselaar met dubbele scheiding waarmee warm tapwater wordt gemaakt, een debietbegrenzer, een regelklep waarmee de temperatuur van het tapwater (op 60°C) wordt geregeld en een warmtemeter. De afleverset voorziet dus niet in een regeling van de woningtemperatuur. Daarvoor zijn diverse oplossingen, waarvan die met thermostaatkranen op iedere radiator in bovenstaand schema is weergegeven. Bij deze oplossing is er geen circulatiepomp noodzakelijk, omdat het door het warmtebedrijf aangeboden drukverschil voldoende is om water door de binneninstallatie te laten stromen. Het warmtebedrijf stelt eisen aan de binneninstallatie die van invloed zijn op de maximumprijs. Radiatoren moeten worden uitgerust met een (afsluitbaar) voetventiel om de radiator te kunnen demonteren zonder water kwijt te raken. De afleverset wordt geplaatst in de meterkast waarin het warmtebedrijf een beugel aanbrengt waarop de dienstleidingen worden gemonteerd en waarop de installateur de verwarmingsleidingen van de binneninstallatie kan aansluiten. De afleverset wordt (naderhand) op de beugel geplaatst. De meterkast wordt meestal iets breder; zeker in appartementencomplexen en galerijcomplexen omdat daar ruimte opgenomen moet worden voor doorgaande leidingen.

## 7.2 Klein zakelijke markt

De klein zakelijke markt is hier gedefinieerd voor aansluitingen van 40kW tot 1000kW thermisch vermogen. De wetgever wil gebonden klanten beschermen. Dat zijn klanten

die als kleingebruiker aangemerkt worden met een aardgasgebruik tot 170.000m<sup>3</sup>/jaar. Daarmee is gezegd dat niet het vermogen, maar het gebruik bepalend is. Qua orde van grootte kan gesteld worden dat de grootste klein zakelijke afnemer (1.000kW), volgens de definitie in de Warmtewet, een warmtegebruik zal hebben, die overeenkomt met een bedrijfstijd van circa 1.400uur/jaar maal het geïnstalleerde vermogen. Het maken van warm tapwater is bij klein zakelijke klanten meestal niet van grote betekenis. Bij die klanten gaat het dus om de centrale ketelinstallatie. De technische oplossingen zijn daarom iets overzichtelijker.

## 8 AANSLUITBIJDRAGE EN VASTRECHT

Voor het vaststellen van de tariefcomponenten aansluitbijdrage warmte en vastrecht warmte zijn installatieconcepten gedefinieerd en daarvoor begrotingen gemaakt. In dit hoofdstuk wordt besproken hoe en waarom de concepten zijn gedefinieerd. De begrotingen zijn opgenomen in de bijlagen. Het vastrecht warmte wordt beheerst door vermeden onderhoudskosten en door levensduurverschillen.

### 8.1 Woningen

#### 8.1.1 Aansluitbijdrage woningen

Het concept voor de woningen is al vastgelegd in Figuur 7-1 en in Figuur 7-2. De begrotingen daarvoor zijn opgenomen in Bijlage 1. Er zijn vier posten die verschillen opleveren.

1. De ketelinstallatie met toebehoren wordt in alle woningen vermeden;
2. Het CLV systeem wordt aanvullend vermeden in appartementen en galerijwoningen;
3. De extra of minder te vermijden kosten voor verwarmingslichamen is afhankelijk van het temperatuurregime dat door het desbetreffende warmtebedrijf wordt gehanteerd. Daarvan kan gezegd worden dat het 70-40°C systeem verreweg het meeste door de warmteleveranciers wordt toegepast.
4. In de warmtewoning kan de centrale regelklep model staan of radiatorthermostaten op alle verwarmingslichamen. De resulterende kosten zijn niet gelijk.

Dit leidt tot de volgende bedragen, met een correctiebedrag voor verwarmingslichamen, die kan worden ontleend aan Bijlage 2.

Warmtewoning met centrale regelklep		
Soort woning	Appartement/ Galerijwoning	Overige woningen
Vermeden ketelinstallatie	€ 3.343	€ 3.343
Vermeden CLV systeem	€ 400	€ 0
Radiatoren aardgaswoning	pm	pm
Installaties warmtewoning	€ 1.072-	€ 1.072-
Radiatoren warmtewoning	pm	pm
ASB warmte (excl. ASB gas)	€ 2.671	€ 2.271

Tabel 8-1 ASB woningen met centrale regelklep

Warmtewoning met radiatorthermostaten		
Soort woning	Appartement / Galerijwoning	Overige woningen
Vermeden ketelinstallatie	€ 3.343	€ 3.343
Vermeden CLV systeem	€ 400	€ 0
Radiatoren aardgaswoning	pm	pm
Installaties warmtewoning	€ 558-	€ 558-
Radiatoren warmtewoning	pm	pm
ASB warmte (excl. ASB gas)	€ 3.185	€ 2.785

Tabel 8-2 ASB woningen met radiatorthermostaten

Wij bevelen aan met een gemiddelde ASB van € 2.728 + ASB<sub>g</sub> te rekenen.

## 8.1.2 Vastrecht woningen

Voor preventief onderhoud is een bedrag van € 95 per jaar vastgesteld. Voor correctief onderhoud (onderdelen en zo nu en dan een storingsmonteur) is € 23,75 per jaar te gebruiken, samen € 118,75. De onderhoudskosten worden gerapporteerd in Bijlage 3. De post levensduurverschillen is gebaseerd op een gemiddelde levensduur van 18 jaar. Dit leidt tot de volgende bedragen.

Warmtewoning met centrale regelklep			
Soort woning	Levens- duur	Appartement/ Galerijwoning	Overige woningen
Vermeden ketelinstallatie	18	€ 143,88	€ 143,88
Vermeden CLV systeem	30	€ 17,22	€ 0,00
Radiatoren aardgaswoning	30	pm	pm
Installaties warmtewoning	18	€ 46,14-	€ 46,14-
Radiatoren warmtewoning	30	pm	pm
VR warmte (excl. VR gas)		€ 114,96	€ 97,74

Tabel 8-3 Vermeden kapitaalskosten gebaseerd op centrale regelklep

Warmtewoning met radiatorthermostaten			
Soort woning	Levens- duur	Appartement / Galerijwoning	Overige woningen
Vermeden ketelinstallatie	18	€ 143,88	€ 143,88
Vermeden CLV systeem	30	€ 17,22	€ 0,00
Radiatoren aardgaswoning	30	pm	pm
Installaties warmtewoning	18	€ 24,01-	€ 24,01-
Radiatoren warmtewoning	30	pm	pm
VR warmte (excl. VR gas)		€ 137,09	€ 119,87

Tabel 8-4 Vermeden kapitaalskosten gebaseerd op radiatorthermostaten

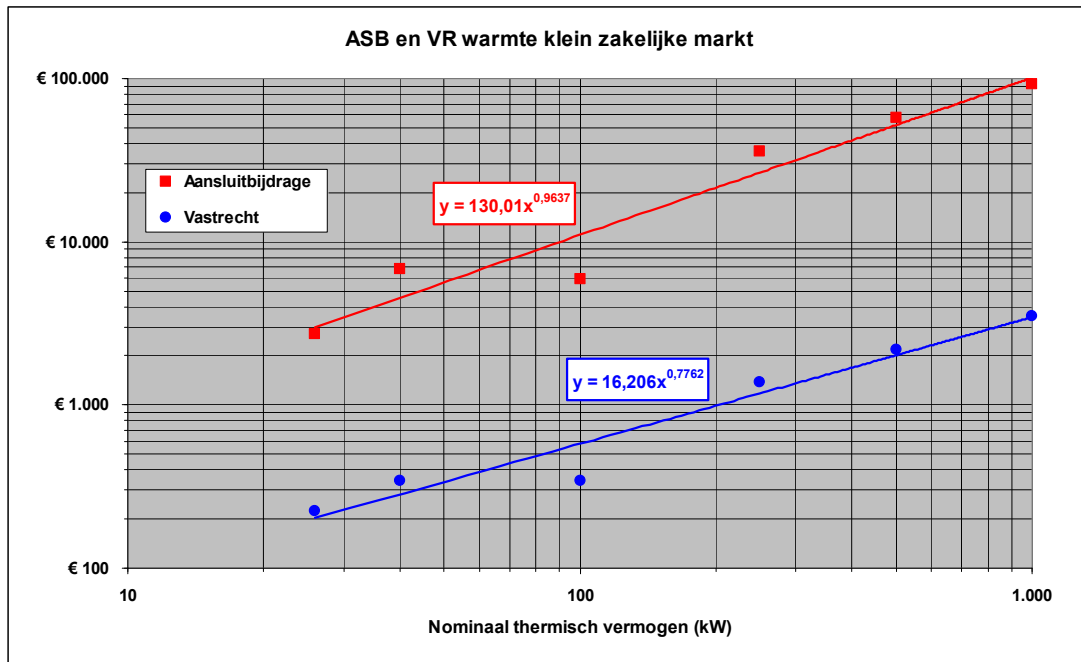
Wij bevelen aan met een gemiddelde VR van € 117,42 + € 118,75 + VR<sub>G</sub> te rekenen.

## 8.2 Zakelijke markt

Voor de zakelijke markt liggen de vermeden investeringen niet eenduidig vast. Dat heeft te maken met de functie van het object en de daarbij te kiezen reservestelling voor de op te stellen ketels. Daarbij speelt een rol hoe snel een storing verholpen kan worden door een storingsmonteur.

In dit advies wordt er van uitgegaan dat er tot en met een thermisch vermogen van 100kW een aantal (kleine) ketels in cascade wordt opgesteld. Daarboven worden combinatiemodules toegepast. Tot en met 250kW bestaat die module uit één ketel, tot 1.000kW bestaat die module uit twee ketels en voor 1.000kW bestaat die module uit drie ketels.

Door een warmtebedrijf wordt, voor het vermogensbeslag tot en met 1.000kW, één warmtewisselaar opgesteld omdat van een dergelijk toestel vrijwel geen storingen zijn te verwachten. De vermeden investeringen laten zich het beste illustreren met een grafiek.



Figuur 8-1 ASB en VR klein zakelijke markt

De investeringsverschillen en de jaarlijkse vaste kostenverschillen inclusief onderhoud zijn weergegeven als functie van het op te stellen vermogen en op een dubbel logaritmische achtergrond weergegeven. Dit is gedaan om de zogenaamde Ricard exponent zichtbaar te maken die doorgaans een goed hulpmiddel is om schaalfactoren mee te typeren. In dit geval blijkt dit minder goed toepasselijk, omdat er een duidelijke trendbreuk in de begrotingen zit bij 100kW. Zo'n trendbreuk is wat ongemakkelijk in een tariefmodel en wij negeren die dan ook door er toch een trendlijn doorheen te tekenen. In de figuur is ook het bedrag aan vermeden kosten voor de woningen weergegeven, om te beoordelen of die op de trendlijn ligt; dat blijkt ook redelijk het geval te zijn.

Samenvattend is de aanbevolen aansluitbijdrage voor de klein zakelijke markt als volgt, met Q in kW aansluitwaarde:

$$ASB_{kzm} = 130.01 \cdot Q^{0.9637} + ASB_g$$

Formule 3 Aansluitbijdrage warme klein zakelijke markt

Samenvattend is het aanbevolen vastrecht voor de klein zakelijke markt dan als volgt:

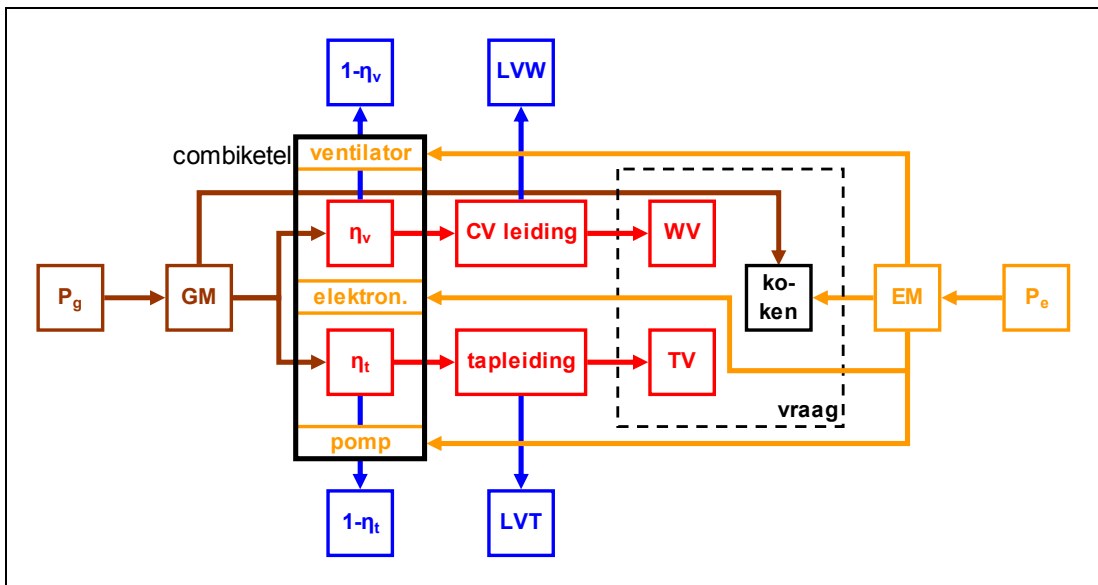
$$VR_{kzm} = 16.21 \cdot Q^{0.7762} + VR_g$$

Formule 4 Vastrecht warme zakelijke markt

In Bijlage 4 en Bijlage 5 zijn de begrotingen opgenomen. In Bijlage 6 wordt dit in een tabel samengevat.

## 9 WARMTEPRIJS

De warmteprijs moet enerzijds gebaseerd zijn op het rendementsprincipe en anderzijds op gelijke integrale variabele kosten. De variabele kosten worden beheerst door de netto vraag en door optredende verliezen. De variabele kosten in de aardgaswoning zijn als volgt in beeld te brengen.



Figuur 9-1 Schematisering variabele kosten gaswoning

In formulevorm zijn de variabele kosten volgens dit schema als volgt te noteren.

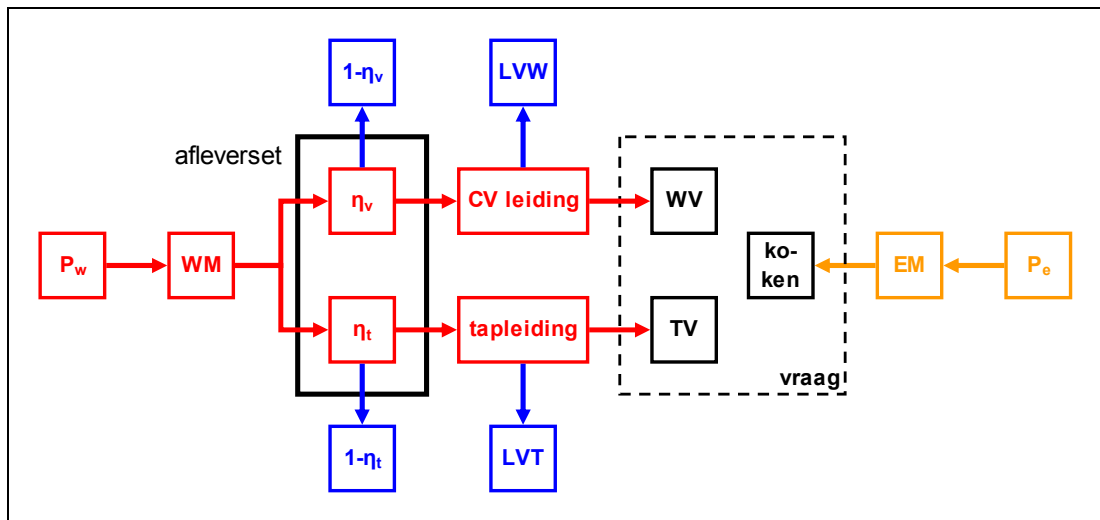
$$\begin{aligned}
 \text{kosten}_g &= \eta_{v\text{gem}} \leftarrow \frac{\eta_{vlt}}{\%LT + (1 - \%LT) \cdot \frac{UCV_{Gg}}{LCV_{Gg}}} \\
 BVV_g &\leftarrow NVV + LVV_g \\
 BTV_g &\leftarrow NTV + LVT_g \\
 &\left( \frac{BVV_g}{\eta_{v\text{gem}}} + \frac{BTV_g}{\eta_{\text{tap}}} + GK_g \right) \cdot P_g + (EP_g + ER_g + EE_g + EK_g) \cdot P_e
 \end{aligned}$$

Formule 5 Warmtekosten in de aardgaswoning

In deze betrekking zit een post voor koken op gas en elektriciteit omdat dit in de warmtewoning alleen elektriciteit is.

De variabele kosten in de warmtewoning zijn als volgt in beeld te brengen.





Figuur 9-2 Schematisering variabele kosten warmtewoning

In formulevorm zijn de variabele kosten volgens dit schema als volgt te noteren.

$$\text{kosten}_w = \begin{cases} BVV_w \leftarrow NVV + LVV_w \\ BTV_w \leftarrow NTV + LVT_w \\ \left( (BVV_w + BTV_w + ASV_w) \cdot P_w + EK_w \cdot P_e \right) \end{cases}$$

Formule 6 Integrale variabele kosten in de warmtewoning

Bij gelijkstellen van beide betrekkingen is de warmteprijs expliciet te schrijven. De algemene schrijfwijze is als volgt:

$$P_w = \frac{\text{kosten}_g + \Delta \text{kosten}_{el}}{\text{warmte}_w}$$

Formule 7 Algemene betrekking warmteprijs

De gaskosten daarin zijn als volgt te noteren:

$$\text{kosten}_g = \begin{cases} \eta_{vgem} \leftarrow \frac{\eta_{vlt}}{\%LT + (1 - \%LT) \cdot \frac{UCV_{Gg}}{LCV_{Gg}}} \\ BVV_g \leftarrow NVV + LVV_g \\ BTV_g \leftarrow NTV + LVT_g \\ \left( \frac{BVV_g}{\eta_{vgem}} + \frac{BTV_g}{\eta_{tap}} + GK_g \right) \cdot P_g \end{cases}$$

Formule 8 Gaskosten in de gaswoning

Het verschil in elektriciteitskosten is als volgt te noteren:

$$\Delta \text{kosten}_e = \begin{cases} \Delta EP \leftarrow EP_g - EP_w \\ \Delta EE \leftarrow EE_g - EE_w \\ \Delta EK \leftarrow EK_g - EK_w \\ (\Delta EP + \Delta EE + \Delta EK + ER_g) \cdot P_e \end{cases}$$

Formule 9      Verschil in elektriciteitskosten

Het totale warmtegebruik in de warmtewoning is als volgt te noteren:

$$\text{warmte}_w = \begin{cases} BVV_w \leftarrow NVV + LVV_w \\ BTV_w \leftarrow NTV + LVT_w \\ BVV_w + BTV_w + ASV_w \end{cases}$$

Formule 10      Warmtegebruik in de warmtewoning

De betekenis van de gebruikte variabelen is opgenomen in de lijst “verklaring afkortingen en begrippen”, opgenomen in hoofdstuk 14 van dit rapport.

## 9.1 Principe rendementsmethode

Bij het volgen van de rendementsmethode, wordt Formule 7 gebruikt, maar die wordt dan geschreven in de vorm van Formule 1 die hieronder voor het gemak nog een keer wordt opgenomen.

$$P_w = \frac{P_g}{UCV_{Gg} \cdot \eta_{ww}}$$

Het rendement, als bedoeld in de Warmtewet, laat zich als volgt noteren:

$$\eta_{ww} = \frac{\text{warmte}_w}{\text{energie}_g + \left( \Delta_{el} \cdot \frac{P_e}{P_g} + GK_g \right) \cdot UCV_{Gg}}$$

Formule 11      Rendement als bedoeld in de Warmtewet

$$\Delta_{el} = \begin{cases} \Delta EP \leftarrow EP_g - EP_w \\ \Delta EE \leftarrow EE_g - EE_w \\ \Delta EK \leftarrow EK_g - EK_w \\ \Delta EP + \Delta EE + \Delta EK + ER_g \end{cases}$$

Formule 12      Verschil in elektriciteitsgebruik

$$\text{energie}_g = \left| \begin{array}{l}
 \eta_{\text{vgem}} \leftarrow \frac{\eta_{\text{vlt}}}{\%LT + (1 - \%LT) \cdot \frac{UCV_{Gg}}{LCV_{Gg}}} \\
 \\
 BVV_g \leftarrow NVV + LVV_g \\
 BTV_g \leftarrow NTV + LVT_g \\
 \\
 \frac{BVV_g}{\eta_{\text{vgem}}} + \frac{BTV_g}{\eta_{\text{tap}}}
 \end{array} \right.$$

Formule 13 Aardgasgebruik als energiehoeveelheid

De meeste componenten die in de formule zitten hebben niet de verschijningsvorm van een rendement. Een rendement is ook geen op zich zelf staand natuurlijk verschijnsel. Warmteverliezen worden gekwantificeerd door de grootte van het verliesgevende oppervlak, door de warmteweerstand, door het temperatuurverschil en door de tijdsduur (in een jaar) waarmee dit optreedt. Elektriciteitsgebruik is het gevolg van geleverde arbeid waarbij de in warmte omgezette arbeid niet teruggewonnen wordt en zodoende een verliespost oplevert die een bijdrage levert aan het rendement. In de volgende paragrafen wordt ingegaan op de omvang van de onderscheiden termen.

### 9.1.1 BVV en BTV

De (bruto) warmtevraag bestaat uit ruimteverwarming (BVV) en warm tapwater (BTV). Uit het Basisonderzoek Warmte Kleinverbruik [6] is een beeld te geven van de bruto warmtevraag (BVV+BTV).

Kenmerk		BWK 2000	BWK 2002	BWK 2004	BWK 2006	BWK 2007
<b>Woningtype</b>	vrijstaande woning	51,2	47,8	48,9	50,9	46,4
	2 onder 1 kap	44,3	44,5	44,2	43,8	41,5
	hoekwoning	38,7	38,8	36,9	38,6	37,1
	tussenwoning	32,0	31,7	32,0	31,9	29,8
	flat-/etage woning	28,2	27,5	26,8	28,4	28,3
	anders	42,5	42,3	39,4	36,8	34,1
<b>Bouwjaar</b>	1966 – 1975	35,6	35,0	36,5	33,0	32,1
	1976 - 1981	36,3	39,3	35,7	38,5	36,9
	1982 - 1985	34,0	33,6	33,6	32,3	31,8
	1986 – 1990	35,5	34,1	33,8	35,6	35,1
	1991 - 1995	37,6	36,8	38,1	37,2	31,3
	1996 – 1999*	36,4	37,5	36,0	37,7	35,4
	2000 en later	----	----	37,2	39,9	39,0
<b>Eigendom woning</b>	huurder	30,2	29,9	31,2	29,8	28,8
	eigenaar	37,7	37,9	36,9	38,4	35,8
<b>Gezinsgrootte</b>	éénpersoonshuishouding	28,4	29,8	27,3	27,0	22,3
	tweepersoonshuishouding	33,0	33,0	33,2	34,8	33,9
	drie en meer phh	38,6	38,3	38,4	38,9	37,1
<b>Gemiddeld</b>		<b>35,9</b>	<b>35,9</b>	<b>35,7</b>	<b>36,4</b>	<b>34,2</b>

Tabel 9-1 BVV+BTV in GJ uit het BWK (bron EnergieNed)

De bruto warmtevraag varieert dus van 22,3GJ per jaar tot ruim 51,2GJ per jaar. In dit onderzoek gaan we uit van 20 tot 45GJ per jaar, vanwege de trend naar beneden (zie de kolom voor BWK 2007) en een gemiddelde van 34GJ per jaar

Uit het Basisonderzoek Warmte Kleinverbruik [6] is ook een beeld te geven van (alleen) de bruto tapwater vraag (BTV).

<b>Kenmerk</b>	<b>BWK</b>	<b>BWK</b>	<b>BWK</b>	<b>BWK</b>	<b>BWK</b>
<b>Gezinsgrootte</b>	<b>2000</b>	<b>2002</b>	<b>2004</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
éénpersoonshuishouding	4,9	4,0	3,6	3,7	3,5
tweepersoonshuishouding	5,8	5,6	5,3	6,3	5,5
drie en meer per huishouden	8,9	9,4	8,4	9,4	8,8
<b>Gemiddeld</b>	<b>7,6</b>	<b>7,7</b>	<b>6,9</b>	<b>7,8</b>	<b>7,2</b>

Tabel 9-2 BTV uit het BWK (bron EnergieNed)

De bruto warmtevraag voor warm tapwater varieert dus van 3,5GJ per jaar tot ruim 9,4GJ per jaar. In dit onderzoek gaan we uit van BTV = 3 tot 9GJ per jaar en een gemiddelde van 7GJ per jaar.

### 9.1.2 Ketelrendement voor ruimteverwarming

Uit [9] blijkt dat 85% van de woningen is uitgerust met individuele centrale verwarming (HOME 2007). Verder blijkt de penetratiegraad van de conventionele ketels 6%, van de verbeterd rendement ketels 26% en van de hoog rendement ketels 67% in 2006 te zijn (WoON 2006). Vanwege de hoge penetratiegraad (67%) van de hoog rendement ketel en de voortschrijdende eisen van de EPC van woongebouwen, kan gesteld worden dat de hoog rendement ketel model moet staan voor de maximumprijs, voor zover deze maximumprijs ziet op nieuwe warmteprojecten.

Voor het rendement voor ruimteverwarming wordt uitgegaan van een ketel met HR 107 label. Wordt deze label betrokken op de bovenste verbrandingswaarde dan geldt daarvoor een rendement van 96,3%. Ons zijn geen onderzoeken bekend waarin het gebruiksrendement (gemeten over een jaar bijvoorbeeld) wordt gerapporteerd van één of meerdere fabrikaten combiketels. We gaan daarom uit van de beschikbare Gaskeur certificaten.

Voor een HR ketel geldt dat condensatie optreedt als de rookgassen afkoelen tot onder 53°C. Het hoge rendement zal daarom pas optreden indien de retourwatertemperatuur lager is dan deze rookgastemperatuur. De mate waarin condensatie optreedt, is daarom afhankelijk van de grootte van de toegepaste verwarmingslichamen en van de manier waarop die gebruikt worden. Worden radiatoren op lage temperatuur geselecteerd, met als doel een hoog rendement te bereiken, dan is ook van belang dat alle radiatoren gebruikt worden. Wordt alleen het hoofdwoonvertrek verwarmd, of worden daarin niet alle radiatoren opengezet, dan wordt de ketel gedwongen op een hogere temperatuur te werken waardoor het hoge rendement niet wordt bereikt. De HR 107 label is daarmee geen absolute garantie voor een rendement van 96,3%.

In de formule voor de warmteprijs wordt dit tot uitdrukking gebracht met de factor %LT. Wij bevelen aan een rendement voor ruimteverwarming van 95% te hanteren, met een voor LT versus HT toepasselijke correctie van %LT = 50%. Zodoende komt het

gemiddelde rendement voor ruimteverwarming uit op een waarde van 89,996% die is af te ronden op 90%.

### 9.1.3 Ketelrendement voor warm tapwater

Uit [9] blijkt dat 21% van de woningen is uitgerust met een combivat, 48% met een combi taptoestel, 8% met een keukengeiser en 4% met een badgeiser (HOME 2007). Vanwege de hoge penetratiegraad van het combitoestel (48%) is de keuze om de HR 107 ketel als referentie te gebruiken een goede, maar dan uitgevoerd als combiketel. Deze cijfers zijn ook terug te vinden in de volgende tabel ontleend aan [6].

Warm water voorziening	BWK 2000	BWK 2002	BWK 2004	BWK 2006	BWK 2007
<b>d.m.v. warmtenet</b>	<b>86%</b>	<b>87%</b>	<b>88%</b>	<b>89%</b>	<b>90%</b>
waarvan:					
indirecte boiler/spiraal	47%	47%	48%	48%	46%
warmwaterleiding	53%	53%	52%	52%	54%
<b>d.m.v. apart toestel</b>	<b>14%</b>	<b>13%</b>	<b>12%</b>	<b>11%</b>	<b>10%</b>
waarvan:					
elektrische boiler	32%	47%	51%	66%	69%
gasboiler	2%	4%	3%	2%	4%
keukengeiser	47%	37%	32%	22%	18%
badgeiser	16%	9%	11%	8%	7%
elektrische geiser	3%	3%	3%	2%	2%

Tabel 9-3 Verdeling toestellen voor warm tapwater (bron EnergieNed)

Bij het certificeren van de combitoestellen, bij KIWA Gastec Certification, is het gebruik geworden om tegelijkertijd de taprendementen op het certificaat te vermelden, die in het kader van de EPN gebruikt mogen worden. In de 1<sup>e</sup> versie van de norm NEN 5128 stond voor het taprendement van een combiketel nog een forfaitaire waarde van 65%, maar die werd in de versie van 2001 naar beneden (naar 60%) bijgesteld. Nadien werden de toepasselijke waarden gedifferentieerd naar CW (50%), HR/CW (60%) en HRww (67,5%) met een correctiefactor afhankelijk van de omvang van het warme tapwatergebruik. Gebruik van gelijkwaardigheidverklaringen is normaal geworden en het is verdedigbaar om, in het kader van dit onderzoek, een gemiddelde te gebruiken van wat er aan verklaringen bekend is. Gecertificeerde rendementen zijn als volgt voor te stellen, met de bruto tapvraag BTV als parameter.

$$\eta_{\text{tapbr}} = \max \left[ \eta_o, \min \left[ \eta_o + (\eta_b - \eta_o) \cdot \frac{BTV - TV_o}{TV_b - TV_o}, \eta_b \right] \right]$$

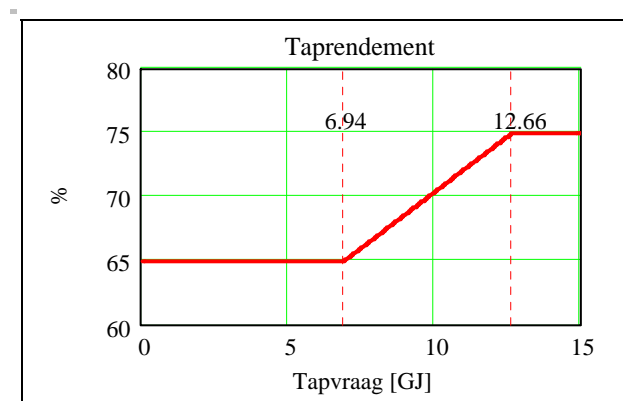
Er is een ondergrens en een bovengrens qua rendement en qua jaarlijks te produceren bruto tapvraag. Er is een selectie gemaakt van combiketels met comfortklasse CW4 die op de Nederlandse markt beschikbaar zijn en waarvan een Certificaat beschikbaar is (zie de samenvatting in Bijlage 7). De ketels betreffen die van Nefit, Viessmann, Itho, AWB, Intergas, Remeha (2 typen) en Vaillant (2 typen).

Als representatief gemiddelde geldt de combiketel die getypeerd wordt met de dikke rode lijn in de grafiek (in Bijlage 7). De formule voor het taprendement wordt dan:

$$\eta_{\text{tapbr}} = \max \left[ 65\%, \min \left[ 65\% + 10\% \cdot \frac{\text{BTV} - 6.94 \text{ GJ}}{(12.66 - 6.94) \cdot \text{GJ}}, 75\% \right] \right]$$

Formule 14      Aanbevolen jaargemiddeld taprendement

In een grafiek ziet dit er als volgt uit:



Figuur 9-3      Aanbevolen jaargemiddeld taprendement

In Tabel 9-3 is te zien dat 10% van de tapvraag (in 2007) werd opgewekt met een apart toestel. Daarvan werd 71% opgewekt met elektriciteit. Dus 7,1% van de tapvraag werd in 2007 met elektriciteit opgewekt. Van het gemiddelde van 7GJ (zie paragraaf 9.1.1) stellen we in dit onderzoek daarom dat gemiddeld 0,5GJ uit een close-in boiler komt.

#### 9.1.4      Ketelrendement klein zakelijke markt

Ook voor de klein zakelijke markt wordt uitgegaan van HR 107 ketels. Maar daarbij moet bedacht worden dat bij de grote installaties veelal van doorwarmen sprake is. Hoe groter het vermogen, hoe verder de warmtevragende belastingen uit elkaar liggen. Daarvoor wordt dan een transportsysteem aangelegd, maar dat transportsysteem mag niet uitkoelen. Zijn dan hoge temperatuur belastingen aangesloten, zoals een boilersysteem voor warm tapwater, dan warmt het systeem door en kunnen de ketels niet condenseren. Er zijn ook meestal luchtbehandelingkasten aanwezig waarvoor geldt dat de 1<sup>e</sup> batterij (de voorverwarmer) met een eigen pomp is uitgerust. Ook daar treedt doorwarmen op, zeker als het gaat om vorstbeveiliging. Om die reden achten wij het verantwoord om het ketelrendement voor de grote klein zakelijke klanten te beperken. Dat gaat als volgt:

$$\%LT = \frac{1000 \text{ kW} - \text{ASW}_w}{1000 \text{ kW} - 28 \text{ kW}} \cdot 50\%$$

Formule 15      Aandeel LT als functie van aansluitwaarde

Deze betrekking is geijkt op twee punten, waartussen een lineair verband geldt. Bij de kleingebruikers (28kW) is %LT = 50%. Bij de grote klein zakelijke klant (1.000kW) is

%LT = 0%. Zodoende geldt bij ASW = 1.000kW een ketelrendement van 85% en bij ASW = 28kW een ketelrendement van 90% (beide betrokken op bovenwaarde).

#### 9.1.5 Rendement van de afleverset

In een afleverset zit geen tapvat (zoals in de combiketel) maar een warmtewisselaar met dubbele scheiding voor de bereiding van warm tapwater. Op temperatuur houden van de warmtewisselaar gaat niet intermitterend (zoals bij de ketel) maar wordt continue geregeld met een regelklep. Er zal daarom ook altijd warm water over een afleverset circuleren om de tapwatertemperatuur in stand te houden.

Vanwege op temperatuur houden van het tapwater op 60°C zal de retourtemperatuur naar het externe warmtenet dicht bij deze tapwatertemperatuur gelegen zijn. Omdat de meeste warmtenetten voor woningen zijn gedimensioneerd op 70°C aanvoer, zal daarom gedurende het grootste deel van het jaar de gemiddelde temperatuur in de afleverset circa 60°C zijn. Een afleverset bestaat uit 20mm koperen buis, diverse hulpstukken, een taptoestel, een regelklep voor het taptoestel en een regelaar voor het drukverschil. De equivalente leidinglengte daarvan, uitgedrukt in 20mm koperen buis, bedraagt circa 4 meter. Is deze afleverset niet geïsoleerd, dan vertoont die een verlies van 3,33GJ per jaar (zie Bijlage 8). De samenstelling van afleversets is verschillend en de kwaliteit van de afwerking met isolatie eveneens. Een compact uitgevoerde afleverset, verpakt in een polystyreen afwerking, vertoont een warmtewisselend oppervlak van circa 1,25m<sup>2</sup>. Indien die polystyreen verpakking een dikte heeft van 25mm, dan vertoont die afleverset een warmteverlies van 1,26GJ per jaar (dat is 40watt continue warmteverlies).

In het kader van het rekenmodel voor de Warmtewet stellen wij voor om deze 1,26GJ als verlies aan te houden, met dien verstande dat warmtebedrijven gehouden zouden moeten zijn de kwaliteit van de afleverset, qua warmteverlies, te borgen, waar voor wellicht een labelsysteem geïntroduceerd zou kunnen worden. Een rendement gebruiken is niet toepasselijk omdat het warmteverlies een (vrijwel) constante waarde heeft; zie Bijlage 8.

Voor de klein zakelijke markt zijn de warmteverliezen lager. In een platenwisselaar kan een zeer groot verwarmend oppervlak worden ondergebracht, terwijl het toestel als totaal maar een gering volume heeft en eveneens een gering verliesgevend buitenoppervlak. In het kader van dit onderzoek hebben wij de verliezen van deze warmtewisselaars niet beoordeeld of berekend. Wij volstaan met de volgende schatting:

$$ASV_{kzm} = ASV_w \cdot \sqrt{\frac{ASW_w}{28kW}}$$

Formule 16      Verlies afleverstation klein zakelijk

We gaan er dus van uit dat het verlies getypeerd kan worden met een wortelfunctie van de aansluitwaarde (in kW). Die wordt gerelateerd aan het vermogen van de afleverset voor woningen (CW4 = 28kW). Voor de grootste klein zakelijke klant is dit verlies:

$$ASV_w \cdot \sqrt{\frac{100kW}{28kW}} = 7.5GJ$$

Dit komt overeen met een warmteverlies van 238watt continue.

#### 9.1.6 Leidingverlies ruimteverwarming

Leidingverliezen spelen een rol als leidingen door onverwarmde ruimten lopen. In de bepaling van de warmteprijs is dit alleen van belang als er een significant verschil bestaat tussen een aardgaswoning en een warmtewoning. Dit verschil is uitsluitend vast te stellen voor woningen met een zolder, indien daar een ketel geplaatst wordt. Voor appartementen en galerijwoningen is dit niet aannemelijk te maken omdat de ketel dan in een werkkast zit naast een schacht met een CLV systeem. Aangezien het beeld dus niet consistent is, is het niet te verdedigen een verschil in de formule op te nemen. Omdat de absolute waarde van het verlies een bescheiden rol speelt, wordt voorgesteld een verliespercentage op te nemen van 5% zoals dat in de berekening in Bijlage 9 wordt aannemelijk gemaakt.

#### 9.1.7 Leidingverlies warm tapwater

Hiervoor geldt dezelfde logica als bij ruimteverwarming. Omdat de absolute waarde van het verlies een bescheiden rol speelt, wordt voorgesteld een verliespercentage op te nemen van 10% zoals dat in de berekening in Bijlage 9 wordt aannemelijk gemaakt.

#### 9.1.8 Elektriciteitsgebruik combiketel

In een combiketel zit een circulatiepomp die draait als de ketel in bedrijf is en gedurende de tijd dat die nadraait. Het elektrische vermogen is afhankelijk van de omvang van de binneninstallatie, maar kan gemiddeld op 25watt gesteld worden. Het jaarlijkse gebruik wordt bepaald door de bedrijfstijd en die bedraagt circa 1500 uur per jaar omdat moderne ketels moduleren en veel op deellast draaien. Daarmee is dus 37,5kWh elektriciteit per jaar gemoeid. In een warmtewoning is een circulatiepomp niet nodig; er kan volstaan worden met radiatorthermostaten die gebruik maken van het achter de afleverset aangeboden drukverschil van 20kPa.

In een combiketel zit elektronica voor regeling en besturing. Dit is een gering vermogen dat overigens gedurende het gehele jaar optreedt. De orde van grootte bedraagt 5watt x 8760uur per jaar. Dat komt overeen met 43,8kWh elektriciteit. In de warmtewoning is die post niet aanwezig.

Voor de rookgasventilator moet gerekend worden met een post van 40watt gedurende de brandtijd van de ketel van circa 1.200uur per jaar. Dat komt overeen met 48kWh per jaar.

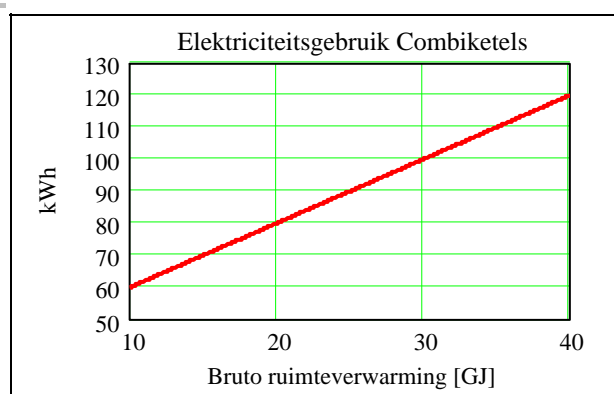
Voor zover onze schattingen, maar fabrikanten laten tegenwoordig hun ketels qua elektriciteitsgebruik doormeten bij TNO-MEP omdat dit van belang wordt geacht in het kader van de EPN. In Bijlage 10 worden de aangetroffen gelijkwaardigheidverklaringen samengevat. Daaruit hebben wij een gemiddelde waarde gekozen die als volgt is te noteren:

$$EV_{k_g}(BVV) := \left( 40 + 2 \cdot \frac{BVV}{GJ} \right) \cdot kWh$$

Formule 17      Elektriciteitsgebruik van combiketels



In een grafiek ziet dit er als volgt uit:



Figuur 9-4 Aanbevolen elektriciteitsgebruik combiketel

### 9.1.9 Elektriciteitsgebruik ketels klein zakelijk

Bij de grote klanten in het klein zakelijke segment (boven 100kW) zit de circulatiepomp meestal niet in de ketel; die mag dus buiten beschouwing blijven. Het gaat hier om het elektriciteitsgebruik van de branderventilator en (voor de grotere ketels) van de rookgasventilator. Bij een stadsverwarmingaansluiting treedt dit elektriciteitsgebruik niet op. Het elektriciteitsgebruik van een branderventilator is als volgt:

$$EV_{b_{kzm}} = \frac{8.4(1 + \lambda_C) \cdot \Delta P_k(Q)}{UCV_{Gg} \cdot \eta_k \cdot \eta_v} \cdot Q \cdot BT$$

Voor een rookgasventilator is dat als volgt:

$$EV_{f_{kzm}} = \frac{9.4(1 + \lambda_C) \cdot \Delta P_c}{UCV_{Gg} \cdot \eta_k \cdot \eta_v} \cdot \frac{T(100)}{T(0)} \cdot Q \cdot BT$$

Samenvoegen levert het totale elektriciteitsgebruik als volgt:

$$EV_{k_{kzm}} = \left( 8.4 \Delta P_k(Q) + 9.4 \Delta P_c \cdot \frac{T(100)}{T(0)} \right) \cdot \frac{(1 + \lambda_C) \cdot Q \cdot BT}{UCV_{Gg} \cdot \eta_k \cdot \eta_v}$$

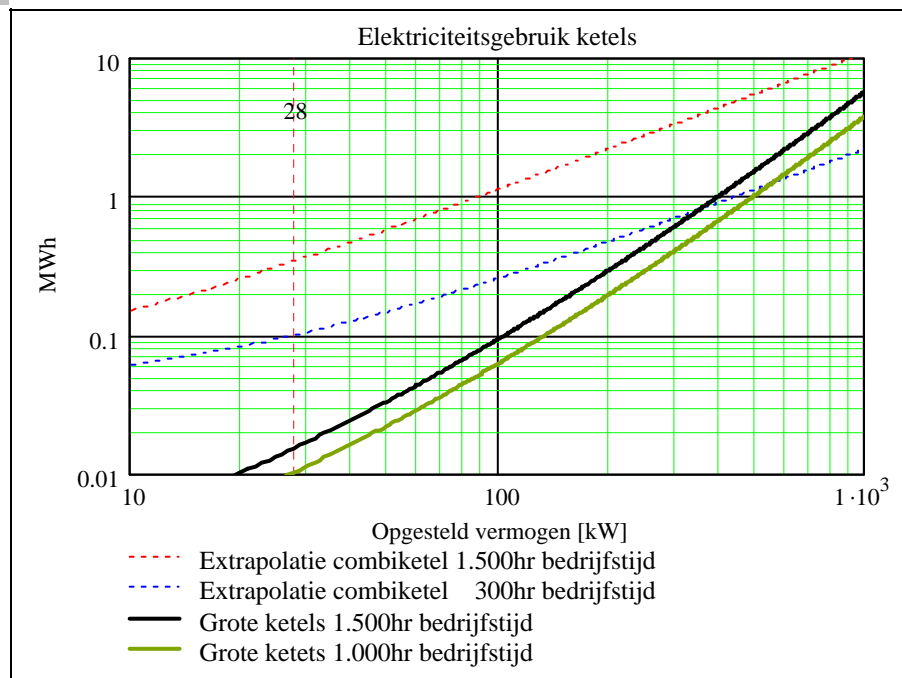
Formule 18 Elektriciteitsgebruik ketel klein zakelijk

Het elektriciteitsgebruik is afhankelijk van de luchtvermaat, van de drukval over de ketel en over de condensor, van de verbrandingswaarde van aardgas, van het ketelrendement, van het ventilatorrendement, van het ketelvermogen en van de bedrijfstijd. Voor de drukval over de ketel wordt de volgende benadering gehanteerd:

$$\Delta p_k(Q) := 5000 \text{ Pa} \cdot \frac{Q}{\text{MW}}$$

Formule 19 Drukval over de ketel

Het resultaat, met een luchtvermaat van 25%, een ketelrendement van 85% en een ventilatorrendement van 50%, is als volgt:



Figuur 9-5 Elektriciteitsgebruik ketels klein zakelijk

In de figuur is het elektriciteitsgebruik van de combiketels ook weergegeven, maar dan geëxtrapoleerd naar 1.000kW, om te laten zien wat het verband is met de grote ketelinstallaties. Het gaat er om dat de grote ketelinstallaties minder elektriciteitsgebruik vertonen vanwege het ontbreken van het elektriciteitsgebruik van de circulatiepomp. Combiketels hebben een gering elektriciteitsgebruik vanwege de (zeer) geringe bedrijfstijd omdat het vermogen wordt bepaald door tapwater CW4 (28kW). Dit effect wordt geïllustreerd met de lijn die geldt voor 300uur bedrijfstijd (per jaar).

#### 9.1.10 Koken

Voor alle bewoonde woningen in Nederland geldt dat in 2006 circa 81% van de gezinnen kookt op aardgas. Uit het BWK [6] is het volgende ontleend:

Type kooktoestel	BWK 2007	Nederland 2007
Elektrisch fornuis	37%	4%
Elektrisch komfoor	46%	15%
Gasfornuis met elektrische oven	7%	32%
Gasfornuis met gasoven	3%	12%
Gaskomfoor	7%	37%

Tabel 9-4 Verdeling kooktoestellen (bron EnergieNed)

Met koken, in Nederland, is gemiddeld 65m<sup>3</sup> aardgas [9] en 178kWh elektriciteit in 2003 [14] (volgens EnergieNed is dit nu 177kWh) gemoeid. De effectiviteit van aardgas wordt uitgedrukt met 5kWh elektriciteit per m<sup>3</sup> aardgas [5]. Dit houdt in dat het rendement (de warmte van aardgas gaat niet volledig de pan in) op 56,9% wordt gesteld. Voor het

vergelijken van de aardgaswoning met de warmtewoning is de werkwijze voor het kwantificeren van het effect van koken, dat het elektriciteitsgebruik in de warmtewoning daarvoor op 502kWh per jaar wordt gesteld (zie Bijlage 9).

## 9.2 Uitwerking rendementsmethode

Met gebruikmaking van de posten die in de vorige paragraaf zijn benoemd, wordt het rendement nader ingevuld. De rendementsformule ziet er als volgt uit:

$$\eta_w = \left\{ \begin{array}{l} \text{warmte}_w \leftarrow ASW_w \cdot BT_w \\ BWV \leftarrow \text{warmte}_w - ASV_w \cdot \sqrt{\frac{ASW_w}{28kW}} \\ BVV \leftarrow BWV - BTV \\ \%LT \leftarrow \frac{100kW - ASW_w}{100kW - 28kW} \cdot 50\% \\ \eta_{vgem} \leftarrow \frac{\eta_{vlt}}{\%LT + (1 - \%LT) \cdot \frac{UCV_{Gg}}{LCV_{Gg}}} \\ \text{energie}_g \leftarrow \frac{BVV}{\eta_{vgem}} + \frac{BTV - \frac{EVCi_g}{90\%}}{\eta_{tap}(BTV)} \\ EVk \leftarrow \begin{cases} EVk_g(BVV) & \text{if } ASW_w < 40kW \\ EVk_{kzm}(ASW_w, BT_w) & \text{otherwise} \end{cases} \\ \Delta_{el} \leftarrow EVk + EVCi_g + EK_g - EK_w \\ \frac{\text{warmte}_w}{\text{energie}_g + \left( \Delta_{el} \cdot \frac{P_e}{P_g} + GK_g \right) \cdot UCV_{Gg}} \end{array} \right.$$

Formule 20 Gedaante van het rendement voor de Warmtewet

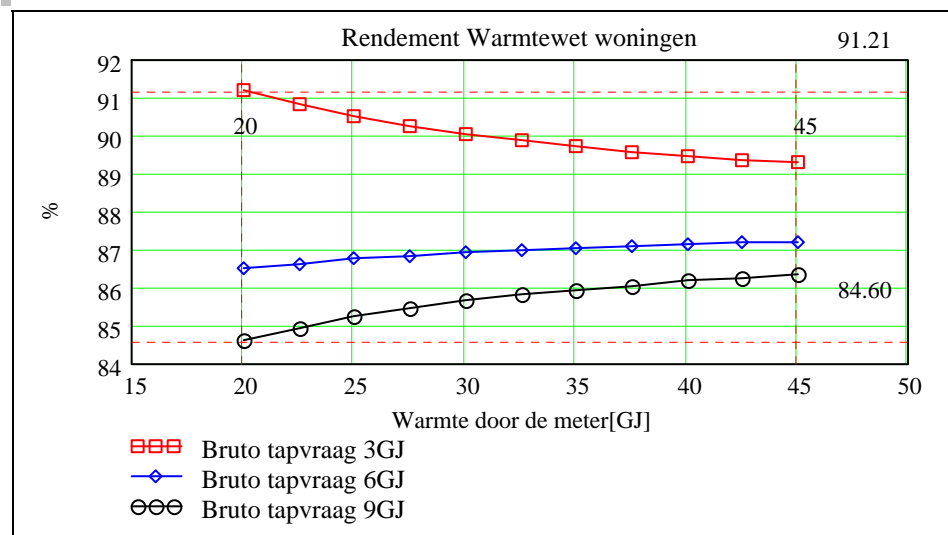
Het rendement is uitgerukt als functie van de aansluitwaarde (in kW), de bedrijfstijd (in uur/jaar) en de bruto tapvraag (in GJ/jaar). Deze betrekking is universeel toepasbaar voor het hele vermogensbereik vanaf kleingebruikers (28kW) tot de grootste klein zakelijke klant (1.000kW). De functies die worden aangeroepen betreffen:

- het taprendement conform Formule 14
- elektriciteitsgebruik combiketel conform Formule 17
- elektriciteitsgebruik grote ketels conform Formule 18

In deze betrekking is alleen de verhouding van de elektriciteitsprijs en de aardgasprijs de onbekende. Om de orde van grootte van het rendement te kunnen beschouwen zetten we een verhouding voor  $P_e/P_g$  in van 0,40m3/kWh.

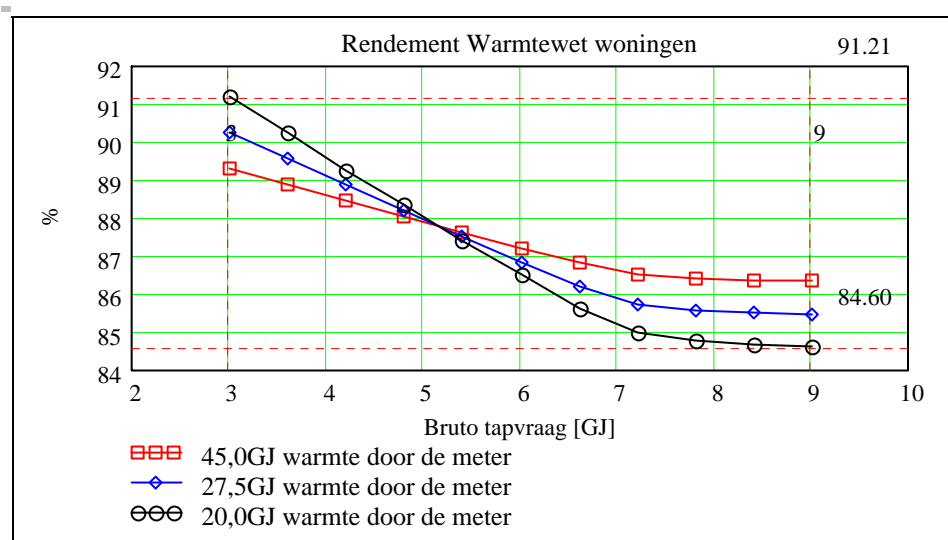
## 9.2.1 Woningen

Wordt de warmtevraag en de tapvraag voor een woning gevarieerd tussen de grenzen die in paragraaf 9.1.1 werden genoemd, dan is het resultaat als volgt.



Figuur 9-6 Rendement als functie van warmte door de meter

Bovenstaande grafiek is gemaakt voor een bruto tapvraag (BTV) van 3GJ, van 6GJ en van 9GJ. De bruto warmtevraag door de meter (BVV+BTV) varieert langs de x-as van 20GJ tot 45GJ.

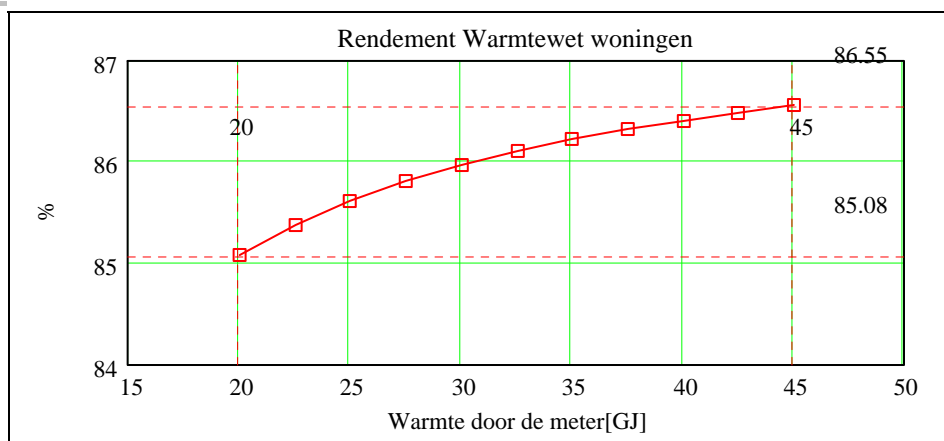


Figuur 9-7 Rendement als functie van bruto tapvraag

Bovenstaande grafiek is gemaakt voor een bruto warmtevraag door de meter (BVV+BTV) van 45GJ, van 27,5GJ en van 20GJ. De bruto tapvraag (BTV) varieert langs de x-as van 3GJ tot 9GJ.

Het laagste rendement bedraagt zo 84,6% (BTV=9GJ en BVV=11GJ) en het hoogste rendement bedraagt zo 91,2% (BTV=3GJ en BVV=17GJ). Het door de wetgever bedoelde rendement is zo dus (nog) geen constant of vast getal.

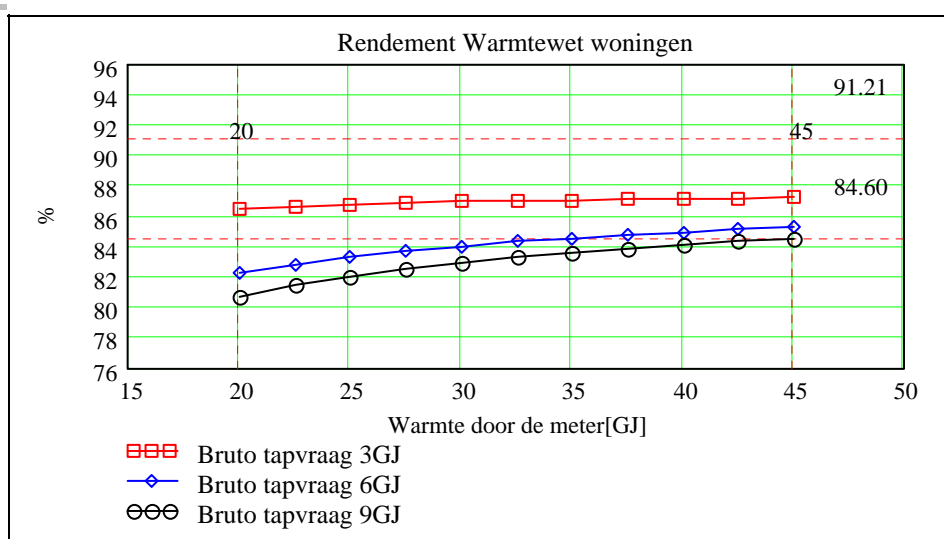
Het is de vraag of bovenstaande fenomenologie door de wetgever als bruikbaar wordt gezien voor kleingebruikers. Er bestaat geen universeel toepasbare rendement om daarmee de maximumprijs vast te leggen. De maximumprijs zal in ieder geval bepaald worden door het laagste rendement, en dat is 84,6%. Te overwegen valt een forfaitair tapgebruik te hanteren, maar dan niet als warmtegebruik per m<sup>2</sup>, zoals in NEN 5128 gebruikelijk is, maar een vaste waarde in GJ per jaar omdat dit beter aansluit op gezinsgrootte en gedrag, bijvoorbeeld 7GJ. Dit kan dan aansluiting geven op de maximumprijs voor de klein zakelijke markt. Het rendement voor de kleingebruikers ziet er dan als volgt uit.



Figuur 9-8 Rendement Warmtewet bij BTV=7GJ

In dit geval is het rendement alleen nog een functie van de totale warmtevraag en die is voor 20GJ bruto warmtegebruik 85,1% en voor 45GJ bruto warmtegebruik 86,6%.

Hoe gevoelig is het rendement voor de niet verwarming gerelateerde posten?



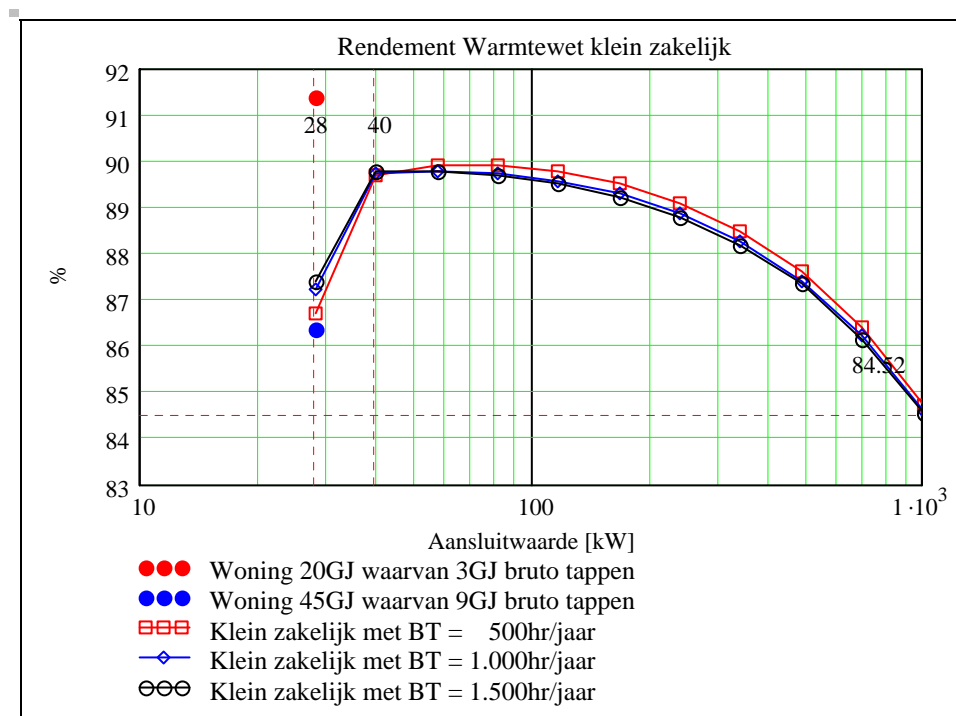
Figuur 9-9 Rendement Warmtewet zonder koken en close-in boiler

Het gaat om de close-in boiler en om koken. Wordt zowel het effect van de close-in boiler als van koken weggelaten, dan is het rendement af te lezen in Figuur 9-9 op de vorige bladzijde. Het minimumrendement daalt van 84,6% naar 80,7%. De complete gevoeligheidsanalyse is opgenomen in Bijlage 20 waar ook alle grafieken te vinden zijn.

### 9.2.2 Klein zakelijke markt

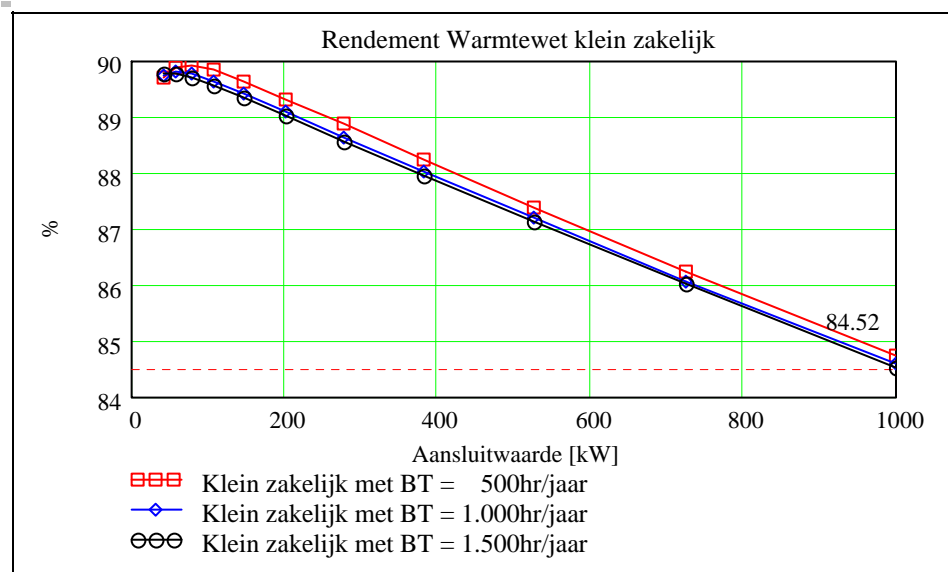
Voor de klein zakelijke markt ligt het eenvoudiger omdat het tapwatergebruik en het daarvoor geldende lage rendement, bij toenemende aansluitwaarde, steeds minder een rol gaat spelen. Er kan dan ook aansluiting gezocht worden op de voor woningen gehanteerde methode door uit te gaan van een tapgebruik van 7GJ. Voor de kleine klein zakelijke klanten is 7GJ wellicht veel omdat er in een kantoor niet wordt gedoucht of gebadderd. Voor de grote klein zakelijke klanten verdwijnt die 7GJ in de marge.

Worden alle verliescomponenten (behalve die voor koken) evenredig verondersteld met de aansluitwaarde van het object, dan ontstaat een overzichtelijke betrekking voor het te gebruiken rendement voor de klein zakelijke klanten. Dit pakt voor een drietal bedrijfstijden van de aansluitwaarde, van 500uur, van 1.000uur en van 1.500uur, als volgt uit.



Figuur 9-10 Rendement Warmtewet klein zakelijk (log)

Voor de zakelijke markt zijn de bedrijfstijden tot 1.500uur per jaar representatief. Ter vergelijking zijn ook nog twee punten voor de kleingebruikers toegevoegd. Toename van de aansluitwaarde heeft het verwachte verlagende effect op het rendement vanwege te verwachten afname van het LT effect. Het rendement is niet gevoelig voor de bedrijfstijd van het vermogen. Aanzien we het verband met de kleingebruiker wilden illustreren, is de x-as logaritmisch ingedeeld gekozen. Maar het verband voor de klein zakelijke markt blijkt erg eenvoudig te liggen als we dit afbeelden met een lineaire as.



Figuur 9-11 Rendement Warmtewet klein zakelijk (lin)

Het verband is dus vrijwel lineair, en dat komt uiteraard door het lineair afnemen van het LT effect, met een minimum rendement van 84,5%.

### 9.3 Blokverwarming met kostenverdelers

Bij woningcomplexen wordt vaak op een centrale plaats warmte afgeleverd. Dit komt overeen met blokverwarming waarbij de warmte van een centrale ketelinstallatie komt. Warmte wordt dan afgerekend op grond van een systeem met kostenverdelers. Jarenlang werden daarvoor verdampingsmeters toegepast. Sinds (ongeveer) 2002 worden deze verdeelsystemen allengs vervangen door elektronische kostenverdelers.

De Warmtewet ziet ook op het beschermen van die categorie warmtegebruikers, maar bovenstaande analyse is daarvoor niet direct toepasselijk. Bij blokverwarming worden de aardgaskosten van de blokketel omgeslagen over alle gebruikers. De kostenverdelers is dan de maat voor de omslag, met dien verstande dat er bij het toerekenen van kosten doorgaans een constant deel en een variabel deel wordt toegepast. Wordt dan warmte ingekocht dan is het NMDA principe hiervoor erg overzichtelijk omdat het systeem van distribueren niet verschilt. Wij stellen daarom voor de maximumprijs bij deze systemen uitsluitend te relateren aan het rendement van de vermeden blokketels.

## 10 ENERGIENED ADVIESTARIEF

Het adviestarief van EnergieNed ziet alleen op kleinverbruik. Het betreft de eenmalige aansluitbijdrage (ASB) of bijdrage aansluitkosten (BAK), het jaarlijkse vastrecht (VR) en de warmteprijs (WP) in €/GJ.

### 10.1 Aansluitbijdrage warmte

Er wordt in het tariefadvies onderscheid gemaakt in aansluitingen mét en zonder warm tapwater. In de voorliggende rapportage wordt dit onderscheid niet gemaakt. Het meest gebruikelijk is een afleverzet met een warmtewisselaar ten behoeve van warm tapwater (zie Bijlage 8 en het schema in Figuur 7-2). De relevante kostenopstellingen in het tariefadvies voor 2009 zijn opgenomen in Bijlage 11. De resulterende aansluitbijdrage warmte bedraagt volgens EnergieNed € 2.571 + ASB<sub>G</sub>.

Op deze kostenopstelling heeft Royal Haskoning (vrijwel) geen commentaar zoals in paragraaf 8.1 mocht blijken, waar wij een bedrag van € 2.728 + ASB<sub>G</sub> hebben geadviseerd, gebaseerd op de begroting in Bijlage 1. Het verschil zit in het te vermijden CLV systeem in appartementen en galerijwoningen en de regeling met thermostaatkranen in de warmtewoning, die wij beide hebben meegewogen.

### 10.2 Vastrecht warmte

Het resulterende vastrecht voor 2009 bedraagt € 83 + € 53,40 (excl. BTW) + VR<sub>G</sub>. Bij elkaar dus € 133,40 + VR<sub>G</sub>. In dit vastrecht is de 1<sup>e</sup> component voor vermeden onderhoud en de 2<sup>e</sup> component voor zogenaamde levensduurverschillen.

Levensduurverschillen komen voort uit continuïteit. Het uitgangspunt is, dat er geld gereserveerd moet worden om een toekomstige vervangingsinvestering te kunnen doen zodra een installatieonderdeel (technisch) is afgeschreven. Daarbij gaat EnergieNed uit van een evaluatieperiode van 30 jaar terwijl er onderdelen zijn die een verwachte levensduur van 15 of 20 jaar hebben. In de berekening van het te reserveren bedrag wordt een huidige waarde annuïteit gebruikt op grond van een marktrente van 8%. Dit is om twee redenen niet aan te bevelen.

1. Te vervangen installatieonderdelen zijn qua prijs onderhevig aan inflatie;
2. Een jaarlijks gereserveerd bedrag wordt rentedragend.

Het moet dus gaan om een toekomstige waarde annuïteit op grond van een met de inflatie gecorrigeerde marktrente (reële rente). Die annuïteit kan dan geïndexeerd worden zoals voor VR<sub>G</sub> eveneens geldt. Verder kan gesteld worden dat de aansluitbijdrage niet meer terug komt, zodat daarvoor geen bedrag gereserveerd hoeft te worden. De aansluitbijdrage gas wordt zo immers ook behandeld. Worden de levensduurverschillen op deze manier berekend, dan blijkt dit op € 117,35 per jaar uit te komen (zie Bijlage 11) en is daarmee ruim twee maal zo hoog als in het adviestarief van EnergieNed wordt opgenomen. In dit verband merkt Ecofys [15] in een notitie aan Gemeente Almere het volgende op:

*Bij lagere rentepercentages, wat naar de mening van Ecofys reëel is vanuit de bewoners gezien, en een langere looptijd levert de netto contante waarde berekening een hoger jaarlijks bedrag op.*

En verderop in die notitie:



*Naar de mening van Ecofys is het vastrecht voor het leveren van warmte op basis van de EnergieNed adviestarieven een reële marktprijs die wellicht eerder iets te laag is dan te hoog (afhankelijk van de periode van contractduur).*

Het door Royal Haskoning geadviseerde vastrecht warmte (zie paragraaf 8.1.2) bedraagt: € 117,42 + € 118,75 + VR<sub>G</sub>.en is dus hoger dan het door EnergieNed geadviseerde vastrecht warmte.

### 10.3 Warmteprijs

Voor de warmteprijs baseert EnergieNed zich op een marktonderzoek dat wordt uitgevoerd door Millward Brown [5]. De geadviseerde warmteprijs komt voor 2009 dan uit op:

$$P_{wEned} = \frac{140 \text{lm}^3 \cdot P_g - 55 \text{kWh} \cdot P_e}{34.74 \text{GJ}}$$

Formule 21 Warmteprijs 2009 volgens EnergieNed

Het belang van het aardgasdeel blijkt uit een aardgasprijs van (bijvoorbeeld) € 0,50/m<sup>3</sup>.

$$\frac{140 \text{l} \cdot \text{m}^3}{34.74 \text{GJ}} \cdot 0.50 \frac{\text{euro}}{\text{m}^3} = 20.164 \frac{\text{euro}}{\text{GJ}}$$

Het belang van de correctie op elektriciteitsgebruik blijkt uit een prijs van (bijvoorbeeld) € 0,20/kWh.

$$\frac{-55 \text{kWh}}{34.74 \text{GJ}} \cdot 0.20 \frac{\text{euro}}{\text{kWh}} = -0.317 \frac{\text{euro}}{\text{GJ}}$$

Voor een toetsing aan de rendementmethode, kijken we naar het kennelijke rendement dat voortkomt uit het marktwaardeprincipe. Dit rendement wordt gevonden doordat de warmteprijs volgens Formule 1, met een verbrandingswaarde (bovenwaarde) van Gronings gas van 35,17MJ/Nm<sup>3</sup>, aan de volgende gelijkheid moet voldoen.

$$P_{wEned} = \frac{P_g}{UCV_{Gg} \cdot \eta_{Ened}} = \frac{140 \text{lm}^3 \cdot P_g - 55 \text{kWh} \cdot P_e}{34.74 \text{GJ}}$$

Dan is dus het rendement als volgt:

$$\eta_{Ened} = \frac{34.74 \text{GJ}}{UCV_{Gg} \cdot \left( 140 \text{lm}^3 - 55 \text{kWh} \cdot \frac{P_e}{P_g} \right)}$$

Formule 22 Gewogen rendement in de warmteprijs volgens EnergieNed

De elektriciteitsterm komt geen groot belang toe, maar het gaat hier om het principe dat het rendement niet uitsluitend van één type opwektoestel afhankelijk is en dat de verhouding van energieprijzen een rol gaat spelen. Vullen we bovenstaande prijzen in, dan krijgen we als uitkomst:

$$\eta_{\text{Ened}} = 71.630\%$$

Volgens het adviestarief van EnergieNed wordt de warmteprijs bepaald met een factor (die wij hier rendement noemen, maar EnergieNed ziet dit anders) van 71,63%, terwijl die, volgens onze analyse in paragraaf 9.2.1, uitkomt op een bandbreedte van 84,6% tot 91,2%.

#### 10.4 Marktwaardeprincipe

De verklaring moet gevonden worden in de werking van het marktwaardeprincipe. Er zijn met EnergieNed twee gesprekken gevoerd om uitleg te krijgen over het onderzoek en de procedure van matches. Het marktwaardeprincipe blijkt verrassend eenvoudig en overzichtelijk. Er wordt feitelijk alleen maar gekeken naar wat door de gasmeter, door de warmtemeter en door de elektriciteitsmeter gaat. Als dan de zogenaamde panels goed worden gekozen dan zou dit representatief moeten zijn. Ons is gebleken dat het onderzoek (door Millward Brown) op onafhankelijke wijze tot stand komt. Ook de procedure van matches is statistisch verantwoord. Zie daarvoor eveneens [13]. Maar waar zit dan het verschil?

De door ons opgezette analyse is helemaal geënt op de HR 107 ketel. EnergieNed gaat zo niet te werk. Er wordt geselecteerd op representatieve panels, maar niet (uitsluitend) op een gaspanel met HR 107 bezitters. Die gegevens komen wel voort uit het onderzoek en EnergieNed heeft daaraan ook een publicatie gewijd [10]. Uit die publicatie is geen bevestiging te vinden van de uitkomsten die wij in paragraaf 9.2.1 presenteren. Integendeel; EnergieNed stelt daarin het volgende:

*Uit de analyses van 2007 en 2008 blijkt dat een warmteprijs gebaseerd op uitsluitend HR-107 ketels 0,4% tot 4,0% hoger zou moeten liggen dan de gemiddelde prijs. Voor deze hogere prijs speelt het elektriciteitsverbruik van nieuw gebouwde woningen een belangrijke rol. Immers naast het extra elektriciteitsverbruik van een HR-107 ketel is ook elektriciteit nodig voor de extra energiebesparende maatregelen, zoals gebalanceerde ventilatie, zonneboilers, etc*

EnergieNed legt dus verband met het maatregelenpakket dat in een aardgaswoning noodzakelijk is en in een warmtewoning kan worden vermeden. Dit is zeker aan de orde bij het bereiken van de vereiste energieprestatie, maar moeilijk te verifiëren. De crux van het marktwaardeprincipe is de verrassende eenvoud, maar ook dat de uitkomsten niet voldoende geduid (kunnen) worden.

Wat de gevolgen zijn van het meewegen van de gevolgen van pakketten maatregelen om de vereiste energieprestatie te bereiken, volgens EnergieNed impliciet van belang geacht, komt aan de orde in het volgende hoofdstuk 11.

## 11 INVLOED EPN

Sinds de introductie van de energieprestatie en de in het Bouwbesluit vastgelegde EPC is de verleiding ontstaan het NMDA principe daarmee in verband te brengen. Dit leidt tot verdergaande complicaties omdat immers de maatregelenpakketten zijn bedoeld om de voorgeschreven EPC te halen, die uitsluitend het primaire energiegebruik (de prestatie) limiteert en niet het warmtegebruik. Vandaar ook dat het begrip “casco gelijk” is ontstaan waarmee werd beoogd dat een woning niet mocht veranderen onder invloed van energiezuinige externe warmtelevering. Maar de EPN zelf bevat ook een bepaling die dit beoogt. In NEN 5128-2001 lezen we nog het volgende onder tabel 31 op blz.92:

*OPMERKING 2 De in deze tabel gegeven waarden zijn mede een beleidsmatige afspiegeling van de energiebesparende kwaliteit van deze systemen. Deze getalswaarden kunnen hoger dan 100% zijn, omdat de werkelijke energiebesparing ligt in de gelijktijdige opwekking van zowel warmte als elektriciteit en deze energiebesparing volledig aan het warmterendement is toegerekend, aangezien het bij de EPN aan niet-gebouwgebonden warmtedistributie niet mogelijk is om de elektriciteitsopwekking separaat te waarderen. Deze waarden hebben een beleidsmatig element omdat de werkelijke prestatie van de systemen erg afhankelijk is van lokale omstandigheden.*

De normtekst is wel enigszins veranderd, maar de werking is gelijk gebleven. Rendementen tot 300% zijn zo maar mogelijk als het om echte restwarmte gaat die wordt geloosd als er geen warmtelevering plaatsvindt. Maar de norm staat waardering daarvan niet toe. De cultuur van gelijkwaardigheidverklaringen is ook een complicerende factor. De EPN is een belangrijk sturend beleidsinstrument geworden. Er zijn zeker energiebesparende ontwikkelingen vast te stellen die het gevolg zijn van de werking van deze norm. Maar door het scala van uitzonderingen, geborgd door gelijkwaardigheidverklaringen, is het er niet overzichtelijker op geworden. Zie daarvoor eveneens [12]. Met deze waarschuwingen vooraf presenteren we in dit hoofdstuk de uitkomsten van onze analyse, bedoeld na te gaan of er een ordelijk verband is te ontdekken tussen EPC en warmtetarief en/of tussen EPC en een maximumprijs.

De invloed van de energieprestatie is onderzocht door daarvoor de referentiewoningen van SenterNovem [2] model te laten staan. De analyse is terug te vinden in Bijlage 12, Uitgangspunten en kostenfactoren, en vervolgens in Bijlage 13 tot en met Bijlage 18 met typeringen van woningen, energiegebruik, kosten en ten slotte de gevolgen voor een warmtebedrijf. De gevolgde werkwijze is, dat de situatie met “casco gelijk” én de situatie met “EPC gelijk” is doorgerekend. Opgemerkt wordt dat de in de referentiewoningen oorspronkelijk gekozen rendementen niet zijn veranderd. In die zin geeft de volgende analyse niet precies aansluiting op de rendementsanalyse in paragraaf 9.2. Wij zien dit niet als een bezwaar omdat het hier niet gaat om de absolute getalswaarden maar om het mechanisme dat gebruikmaking van de EPN met zich brengt.

Bij “casco gelijk” verandert er helemaal niets aan de woning. Het gebouw (het casco) blijft gelijk en ook de installaties. Met een warmteaansluiting gaat dan de EPC naar beneden. Het oogt soms vreemd om een zonneboilerinstallatie in stand te houden en tegelijkertijd met externe warmtelevering aan de gang te gaan, maar het model van “casco gelijk” brengt dit met zich mee. Opgemerkt moet worden dat NPR 5129 niet altijd toestaat dat een zonneboilersysteem met externe warmtelevering wordt gecombineerd. Bij EPC gelijk worden de maatregelen die grote invloed hebben op de EPC weggelaten. Zo verdwijnt het zonneboilersysteem uit een woning met zelfregelende toevoerroosters

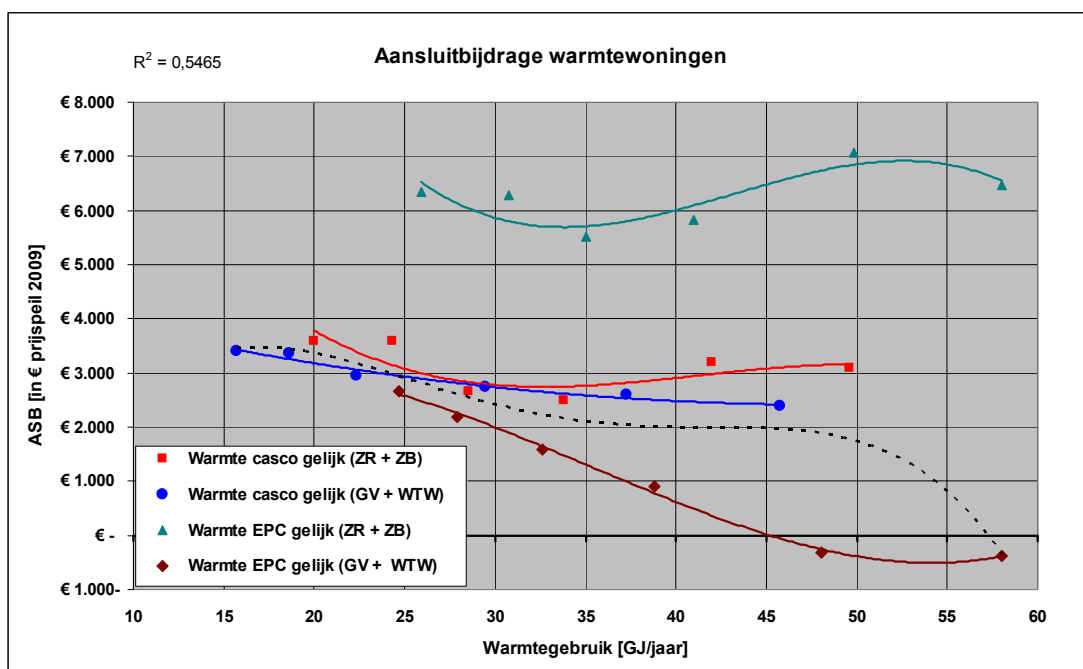
en verdwijnt de warmteterugwinning met gebalanceerde ventilatie uit de gelijknamige woningconcepten. Er ontstaat met externe warmtelevering dan een mismatch met de oorspronkelijke EPC en die wordt gecorrigeerd door de woning waaruit gebalanceerde ventilatie was verdwenen te voorzien van zelfregelende roosters. Is dat onvoldoende dan worden Rc-waarde van gevel, dak en vloer en U-waarde van glas gecorrigeerd.

Het beoogde effect van “casco gelijk” is, dat een warmtewoning dezelfde warmtevraag vertoont als de overeenkomstige aardgaswoning. Dit beoogde effect wordt niet bereikt vanwege het in NEN 5128 geïntroduceerde rendement (van 80% en dus veel te laag) waarmee de convectie van de afleveret wordt nagebootst. Het beoogde effect van “EPC gelijk” is, dat een warmtewoning een grotere warmtevraag vertoont dan de overeenkomstige aardgaswoning.

We kijken dan naar de invloed op de tariefcomponenten aansluitbijdrage, vastrecht en warmteprijs en op de inkomsten van een warmtebedrijf.

## 11.1 Aansluitbijdrage warmte

Het effect op de aansluitbijdrage wordt geïllustreerd met behulp van twee grafieken. De 1<sup>e</sup> grafiek wordt onderstaand afgebeeld met de berekende aansluitbijdrage als functie van de in te kopen bruto warmte. De 2<sup>e</sup> grafiek is een staafdiagram met (overigens) dezelfde getalswaarden, maar uitgezet tegen het type woning waarvoor de uitkomst geldt. Het staafdiagram is opgenomen in Bijlage 19.



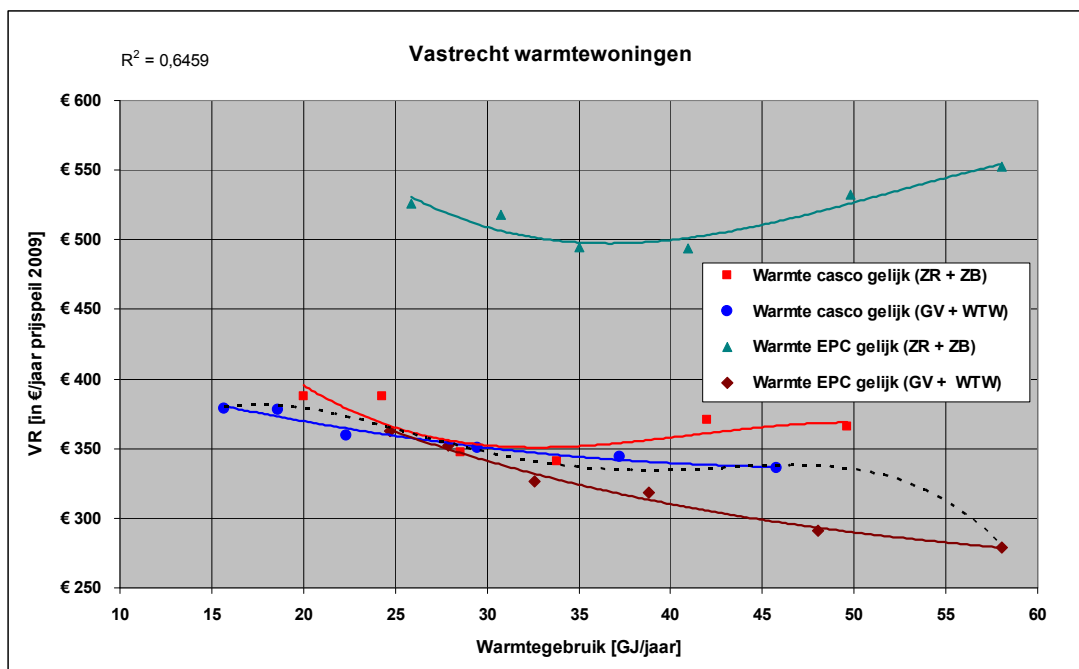
Figuur 11-1 Aansluitbijdrage als functie van warmtegebruik

Bij “casco gelijk” ligt de aansluitbijdrage rond de € 3.000 met een gering stijgende trend bij afnemend warmtegebruik. Dit heeft te maken met de (relatief) kleine appartementen en galerijwoningen waarvoor het vermeden CLV systeem invloed heeft op de bedragen. Bij EPC gelijk is de ordening in vermeden kosten compleet verdwenen omdat die afhankelijk is van de effectiviteit van het vermeden pakket aan maatregelen. De vraag

die zich allicht voordoeft is, of het pakket met de zonneboiler wel een concurrerend of realistisch pakket genoemd mag worden. Casco gelijk (gelijke warmtevraag) levert qua vermeden investeringskosten een min of meer reproduceerbaar beeld. EPC gelijk is, vanwege de zonneboiler, niet goed in verband met investeringskosten te brengen. In de trendlijn (zwart gestippeld) is daarom dit effect weggelaten.

## 11.2 Vastrecht warmte

Het effect op het vastrecht wordt weer geïllustreerd met behulp van twee grafieken. Het staafdiagram is opgenomen in Bijlage 19.

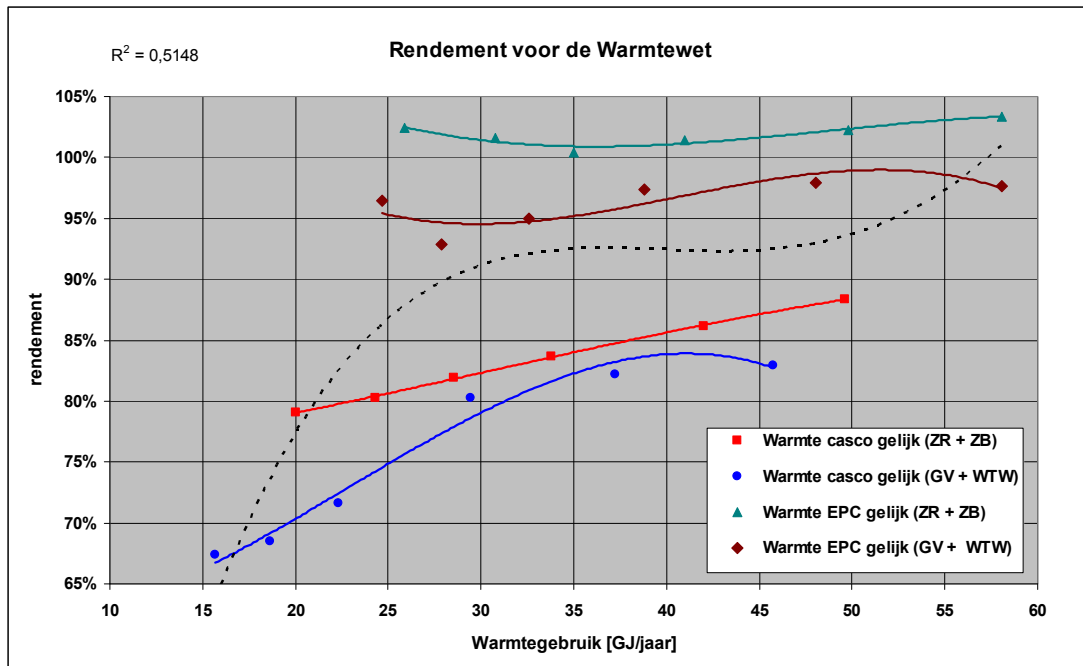


Figuur 11-2 Vastrecht als functie van warmtegebruik

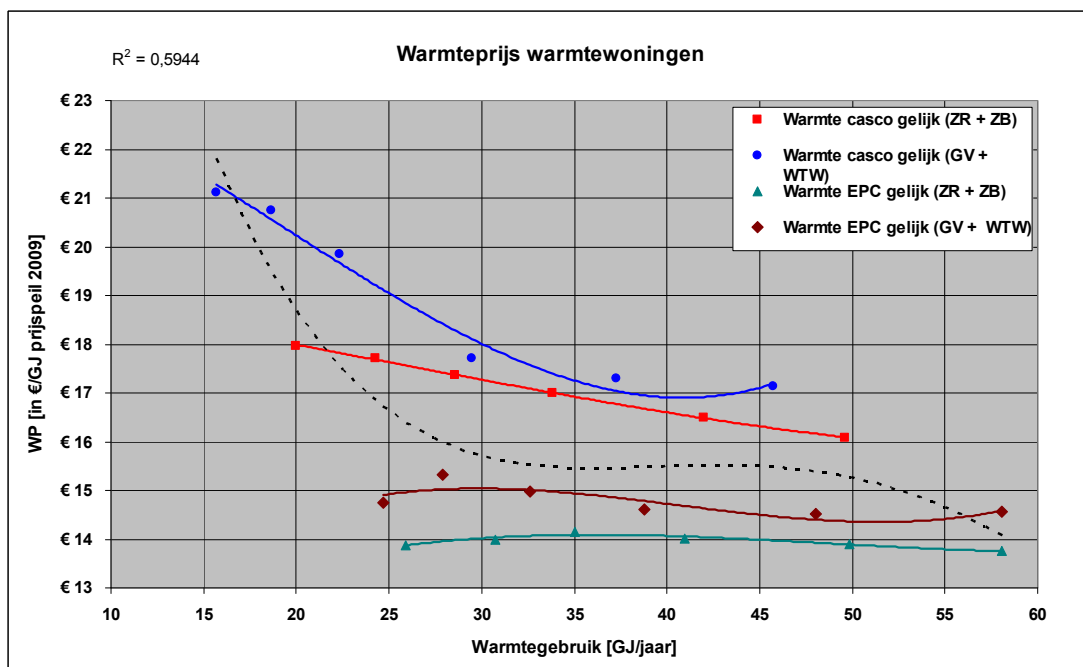
Bij “casco gelijk” ligt het vastrecht rond € 240 per jaar, met ook weer een gering stijgende trend bij afnemend warmtegebruik. Bij “EPC gelijk” lopen de bedragen voor het vastrecht sterk uiteen, namelijk rond € 300 per jaar voor gebalanceerde ventilatie en rond € 520 per jaar voor zelfregelende roosters en een zonneboiler. Ook hier gooit de zonneboiler roet in het eten. De afbeelding lijkt veel op die voor de aansluitbijdrage (Figuur 11-1) omdat de kapitaalkosten gekoppeld zijn aan de investeringen. Het vastrecht wordt niet negatief en dat heeft te maken met het deel onderhoudskosten in het vastrecht. Ook hier geldt dat in de (zwart gestippelde) trendlijn het effect van de woningen met zonneboiler is weggelaten.

## 11.3 Rendement en warmteprijs

Rendement en warmteprijs zijn aan elkaar gekoppeld via Formule 1. Het effect op beide wordt weer geïllustreerd met behulp van twee (x 2) grafieken. De staafdiagrammen zijn opgenomen in Bijlage 19.



Figuur 11-3 Rendement Warmtewet als functie van warmtegebruik



Figuur 11-4 Warmteprijs als functie van warmtegebruik

Bij “casco gelijk” neemt Het rendement toe en dus de warmteprijs af bij toenemend warmtegebruik. Voor gebalanceerde ventilatie met WTW loopt het rendement op van 67,5% naar 83% en zodoende de warmteprijs terug van € 21/GJ naar € 17/GJ. Voor zelfregelende roosters loopt het rendement op van 79% tot 88% en zodoende de warmteprijs terug van € 18/GJ naar € 16/GJ.

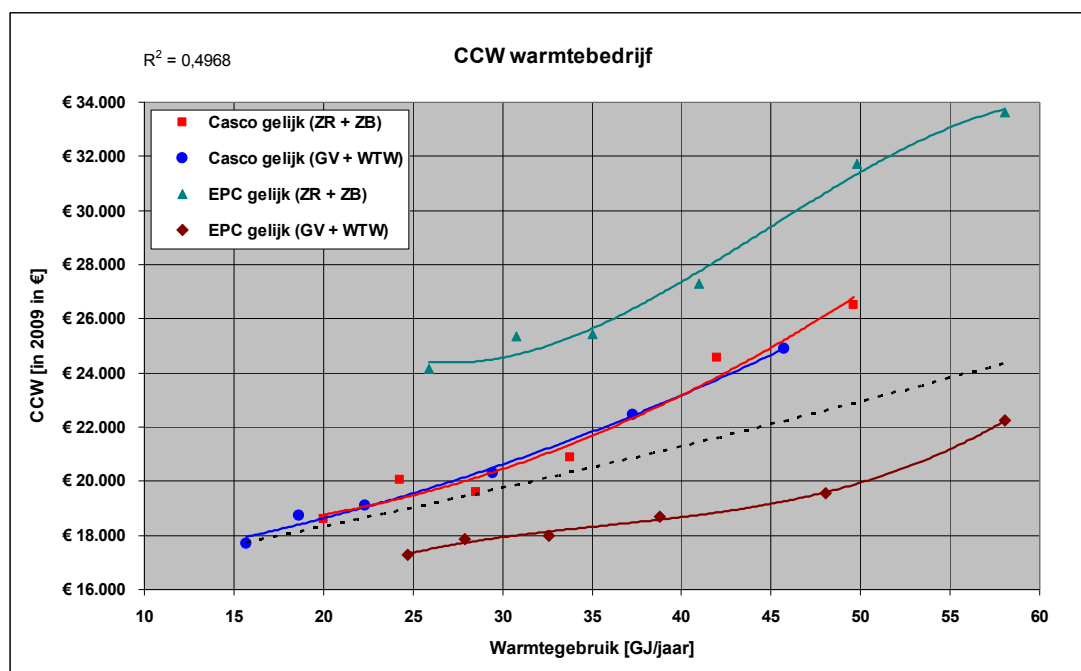
Bij “EPC gelijk” is het rendement min of meer stabiel rond 99% en de warmteprijs is dus ook min of meer stabiel rond de € 14,50/GJ. Het mechanisme dat de warmtevraag bij

EPC gelijk in de warmtewoning toeneemt, is goed uit het hoge rendement en uit de lage warmteprijs op te maken.

De warmteprijs wordt enerzijds bepaald door de aan de aardgaswoning toe te rekenen reciproque van het rendement en anderzijds door het verschil in warmtevraag als gevolg van EPC gelijk. Aan de grafiek is te zien dat het rendement alleen niet voldoende is; ook bij casco gelijk is het beeld onvoldoende consistent. Het verschil in rendement voor de opwekking van warmte voor ruimteverwarming en voor de opwekking van warmte voor warm tapwater, is het mechanisme achter dit effect. In de (zwart gestippelde) trendlijnen zijn hier alle woningen (wél) meegewogen. Maar zie aan de vorm van de trendlijnen dat een hogere orde trendlijn uitkomst moest beiden er qua correlatie nog wat van te maken terwijl de correlaties feitelijk erg laag zijn.

## 11.4 Warmtebedrijf

De bij “casco gelijk” gehandhaafde en bij “EPC gelijk” weggelaten installatieconcepten hebben invloed op de inkomsten van het warmtebedrijf, voor zover de in de gaswoning vermeden kosten, consequent via het NMDA principe, het warmtebedrijf toekomen. De effecten wordt weer geïllustreerd met behulp van twee grafieken. Het staafdiagram is opgenomen in Bijlage 19. Aan de afbeelding is te zien wat de gevolgen zijn voor een warmtebedrijf in termen van cumulatief contante waarde van de inkomsten uit het warmtetarief over een periode van 30 jaar, bij consequent toepassen van het NMDA principe als gelijkheidsprincipe.

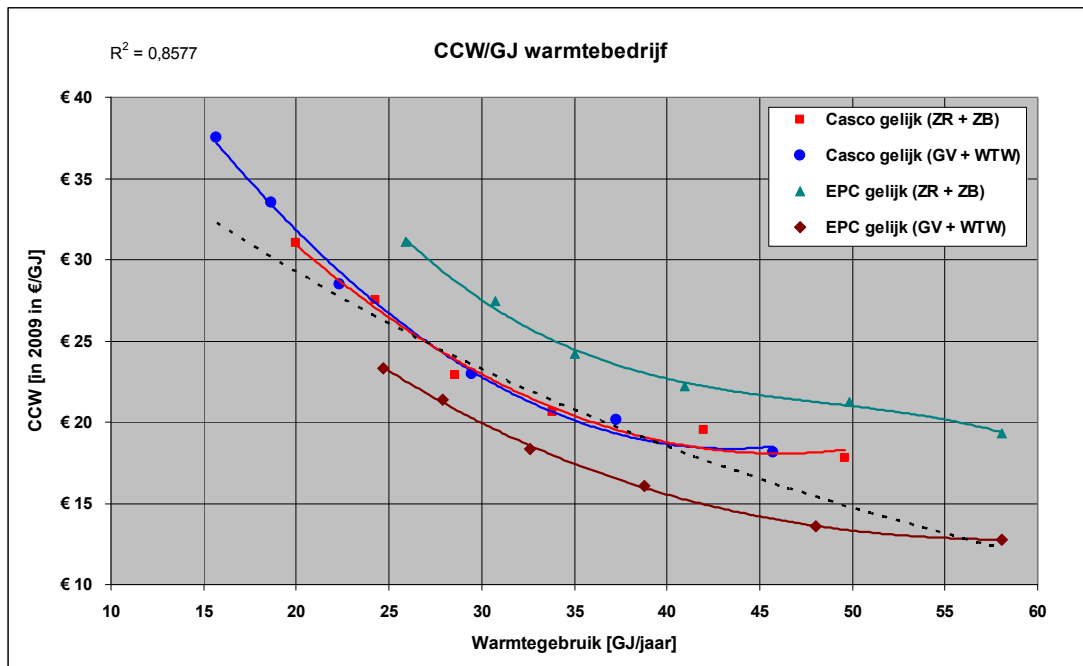


Figuur 11-5 CCW warmtebedrijf als functie van warmtegebruik

Het is uiteraard niet verwonderlijk dat de CCW van de inkomsten stijgen bij toenemend warmtegebruik. “Casco gelijk” levert weer een consistent beeld, maar “EPC gelijk” wordt sterk beïnvloed door de effectiviteit van de weggelaten maatregel. De zonneboiler in het EPC gelijk model moet niet realistisch beschouwd worden. Voor een warmtebedrijf is het moeilijk te concurreren met de effectiviteit van gebalanceerde ventilatie met WTW

en het is daarom ook niet aantrekkelijk voor een warmtebedrijf om dergelijke woningen, op grond van EPC gelijk en het NMDA principe, aan te sluiten. In de (zwart gestippelde) trendlijn is het effect van de woningen met zonneboiler weggelaten.

Vanwege de zwakke correlatie van 70% ( $R^2=49,68\%$ ) en omdat de warmtevraag een voorspelbare invloed heeft op de omzet van het warmtebedrijf, is het zinvol te kijken naar de inkomsten per GJ verkochte warmte (gecumuleerd over 30 jaar). Het beeld is als volgt.



Figuur 11-6 CCW warmtebedrijf per GJ als functie van warmtegebruik

De correlatie is nu 92% ( $R^2=85,77\%$ ) en dus veel sterker. Onmiskenbaar is de toename van de warmteprijs (althans als CCW/GJ) bij afnemende warmtevraag. De effecten die daarbij een rol spelen zijn:

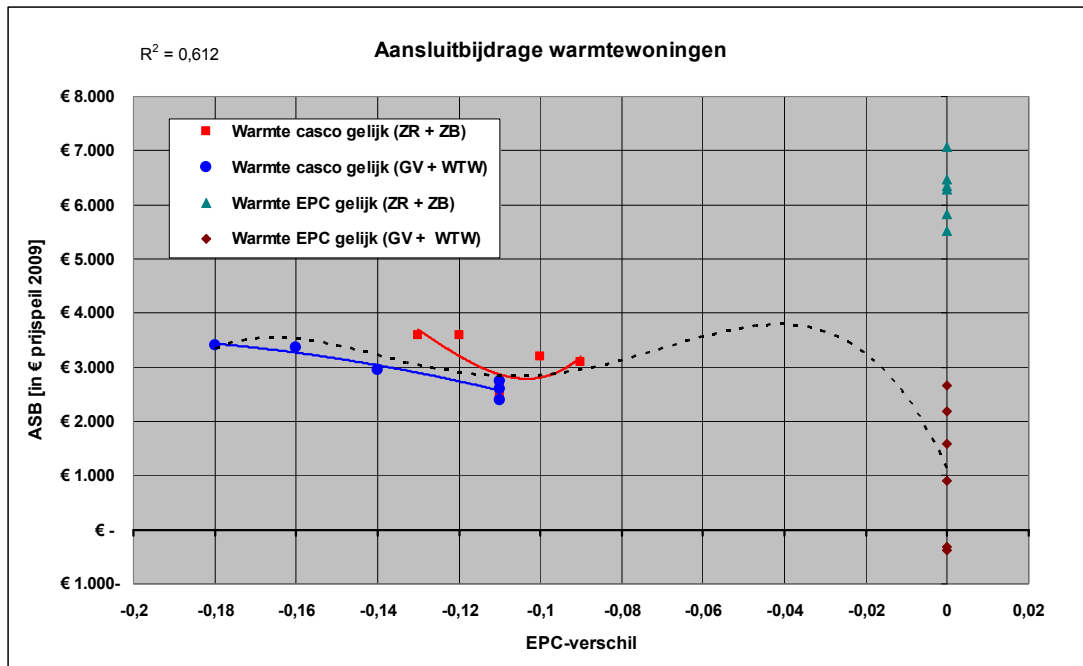
- De vaste kostenposten ASB en VR die de zekerheid van inkomsten bieden en zo de berekende warmteprijs optillen;
- Het afnemende rendement door het toenemende gewicht van warm tapwater en zo eveneens de warmteprijs optilt.

Overeind blijft dat de modellen die gebaseerd zijn op EPC gelijk, de consistentie van het beeld verstoren.

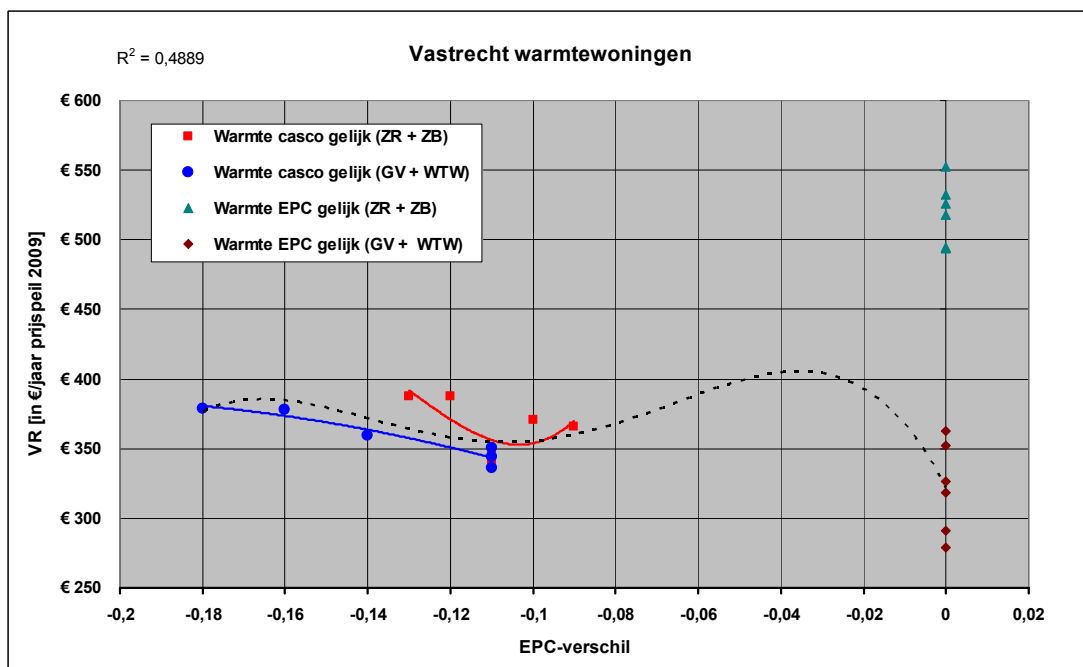
## 11.5 Verband met EPC

Ten slotte wordt nagegaan of er een ordelijke relatie is te ontdekken tussen de tariefcomponenten en de energieprestatie; de EPC. Voor de in onderstaande figuren getekende trendlijnen geldt dezelfde logica als in de voorgaande paragraaf.



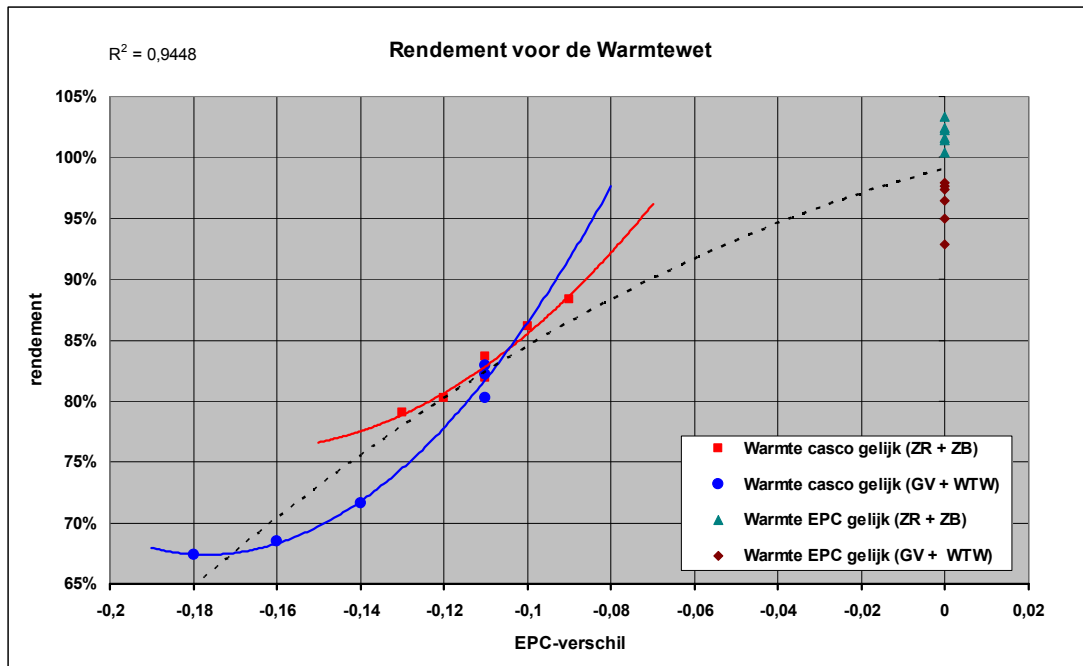


Figuur 11-7 Aansluitbijdrage als functie van verschil in EPC

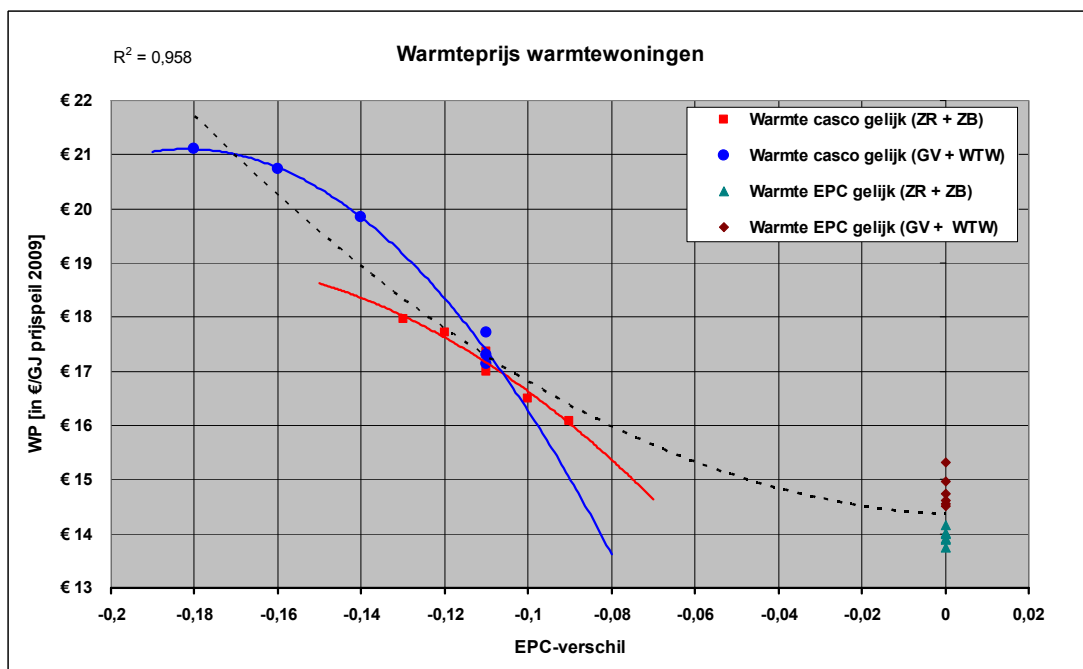


Figuur 11-8 Vastrecht als functie van verschil in EPC

De tariefcomponenten zijn afgebeeld als functie van het verschil in EPC, want daar gaat het om. Aansluitbijdrage en vastrecht zijn boven elkaar gezet omdat de effecten sterk met elkaar overeenkomen. Het effect van EPC gelijk is ook in de figuren weergegeven, om te benadrukken dat er een grote spreiding zit in de deze tariefcomponenten, terwijl nu juist de EPC (per definitie) gelijk is. Dus tariefcomponenten die het karakter van een (vermeden) investering dragen, zijn zo niet geschikt gerelateerd te worden aan de EPC.



Figuur 11-9 Rendement Warmtewet als functie van verschil in EPC

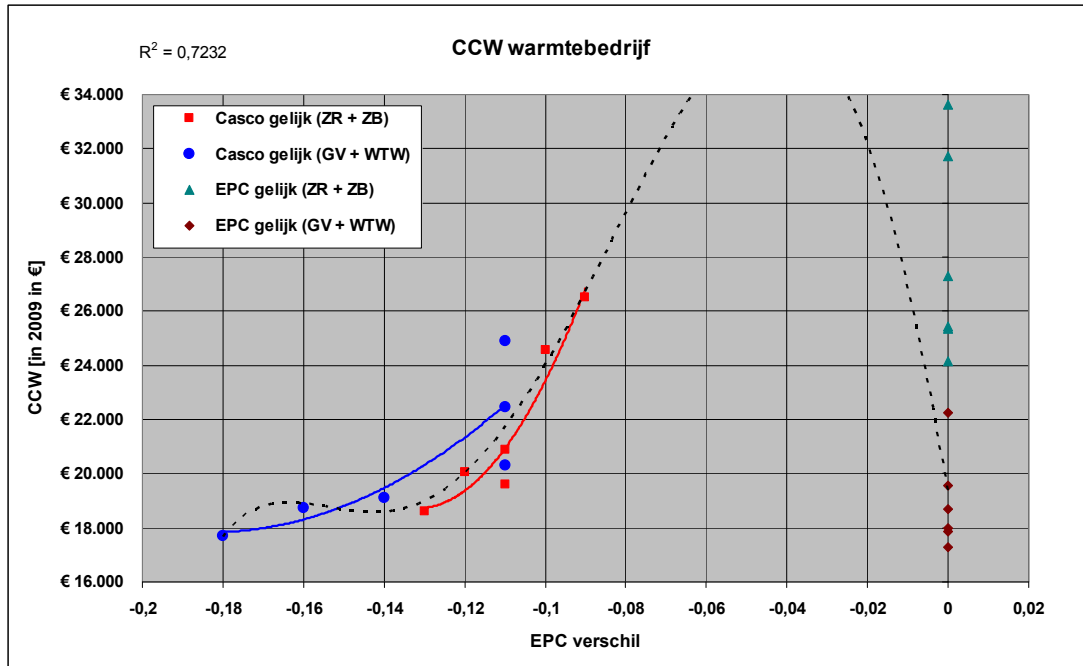


Figuur 11-10 Warmteprijs als functie van verschil in EPC

Voor het rendement en daarmee de warmteprijs is er zeker een trend te onderscheiden; die is in de afbeelding (zwart gestippeld) weergegeven met een 2<sup>e</sup>-orde trendlijn. De correlatie met het EPC verschil als gevolg van externe warmtelevering bedraagt meer dan 97% ( $R^2=94,48\%$  resp.  $R^2=95,8\%$ ) en dat is beduidend meer dan bij de tariefcomponenten aansluitbijdrage en vastrecht.

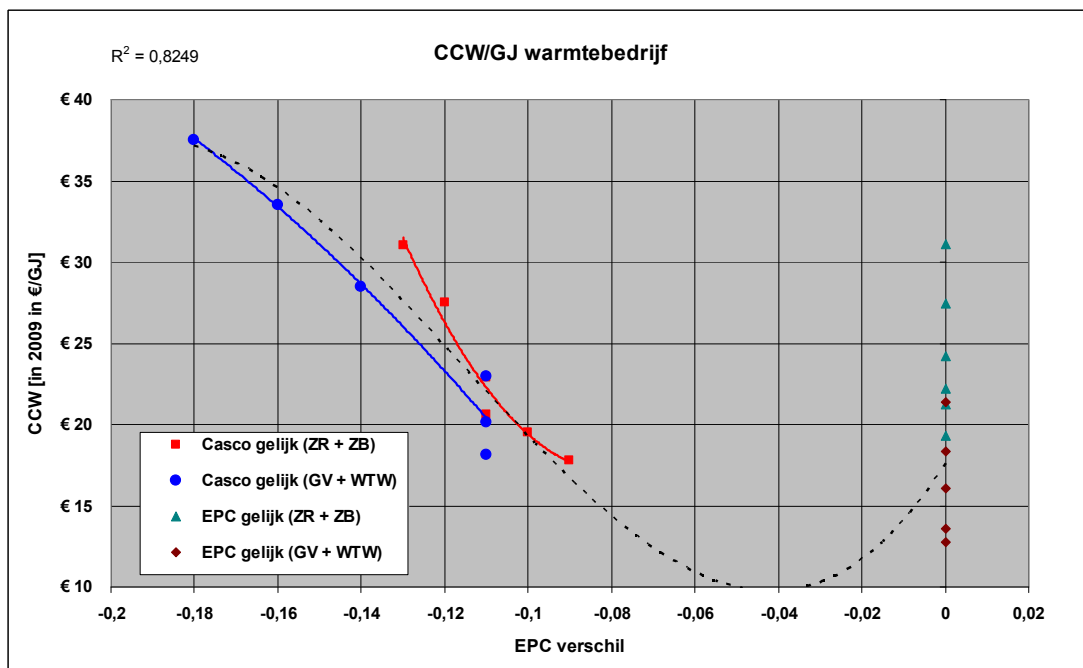
Het EPC verschil kan alleen maar groter worden bij casco gelijk (vanwege de definitie). Het in het EPC verschil besloten effect hoort dan (uitsluitend) bij een woning waarvan de

warmtevraag voor ruimteverwarming afneemt ten opzichte van de tapvraag. Omdat de tapvraag in NEN 5128 is gebonden aan het gebruiksoppervlak en dus niet verandert in deze analyse, is de met het EPC verschil toenemende warmteprijs alleen het gevolg van afnemende ruimteverwarmingvraag. Dit verschijnsel is in overeenstemming met wat in Figuur 9-7 en in Figuur 9-8, aan de hand van de uitgevoerde analyse, werd afgebeeld.



Figuur 11-11 CCW warmtebedrijf als functie van verschil in EPC

Voor de CCW van het warmtebedrijf zien wij in Figuur 11-11 geen consistent beeld ontstaan, te relateren aan de EPC. We kijken daarom naar de CCW/GJ.



Figuur 11-12 CCW warmtebedrijf per GJ als functie van verschil in EPC

Met hogere orde trendlijnen komt er nog wel een redelijke correlatie van 91% uit ( $R^2=82,49\%$ ), maar het dan optredende maximum (als CCW) of minimum (als CCW/GJ) bij een EPC verschil van -0,04 is niet te duiden.

## 11.6 Conclusie invloed EPN

De EPN blijkt uit dit onderzoek een beleidsinstrument te zijn waarmee aansluitbijdrage en vastrecht voor een warmteproject een niet reproduceerbaar verband oplevert met de EPC. Het is dan ook niet aan te bevelen om deze tariefcomponenten aan de EPC te relateren. Voor het rendement (en dus de warmteprijs) is dit verband er wel.

Voor warmtebedrijven brengt de koppeling van de maximumprijs aan de EPC grote risico's met zich mee omdat de energetische eigenschappen van de warmteprojecten in de EPN worden beheerst door een rendement dat een beleidsmatig karakter vertoont en daarmee (per definitie) niet de realiteit representeert.

Nastreven van "EPC gelijk" is niet aan te bevelen vanwege de niet reproduceerbaarheid van de tariefcomponenten waarin de investeringen een grote rol spelen (aansluitbijdrage en vastrecht). Dit is niet in een rekenmodel te vangen.

## 12 MAXIMUMPRIJS

De maximumprijs bestaat uit drie componenten, aansluitbijdrage, vastrecht en warmteprijs. Uit de analyse is gebleken dat die drie tariefcomponenten sterk kunnen variëren.

### 12.1 Aansluitbijdrage warmte

De aansluitbijdrage warmte is een belangrijke inkomstenbron voor een warmtebedrijf, omdat die het aanloopverlies van het vaak kapitaalintensieve warmteproject beperkt. Uit de analyse komt naar voren dat de aansluitbijdrage minimaal het volgende bedrag mag zijn:

$$ASB_{kzm} = 130.01 \cdot Q^{0.9637} + ASB_g$$

De aansluitwaarde Q is in kW en het bedrag is in Euro. Deze formule is ook (ongeveer) van toepassing voor de kleingebruiker. Voor het maximeren van dit bedrag zien wij geen duidelijk mechanisme.

### 12.2 Vastrecht warmte

Het vastrecht warmte is een belangrijke inkomstenbron voor een warmtebedrijf, omdat die de zekerheid biedt van de jaarlijkse inkomsten, ook bij afnemende warmtevraag. Uit de analyse komt naar voren dat het vastrecht minimaal het volgende bedrag mag zijn:

$$VR_{kzm} = 16.21 \cdot Q^{0.7762} + VR_g$$

De aansluitwaarde Q is in kW en het bedrag is in Euro. Deze formule is ook (ongeveer) van toepassing voor de kleingebruiker. Voor het maximeren van dit bedrag zien wij geen duidelijk mechanisme.

### 12.3 Warmteprijs

De warmteprijs kan gemaximeerd worden door die te baseren op een rendement voor de opwekking van warmte met aardgas, van 84,6% voor de kleingebruiker en 84,5% voor de klein zakelijke markt, daarvoor dus 84,5% te hanteren. De maximumprijs wordt zodoende bepaald met de volgende prijsformule (met de gasprijs in €/Nm<sup>3</sup>).

$$P_w = 33.65 \frac{\text{m}^3}{\text{GJ}} \cdot P_g$$

Formule 23      Advies maximumprijs warmte

Voor zover de wetgever de effecten die niet gerelateerd zijn aan verwarmen met aardgas (de close-in boiler en koken) niet in het rendement wil betrekken, luidt de formule voor de maximumprijs als volgt:

$$P_w = 35.24 \frac{\text{m}^3}{\text{GJ}} \cdot P_g$$

Formule 24      Maximumprijs warmte excl. koken en close-in boiler

In deze warmteprijs zit een rendement van 80,7%.

=O=O=O=

## 13 REFERENTIES

- [1] Warmteforum; Brief aan de Vaste commissie voor Economische Zaken van de Tweede Kamer der Staten-Generaal; 21 maart 2007
- [2] SenterNovem; Brochure referentiewoningen met CD-rom; 2006
- [3] Energy Experts International; Actualisatie aansluitbijdrage berekening warmtenetten ten behoeve van het tariefadvies warmte 2008; Huissen november 2007; P:\0725 ABBEA\
- [4] Energy Experts International; Actualisatie aansluitbijdrage berekening warmtenetten ten behoeve van het tariefadvies warmte 2008; Offertebeoordeling; Huissen juni 2008; P:\0725 ABBEA\
- [5] Millward Brown; De marktwaarde van warmte 2007; Resultaten van een vergelijkend onderzoek; Tekstrapport; Projectnummer: 30945\_rap\_01; Amsterdam december 2006; EB / ms
- [6] EnergieNed; Highlights BWK 2007; E 2009-180410; december 2007
- [7] Millward Brown; Basisonderzoek Warmte Kleinverbruik; BWK 2008; Tabellenrapport; Projectnummer: 56102748\_rap\_01; Amsterdam november 2008; EB / pd
- [8] Millward Brown; De marktwaarde van warmte 2009; Resultaten van een vergelijkend onderzoek; Tekstrapport; projectnummer: 56103485\_rap\_01; Amsterdam november 2008; EB / pd
- [9] ECN; Kentallen warmtevraag woningen; Marijke Menkveld; 26-01-2009
- [10] EnergieNed; Effect HR ketel op marktwaarde voor warmte; geen referentienummer, ongedateerd
- [11] EnergieNed; Rapport adviestarief voor de levering van warmte kleinverbruik 2009; E 2009-4; 19 december 2008.
- [12] DGMR; Onderzoek toepassing gelijkwaardigheid energieprestatie; referentie 1011.03, 15 november 2008, in opdracht van SenterNovem
- [13] CE; Herijkingsonderzoek matchingsvariabelen warmtetarief; Gerdien van de Vreede en Margret Groot; Publicatie 08.3721.43; oktober 2008; opdrachtgever SenterNovem.
- [14] [Energie in Cijfers: Ontwikkeling verbruik Nederland 1990-2007](#)
- [15] Ecofys; Warmtetarieven Almere; ESUP03097 / AMe; 13 augustus 2004; notitie opgesteld op verzoek van Gemeente Almere.

**VERKLARING VAN AFKORTINGEN EN BEGRIPPEN**

<b>Afkorting / begrip</b>	<b>Verklaring</b>
%LT	Aandeel laag temperatuur verwarming van de warmtevraag
ABK	Algemene bouwplaatskosten
A <sub>g</sub>	Gebruiksoppervlakte in m <sup>2</sup> . Het bruikbare vloeroppervlak van een verwarmde zone. Dit begrip wordt in de NEN 5128 toegepast.
AK	Algemene kosten
AMvB	Algemene Maatregel van Bestuur
ASB	Aansluitbijdrage. Bijdrage in de door een energiebedrijf te maken kosten voor het realiseren van de aansluiting op de energievoorziening.
ASB <sub>g</sub>	Aansluitbijdrage bij aardgaslevering (in €)
ASB <sub>kzm</sub>	Aansluitbijdrage voor de klein zakelijke markt
ASB <sub>w</sub>	Aansluitbijdrage bij warmtelevering (in €)
ASV <sub>w</sub>	Verlies van de afleverset in de warmtewoning in GJ
BAK	Basisonderzoek Aardgas Kleinverbruik
BAK	Bijdrage Aansluitkosten
BBP	Bruto binnenlands product
BEK	Basisonderzoek Elektriciteit Kleinverbruik
BTV	Bruto tapvraag (warmte voor warm tapwater)
BTV <sub>g</sub>	Bruto tapvraag in de gaswoning (warmtevraag voor warm tapwater)
BTV <sub>w</sub>	Bruto tapvraag in de warmtewoning (warmtevraag voor warm tapwater)
BVV	Bruto verwarmingsvraag (ruimteverwarming)
BVV <sub>g</sub>	Bruto verwarmingsvraag (ruimteverwarming is de gaswoning)
BVV <sub>w</sub>	Bruto verwarmingsvraag (ruimteverwarming in de warmtewoning)
BWK	Basisonderzoek Warmte Kleinverbruik
BWV	Bruto warmte vraag
BWV <sub>g</sub>	Bruto warmte vraag bij de gaslevering
BWV <sub>w</sub>	Bruto warmte vraag bij de warmtelevering
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
CCW	Cumulatief contante waarde
CLV	Combinatie Luchttoevoer- en Rookgasafvoersysteem
CW	Comfortklasse warm water
DELTA	Energieleverancier
EE <sub>g</sub>	Elektriciteitsvraag voor elektronica in de gaswoning
EEl	Energy Experts International
EK	Elektriciteitskosten
EK <sub>g</sub>	Elektriciteitskosten in de gaswoning
EK <sub>w</sub>	Elektriciteitskosten in de warmtewoning
Elektr <sub>g</sub>	Elektriciteitsgebruik in de gaswoning
Elektr <sub>w</sub>	Elektriciteitsgebruik in de warmtewoning
EM	Elektriciteitsmeter
energie <sub>g</sub>	Energetische waarde van aardgasgebruik in de gaswoning
EnergieNed	De federatie van de energiebedrijven in Nederland.
EPC	Energieprestatie coëfficiënt
EP <sub>g</sub>	Elektriciteitsgebruik van de (circulatie)pomp in de gaswoning
EPN	Energieprestatie norm. Verzamelnaam voor de normen NEN 5128 voor woningen en woongebouwen en NEN 2916 voor utiliteitsbouw.
EP <sub>w</sub>	Elektriciteitsgebruik van de (circulatie)pomp in de warmtewoning
ER <sub>g</sub>	Elektriciteitsgebruik van de rookgasventilator in de gaswoning

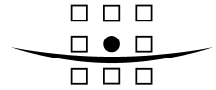


<b>Afkorting / begrip</b>	<b>Verklaring</b>
EV <sub>b<sub>kzm</sub></sub>	Elektriciteitsgebruik van de branderventilator voor de klein zakelijke markt
EV <sub>g</sub>	Elektriciteitsverbruik bij aardgaslevering
EV <sub>ke<sub>kzm</sub></sub>	Elektriciteitsgebruik van de ketel voor de klein zakelijke markt
EV <sub>r<sub>kzm</sub></sub>	Elektriciteitsgebruik van de rookgasventilator voor de klein zakelijke markt
EV <sub>w</sub>	Elektriciteitsverbruik bij warmtelevering
GJ	Gigajoule; eenheid voor energie 1GJ = 1000MJ
GK <sub>g</sub>	Gasverbruik (in Nm <sup>3</sup> /jaar) voor koken in de gaswoning
GM	Gasmeter
GV	Gebalanceerde ventilatie
HR ketel	Hoog rendement ketel
HRe	Hoogrendement ketel met gelijktijdige opwekking van elektriciteit (ook μ-WKK genoemd)
HR <sub>ww</sub>	Hoog rendement Warm Water
INV <sub>g</sub>	Initiële investeringen bij aardgaslevering (in €)
INV <sub>w</sub>	Initiële investeringen bij warmtelevering (in €)
J	Joule; eenheid voor energie
KIWA Gastec Certification	Keuringsinstituut dat de GASKEUR vaststelt
kJ	Kilojoule; eenheid voor energie; 1kJ = 1000J
KK <sub>g</sub>	Kapitaalskosten in de gaswoning
KK <sub>w</sub>	Kapitaalskosten in de warmtewoning
Koken <sub>g</sub>	Energiegebruik voor koken in de gaswoning
Koken <sub>w</sub>	Energiegebruik voor koken in de warmtewoning
kost <sub>g</sub>	Variabele kosten gaswoning in €
kost <sub>w</sub>	Variabele kosten warmtewoning in €
LCV <sub>Gg</sub>	Onderste verbrandingswaarde ("combustion value") van Gronings gas (0,03165 GJ/Nm <sup>3</sup> )
Liander	Netbeheerder. Distribueert en transporteert elektriciteit en gas.
LVT <sub>g</sub>	Leidingverlies tapleidingen in de gaswoning
LVT <sub>w</sub>	Leidingverlies tapleidingen in de warmtewoning
L <sub>VW</sub> <sub>g</sub>	Leidingverlies warmteleidingen in de gaswoning in GJ
L <sub>VW</sub> <sub>w</sub>	Leidingverlies warmteleidingen in de warmtewoning in GJ
Maximumprijs	De maximumprijs van warmte als bedoeld in de Warmtewet
MJ	Megajoule; eenheid voor energie; 1MJ = 1000kJ
Nm <sup>3</sup>	Hoeveelheid gas die, bij een temperatuur van nul graden Celsius en onder absolute druk van 1,01325 bar, een volume van één kubieke meter inneemt.
NMa	Nederlandse Mededingingsautoriteit (in de warmtewet "mededingingsautoriteit" genoemd)
NMDA	"Niet Meer Dan Anders". Het uitgangspunt voor de vaststelling van het tarief voor de levering van warmte.
Novem	Nederlandse Organisatie voor Energie en Milieu
NTV	Netto tapvraag in GJ
NVV	Netto verwarmingsvraag in GJ (voor ruimteverwarming)
NWV	Netto warmtevraag in GJ
OK <sub>g</sub>	Onderhoudskosten bij aardgaslevering (in €/jaar)
OK <sub>w</sub>	Onderhoudskosten bij warmtelevering (in €/jaar)
P <sub>e</sub>	Elektriciteitsprijs (in €/kWh) incl. commodity, diensten, meten, energiebelasting
P <sub>g</sub>	Aardgasprijs (in €/Nm <sup>3</sup> ) incl. commodity, diensten, meten, energiebelasting
Pomp <sub>g</sub>	Elektriciteitsgebruik van de circulatiepomp in kWh
Pomp <sub>w</sub>	Elektriciteitsgebruik van de circulatiepomp in de warmtewoning in kWh
P <sub>w</sub>	Warmteprijs (in €/GJ) incl. commodities, diensten, meten, energiebelasting
P <sub>w</sub> E <sub>ned</sub>	Warmteprijs 2009 zoals geadviseerd door EnergieNed

<b>Afkorting / begrip</b>	<b>Verklaring</b>
Q	Thermisch vermogen
Rc-waarde	Warmteweerstand van de constructie, m <sup>2</sup> K/W.
Rgv <sub>g</sub>	Elektriciteitsgebruik van de rookgasventilator in kWh
SenterNovem	SenterNovem is een agentschap van het Ministerie van Economische Zaken en is op 1 mei 2004 ontstaan uit de fusie tussen Senter en Novem.
TV	Warmteverlies van het tapwatersysteem
TV <sub>o</sub>	Tapvraag ondergrens
UCV <sub>Gg</sub>	Bovenste verbrandingswaarde ("combustion value") van Gronings gas (0,03517 GJ/Nm <sup>3</sup> )
UNETO-VNI	Brancheorganisatie van de Nederlandse installatiesector
U-waarde	Warmtedoorgangscoefficiënt (van een scheidingsconstructie), W/m <sup>2</sup> K
VESTIN	Vereniging van stadsverwarmingbedrijven in Nederland; is opgegaan in EnergieNed
VR	Vastrecht. Het jaarlijkse vaste bedrag dat vergoed moet worden aan het energiebedrijf voor het instandhouden van de aansluiting.
VR <sub>g</sub>	Vastrecht gas (in €/jaar)
VR <sub>kzm</sub>	Vastrecht klein zakelijke markt
VR <sub>w</sub>	Vastrecht warmte (in €/jaar)
W&R	Winst en risico
Warmteforum	Platform van belangengroeperingen dat heeft getracht consensus te krijgen over de vaststelling van warmtetarieven
Warmteprijs	Het tarief voor de levering van warmte uitgedrukt in €/GJ
warmte <sub>w</sub>	Warmtegebruik van de warmtewoning
Warmtewet	Concept wet die is aangenomen in de 2 <sup>e</sup> en 1 <sup>e</sup> Kamer, maar nog niet van kracht is.
WKK	Warmtekrachtkoppeling
WKO	Warmte Koudeopslag
WM	Warmtemeter
WP	Warmteprijs
WTW	Warmteterugwinning
WV <sub>g</sub>	warmteverbruik in de gaswoning (in GJ/jaar)
WV <sub>w</sub>	warmteverbruik in de warmtewoning (in GJ/jaar)
ZB	Zonneboiler
ZR	Zelfregelende roosters
ΔEE	Verskil in elektriciteitsgebruik voor elektronica
ΔEK	Verskil in elektriciteitsgebruik voor koken
Δel	Verskil in elektriciteitsgebruik
ΔEP	Verskil in elektriciteitsgebruik van de (circulatie)pompen
Δkosten <sub>el</sub>	Het verschil in elektriciteitskosten in €
ΔPc	Drukval van de rookgassen over de rookgascondensor
ΔPk(Q)	Drukval van de rookgassen over het ketelblok
η <sub>as</sub>	Rendement van de afleverset
η <sub>b</sub>	Rendement bovengrens
η <sub>Ened</sub>	Kennelijk rendement in de warmteprijs volgens EnergieNed
η <sub>k</sub>	Ketelrendement
η <sub>o</sub>	Rendement ondergrens
η <sub>tap</sub>	Taprendement
η <sub>tucv</sub>	Taprendement gebaseerd op UCV <sub>Gg</sub>
η <sub>v</sub>	Opwekrendement voor ruimteverwarming
η <sub>vgem</sub>	Gemiddeld opwekrendement voor verwarmen
η <sub>vlt</sub>	Opwekrendement voor ruimteverwarming gebaseerd op 100% LT
η <sub>vucv</sub>	Opwekrendement voor ruimteverwarming gebaseerd op UCV <sub>Gg</sub>

Afkorting / begrip	Verklaring
$\eta_w$	Opwekrendement voor warmte
$\eta_{ww}$	Rendement als bedoeld in de Warmtewet
$\lambda_c$	Luchtovermaat bij verbranding (combustion) van aardgas

A COMPANY OF



**ROYAL HASKONING**

## **Bijlage 1**

### **Begroting aansluitbijdrage warmtewoningen**

Omschrijving	Lengte [m]	Aantal [-]	Bruto materiaal	Gem. Korting	Netto materiaal	montage [uur]	Loon	Totaal
Radiatorafsluiters 1/2"		7	€ 92,85	32%	€ 63,40	3,36	€ 134,40	€ 197,80
Radiator koppelingen 1/2"		7	€ 30,71	35%	€ 19,96	1,68	€ 67,20	€ 87,16
CV-ketel HR-107 (CW4)		1	€ 1.485,13	12%	€ 1.306,91	3,66	€ 146,40	€ 1.453,31
Rookgasafvoerkanaal		1	€ 112,18	35%	€ 72,92	1,68	€ 67,20	€ 140,12
Doorvoerplaat t.b.v. rookgasafvoerkanaal		1	€ 19,69	47%	€ 10,44	0,75	€ 30,00	€ 40,44
Gasleiding 1/2" (handelslengte 5 mtr)	8	2	€ 50,70	35%	€ 32,96	2,16	€ 86,40	€ 119,36
Gaskraan (Kogelafsluiter) 1/2"		1	€ 9,25	40%	€ 5,59	0,60	€ 24,00	€ 29,59
Kamerthermostaat		1	€ 48,02	26%	€ 35,37	0,50	€ 20,00	€ 55,37
Thermostaatleiding (signaalkabel)	8	1	€ 31,77	40%	€ 19,06	1,00	€ 40,00	€ 59,06
Leidige buis	2	1	€ 5,73	70%	€ 1,72	0,50	€ 20,00	€ 21,72
Voedingskabel 230 V	8	1	€ 26,96	45%	€ 14,83	2,50	€ 100,00	€ 114,83
Wandcontactdoos opbouw (randaarde)		1	€ 4,94	33%	€ 3,33	1,00	€ 40,00	€ 43,33
Leidige buis	2	1	€ 5,73	70%	€ 1,72	0,50	€ 20,00	€ 21,72
Expansievat (18 liter) aansluit. diam 3/4"		1	€ 22,58	42%	€ 13,02	0,75	€ 30,00	€ 43,02
T-stuk t.b.v. expansievat 3/4"		1	€ 5,00	30%	€ 3,50	0,24	€ 9,60	€ 13,10
Vulslangset		1	€ 16,52	34%	€ 10,99	0,30	€ 12,00	€ 22,99
Koudwateraansluiting 15 mm	1,5	1	€ 25,35	35%	€ 16,48	0,55	€ 22,00	€ 38,48
Condensafvoer kunststof buis 32 mm	8	2	€ 5,34	30%	€ 3,74	0,68	€ 27,20	€ 30,94
Condensafvoer sifon 32mm		1	€ 33,59	32%	€ 22,84	0,24	€ 9,60	€ 32,44
Subtotalen			€ 2.032,03		€ 1.658,78	22,65	€ 906,00	€ 2.564,78
Opslag op netto materiaal								€ 248,82
Subtotaal								€ 2.813,59
Opslag voor winst en risico								€ 225,09
Subtotaal								€ 3.038,68
Aannemingsprovisie								€ 303,87
<b>Totaal met gasaansluiting</b>								<b>€ 3.342,55</b>

In de volgende begroting wordt uitgegaan van één centrale regelklep die wordt aangestuurd door een kamerthermostaat in het hoofdwoonvertrek. Bij deze oplossing worden geen radiatorthermostaten gemonteerd; gewone radiatorcranken is voldoende.

Omschrijving	Lengte [m]	Aantal [-]	Bruto materiaal	Gem. Korting	Netto materiaal	montage [uur]	Loon	Totaal
radiatorafsluiters 1/2"		7	€ 92,85	32%	€ 63,40	3,36	€ 134,40	€ 197,80
Kamerthermostaat		1	€ 48,02	25%	€ 36,02	0,50	€ 20,00	€ 56,02
Thermostaatleiding (signaalkabel)	8		€ 23,60	34%	€ 15,58	1,00	€ 40,00	€ 55,58
regelafsluiter 3/4		1	€ 138,44	20%	€ 110,75	0,88	€ 35,20	€ 145,95
Leidige buis	2		€ 13,93	33%	€ 9,33	0,50	€ 20,00	€ 29,33
Voetventielen		7	€ 69,55	30%	€ 48,68	1,40	€ 56,00	€ 104,68
Vul- en aftapkraan		1	€ 7,01	31%	€ 4,84	0,65	€ 26,00	€ 30,84
T-stuk t.b.v. aftapkraan		1	€ 7,28	40%	€ 4,37	0,24	€ 9,60	€ 13,97
Elektrisch aansluiten op 230 V			€ 37,63	0%	€ 37,63	3,50	€ 140,00	€ 177,63
Koudwater aansluiten	1	1	€ 25,35	35%	€ 16,48	0,55	€ 22,00	€ 38,48
Subtotalen			€ 463,65		€ 347,07	12,58	€ 503,20	€ 850,27
Opslag op netto materiaal								€ 52,06
Subtotaal								€ 902,33
Opslag voor winst en risico								€ 72,19
Subtotaal								€ 974,51
Aannemingsprovisie								€ 97,45
<b>Totaal met warmteaansluiting:</b>								<b>€ 1.071,96</b>

Bij dit model is het kostenverschil € 2.270,58.

In de volgende begroting wordt uitgegaan van radiatorthermostaten, gemonteerd op alle radiatoren. In de afleverset zit een drukverschilregelaar die een drukverschil in stand houdt van 20kPa. Deze oplossing is bij uitstek bedoeld voor stadsverwarming.

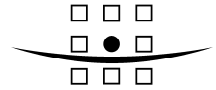
Omschrijving	Lengte [m]	Aantal [-]	Bruto materiaal	Gem. Korting	Netto materiaal	montage [uur]	Loon	Totaal
thermostatische radiatorafsluiters 1/2"		7	€ 161,67	32%	€ 109,94	3,36	€ 134,40	€ 244,34
Voetventielen		7	€ 70,35	20%	€ 56,28	1,40	€ 56,00	€ 112,28
Vul- en aftapkraan		1	€ 7,01	31%	€ 4,84	0,65	€ 26,00	€ 30,84
T-stuk t.b.v. aftapkraan		1	€ 7,28	40%	€ 4,37	0,24	€ 9,60	€ 13,97
Koudwater aansluiten	1	1	€ 25,35	32%	€ 17,24	0,55	€ 22,00	€ 39,24
Subtotalen			€ 271,66		€ 192,66	6,20	€ 248,00	€ 440,66
Opslag op netto materiaal								€ 28,90
Subtotaal								€ 469,56
Opslag voor winst en risico								€ 37,56
Subtotaal								€ 507,12
Aannemingsprovisie								€ 50,71
<b>Totaal met warmteaansluiting:</b>								<b>€ 557,83</b>

Bij dit model is het kostenverschil € 2.784,71.

Voor de begrotingen in deze bijlage gelden de volgende uitgangspunten:

Uurloon	€ 40,00
Toeslag op netto materiaal	15%
Toeslag voor winst en risico	8%
Provisie hoofdaannemer	10%

A COMPANY OF



**ROYAL HASKONING**

## **Bijlage 2**

### **Kosten van radiatoren**



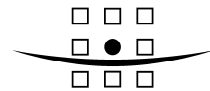
Het te installeren oppervlak aan verwarmingslichamen is afhankelijk van het aan te leggen (logaritmische) temperatuurverschil. In onderstaande tabel is af te lezen hoe groot radiatoren moeten zijn en wat ze kosten (geïnstalleerd) als functie van de te kiezen temperaturen.

Normaanvoer **80**  
 Normretour **60**  
 Normruimtetemperatuur **20**  
 Norm log temperatuurverschil 49,3  
 Exponent **1,33**

Op te stellen normvermogen van een radiator		T-retour								
		70	65	60	55	50	45	40	35	30
T-aanvoer	90	78%	83%	90%	97%	106%	117%	133%	154%	187%
	85	82%	88%	94%	102%	112%	124%	141%	163%	199%
	80	87%	93%	100%	109%	119%	132%	150%	174%	213%
	75	92%	99%	106%	116%	127%	141%	160%	187%	230%
	70	nvt	105%	114%	124%	136%	152%	172%	202%	249%
	65	nvt	nvt	122%	133%	147%	164%	187%	220%	272%
	60	nvt	nvt	nvt	144%	159%	178%	204%	241%	299%
	55	nvt	nvt	nvt	nvt	175%	196%	225%	267%	333%
	50	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	218%	251%	299%	376%
	45	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	286%	342%	434%
40	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	400%	513%	
35	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	632%	

Kosten van een radiator voor 1kW		T-retour								
		70	65	60	55	50	45	40	35	30
T-aanvoer	90	€ 339	€ 342	€ 345	€ 348	€ 353	€ 359	€ 366	€ 377	€ 393
	85	€ 341	€ 344	€ 347	€ 351	€ 356	€ 362	€ 370	€ 382	€ 400
	80	€ 343	€ 346	€ 350	€ 354	€ 359	€ 366	€ 375	€ 387	€ 407
	75	€ 346	€ 349	€ 353	€ 358	€ 363	€ 371	€ 380	€ 394	€ 415
	70	nvt	€ 353	€ 357	€ 362	€ 368	€ 376	€ 386	€ 401	€ 424
	65	nvt	nvt	€ 361	€ 367	€ 373	€ 382	€ 393	€ 410	€ 436
	60	nvt	nvt	nvt	€ 372	€ 380	€ 389	€ 402	€ 420	€ 450
	55	nvt	nvt	nvt	nvt	€ 387	€ 398	€ 413	€ 433	€ 467
	50	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	€ 409	€ 426	€ 450	€ 488
	45	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	€ 443	€ 471	€ 517
40	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	€ 500	€ 556	
35	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	€ 616	

A COMPANY OF

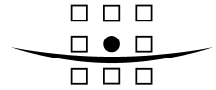


**ROYAL HASKONING**

## **Bijlage 3** **Vermeden onderhoudskosten**

Qua onderhoudskosten voor diverse installaties is onderscheid gemaakt in preventief en correctief onderhoud.

<b>Huisinstallatie</b>		Preventief	Correctief	Totaal	
Combiketel, 26 kW		€ 95,00	€ 23,75	€ 118,75	
Balansventilator		€ 20,00	€ 5,00	€ 25,00	
Afzuiginstallatie		€ 15,00	€ 3,75	€ 18,75	
Zonneboilersysteem		€ 35,00	€ 8,75	€ 43,75	
<b>Klein zakelijk</b>		kW	Preventief	Correctief	Totaal
Ketel	40	€ 95,00	€ 23,75	€ 118,75	
Ketel	100	€ 120,00	€ 30,00	€ 150,00	
Ketel	250	€ 170,00	€ 42,50	€ 212,50	
Ketel	500	€ 240,00	€ 60,00	€ 300,00	
Ketel	1000	€ 350,00	€ 87,50	€ 437,50	



## **Bijlage 4** **Begroting vermeden kosten klein zakelijke markt**

In deze bijlage zijn de begrotingen opgenomen van ketelinstallaties voor 40, 100, 250, 500 en 1.000kW opgesteld vermogen. Bij de installaties tot en met 100kW gaat het om ketels die in cascade zijn geschakeld. Daarboven zij het samengebouwde modules. Voor 250kW is dat één ketel, voor 500kW zijn dat twee ketels (in een module) en bij 1000 kW zijn het drie ketels (in een module).

<b>Warmtevermogen (kW)</b>		<b>40</b>									
Gehanteerd ploeguur tarief	(E)	€ 72,50									
aantal ketels/vermogenverdeling	(st)	2									
Opgesteld vermogen	(%)	150%									
Toeslag totaal (d)	(%)	5%									
Toeslag Montage / Ende (a)	(%)	15%									
	(kW)	30,0									
		aantal (st/m)	Bruto	korting	Netto (E)	min/ehd	Montage Uur	totaal (E)		Totaal	
CV ketel compleet		2	€ 1.610,10	20%	€ 2.576,16	145	290	4,8	€	350	
Dak/geveldoorvoer compleet incl. Ont/beluchting ketelruimte		2	€ 135,95	20%	€ 217,52	30	60	1,0	€	73	
Condensafvoeraansluiting ketel/rookgasafvoer		2	€ 127,42	25%	€ 191,13	60	120	2,0	€	145	
Cv-leiding DN 25 (incl.)		20	€ 19,15	48%	€ 198,32	27	546	9,1	€	660	
Afsluiter ketels DN25		2	€ 47,71	33%	€ 64,06	38	76	1,3	€	91	
terugslagklep ketels DN25		2	€ 64,76	20%	€ 103,62	38	76	1,3	€	92	
Isolatie leidingen DN25		20	€ 14,63	10%	€ 263,34				€	-	
Afsluiters Duo verdeler DN50		2	€ 149,88	33%	€ 199,97	50	100	1,7	€	121	
Appendages klein		2	€ 25,00	25%	€ 37,50	30	60	1,0	€	73	
Gasleiding DN20 (incl.)		10	€ 16,43	50%	€ 82,15	23	234	3,9	€	283	
Gasleiding DN15 (incl.)		5	€ 12,73	50%	€ 31,83	16	78	1,3	€	94	
Gasafsluiter DN15		2	€ 20,20	20%	€ 32,32	35	70	1,2	€	84	
Modulerende regeling ketels		1	€ 779,70	20%	€ 623,76	240	240	4,0	€	290	
Regelvoorziening ketel(s) overig		1	€ 100,00	20%	€ 80,00	30	30	0,5	€	36	
Voeding/Electra		2	€ 75,00		€ 150,00	30	60	1,0	€	73	
<b>a) Totaal installatie kosten</b>					<b>€ 4.852</b>				<b>€ 2.834</b>	<b>€ 7.685</b>	
		(st/m2)	Bruto/st		Netto (E)						
Gasmeteropstellingsruimte (Bouwkundig)		0,5	€ 250		€ 125						
Bouwkundige kosten opstelling ketels		1	€ 900		€ 900						
Bouwkundige voorzieningen overig (post)		1	€ 250		€ 250						
<b>b) Totaal bouwkundige kosten</b>					<b>€ 1.275</b>					<b>€ 1.275</b>	
<b>c) Subtotaal a en c</b>										<b>€ 8.960</b>	
Toe-/opslagen											
Toeslag a	12%				€ 922						
Toeslag b	5%				€ 64						
					<b>€ 986</b>					<b>€ 986</b>	
<b>d) Eindtotaal a t/m c</b>										<b>€ 10.444</b>	

<b>Warmtevermogen (kW)</b>		<b>100</b>								
Gehanteerd uurtarief	(E)	€ 72,50								
aantal ketels/vermogenverdeling	(st)	2								
Opgesteld vermogen	(%)	147%								
Toeslag totaal (d)	(%)	5%								
Toeslag Montage / Ende (a)	(%)	15%								
			aantal (st/m)	Bruto	korting	Netto (E)	min/ehd	Uur	totaal (E)	Totaal
CV ketel compleet	(kW)	147,0	1	€ 7.686,25	20%	€ 6.149,00	540	540	9,0	€ 653
Dak/geveldoorvoer compleet incl.			2	€ 181,00	20%	€ 289,60	30	60	1,0	€ 73
Ont/beluchting ketelruimte				€ -		€ -				€ -
Condensafvoeraansluiting ketel/rookgasafvoer			2	€ 75,00	25%	€ 112,50	60	120	2,0	€ 145
Cv-leiding DN 25			20	€ 19,15	48%	€ 198,32	29	588	9,8	€ 711
Afsluiter ketels DN25			4	incl	25%	incl	38	152	2,5	€ 184
terugslagklep ketels DN25			2	incl	20%	incl	38	76	1,3	€ 92
Isolatie leidingen DN25			20	€ 14,63	10%	€ 263,34				€ -
Afsluiters Duo verdeler DN50			2	€ 149,88	33%	€ 199,97	50	100	1,7	€ 121
Appendages klein			4	incl	25%	incl	30	120	2,0	€ 145
Gasleiding DN25 (incl.)			10	€ 23,51	50%	€ 117,55	27	270	4,5	€ 326
Gasleiding DN20 (incl.)			5	incl	50%	incl	23	117	2,0	€ 141
Gasafsluiter DN20			2	incl	20%	incl	36	72	1,2	€ 87
Modulerende regeling ketels			1	€ 779,70	20%	€ 623,76	240	240	4,0	€ 290
Regelvoorziening ketels overig			1	€ 100,00	20%	€ 80,00	60	60	1,0	€ 73
Voeding/Electra			2	€ 75,00		€ 150,00	30	60	1,0	€ 73
<b>a) Totaal installatie kosten</b>						<b>€ 8.184</b>			<b>€ 3.578</b>	<b>€ 11.762</b>
			(st/m <sup>2</sup> )	Bruto/st		Netto (E)				
Gasmeteropstellingsruimte (Bouwkundig)			0,5	€ 250		€ 125				
Bouwkundige kosten opstelling ketels			2	€ 900		€ 1.800				
Bouwkundige voorzieningen overig Post)			1	€ 500		€ 500				
<b>b) Totaal bouwkundige kosten</b>						<b>€ 2.425</b>				<b>€ 2.425</b>
<b>c) Subtotaal a en c</b>										<b>€ 14.187</b>
Toe-/opslagen										
Toeslag a	12%					€ 1.411				
Toeslag b	5%					€ 121				
						<b>€ 1.533</b>				
<b>d) Eindtotaal a t/m c</b>										<b>€ 16.506</b>

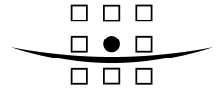
<b>Warmtevermogen (kW)</b>		<b>250</b>											
Gehanteerd uurtarief	(E)	€ 72,50											
aantal ketels/vermogenverdeling	(st)	2											
Opgesteld vermogen	(%)	146%											
Toeslag totaal (d)	(%)	5%											
Toeslag Montage / Ende (a)	(%)	10%											
			aantal (st/m)	Bruto	Materialen korting	Netto (E)	min/ehd	Montage Uur	totaal (E)				Totaal
CV ketel compleet	(kW)	166,0	1	€ 8.039,00	20%	€ 6.431,20	400	400	6,7	€ 483			
		200,0	1	€ 9.387,00	20%	€ 7.509,60	400	400	6,7	€ 483			
kosten samenbouw ketel			1	€ -		€ -	120	120	2,0	€ 145			
EBI / in bedrijf stellen ketel			2	€ 614,00		€ 1.228,00	30	60	1,0	€ 73			
Rookgasafvoer Luchttoevoerbuis compleet (L 2m1)			2	€ 627,95	20%	€ 1.004,72	60	120	2,0	€ 145			
Dak/geveldoorvoer compleet incl.			2	€ -		incl.	30	60	1,0	€ 73			
Ont/beluchting ketelruimte			1	€ 350,00	25%	€ 262,50	15	15	0,3	€ 18			
Condensafoeraansluiting ketel/rookgasafvoer			2	€ 76,45	20%	€ 122,32	60	120	2,0	€ 145			
Cv-leiding DN 65			30	€ 74,48	49%	€ 1.142,45	49	1.474	24,6	€ 1.781			
Cv-leiding DN80			10	€ 95,98	49%	€ 490,27	55	546	9,1	€ 660			
Afsluiter ketels DN65			4	€ 312,55	20%	€ 1.000,16	55	221	3,7	€ 267			
Regelklep ketels DN65			2	€ 525,00	25%	€ 787,50	60	120	2,0	€ 145			
Isolatie leidingen DN65			30	€ 27,50	10%	€ 742,50				€ -			
Isolatie leidingen DN80			10	€ 28,75	10%	€ 258,75				€ -			
Circulatiepomp 4,4 kg/s			2	€ 1.634,96	28%	€ 2.360,23	185	370	6,2	€ 447			
Expansievoorziening ketel compleet			2	€ 95,84	20%	€ 153,34	120	240	4,0	€ 290			
Appendages klein			4	€ 100,00	25%	€ 300,00	60	240	4,0	€ 290			
Gasleiding DN32 (incl.)			10	€ 47,43	50%	€ 237,15	30	296	4,9	€ 358			
Gasleiding DN50 (incl.)			20	€ 74,23	50%	€ 742,30	37	733	12,2	€ 886			
Röntgenkosten leiding (post)			1	€ 500,00		€ 500,00	240	240	4,0	€ 290			
Gasafsluiter DN32			2	€ 43,25	20%	€ 69,20	36	72	1,2	€ 87			
Gasfilter DN32			2	€ 95,80	20%	€ 153,28	45	90	1,5	€ 109			
Veiligheidsvoorzieningen ketelhuis			1	€ 500,00	20%	€ 400,00	120	120	2,0	€ 145			
Modulerende regeling ketels			1	€ 779,70	20%	€ 623,76	240	240	4,0	€ 290			
Regelvoorziening ketels overig			1	€ 500,00	20%	€ 400,00	120	120	2,0	€ 145			
Voeding/Electra			2	€ 150,00		€ 300,00	60	120	2,0	€ 145			
<b>a) Totaal installatie kosten</b>						<b>€ 27.219</b>				<b>€ 8.690</b>			<b>€ 35.909</b>
			(st/m2)	Bruto/st		Netto (E)							
Gasmeteropstellingsruimte (Bouwkundig)			1	€ 500		€ 500							
Bouwkundige kosten opstelling ketels			10	€ 900		€ 9.000							
Bouwkundige voorzieningen overig (post)			1	€ 1.000		€ 1.000							
<b>b) Totaal bouwkundige kosten</b>						<b>€ 10.500</b>							<b>€ 10.500</b>
<b>c) Subtotaal a en c</b>													<b>€ 46.409</b>
Toe-/opslagen													
Toeslag a	12%					€ 4.309							
Toeslag b	5%					€ 525							
						<b>€ 4.834</b>							<b>€ 4.834</b>
<b>d) Eindtotaal a t/m c</b>													<b>€ 53.805</b>

<b>Warmtevermogen (kW)</b>		<b>500</b>									
Gehanteerd uurtarief	(E)	€ 72,50									
aantal ketels/vermogenverdeling	(st)	2	1 stuks remeha 610 bestaande uit 2 afzonderlijk functionerende ketelmodules type 310								
Opgesteld vermogen	(%)	150%									
Toeslag totaal (d)	(%)	5%									
Toeslag Montage / Ende (a)	(%)	10%									
			Materialen			Montage			Totaal		
			aantal (st/m)	Bruto	korting	Netto (E)	min/ehd	Uur		totaal (E)	
CV ketel compleet	(kW)	375,0	1	€ 40.798,00	20%	€ 32.638,40	1.020	1.020	17,0	€ 1.233	
kosten samenbouw ketel			1	€ -		€ -	120	120	2,0	€ 145	
EBI / in bedrijf stellen ketel			1	€ 974,00		€ 974,00	30	30	0,5	€ 36	
Rookgasafvoer Luchttoevoerbuis compleet (L 2m1)			2	€ 1.494,50	20%	€ 2.391,20	60	120	2,0	€ 145	
Dak/geveldoorvoer compleet incl.				€ -		€ -	30			€ -	
Ont/beluchting ketelruimte			1	€ 350,00	25%	€ 262,50	15	15	0,3	€ 18	
Condensafvoeraansluiting ketel/rookgasafvoer			2	€ 85,00	25%	€ 127,50	60	120	2,0	€ 145	
Cv-leiding DN 80			30	€ 95,98	49%	€ 1.470,80	55	1.638	27,3	€ 1.979	
Cv-leiding DN 100			10	€ 139,37	49%	€ 710,93	65	647	10,8	€ 782	
Afsluiter ketels DN80			3	€ 521,45	25%	€ 1.173,26	60	180	3,0	€ 218	
Regelklep ketels DN80			2	€ 1.207,00	20%	€ 1.931,20	90	180	3,0	€ 218	
Isolatie leidingen DN80			30	€ 28,75	10%	€ 776,25				€ -	
Isolatie leidingen DN100			10	€ 31,63	20%	€ 253,04				€ -	
Circulatiepomp 4,4 kg/s			2	€ 1.634,96	27%	€ 2.377,89	185	370	6,2	€ 447	
Expansievoorziening ketel compleet			2	€ 95,84	20%	€ 153,34	90	180	3,0	€ 218	
Appendages klein			4	€ 100,00	25%	€ 300,00	60	240	4,0	€ 290	
Gasleiding DN40 (incl.)			10	€ 54,40	50%	€ 272,00	34	335	5,6	€ 405	
Gasleiding DN65 (incl.)			20	€ 88,18	50%	€ 881,80	49	983	16,4	€ 1.188	
Röntgenkosten leiding (post)			1	€ 500,00		€ 500,00	240	240	4,0	€ 290	
Gasafsluiter DN40			2	€ 59,00	20%	€ 94,40	45	90	1,5	€ 109	
Gasfilter DN40			2	€ 80,35	20%	€ 128,56	45	90	1,5	€ 109	
Veiligheidsvoorzieningen ketelhuis			1	€ 500,00	20%	€ 400,00	120	120	2,0	€ 145	
Modulerende regeling ketels			1	€ 779,70	20%	€ 623,76	240	240	4,0	€ 290	
Regelvoorziening ketels overig			1	€ 500,00	20%	€ 400,00	120	120	2,0	€ 145	
Voeding/Electra			2	€ 150,00		€ 300,00	60	120	2,0	€ 145	
<b>a) Totaal installatie kosten</b>						<b>€ 49.141</b>				<b>€ 9.568</b>	<b>€ 58.709</b>
			(st/m2)	Bruto/st		Netto (E)					
Gasmeteropstellingsruimte (Bouwkundig)			1	€ 500		€ 500					
Bouwkundige kosten opstelling ketels			10	€ 900		€ 9.000					
Bouwkundige voorzieningen overig (post)			1	€ 1.000		€ 1.000					
<b>b) Totaal bouwkundige kosten</b>						<b>€ 10.500</b>					<b>€ 10.500</b>
<b>c) Subtotaal a en c</b>											<b>€ 69.209</b>
Toe-/opslagen											
Toeslag a	12%					€ 7.045					
Toeslag b	5%					€ 525					
						<b>€ 7.570</b>					<b>€ 7.570</b>
<b>d) Eindtotaal a t/m c</b>											<b>€ 80.618</b>



<b>Warmtevermogen (kW)</b>		<b>1000</b>								
Gehanteerd uurtarief (E)	€ 72,50									
aantal ketels/vermogen (st)	3									
Opgesteld vermogen (%)	113%									
Toeslag totaal (d) (%)	3%									
Toeslag Montage / Enr (%)	8%									
		aantal (st/m)	Materialen			Montage			Totaal	
			Bruto	korting	Netto (E)	min/ehd <sup>†</sup>	Uur	totaal (E)		
CV ketel compleet (kW)	375,0	3	€ 23.790,00	20%	€ 57.096,00	370	1.110	18,5	€ 1.341	
kosten samenbouw ketel		1	€ -		€ -	120	120	2,0	€ 145	
EBI / in bedrijf stellen ketel		3	€ 614,00	20%	€ 1.473,60	30	90	1,5	€ 109	
Rookgasafvoer Luchtoevoerbuis compleet (L 2m1)		3	€ 802,35	20%	€ 1.925,64	60	180	3,0	€ 218	
Dak/geveldoorvoer compleet incl.			€ -		€ -	30			€ -	
Ont/beluchting ketelruimte		1	€ 350,00	25%	€ 262,50	15	15	0,3	€ 18	
Condensafvoeraansluiting ketel/rookgasafvoer		3	€ 85,00	25%	€ 191,25	60	180	3,0	€ 218	
Cv-leiding DN 80		30	€ 95,98	49%	€ 1.470,80	55	1.638	27,3	€ 1.979	
Cv-leiding DN 125		30	€ 179,68	49%	€ 2.753,42	76	2.280	38,0	€ 2.755	
Afsluiter ketels DN80		3	€ 521,45	25%	€ 1.173,26	60	180	3,0	€ 218	
Regelklep ketels DN80		2	€ 1.207,00	20%	€ 1.931,20	90	180	3,0	€ 218	
Isolatie leidingen DN80		30	€ 28,75	10%	€ 776,25				€ -	
Isolatie leidingen DN125		30	€ 38,72	10%	€ 1.045,44				€ -	
Circulatiepomp 4,4 kg/s		2	€ 1.634,96	27%	€ 2.377,89	185	370	6,2	€ 447	
Expansievoorziening ketel compleet		3	€ 95,84	20%	€ 230,02	120	360	6,0	€ 435	
Appendages klein		6	€ 100,00	25%	€ 450,00	60	360	6,0	€ 435	
Gasleiding DN40 (incl.)		10	€ 54,40	50%	€ 272,00	34	335	5,6	€ 405	
Gasleiding DN80 (incl.)		25	€ 112,14	50%	€ 1.401,75	55	1.365	22,8	€ 1.649	
Röntgenkosten leiding (post)		1	€ 750,00		€ 750,00	360	360	6,0	€ 435	
Gasafsluiter DN40		3	€ 59,00	20%	€ 141,60	45	135	2,3	€ 163	
Gasfilter DN40		3	€ 80,35	25%	€ 180,79	45	135	2,3	€ 163	
Veiligheidsvoorzieningen ketelhuis		1	€ 500,00	20%	€ 400,00	120	120	2,0	€ 145	
Modulerende regeling ketels		1	€ 779,70	20%	€ 623,76	240	240	4,0	€ 290	
Regelvoorziening ketels overig		1	€ 500,00	20%	€ 400,00	120	120	2,0	€ 145	
Voeding/Electra		3	€ 150,00		€ 450,00	60	180	3,0	€ 218	
<b>a) Totaal installatie kosten</b>					<b>€ 77.777</b>				<b>€ 13.120</b>	<b>€ 90.897</b>
		(st/m2)	Bruto/st		Netto (E)					
Gasmeteropstellingsruimte (Bouwkundig)		1	€ 500		€ 500					
Bouwkundige kosten opstelling ketels		14	€ 900		€ 12.600					
Bouwkundige voorzieningen overig (post)		1	€ 1.500		€ 1.500					
<b>b) Totaal bouwkundige kosten</b>					<b>€ 14.600</b>				<b>€ 14.600</b>	
<b>c) Subtotaal a en c</b>									<b>€ 105.497</b>	
Toe-/opslagen										
Toeslag a 12%					€ 10.908					
Toeslag b 5%					€ 730					
					<b>€ 11.638</b>				<b>€ 11.638</b>	
<b>d) Eindtotaal a t/m c</b>									<b>€ 120.648</b>	

A COMPANY OF



**ROYAL HASKONING**

## **Bijlage 5** **Begroting warmtekosten klein zakelijke markt**

In deze bijlage zijn de begrotingen opgenomen voor het aansluiten van een door het warmtebedrijf te plaatsen afleverstation voor 40, 100, 250, 500 en 1.000kW opgesteld vermogen. Voor dit vermogensbereik plaatst het warmtebedrijf steeds één warmtewisselaar.

<b>Warmtevermogen (kW)</b>		<b>40</b>									
Gehanteerd ploeguur tarief	(E)	€ 72,50									
aantal warmtewisselaars	(st)	1									
Opgesteld vermogen	(%)	100%									
Toeslag totaal (d)	(%)	5%									
Toeslag Montage / Ende (a)	(%)	15%									
Warmte wisselaar	(kW)	40,0	aantal (st/m)	Bruto	Materialen korting	Netto (E)	min/ehd	Montage Uur	totaal (E)		Totaal
Cv-leiding DN 32 (incl.)			30	€ 24,52	48%	€ 381	30	889	14,8	€ 1.074	
Afsluiter WW secundair DN32			2	€ 71,32	34%	€ 95	40	80	1,3	€ 97	
Isolatie leidingen DN32			30	€ 15,38	10%	€ 415				€ -	
Appendages klein			1	€ 110,00	25%	€ 83	30	30	0,5	€ 36	
Regelvoorziening secundair			1	€ 150,00	20%	€ 120	30	30	0,5	€ 36	
Voeding/Electra			1	€ 75,00		€ 75	30	30	0,5	€ 36	
<b>a) Totaal installatie kosten</b>				<b>€ 1.168</b>			<b>€ 1.472</b>			<b>€ 2.640</b>	
Bouwkundige kosten opstelling warmtewisselaar	(st/m <sup>2</sup> )	0,5	Bruto/st	600		Netto (E)	€ 300				
Bouwkundige voorzieningen overig (post)		1	150			€ 150					
<b>b) Totaal bouwkundige kosten</b>				<b>€ 450</b>						<b>€ 450</b>	
<b>c) Subtotaal a en b</b>											<b>€ 3.090</b>
Toe-/opslagen											
Toeslag a	12%					€ 317					
Toeslag b	5%					€ 23					
											<b>€ 339</b>
<b>d) Eindtotaal a t/m c</b>											<b>€ 3.601</b>

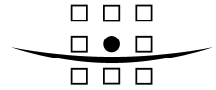
<b>Warmtevermogen (kW)</b>		<b>100</b>									
Gehanteerd ploeguur tarief	(E)	€ 72,50									
aantal warmtewisselaars	(st)	1									
Opgesteld vermogen	(%)	100%									
Toeslag totaal (d)	(%)	5%									
Toeslag Montage / Ende (a)	(%)	15%									
Warmte wisselaar	(kW)	100,0	aantal (st/m)	Bruto	Materialen korting	Netto (E)	min/ehd	Montage Uur	totaal (E)		Totaal
Cv-leiding DN50 (incl.)			40	€ 63,99	49%	€ 1.306	37	1.466	24,4	€ 1.772	
Afsluiter WW secundair DN50			3	€ 149,88	33%	€ 300	50	149	2,5	€ 181	
Isolatie leidingen DN50			40	€ 26,38	10%	€ 950				€ -	
Circulatiepomp 1,2 kg/s			1	€ 396,30	29%	€ 280	140	140	2,3	€ 169	
Expansievoorziening ww compleet			1	€ 95,84	20%	€ 77	120	120	2,0	€ 145	
Appendages klein			1	€ 100,00	25%	€ 75	30	30	0,5	€ 36	
Regelvoorziening secundair			1	€ 250,00	20%	€ 200	30	30	0,5	€ 36	
Voeding/Electra			1	€ 75,00		€ 75	30	30	0,5	€ 36	
<b>a) Totaal installatie kosten</b>				<b>€ 3.262</b>			<b>€ 2.731</b>			<b>€ 5.994</b>	
Bouwkundige kosten opstelling warmtewisselaar	(st/m <sup>2</sup> )	5	Bruto/st	600		Netto (E)	€ 3.000				
Bouwkundige voorzieningen overig (post)		1	250			€ 250					
<b>b) Totaal bouwkundige kosten</b>				<b>€ 3.250</b>						<b>€ 3.250</b>	
<b>c) Subtotaal a en b</b>											<b>€ 9.244</b>
Toe-/opslagen											
Toeslag a	12%					€ 719					
Toeslag b	5%					€ 163					
											<b>€ 882</b>
<b>d) Eindtotaal a t/m c</b>											<b>€ 10.632</b>

<b>Warmtevermogen (kW)</b>		<b>250</b>									
Gehanteerd ploeguur tarief	(E)	€ 72,50									
aantal warmtewisselaars	(st)	1									
Opgesteld vermogen	(%)	100%									
Toeslag totaal (d)	(%)	5%									
Toeslag Montage / Ende (a)	(%)	15%									
		aantal	Materialen			Montage			Totaal		
		(st/m)	Bruto	korting	Netto (E)	min/ehd	Uur	totaal (E)			
Warmte wisselaar	(kW)	250,0									
Cv-leiding DN80 (incl.)		60	€ 95,98	49%	€ 2.942	55	3.276	54,6	€ 3.959		
Afsluiter WW secundair DN80		2	€ 521,45	20%	€ 834	60	120	2,0	€ 145		
Regelklep warmtewisselaars DN80			€ 675,00	25%	€ -	60			€ -		
Isolatie leidingen DN80		60	€ 28,75	10%	€ 1.553				€ -		
Circulatiepomp 2,9 kg/s		1	€ 1.609,90	30%	€ 1.129	165	165	2,8	€ 199		
Expansievoorziening ww compleet		1	€ 95,84	20%	€ 77	120	120	2,0	€ 145		
Appendages klein		1	€ 75,00	25%	€ 56	60	60	1,0	€ 73		
Regelvoorziening secundair		1	€ 250,00	20%	€ 200	30	30	0,5	€ 36		
Voeding/Electra		1	€ 150,00		€ 150	60	60	1,0	€ 73		
<b>a) Totaal installatie kosten</b>			<b>€ 6.940</b>			<b>€ 5.323</b>			<b>€ 12.263</b>		
Bouwkundige kosten opstelling warmtewisselaar	(st/m <sup>2</sup> )	5	Bruto/st		Netto (E)						
Bouwkundige voorzieningen overig (post)		1	600		€ 3.000						
<b>b) Totaal bouwkundige kosten</b>			<b>€ 3.375</b>						<b>€ 3.375</b>		
<b>c) Subtotaal a en b</b>									<b>€ 15.638</b>		
Toe-/opslagen											
Toeslag a	12%				€ 1.472						
Toeslag b	5%				€ 169						
			<b>€ 1.640</b>						<b>€ 1.640</b>		
<b>d) Eindtotaal a t/m c</b>									<b>€ 18.143</b>		

<b>Warmtevermogen (kW)</b>		<b>500</b>									
Gehanteerd ploeguur tarief	(E)	€ 72,50									
aantal warmtewisselaars	(st)	1									
Opgesteld vermogen	(%)	100%									
Toeslag totaal (d)	(%)	5%									
Toeslag Montage / Ende (a)	(%)	15%									
		aantal	Materialen			Montage			Totaal		
		(st/m)	Bruto	korting	Netto (E)	min/ehd	Uur	totaal (E)			
Warmte wisselaar	(kW)	500,0									
Cv-leiding DN100 (incl.)		60	€ 139,37	49%	€ 4.271	65	3.900	65,0	€ 4.713		
Afsluiter WW secundair DN80		3	€ 521,45	20%	€ 1.251	60	180	3,0	€ 218		
Regelklep warmtewisselaars DN80			€ 1.052,00	20%	€ -	90			€ -		
Isolatie leidingen DN100		60	€ 31,63	10%	€ 1.708				€ -		
Circulatiepomp 26 kg/s DN65		1	€ 1.398,00	30%	€ 980	165	165	2,8	€ 199		
Expansievoorziening ww compleet		1	€ 95,84	20%	€ 77	120	120	2,0	€ 145		
Appendages klein		1	€ 100,00	25%	€ 75	60	60	1,0	€ 73		
Regelvoorziening secundair		1	€ 250,00	20%	€ 200	30	30	0,5	€ 36		
Voeding/Electra		1	€ 150,00		€ 150	60	60	1,0	€ 73		
<b>a) Totaal installatie kosten</b>			<b>€ 8.713</b>			<b>€ 6.274</b>			<b>€ 14.987</b>		
Bouwkundige kosten opstelling warmtewisselaar	(st/m <sup>2</sup> )	7,5	Bruto/st		Netto (E)						
Bouwkundige voorzieningen overig (post)		1	600		€ 4.500				€ 375		
<b>b) Totaal bouwkundige kosten</b>			<b>€ 4.875</b>						<b>€ 4.875</b>		
<b>c) Subtotaal a en b</b>									<b>€ 19.862</b>		
Toe-/opslagen											
Toeslag a	12%				€ 1.798						
Toeslag b	5%				€ 244						
			<b>€ 2.042</b>						<b>€ 2.042</b>		
<b>d) Eindtotaal a t/m c</b>									<b>€ 22.999</b>		

<b>Warmtevermogen (kW)</b>		<b>1000</b>								
Gehanteerd ploeguur tarief	(E)	€ 72,50								
aantal warmtewisselaars	(st)	1								
Opgesteld vermogen	(%)	105%								
Toeslag totaal (d)	(%)	5%								
Toeslag Montage / Ende (a)	(%)	15%								
Warmte wisselaar	(kW)	1050,0	aantal (st/m)	Bruto	korting	Netto (E)	min/ehd	Montage Uur	totaal (E)	Totaal
Cv-leiding DN125 (incl.)			60	€ 179,68	49%	€ 5.507	76	4.560	76,0	€ 5.510
Afsluiter WW secundair DN125			3	€ 767,00	20%	€ 1.841	80	240	4,0	€ 290
Regelklep warmtewisselaars										€ -
Isolatie leidingen DN125			60	€ 38,72	10%	€ 2.091				€ -
Circulatiepomp 7,92 kg/s DN100			1	€ 2.171,00	28%	€ 1.567	220	220	3,7	€ 266
Expansievoorziening ww compleet			1	€ 95,84	20%	€ 77	120	120	2,0	€ 145
Appendages klein			1	€ 100,00	25%	€ 75	60	60	1,0	€ 73
Regelvoorziening secundair			1	€ 250,00	20%	€ 200	30	30	0,5	€ 36
Voeding/Electra			1	€ 150,00		€ 150	60	60	1,0	€ 73
<b>a) Totaal installatie kosten</b>				<b>€ 11.507</b>			<b>€ 7.351</b>		<b>€ 18.858</b>	
Bouwkundige kosten opstelling warmtewisselaar			(st/m <sup>2</sup> )	Bruto/st		Netto (E)				
Bouwkundige voorzieningen overig (post)			7,5	600		€ 4.500				
<b>b) Totaal bouwkundige kosten</b>				<b>€ 4.950</b>					<b>€ 4.950</b>	
<b>c) Subtotaal a en b</b>									<b>€ 23.808</b>	
Toe-/opslagen										
Toeslag a	12%					€ 2.263				
Toeslag b	5%					€ 248				
				<b>€ 2.510</b>					<b>€ 2.510</b>	
<b>d) Eindtotaal a t/m c</b>									<b>€ 27.635</b>	

A COMPANY OF



**ROYAL HASKONING**

## **Bijlage 6** **Samenvatting aansluitbijdrage klein zakelijke markt**

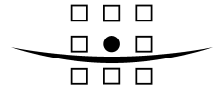
De begrotingen van de voorgaande twee bijlagen wordt onderstaand samengevat zodat de investeringsverschillen duidelijk worden, als grondslag voor de aansluitbijdrage warmte.

Code	kW	Vermeden investering ketelinstallatie				
		Materiaal	Lonen	Bouwkundig	Totaal	Specifiek
CV-40	40	€ 5.706	€ 3.332	€ 1.406	€ 10.444	€ 261,09
CV-100	100	€ 9.624	€ 4.208	€ 2.674	€ 16.506	€ 165,06
CV-250	250	€ 32.010	€ 10.219	€ 11.576	€ 53.805	€ 215,22
CV-500	500	€ 57.790	€ 11.252	€ 11.576	€ 80.618	€ 161,24
CV-1000	1.000	€ 85.341	€ 11.702	€ 15.790	€ 112.834	€ 112,83

Code	kW	Investering aansluiten warmtestation				
		Materiaal	Lonen	Bouwkundig	Totaal	Specifiek
WW-40	40	€ 1.374	€ 1.731	€ 496	€ 3.601	€ 90,02
WW-100	100	€ 3.836	€ 3.212	€ 3.583	€ 10.632	€ 106,32
WW-250	250	€ 8.161	€ 6.260	€ 3.721	€ 18.143	€ 72,57
WW-500	500	€ 10.246	€ 7.378	€ 5.375	€ 22.999	€ 46,00
WW-1000	1.000	€ 13.532	€ 8.645	€ 5.457	€ 27.635	€ 27,63

Code	kW	Investeringsverschillen				
		Materiaal	Lonen	Bouwkundig	Totaal	Specifiek
Δ-40	40	€ 4.332	€ 1.601	€ 910	€ 6.843	€ 171,07
Δ-100	100	€ 5.788	€ 996	-€ 910	€ 5.874	€ 58,74
Δ-250	250	€ 23.849	€ 3.958	€ 7.855	€ 35.662	€ 142,65
Δ-500	500	€ 47.544	€ 3.874	€ 6.202	€ 57.619	€ 115,24
Δ-1000	1.000	€ 71.809	€ 3.058	€ 10.333	€ 85.199	€ 85,20

A COMPANY OF



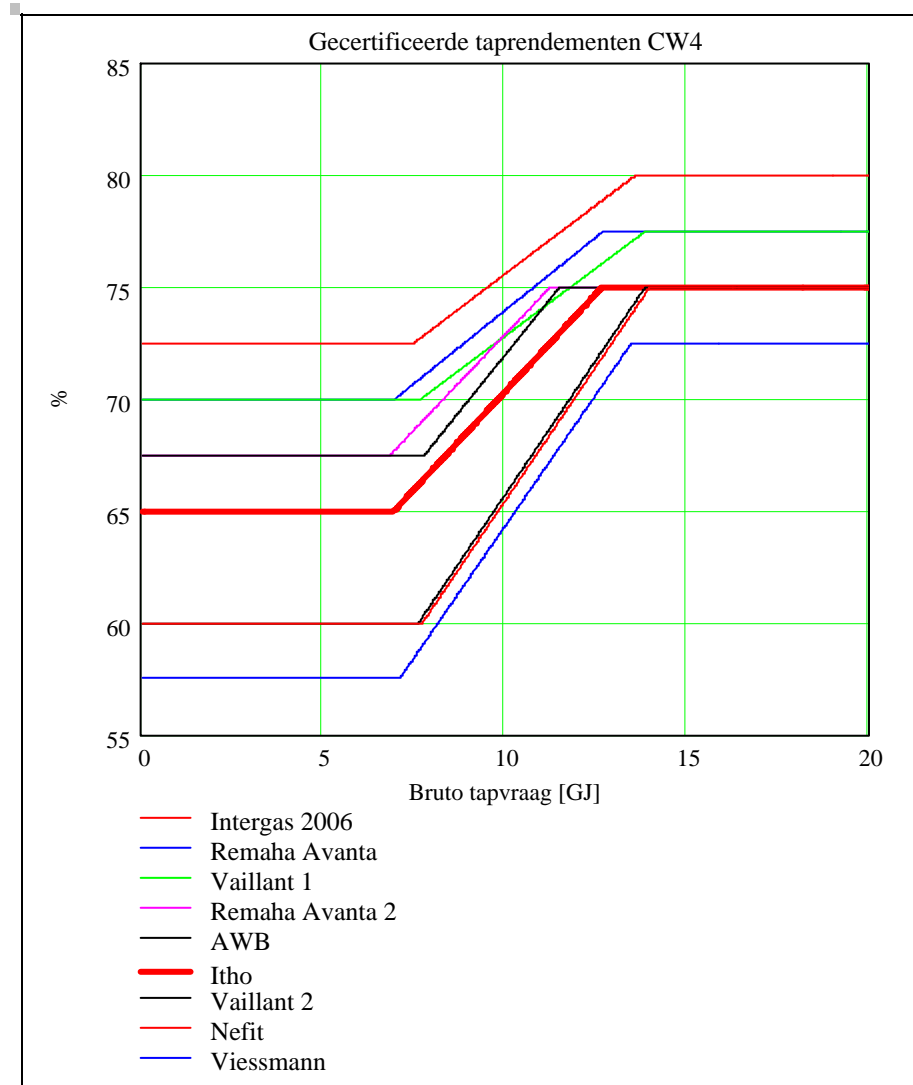
**ROYAL HASKONING**

## **Bijlage 7**

### **Taprendementen van combiketels**



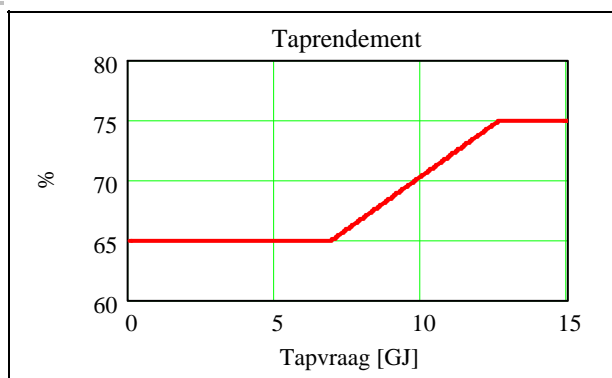
Taprendementen worden tegenwoordig op het Baskeur certificaat vermeld. Van een aantal ketels is dit rendement in de onderstaande grafiek verwerkt.



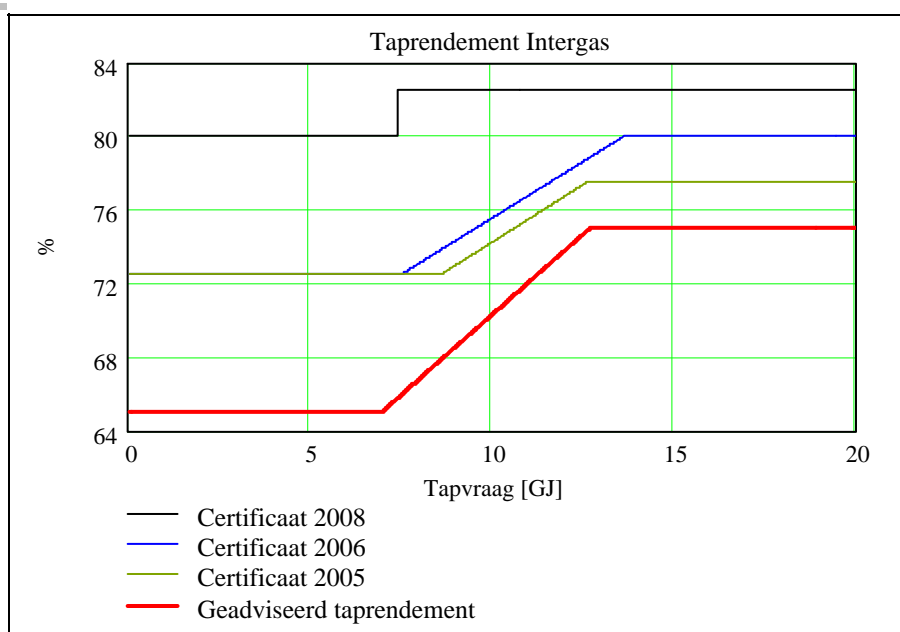
Het gemiddelde (de dikke rode lijn) is als volgt te typeren.

$$\eta_{\text{tap}}(\text{BTV}) := \max\left(65\%, \min\left(65\% + 10\% \cdot \frac{\text{BTV} - 6.94 \text{ GJ}}{5.72 \text{ GJ}}, 75\%\right)\right)$$

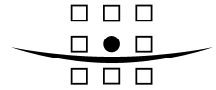
De grafiek van dit gemiddelde ziet er als volgt uit.



Intergas loopt duidelijk voorop met haar gecertificeerde taprendement. In de volgende grafiek is te zien hoe snel de ontwikkeling is gegaan.



A COMPANY OF

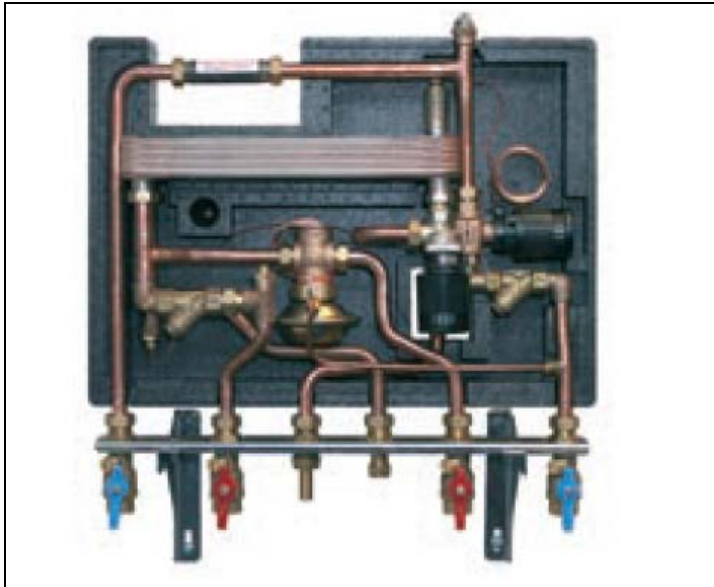


**ROYAL HASKONING**

## **Bijlage 8**

### **Warmteverlies van de afleverset**

AGH heeft een groot marktaandeel voor afleversets. Het type ORION is een complete set die model kan staan voor wat er in de meterkast van een warmtewoning geplaatst wordt.



## **AGH warmte-units type: ORION**

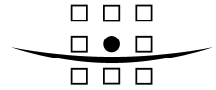
- Warmwater bereider en drukverschilregelaar
- Hoog warmwater comfort
- Lage stilstandverliezen
- Compacte bouwwijze
- EPP warmte-isolatiebox
- Dubbelwandige platenwarmtewisselaar met KIWA-keur
- In praktijk bewezen regelappendages
- Hoogwaardige materialen

Onderstaand zijn warmteverliesberekeningen opgenomen voor een ongeïsoleerde afleverzet (dat komt voor) en vervolgens voor het type ORION van AGH.

<b>Verlies ongeïsoleerd</b>	$asv_1(D, L, \theta_{sys}) := \pi \cdot D \cdot L \cdot \alpha_c \cdot (\theta_{sys} - \theta_{ovr}) \cdot K \cdot yr$
<b>Berekende waarde voor ongeïsoleerde afleverzet</b>	$\left  \begin{array}{l} d_{Cu} \leftarrow 20\text{mm} \quad = 3.331\text{GJ} \\ L_{Cu} \leftarrow 4\text{m} \\ \theta_{sys} \leftarrow 60^\circ\text{C} \\ asv_1(d_{Cu}, L_{Cu}, \theta_{sys}) \end{array} \right.$
<b>Verlies met mantel</b>	$asv_2(D, L, A_{as}, \theta_{sys}) := \frac{A_{as} \cdot (\theta_{sys} - \theta_{ovr}) \cdot K}{\frac{2}{\alpha_c} + \frac{d_{isas}}{\lambda_{is}} + \frac{A_{as}}{\pi \cdot D \cdot L \cdot \alpha_c}} \cdot yr$
<b>Manteloppervlak van AGH type ORION</b>	$\left  \begin{array}{l} B \leftarrow 57\text{cm} \quad = 1.254\text{m}^2 \\ H \leftarrow 55\text{cm} \\ D \leftarrow 28\text{cm} \\ 2 \cdot B \cdot H + 2 \cdot D \cdot (B + H) \end{array} \right.$
<b>Berekende waarde voor met een mantel geïsoleerde afleverzet</b>	$\left  \begin{array}{l} d_{Cu} \leftarrow 20\text{mm} \quad = 1.255\text{GJ} \\ L_{Cu} \leftarrow 4\text{m} \\ A_{mantel} \leftarrow 1.254\text{m}^2 \\ \theta_{sys} \leftarrow 60^\circ\text{C} \\ asv_2(d_{Cu}, L_{Cu}, A_{mantel}, \theta_{sys}) \end{array} \right.$

Het warmteverlies van de ORION komt neer op 1,23GJ dat overeenkomt met 40watt continue verlies.

A COMPANY OF



**ROYAL HASKONING**

## **Bijlage 9**

### **Berekening van verliesposten**

Onderstaand zijn de berekeningen opgenomen waarmee de verliezen van leidingen in onverwarmde ruimten wordt bepaald. Voor tapleidingen komt er een post bij vanwege afkoelen door intermitterend tappen.

<b>diverse constanten</b>	$\alpha_c := 10 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$	$C_{pw} := 4.2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$	$\rho_w := 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	$\lambda_{is} := 0.04 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$	
<b>Temperaturen</b>	$\theta_{\text{tap}} := 60^\circ\text{C}$	$\theta_{\text{ovr}} := 18^\circ\text{C}$	$\theta_{\text{kdw}} := 10^\circ\text{C}$		
<b>Isolatie dikten</b>	$d_{\text{istap}} := 5\text{mm}$	$d_{\text{isas}} := 5\text{mm}$			
<b>Gemid. tapdebiet</b>	$\varphi_{\text{tapgem}} := 4 \frac{\text{liter}}{\text{min}}$				
<b>Gemid. tapduur</b>	$\text{duur}_{\text{tapgem}} := 5\text{min}$				
<b>Gemid. tapvermogen</b>	$Q_{\text{tapgem}} := \varphi_{\text{tapgem}} \cdot C_{pw} \cdot \rho_w \cdot (\theta_{\text{tap}} - \theta_{\text{kdw}}) \cdot \text{K}$				$Q_{\text{tapgem}} = 14\text{kW}$
<b>Gemid. tapenergie</b>	$E_{\text{tapbeurt}} := \text{duur}_{\text{tapgem}} \cdot Q_{\text{tapgem}}$				$E_{\text{tapbeurt}} = 4.2\text{MJ}$
<b>Tapleidingverlies</b>	$\text{TLV}(D, L, \text{TV}) := \left( \frac{\lambda_{is}}{d_{\text{istap}}} + \frac{D \cdot C_{pw} \cdot \rho_w}{4 \cdot \text{duur}_{\text{tapgem}}} \right) \cdot \frac{\pi \cdot D \cdot L \cdot (\theta_{\text{tap}} - \theta_{\text{ovr}}) \cdot \text{K} \cdot \text{TV}}{Q_{\text{tapgem}}}$				$\text{TLV}(15\text{mm}, 12\text{m}, 10\text{GJ}) = 1.026\text{GJ}$
<b>CV leidingverlies</b>	$\text{VLV}(D, L, \theta, \text{BT}) := \pi \cdot D \cdot \alpha_c \cdot L \cdot (\theta - \theta_{\text{ovr}}) \cdot \text{K} \cdot \text{BT}$				$\text{VLV}(20\text{mm}, 12\text{m}, 40, 2000\text{hr}) = 1.194\text{GJ}$

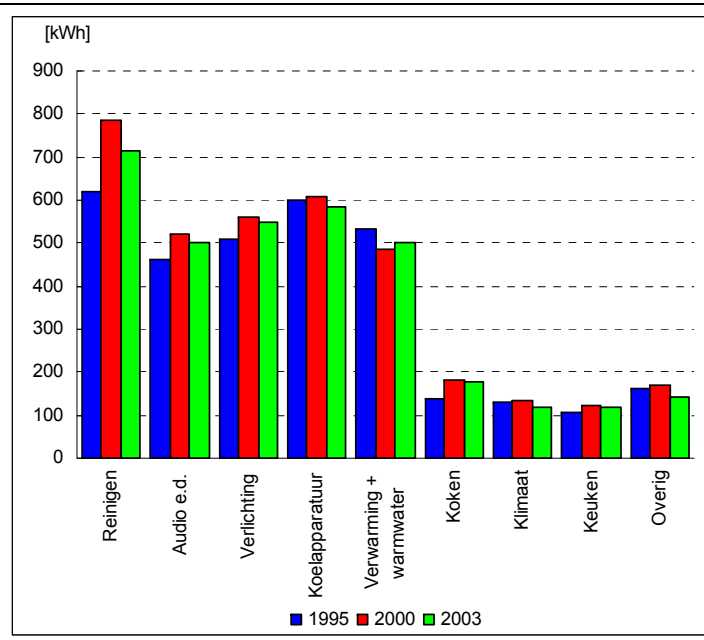
De gemiddelde woning in Nederland gebruik 65m<sup>3</sup> aardgas [9] en 178kWh elektriciteit (in 2003) voor koken. Volgens EnergieNed is koken nu 177kWh aan te houden.

Elektriciteitsverbruik huishoudens naar functie			
Referentie: Energie in Nederland, EnergieNed			
[kWh]	1995	2000	2003
Reinigen	621	784	714
Audio e.d.	460	521	500
Verlichting	509	559	547
Koelapparatuur	599	606	583
Verwarming + warmwater	534	487	500
<b>Koken</b>	<b>138</b>	<b>182</b>	<b>178</b>
Klimaat	130	135	119
Keuken	108	124	119
Overig	161	169	143
Totaal	3260	3567	3403

De totalen wijken door het gebruik van verschillende bronnen af van de getoonde gegevens bij het gemiddeld energiegebruik per huishouden

**Bron:**

Energieonderzoek Centrum Nederland, Beleidsstudies.  
Energie in Nederland (www.energie.nl)  
Energie in Cijfers

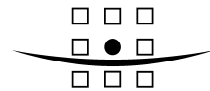


De overeenkomst met de aardgaswoning en de warmtewoning is (qua koken) dan als volgt.

<b>Kookenergie</b>	$GK_g := 65m^3$	$EK_w := 502kWh$
	$EK_g := EK_w - GK_g \cdot LCV_{Gg} \cdot 56.9\%$	$EK_g = 176.84kWh$



A COMPANY OF

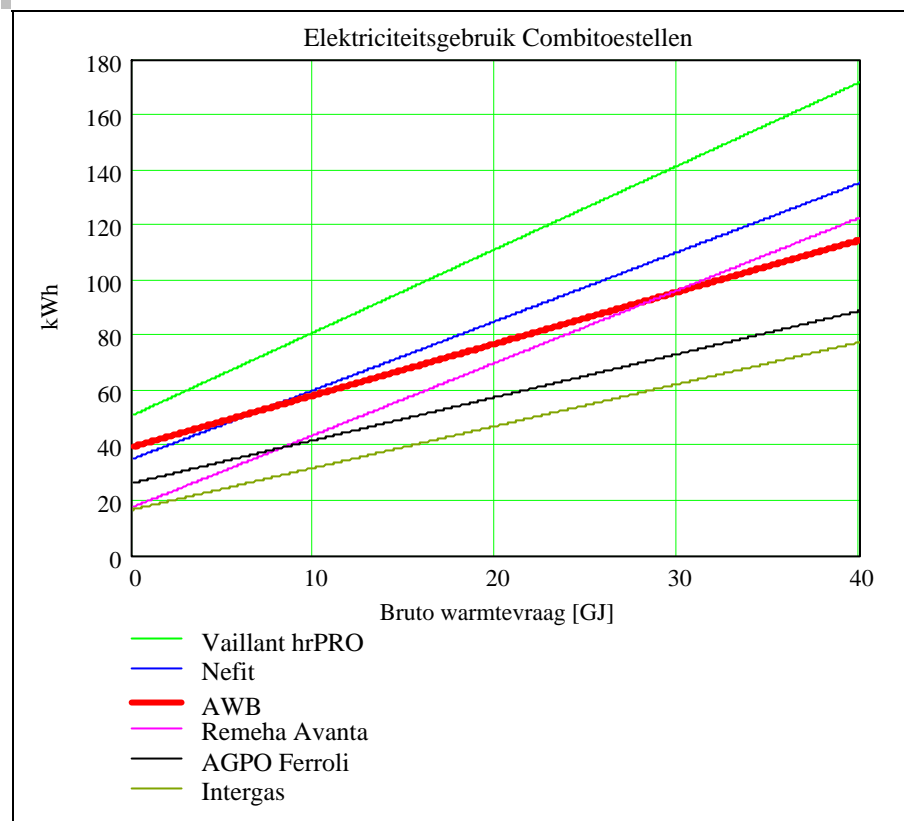


**ROYAL HASKONING**

## **Bijlage 10**

### **Elektriciteitsgebruik van combiketels**

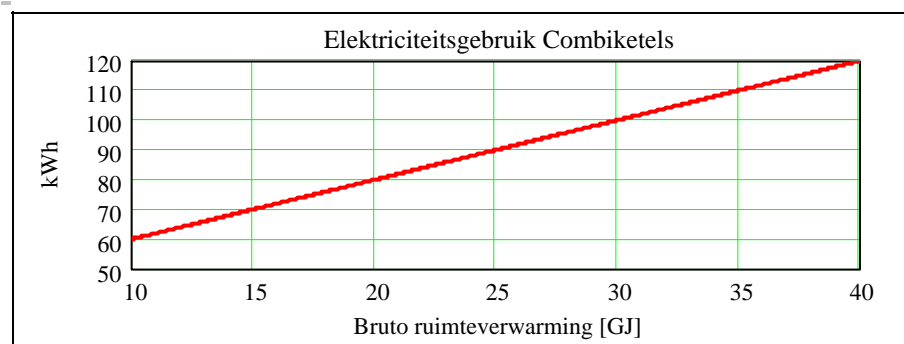
Het is gebruikelijk geworden dat ketelfabrikanten hun toestellen door TNO laten doormeten op representatief elektriciteitsgebruik voor de pomp, de elektronica en de rookgasventilator. Onderstaand is samengevat wat wij daarover hebben gevonden.



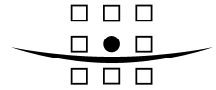
Het gemiddelde is als volgt te typeren:

$$EV_k(BVV) := \left( 40 + 2 \cdot \frac{BVV}{GJ} \right) \cdot kWh$$

In een grafiek ziet dat er als volgt uit:



A COMPANY OF



**ROYAL HASKONING**

## **Bijlage 11** **Tariefadvies van EnergieNed**

Onderstaande (drie) tabellen komen uit Bijlage 1 van het tariefadvies 2009 van EnergieNed

Investeringskosten van de cv-installatie incl. warmwater

Omschrijving	Investering in Euro	Afschrijvings-Periode	Jaarlast in Euro
Radiatorafsluiters	243,98	20	24,85
Radiator koppelingen	205,09	20	20,89
CV-ketel HR incl warm water (CW-4)	1.879,93	15	219,63
Rookgas afvoerkanaal	120,27	30	10,68
Gasleiding	200,52	30	17,81
Gaskraan	38,02	30	3,38
Kamerthermostaat	79,04	15	9,23
Thermostaatleiding	72,22	30	6,42
Voeding 230V	90,10	30	8,00
Wandcontactdoos	20,42	30	1,81
Expansievat	111,01	15	12,97
T-stuk voor expansievat	28,94	30	2,57
Vulslangset	5,85	30	0,52
Koudwater aansluiten	33,00	30	2,93
Condensafvoer ketel	115,82	30	10,29
10% aannemersmarge	324,42	30	28,82
Aansluitbijdrage aardgas		----	----
<b>Totaal:</b>	<b>3.568,63</b>	<b>----</b>	<b>380,80</b>

Investeringskosten van de sv-installatie excl. warmwater

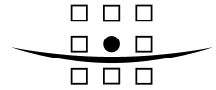
Omschrijving	Investering in Euro	Afschrijvings-periode	Jaarlast in Euro
Radiatorafsluiters	246,71	20	25,13
Kamerthermostaat	81,17	15	9,48
Thermostaatleiding	72,72	30	6,46
Regelklep met stelmotor	63,33	15	7,40
Voetventielen	239,01	20	24,34
Vul- en aftapkraan	33,91	30	3,01
T-stuk voor vul en aftapkraan	24,10	30	2,14
Elektrisch aansluiten op 230V	97,39	30	8,65
Koudwater aansluiten	48,92	30	4,35
10% aannemersmarge	90,73	30	8,06
<b>Totaal:</b>	<b>997,99</b>	<b>----</b>	<b>99,02</b>

BEREKENING VAN DE AANSLUITBIJDRAGE VOOR WARMTE EXCLUSIEF WARMWATERUNIT

Omschrijving	Investering CV in Euro	Investering SV in Euro	Jaarlast CV (Euro/jaar)	Jaarlast SV (Euro/jaar)
- Investering	3.569	998	380,80	99,02
- Resulterende aansluitbijdrage (excl. aansluitbijdrage gas)		2.571		228,38
- Correctie i.v.m. levensduurverschillen *				53,40
<b>Totaal:</b>	<b>----</b>	<b>----</b>	<b>380,80</b>	<b>380,80</b>

\* Dit bedrag wordt een component van het vastrecht voor warmte

A COMPANY OF



**ROYAL HASKONING**

## **Bijlage 12**

### **Uitgangspunten en kostenfactoren**

Voor de analyse van de gevolgen van de EPC pakketten op (de componenten van) het warmtetarief) gelden de volgende uitgangspunten.

Gronings gas		
Bovenwaarde aardgas	<b>35,17</b>	MJ/Nm <sup>3</sup>
Bovenwaarde aardgas	9,77	kWh/Nm <sup>3</sup>

Financiële parameters		
Rente	<b>6,0%</b>	/jaar
Inflatie	<b>3,0%</b>	/jaar
Rekenrente	2,91%	/jaar
Disconteringsfactor	97,17%	/jaar
Valutering jaarlijkse bedragen	<b>0,50</b>	jaar/jaar
Periode jaarlijkse kosten	<b>30</b>	jaar
CCW factor jaarlijkse kosten	20,11	jaar

$$F_{CCW} = \begin{cases} a \leftarrow \frac{r-i}{1+i} \\ a^{0 \leq x \leq 1} \cdot \frac{1-a^n}{1-a} \end{cases}$$

Kleinverbruikers		
Gasprijs (all in)	<b>€ 0,50</b>	/Nm <sup>3</sup>
Gasprijs (all in)	€ 51,18	/MWh
Gasprijs (all in)	€ 14,22	/GJ
Elektriciteitsprijs (all in)	<b>€ 0,20</b>	/kWh
Elektriciteitsprijs (all in)	€ 200,00	/MWh
Elektriciteitsprijs (all in)	€ 55,56	/GJ
Vollasturen ruimteverwarming	<b>800</b>	uur/jaar
Aansluitbijdrage gas (Liander)	<b>€ 669,85</b>	
Vastrecht gas (Liander)	<b>€ 142,87</b>	/jaar
Levensduur installaties	<b>18</b>	jaar
Levensduur bouwkundig	<b>40</b>	jaar
Levensduur aansluitbijdrage	<b>999</b>	jaar

In de volgende tabel zijn de representatieve oppervlakken opgenomen, die de grondslag vormen voor de kosten van veranderende Rc-waarden (gevel, dak of vloer) of van veranderende U-waarde (glas).

Referentieobjecten										
Type		aantal	Ag	Av	Abrgvl	%gls	Angvl	Adak	Avloer	Agls
			m2	m2	m2		m2	m2	m2	m2
zelfregelende roosters en zonneboiler	appart	27	112,4	97,9	<b>53,8</b>	49%	27,6	<b>24,1</b>	<b>23,8</b>	<b>26,2</b>
	tussen	1	124,3	156,9	<b>63,8</b>	38%	39,6	<b>60,8</b>	<b>46,2</b>	<b>24,2</b>
	hoek	1	124,3	230,0	<b>134,5</b>	19%	109,1	<b>60,8</b>	<b>46,2</b>	<b>25,4</b>
	2O1K	1	147,7	268,5	<b>147,7</b>	14%	126,7	<b>73,9</b>	<b>57,1</b>	<b>21,0</b>
	vrij	1	169,5	356,5	<b>227,6</b>	17%	188,8	<b>81,5</b>	<b>62,2</b>	<b>38,8</b>
	galerij	36	90,8	86,8	<b>48,03</b>	36%	30,7	<b>18,16</b>	<b>18,1</b>	<b>17,36</b>
gebalanceerde ventilatie	appart	27	112,4	97,9	53,8	49%	27,6	24,1	23,8	26,2
	tussen	1	124,3	156,9	63,8	38%	39,6	60,8	46,2	24,2
	hoek	1	124,3	230,0	134,5	19%	109,1	60,8	46,2	25,4
	2O1K	1	147,7	268,5	147,7	14%	126,7	73,9	57,1	21,0
	vrij	1	169,5	356,5	227,6	17%	188,8	81,5	62,2	38,8
	galerij	36	90,8	86,8	48,0	36%	30,7	18,2	18,1	17,4

De kosten van de zonneboilerinstallaties is als onderstaand (volgende bladzijde) begroot.

<b>zonneboilers</b>										
kleine woningen										
<a href="http://www.nefit.nl/professioneel/producten/zonneboilers/Pages/Default.aspx">http://www.nefit.nl/professioneel/producten/zonneboilers/Pages/Default.aspx</a>										
	<b>1</b>	paneel	2,8 m2							per woning
	<b>1</b>	boiler	110 l							€ 2.217
vrijstaande woning										
	<b>2</b>	paneel	5,6 m2							
	<b>1</b>	boiler	110 l							€ 3.051
appartementencomplex (27 woningen waarvan 12 zijn aangesloten)										
						ploeg	<b>€ 72,50</b>	netto	winst	
						netto mat		e hp	<b>20%</b>	
	<b>12</b>	boiler	110 liter	<b>€ 1.000</b>	<b>330</b>	5,5	€ 399	€ 1.399	€ 280	€ 1.679 € 20.142
	<b>14</b>	panelen a 2,37 m2 compleet		<b>€ 500</b>		4	€ 290	€ 790	€ 158	€ 948 € 13.272
	<b>240</b>	meter aansluitleiding vanaf panelen naar de woningen	gem DN25					€ 60	€ 12	€ 72 € 17.280
	<b>12</b>	warmtemeters radiografisch	DN15	<b>€ 250</b>	<b>60</b>	1	€ 73	€ 323	€ 65	€ 387 € 4.644
										€ 55.338 € 2.050
gallerijcomplex (36 woningen waarvan 18 zijn aangesloten)										
	<b>18</b>	boilers	110 liter	<b>€ 1.000</b>	<b>330</b>	5,5	€ 399	€ 1.399	€ 280	€ 1.679 € 30.213
	<b>19</b>	panelen a 2,37 m2 compleet	45,03	<b>€ 500</b>		4	€ 290	€ 790	€ 158	€ 948 € 18.012
	<b>360</b>	meter aansluitleiding vanaf panelen naar de woningen	gem DN25					€ 60	€ 12	€ 72 € 25.920
	<b>18</b>	warmtemeters radiografisch		<b>€ 250</b>	<b>60</b>	1	€ 73	€ 323	€ 65	€ 387 € 6.966
										€ 81.111 € 2.253

Op de volgende bladzijde van deze bijlage staan de (extra) kosten voor het toevoegen van een toevoersysteem. Er wordt dus vanuit gegaan dat er een afvoersysteem aanwezig is. De toevoeging levert zo een gebalanceerd ventilatiesysteem op.



gebalanceerde ventilatie TOEVOERSYSTEEM	aantal toevoerroosters	ehp incl toeslagen			meerprijs wtw-unit compleet	totaal prijs	referentie woning											
<i>tussenwoning</i>																		
woonkamer	3																	
slaapkamers	3																	
	6	€	35	€ 210														
kanalen per rooster	6 m	€	9	€ 324														
					€	534	€ 1.357	€ 1.891	124,3	€ 15,21								
<i>hoekwoning</i>																		
woonkamer	3																	
slaapkamers	3																	
	6	€	35	€ 210														
kanalen per rooster	6 m	€	9	€ 324														
					€	534	€ 1.357	€ 1.891	124,3	€ 15,21								
<i>2o1-kap</i>																		
woonkamer	3																	
slaapkamers	4																	
	7	€	35	€ 245														
kanalen per rooster	6 m	€	9	€ 378														
					€	623	€ 1.357	€ 1.980	147,7	€ 13,40								
<i>vrijst. Woning</i>																		
woonkamer	3																	
slaapkamers	4																	
	7	€	35	€ 245														
kanalen per rooster	7 m	€	9	€ 441														
					€	686	€ 1.357	€ 2.043	169,5	€ 12,05								
<i>app</i>																		
woonkamer	3																	
slaapkamers	2																	
	5	€	35	€ 175														
aandeel gezamenlijk aanzuigkanaal geïsoleerd	4	€	20	€ 80														
kanalen per rooster	5 m	€	9	€ 225														
					€	480	€ 1.357	€ 1.837	92,1	€ 19,94								
<i>galerij</i>																		
woonkamer	2																	
slaapkamers	2																	
	4	€	35	€ 140														
aandeel gezamenlijk aanzuigkanaal geïsoleerd	4	€	20	€ 80														
kanalen per rooster	5 m	€	9	€ 180														
					€	400	€ 1.357	€ 1.757	81,7	€ 21,50								
NB: de WTW-unit blijft nagenoeg gelijk.																		
bij het luchttoevoer gaat het om het verschil tussen de wtw-unit en de afzuigventilator																		
		korting			toeslag				montage						aann.		meerprijs	
wtw-unit (Stork WHR 930)	1487				winst/risico				extra					provisie				
afzuigventilator (Stork CMFeR)	266				mat.				uren	tarief								
	1221	24%	293,04	927,96	20%	185,592	1113,552	3	40	120	1233,552	10%	123,3552	€ 1.357				

Onderstaande kosten worden gebruikt om daarmee de EPC pakketten te begroten.

Kosten van isolatie per m2 oppervlak afhankelijk van Rc-waarde						
Rc-waarde	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Gevelisolatie	€ 11,10	€ 13,57	€ 16,61	€ 20,31	€ 24,85	€ 30,39
Dakisolatie	€ 22,52	€ 27,00	€ 30,79	€ 34,07	€ 36,96	€ 39,55
Vloerisolatie	€ 2,48	€ 2,98	€ 3,39	€ 3,76	€ 4,08	€ 4,36

Kosten glas per m2 oppervlak afhankelijk van U-waarde													
U-waarde	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2
Glaskosten	€ 66,24	€ 60,22	€ 55,20	€ 50,96	€ 47,32	€ 44,16	€ 41,40	€ 38,97	€ 36,80	€ 34,86	€ 33,12	€ 31,54	€ 30,11

Soort woning	WTW met toevoer		Zonneboiler	
	€/m2 (Ag)	Onh	ZB	Onh
appartementencomplex	€ 1.837	€ 25,00	€ 2.050	€ 43,75
tussenwoning	€ 1.891	€ 25,00	€ 2.217	€ 43,75
hoekwoning	€ 1.891	€ 25,00	€ 2.217	€ 43,75
2O1K woning	€ 1.980	€ 25,00	€ 2.217	€ 43,75
vrijstaande woning	€ 2.043	€ 25,00	€ 3.051	€ 43,75
galerijcomplex	€ 1.757	€ 25,00	€ 2.253	€ 43,75

Normradiatoren			80/60	€
Vast	€ 300	/kW	55/35	€ 433
Variabel	€ 50	/kW	70/40	€ 386

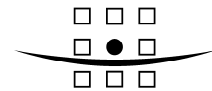
ZRR met afzuig	
€/m (√Ag)	Onh
€ 180	€ 18,75

CLV systeem	
Inv	KK(fv)
€ 400	€ 17,22

Ketelinstallaties	kW	Invest	Onh
appartementencomplex	28	€ 3.743	€ 118,75
tussenwoning	28	€ 3.343	€ 118,75
hoekwoning	28	€ 3.343	€ 118,75
2O1K woning	28	€ 3.343	€ 118,75
vrijstaande woning	28	€ 3.343	€ 118,75
galerijcomplex	28	€ 3.743	€ 118,75

Voorzieningen warmte	kW	Invest	Onh
appartementencomplex	28	€ 815	€ -
tussenwoning	28	€ 815	€ -
hoekwoning	28	€ 815	€ -
2O1K woning	28	€ 815	€ -
vrijstaande woning	28	€ 815	€ -
galerijcomplex	28	€ 815	€ -

A COMPANY OF



**ROYAL HASKONING**

## **Bijlage 13**

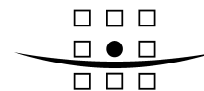
### **Typering en kosten referentiewoningen**

Onderstaand tabel is een samenvatting van de eigenschappen van de referentiewoningen van SenterNovem. Daaronder staan de investeringskosten en onderhoudskosten die daarbij horen. Er is gebruik gemaakt van de kostenfactoren die in de voorgaande bijlagen zijn opgenomen.

Referentieobjecten aardgas																					
Type		Kenmerken objecten								Verwarmen					Tappen				Elektrisch		
		ZRR	WTW %	ZB m2	Radiat kW	Rc			U glas	EPC	Qpres GJ	Qbruto GJ	$\eta_{opw}$	Qprim GJ	Qbruto GJ	Qzon GJ	Qrest GJ	$\eta_{opw}$	Qprim GJ	Qelek GJ	Qprim GJ
						gevel	dak	vloer													
zelfregelende roosters en zonneboiler	appartementencomplex	1	0%	33,6	5,34	4,00	5,00	3,00	1,70	0,80	38,88	15,38	97,5%	15,77	8,73	1,40	7,33	70,0%	10,47	4,47	11,47
	tussenwoning	1	0%	2,8	6,52	3,00	4,00	3,00	1,80	0,78	44,61	18,77	95,0%	19,76	11,04	3,58	7,46	70,0%	10,65	4,95	12,68
	hoekwoning	1	0%	2,8	8,34	4,00	4,00	3,00	1,70	0,80	50,08	24,03	95,0%	25,29	11,04	3,58	7,46	70,0%	10,65	4,95	12,68
	2O1K woning	1	0%	2,8	10,41	4,00	5,00	3,00	1,70	0,80	59,27	29,99	97,5%	30,76	13,00	3,80	9,19	72,5%	12,68	5,88	15,07
	vrijstaande woning	1	0%	5,6	12,69	4,00	4,00	3,00	1,70	0,80	70,51	36,56	97,5%	37,50	14,44	5,31	9,13	72,5%	12,59	6,75	17,30
	galerijcomplex	1	0%	44,8	4,57	4,00	5,00	4,00	1,70	0,80	31,89	13,18	97,5%	13,51	7,05	1,29	5,76	67,5%	8,53	3,61	9,26
gebalanceerde ventilatie	appartementencomplex	-	95%	-	2,68	3,00	4,00	3,00	1,80	0,78	37,83	7,72	95,0%	8,12	8,73	-	8,73	58,0%	15,04	5,20	13,33
	tussenwoning	-	95%	-	2,96	3,00	4,00	3,00	1,80	0,74	42,22	8,54	95,0%	8,99	11,04	-	11,04	62,1%	17,76	5,75	14,75
	hoekwoning	-	95%	-	5,44	3,00	4,00	3,00	1,80	0,76	47,64	15,67	95,0%	16,50	11,04	-	11,04	70,0%	15,76	5,75	14,75
	2O1K woning	-	95%	-	7,29	3,00	4,00	3,00	1,80	0,78	57,83	21,01	95,0%	22,12	13,00	-	13,00	72,5%	17,92	6,83	17,52
	vrijstaande woning	-	95%	-	9,62	3,00	4,00	3,00	1,80	0,80	70,69	27,70	95,0%	29,16	14,44	-	14,44	72,5%	19,91	7,84	20,11
	galerijcomplex	-	95%	-	2,39	3,00	4,00	3,00	1,80	0,78	31,05	6,89	95,0%	7,25	7,05	-	7,05	55,0%	12,82	4,20	10,77

Investeringskosten van referentieobjecten aardgas											Onderhoudskosten					
Type	ZRR	WTW	ZB	Radiatoren	Rc			U glas	EPC install	EPC bouw	ZRR	WTW	ZB	ketel	totaal	
					gevel	dak	vloer									
zelfregelende roosters en zonneboiler	appartementencomplex	€ 1.908	€ -	€ 2.050	€ 2.313	€ 560	€ 731	€ 323	€ 1.086	€ 2.700	€ 19	€ -	€ 44	€ 119	€ 181	
	tussenwoning	€ 2.007	€ -	€ 2.217	€ 2.281	€ 538	€ 1.235	€ 627	€ 943	€ 3.343	€ 19	€ -	€ 44	€ 119	€ 181	
	hoekwoning	€ 2.007	€ -	€ 2.217	€ 2.920	€ 2.216	€ 1.235	€ 627	€ 1.052	€ 7.144	€ 5.130	€ 19	€ -	€ 44	€ 119	€ 181
	2O1K woning	€ 2.188	€ -	€ 2.217	€ 4.511	€ 2.574	€ 2.246	€ 775	€ 869	€ 8.916	€ 6.464	€ 19	€ -	€ 44	€ 119	€ 181
	vrijstaande woning	€ 2.343	€ -	€ 3.051	€ 5.500	€ 3.835	€ 1.655	€ 844	€ 1.606	€ 10.894	€ 7.941	€ 19	€ -	€ 44	€ 119	€ 181
	galerijcomplex	€ 1.715	€ -	€ 2.253	€ 1.982	€ 623	€ 552	€ 368	€ 719	€ 5.950	€ 2.262	€ 19	€ -	€ 44	€ 119	€ 181
gebalanceerde ventilatie	appartementencomplex	€ -	€ 1.837	€ -	€ 938	€ 375	€ 489	€ 323	€ 1.022	€ 2.775	€ 19	€ 25	€ -	€ 119	€ 163	
	tussenwoning	€ -	€ 1.891	€ -	€ 1.038	€ 538	€ 1.235	€ 627	€ 943	€ 2.929	€ 3.343	€ 19	€ 25	€ -	€ 119	€ 163
	hoekwoning	€ -	€ 1.891	€ -	€ 1.904	€ 1.481	€ 1.235	€ 627	€ 990	€ 3.795	€ 4.333	€ 19	€ 25	€ -	€ 119	€ 163
	2O1K woning	€ -	€ 1.980	€ -	€ 2.553	€ 1.720	€ 1.501	€ 775	€ 818	€ 4.533	€ 4.814	€ 19	€ 25	€ -	€ 119	€ 163
	vrijstaande woning	€ -	€ 2.043	€ -	€ 3.366	€ 2.563	€ 1.655	€ 844	€ 1.512	€ 5.409	€ 6.575	€ 19	€ 25	€ -	€ 119	€ 163
	galerijcomplex	€ -	€ 1.757	€ -	€ 838	€ 416	€ 369	€ 246	€ 676	€ 2.595	€ 1.708	€ 19	€ 25	€ -	€ 119	€ 163

A COMPANY OF



**ROYAL HASKONING**

## **Bijlage 14** **Typering en kosten warmtewoningen casco gelijk**

Onderstaande tabel geldt voor een warmtewoning gebaseerd op casco gelijk. De woning verandert dus niet en ook de installaties niet. Alleen de ketel gaat er uit.

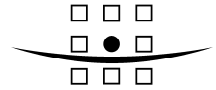
Externe warmtelevering casco gelijk																					
Type		Kenmerken objecten									Verwarmen				Tappen				Elektrisch		
		ZRR	WTW %	ZB m2	Radiat kW	Rc			U glas	EPC	Qpres GJ	Qbruto GJ	$\eta_{opw}$	Qprim GJ	Qbruto GJ	Qzon GJ	Qrest GJ	$\eta_{opw}$	Qprim GJ	Qelek GJ	Qprim GJ
						gevel	dak	vloer													
zelfregelende roosters en zonneboiler	appartementencomplex	1	0%	33,6	5,34	4,00	5,00	3,00	1,70	0,68	32,89	15,38	110%	13,98	10,91	2,00	8,91	100%	8,91	3,44	8,83
	tussenwoning	1	0%	2,8	6,52	3,00	4,00	3,00	1,80	0,67	38,12	18,77	110%	17,07	13,79	4,03	9,77	100%	9,77	3,81	9,77
	hoekwoning	1	0%	2,8	8,34	4,00	4,00	3,00	1,70	0,69	42,83	24,03	110%	21,84	13,79	4,03	9,77	100%	9,77	3,81	9,77
	2O1K woning	1	0%	2,8	10,41	4,00	5,00	3,00	1,70	0,70	51,63	29,99	110%	27,26	16,24	4,25	12,00	100%	12,00	4,53	11,60
	vrijstaande woning	1	0%	5,6	12,93	4,00	4,00	3,00	1,70	0,71	62,67	37,23	110%	33,84	18,05	5,67	12,38	100%	12,38	5,19	13,32
	galerijcomplex	1	0%	44,8	4,57	4,00	5,00	4,00	1,70	0,67	26,53	13,18	110%	11,98	8,81	1,99	6,82	100%	6,82	2,78	7,13
gebalanceerde ventilatie	appartementencomplex	-	95%	-	2,68	3,00	4,00	3,00	1,80	0,62	29,96	7,72	110%	7,01	10,91	-	10,91	100%	10,91	4,17	10,70
	tussenwoning	-	95%	-	2,96	3,00	4,00	3,00	1,80	0,60	34,11	8,54	110%	7,76	13,79	-	13,79	100%	13,79	4,61	11,83
	hoekwoning	-	95%	-	5,44	3,00	4,00	3,00	1,80	0,65	40,50	15,67	110%	14,25	13,79	-	13,79	100%	13,79	4,61	11,83
	2O1K woning	-	95%	-	7,29	3,00	4,00	3,00	1,80	0,67	49,67	21,01	110%	19,10	16,24	-	16,24	100%	16,24	5,48	14,06
	vrijstaande woning	-	95%	-	9,62	3,00	4,00	3,00	1,80	0,69	60,86	27,70	110%	25,18	18,05	-	18,05	100%	18,05	6,29	16,13
	galerijcomplex	-	95%	-	2,39	3,00	4,00	3,00	1,80	0,60	23,92	6,89	110%	6,27	8,81	-	8,81	100%	8,81	3,37	8,64

Kosten van externe warmtelevering casco gelijk											Onderhoudskosten					
Type		ZRR	WTW	ZB	Radiatoren	Rc			U glas	EPC install	EPC bouw	ZRR	WTW	ZB	ketel	totaal
						gevel	dak	vloer								
zelfregelende roosters en zonneboiler	appartementencomplex	€ 1.908	€ -	€ 2.050	€ 2.313	€ 560	€ 731	€ 323	€ 1.086	€ 6.271	€ 2.700	€ 19	€ -	€ 44	€ -	€ 63
	tussenwoning	€ 2.007	€ -	€ 2.217	€ 2.824	€ 538	€ 1.235	€ 627	€ 943	€ 7.048	€ 3.343	€ 19	€ -	€ 44	€ -	€ 63
	hoekwoning	€ 2.007	€ -	€ 2.217	€ 3.615	€ 2.216	€ 1.235	€ 627	€ 1.052	€ 7.839	€ 5.130	€ 19	€ -	€ 44	€ -	€ 63
	2O1K woning	€ 2.188	€ -	€ 2.217	€ 4.511	€ 2.574	€ 2.246	€ 775	€ 869	€ 8.916	€ 6.464	€ 19	€ -	€ 44	€ -	€ 63
	vrijstaande woning	€ 2.343	€ -	€ 3.051	€ 5.600	€ 3.835	€ 1.655	€ 844	€ 1.606	€ 10.994	€ 7.941	€ 19	€ -	€ 44	€ -	€ 63
	galerijcomplex	€ 1.715	€ -	€ 2.253	€ 1.982	€ 623	€ 552	€ 368	€ 719	€ 5.950	€ 2.262	€ 19	€ -	€ 44	€ -	€ 63
gebalanceerde ventilatie	appartementencomplex	€ -	€ 1.837	€ -	€ 1.161	€ 375	€ 489	€ 323	€ 1.022	€ 2.998	€ 2.208	€ 19	€ 25	€ -	€ -	€ 44
	tussenwoning	€ -	€ 1.891	€ -	€ 1.285	€ 538	€ 1.235	€ 627	€ 943	€ 3.175	€ 3.343	€ 19	€ 25	€ -	€ -	€ 44
	hoekwoning	€ -	€ 1.891	€ -	€ 2.357	€ 1.481	€ 1.235	€ 627	€ 990	€ 4.248	€ 4.333	€ 19	€ 25	€ -	€ -	€ 44
	2O1K woning	€ -	€ 1.980	€ -	€ 3.160	€ 1.720	€ 1.501	€ 775	€ 818	€ 5.140	€ 4.814	€ 19	€ 25	€ -	€ -	€ 44
	vrijstaande woning	€ -	€ 2.043	€ -	€ 4.167	€ 2.563	€ 1.655	€ 844	€ 1.512	€ 6.210	€ 6.575	€ 19	€ 25	€ -	€ -	€ 44
	galerijcomplex	€ -	€ 1.757	€ -	€ 1.037	€ 416	€ 369	€ 246	€ 676	€ 2.794	€ 1.708	€ 19	€ 25	€ -	€ -	€ 44

Bij casco gelijk verandert er dus niets. Dat betekent dat er in een verschillentabel overal een nul moet staan. Onderstaande tabel is zo'n verschillentabel voor een warmtewoning casco gelijk ten opzichte van de aardgaswoning.

Type		Verschil externe warmtelevering casco gelijk met aardgas																			
		Kenmerken objecten									Verwarmen				Tappen				Elektrisch		
		ZRR	WTW %	ZB m2	Radiat kW	Rc			U	EPC	Qpres GJ	Qbruto GJ	$\eta_{opw}$	Qprim GJ	Qbruto GJ	Qzon GJ	Qrest GJ	$\eta_{opw}$	Qprim GJ	Qelek GJ	Qprim GJ
zelfregelende roosters en zonneboiler	appartementencomplex	-	-	-	-	-	-	-	-	0,12-	5,99-	-	12,5%	1,79-	2,18	0,60	1,58	30,0%	1,56-	1,03-	2,64-
	tussenwoning	-	-	-	-	-	-	-	-	0,11-	6,50-	-	15,0%	2,70-	2,76	0,45	2,31	30,0%	0,89-	1,14-	2,92-
	hoekwoning	-	-	-	-	-	-	-	-	0,11-	7,25-	-	15,0%	3,45-	2,76	0,45	2,31	30,0%	0,89-	1,14-	2,92-
	2O1K woning	-	-	-	-	-	-	-	-	0,10-	7,64-	-	12,5%	3,49-	3,25	0,45	2,80	27,5%	0,69-	1,35-	3,46-
	vrijstaande woning	-	-	-	0,23	-	-	-	-	0,09-	7,84-	0,67	12,5%	3,66-	3,61	0,35	3,26	27,5%	0,21-	1,55-	3,98-
	galerijcomplex	-	-	-	-	-	-	-	-	0,13-	5,37-	-	12,5%	1,54-	1,76	0,70	1,07	32,5%	1,71-	0,83-	2,13-
gebalanceerde ventilatie	appartementencomplex	-	-	-	-	-	-	-	-	0,16-	7,87-	-	15,0%	1,11-	2,18	-	2,18	42,0%	4,13-	1,03-	2,64-
	tussenwoning	-	-	-	-	-	-	-	-	0,14-	8,11-	-	15,0%	1,23-	2,76	-	2,76	37,9%	3,96-	1,14-	2,92-
	hoekwoning	-	-	-	-	-	-	-	-	0,11-	7,14-	-	15,0%	2,25-	2,76	-	2,76	30,0%	1,97-	1,14-	2,92-
	2O1K woning	-	-	-	-	-	-	-	-	0,11-	8,16-	-	15,0%	3,02-	3,25	-	3,25	27,5%	1,68-	1,35-	3,46-
	vrijstaande woning	-	-	-	-	-	-	-	-	0,11-	9,82-	-	15,0%	3,98-	3,61	-	3,61	27,5%	1,87-	1,55-	3,98-
	galerijcomplex	-	-	-	-	-	-	-	-	0,18-	7,12-	-	15,0%	0,99-	1,76	-	1,76	45,0%	4,01-	0,83-	2,13-

A COMPANY OF



**ROYAL HASKONING**

## **Bijlage 15** **Typering en kosten warmtewoningen EPC gelijk**



Onderstaande tabel geldt voor een warmtewoning gebaseerd op EPC gelijk. De energiebesparende installaties gaan er uit en daarvoor komt externe warmtelevering in de plaats. Dan blijkt de EPC niet meer te kloppen en dat wordt gecorrigeerd met isolatie en/of glas. De woning verandert dus wel degelijk, maar de EPC blijft wél gelijk. De ketelinstallatie verdwijnt allicht ook uit een woning gebaseerd op EPC gelijk.

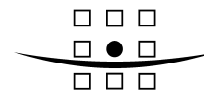
Type		Externe warmtelevering EPC gelijk																			
		Kenmerken objecten									Verwarmen				Tappen				Elektrisch		
		ZRR	WTW %	ZB m2	Radiat kW	Rc			U glas	EPC	Qpres GJ	Qbruto GJ	$\eta_{opw}$	Qprim GJ	Qbruto GJ	Qzon GJ	Qrest GJ	$\eta_{opw}$	Qprim GJ	Qelek GJ	Qprim GJ
zelfregelende roosters en zonneboiler	appartementencomplex	1	0%	-	6,89	2,50	2,50	3,00	2,20	0,80	38,58	19,84	110%	18,03	10,91	-	10,91	100%	10,91	3,44	8,83
	tussenwoning	1	0%	-	7,37	2,50	2,50	3,00	1,80	0,78	44,28	21,22	110%	19,29	13,79	-	13,79	100%	13,79	3,81	9,77
	hoekwoning	1	0%	-	9,44	3,00	3,00	3,00	1,70	0,80	49,54	27,17	110%	24,70	13,79	-	13,79	100%	13,79	3,81	9,77
	2O1K woning	1	0%	-	11,66	3,00	4,00	3,00	1,80	0,80	58,98	33,57	110%	30,52	16,24	-	16,24	100%	16,24	4,53	11,60
	vrijstaande woning	1	0%	-	13,89	4,00	4,00	3,00	1,80	0,80	70,67	40,00	110%	36,36	18,05	-	18,05	100%	18,05	5,19	13,32
	galerijcomplex	1	0%	-	5,93	2,50	2,50	4,00	2,20	0,80	31,84	17,09	110%	15,53	8,81	-	8,81	100%	8,81	2,78	7,13
gebalanceerde ventilatie	appartementencomplex	1	0%	-	5,89	3,00	4,00	3,00	1,80	0,78	37,63	16,96	110%	15,42	10,91	-	10,91	100%	10,91	3,44	8,83
	tussenwoning	1	0%	-	6,53	3,00	4,00	3,00	1,80	0,74	42,17	18,81	110%	17,10	13,79	-	13,79	100%	13,79	3,81	9,77
	hoekwoning	1	0%	-	8,68	4,00	4,00	3,00	1,80	0,76	47,64	24,99	110%	22,72	13,79	-	13,79	100%	13,79	3,81	9,77
	2O1K woning	1	0%	-	11,04	4,00	5,00	3,00	1,80	0,78	57,48	31,80	110%	28,91	16,24	-	16,24	100%	16,24	4,53	11,60
	vrijstaande woning	1	0%	-	13,89	4,00	4,00	3,00	1,80	0,80	70,67	40,00	110%	36,36	18,05	-	18,05	100%	18,05	5,19	13,32
	galerijcomplex	1	0%	-	5,52	2,50	2,50	3,00	2,00	0,78	30,83	15,89	110%	14,45	8,81	-	8,81	100%	8,81	2,78	7,13

Type		Kosten van externe warmtelevering EPC gelijk										Onderhoudskosten				
		ZRR	WTW	ZB	Radia-toren	Rc			U glas	EPC install	EPC bouw	ZRR	WTW	ZB	ketel	totaal
						gevel	dak	vloer								
zelfregelende roosters en zonneboiler	appartementencomplex	€ 1.908	€ -	€ -	€ 2.660	€ 306	€ 267	€ 323	€ 827	€ 4.569	€ 1.723	€ 19	€ -	€ -	€ -	€ 19
	tussenwoning	€ 2.007	€ -	€ -	€ 2.845	€ 439	€ 675	€ 627	€ 943	€ 4.852	€ 2.684	€ 19	€ -	€ -	€ -	€ 19
	hoekwoning	€ 2.007	€ -	€ -	€ 3.644	€ 1.481	€ 825	€ 627	€ 1.052	€ 5.651	€ 3.985	€ 19	€ -	€ -	€ -	€ 19
	2O1K woning	€ 2.188	€ -	€ -	€ 4.502	€ 1.720	€ 1.501	€ 775	€ 818	€ 6.690	€ 4.814	€ 19	€ -	€ -	€ -	€ 19
	vrijstaande woning	€ 2.343	€ -	€ -	€ 5.364	€ 3.835	€ 1.655	€ 844	€ 1.512	€ 7.708	€ 7.847	€ 19	€ -	€ -	€ -	€ 19
	galerijcomplex	€ 1.715	€ -	€ -	€ 2.291	€ 340	€ 202	€ 368	€ 548	€ 4.006	€ 1.458	€ 19	€ -	€ -	€ -	€ 19
gebalanceerde ventilatie	appartementencomplex	€ 1.908	€ -	€ -	€ 2.275	€ 375	€ 489	€ 323	€ 1.022	€ 4.183	€ 2.208	€ 19	€ -	€ -	€ -	€ 19
	tussenwoning	€ 2.007	€ -	€ -	€ 2.523	€ 538	€ 1.235	€ 627	€ 943	€ 4.530	€ 3.343	€ 19	€ -	€ -	€ -	€ 19
	hoekwoning	€ 2.007	€ -	€ -	€ 3.352	€ 2.216	€ 1.235	€ 627	€ 990	€ 5.359	€ 5.068	€ 19	€ -	€ -	€ -	€ 19
	2O1K woning	€ 2.188	€ -	€ -	€ 4.264	€ 2.574	€ 2.246	€ 775	€ 818	€ 6.452	€ 6.413	€ 19	€ -	€ -	€ -	€ 19
	vrijstaande woning	€ 2.343	€ -	€ -	€ 5.364	€ 3.835	€ 1.655	€ 844	€ 1.512	€ 7.708	€ 7.847	€ 19	€ -	€ -	€ -	€ 19
	galerijcomplex	€ 1.715	€ -	€ -	€ 2.132	€ 340	€ 202	€ 246	€ 605	€ 3.846	€ 1.393	€ 19	€ -	€ -	€ -	€ 19

Bij EPC gelijk verandert dus de EPC niet, maar overigens verandert er van alles en nog wat. Dat betekent dat er in een verschillentabel nogal wat te zien moet zijn. Onderstaande tabel is zo'n verschillentabel voor een warmtewoning EPC gelijk ten opzichte van de aardgaswoning.

Type		Verskil externe warmtelevering EPC gelijk met aardgas																			
		Kenmerken objecten									Verwarmen				Tappen				Elektrisch		
		ZRR	WTW %	ZB m2	Radiat kW	Rc			U	EPC	Qpres GJ	Qbruto GJ	$\eta_{opw}$	Qprim GJ	Qbruto GJ	Qzon GJ	Qrest GJ	$\eta_{opw}$	Qprim GJ	Qelek GJ	Qprim GJ
zelregelende roosters en zonneboiler	appartementencomplex	-	0%	33,60-	1,55	1,50-	2,50-	-	0,50	-	0,30-	4,46	12,5%	2,26	2,18	1,40-	3,58	30,0%	0,44	1,03-	2,64-
	tussenwoning	-	0%	2,80-	0,85	0,50-	1,50-	-	-	-	0,34-	2,44	15,0%	0,47-	2,76	3,58-	6,34	30,0%	3,14	1,14-	2,92-
	hoekwoning	-	0%	2,80-	1,09	1,00-	1,00-	-	-	-	0,54-	3,15	15,0%	0,59-	2,76	3,58-	6,34	30,0%	3,14	1,14-	2,92-
	2O1K woning	-	0%	2,80-	1,24	1,00-	1,00-	-	0,10	-	0,29-	3,59	12,5%	0,24-	3,25	3,80-	7,05	27,5%	3,56	1,35-	3,46-
	vrijstaande woning	-	0%	5,60-	1,19	-	-	-	0,10	-	0,17-	3,44	12,5%	1,13-	3,61	5,31-	8,92	27,5%	5,46	1,55-	3,98-
	galerijcomplex	-	0%	44,80-	1,36	1,50-	2,50-	-	0,50	-	0,06-	3,91	12,5%	2,02-	1,76	1,29-	3,05	32,5%	0,28	0,83-	2,13-
gebalanceerde ventilatie	appartementencomplex	1	-95%	-	3,21	-	-	-	-	-	0,20-	9,25	15,0%	7,30	2,18	-	2,18	42,0%	4,13-	1,76-	4,50-
	tussenwoning	1	-95%	-	3,57	-	-	-	-	-	0,05-	10,28	15,0%	8,12	2,76	-	2,76	37,9%	3,96-	1,94-	4,98-
	hoekwoning	1	-95%	-	3,24	1,00	-	-	-	-	0,01-	9,32	15,0%	6,23	2,76	-	2,76	30,0%	1,97-	1,94-	4,98-
	2O1K woning	1	-95%	-	3,75	1,00	1,00	-	-	-	0,34-	10,79	15,0%	6,79	3,25	-	3,25	27,5%	1,68-	2,31-	5,92-
	vrijstaande woning	1	-95%	-	4,27	1,00	-	-	-	-	0,01-	12,30	15,0%	7,21	3,61	-	3,61	27,5%	1,87-	2,65-	6,79-
	galerijcomplex	1	-95%	-	3,13	0,50-	1,50-	-	0,20	-	0,22-	9,00	15,0%	7,19	1,76	-	1,76	45,0%	4,01-	1,42-	3,64-

A COMPANY OF



**ROYAL HASKONING**

## **Bijlage 16**

### **Warmtetarief bij zelfregelende roosters en zonneboiler**

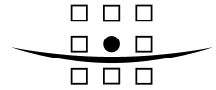
Het warmtetarief volgt gewoon uit a) gelijke initiële koste, b) gelijke vaste jaarlijkse kosten en c) gelijke variabele jaarlijkse kosten. Als dat geldt dan is ook de CCW gelijk. In onderstaande tabel is te zien dat dit is kloppend gemaakt door de tariefcomponenten daarop te kiezen, geheel in overeenstemming met het NMDA principe.

Aardgas (ZR + ZB)																					
Type		Energie-inkoop		Investerings					Jaarlijkse kosten											CCW	
		Gas	Elektr	ketel	EPC Inst	EPC bk	ASB-g	totaal	Kapitaalkosten				Vaste kosten		Energiekosten						Totaal
									Install.	EPC Inst	EPC bk	ASB-g	Onh	VR-g	Elektriciteit		Aardgas				
GJ	GJ	€	€	€	€	€	€/jr	€/jr	€/jr	€/jr	€/jr	€/jr	€/GJ	€/jr	€/GJ	€/jr	€/jr	€/jr	€		
zelfregelende roosters en zonneboiler	appartementencomplex	26,2	4,5	€ 3.743	€ 6.271	€ 2.700	€ 670	€ 13.383	€ 161	€ 270	€ 37	€ 0	€ 181	€ 143	€ 56	€ 248	€ 14,22	€ 373	€ 1.413	€ 41.803	
	tussenwoning	30,4	4,9	€ 3.343	€ 6.505	€ 3.343	€ 670	€ 13.860	€ 144	€ 280	€ 45	€ 0	€ 181	€ 143	€ 56	€ 275	€ 14,22	€ 432	€ 1.500	€ 44.035	
	hoekwoning	35,9	4,9	€ 3.343	€ 7.144	€ 5.130	€ 670	€ 16.286	€ 144	€ 308	€ 69	€ 0	€ 181	€ 143	€ 56	€ 275	€ 14,22	€ 511	€ 1.631	€ 49.081	
	2O1K woning	43,4	5,9	€ 3.343	€ 8.916	€ 6.464	€ 670	€ 19.392	€ 144	€ 384	€ 87	€ 0	€ 181	€ 143	€ 56	€ 326	€ 14,22	€ 618	€ 1.883	€ 57.263	
	vrijstaande woning	50,1	6,7	€ 3.343	€ 10.894	€ 7.941	€ 670	€ 22.848	€ 144	€ 469	€ 107	€ 0	€ 181	€ 143	€ 56	€ 375	€ 14,22	€ 712	€ 2.131	€ 65.705	
	galerijcomplex	22,0	3,6	€ 3.743	€ 5.950	€ 2.262	€ 670	€ 12.624	€ 161	€ 256	€ 31	€ 0	€ 181	€ 143	€ 56	€ 201	€ 14,22	€ 313	€ 1.286	€ 38.483	

Warmte casco gelijk (ZR + ZB)																				
Type		Energie-inkoop		Investerings					Jaarlijkse kosten											CCW
		Warmte	Elektr	Install.	EPC Inst	EPC bk	ASB-w	totaal	Vaste kosten				Energiekosten					Totaal		
									Install.	EPC Inst	EPC bk	ASB-w	Onh	VR-w	Elektriciteit		Warmte			
GJ	GJ	€	€	€	€	€	€/jr	€/jr	€/jr	€/jr	€/jr	€/jr	€/GJ	€/jr	€/GJ	€/jr	€/jr	€/jr	€	
zelfregelende roosters en zonneboiler	appartementencomplex	24,3	3,4	€ 815	€ 6.271	€ 2.700	€ 3.598	€ 13.383	€ 35	€ 270	€ 37	€ 0	€ 63	€ 388	€ 56	€ 191	€ 17,71	€ 430	€ 1.413	€ 41.803
	tussenwoning	28,5	3,8	€ 815	€ 7.048	€ 3.343	€ 2.655	€ 13.860	€ 35	€ 303	€ 45	€ 0	€ 63	€ 347	€ 56	€ 212	€ 17,36	€ 496	€ 1.500	€ 44.035
	hoekwoning	33,8	3,8	€ 815	€ 7.839	€ 5.130	€ 2.503	€ 16.286	€ 35	€ 337	€ 69	€ 0	€ 63	€ 341	€ 56	€ 212	€ 16,99	€ 574	€ 1.631	€ 49.081
	2O1K woning	42,0	4,5	€ 815	€ 8.916	€ 6.464	€ 3.198	€ 19.392	€ 35	€ 384	€ 87	€ 0	€ 63	€ 370	€ 56	€ 251	€ 16,50	€ 693	€ 1.883	€ 57.263
	vrijstaande woning	49,6	5,2	€ 815	€ 10.994	€ 7.941	€ 3.097	€ 22.848	€ 35	€ 473	€ 107	€ 0	€ 63	€ 366	€ 56	€ 289	€ 16,09	€ 798	€ 2.131	€ 65.705
	galerijcomplex	20,0	2,8	€ 815	€ 5.950	€ 2.262	€ 3.598	€ 12.624	€ 35	€ 256	€ 31	€ 0	€ 63	€ 388	€ 56	€ 154	€ 17,97	€ 359	€ 1.286	€ 38.483

Warmte EPC gelijk (ZR + ZB)																				
Type		Energie-inkoop		Investerings					Jaarlijkse kosten											CCW
		Warmte	Elektr	Install.	EPC Inst	EPC bk	ASB-w	totaal	Vaste kosten				Energiekosten					Totaal		
									Install.	EPC Inst	EPC bk	ASB-w	Onh	VR-w	Elektriciteit		Warmte			
GJ	GJ	€	€	€	€	€	€/jr	€/jr	€/jr	€/jr	€/jr	€/jr	€/GJ	€/jr	€/GJ	€/jr	€/jr	€/jr	€	
zelfregelende roosters en zonneboiler	appartementencomplex	30,7	3,4	€ 815	€ 4.569	€ 1.723	€ 6.277	€ 13.383	€ 35	€ 197	€ 23	€ 0	€ 19	€ 518	€ 56	€ 191	€ 13,99	€ 430	€ 1.413	€ 41.803
	tussenwoning	35,0	3,8	€ 815	€ 4.852	€ 2.684	€ 5.509	€ 13.860	€ 35	€ 209	€ 36	€ 0	€ 19	€ 494	€ 56	€ 212	€ 14,16	€ 496	€ 1.500	€ 44.035
	hoekwoning	41,0	3,8	€ 815	€ 5.651	€ 3.985	€ 5.835	€ 16.286	€ 35	€ 243	€ 54	€ 0	€ 19	€ 494	€ 56	€ 212	€ 14,02	€ 574	€ 1.631	€ 49.081
	2O1K woning	49,8	4,5	€ 815	€ 6.690	€ 4.814	€ 7.073	€ 19.392	€ 35	€ 288	€ 65	€ 0	€ 19	€ 532	€ 56	€ 251	€ 13,90	€ 693	€ 1.883	€ 57.263
	vrijstaande woning	58,0	5,2	€ 815	€ 7.708	€ 7.847	€ 6.478	€ 22.848	€ 35	€ 332	€ 106	€ 0	€ 19	€ 553	€ 56	€ 289	€ 13,75	€ 798	€ 2.131	€ 65.705
	galerijcomplex	25,9	2,8	€ 815	€ 4.006	€ 1.458	€ 6.345	€ 12.624	€ 35	€ 172	€ 20	€ 0	€ 19	€ 526	€ 56	€ 154	€ 13,88	€ 359	€ 1.286	€ 38.483

A COMPANY OF



**ROYAL HASKONING**

## **Bijlage 17** **Warmtetarief bij gebalanceerde ventilatie en WTW**

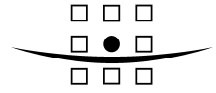
Het warmtetarief volgt gewoon uit a) gelijke initiële koste, b) gelijke vaste jaarlijkse kosten en c) gelijke variabele jaarlijkse kosten. Als dat geldt dan is ook de CCW gelijk. In onderstaande tabel is te zien dat dit is kloppend gemaakt door de tariefcomponenten daarop te kiezen, geheel in overeenstemming met het NMDA principe.

Aardgas (GV + WTW)																					
Type		Energie-inkoop		Investeringskosten					Jaarlijkse kosten											CCW	
		Gas	Elektr	ketel	EPC Inst	EPC bk	ASB-g	totaal	Kapitaalkosten				Vaste kosten		Energiekosten						Totaal
									Install.	EPC Inst	EPC bk	ASB-g	Onh	VR-g	Elektriciteit		Aardgas				
GJ	GJ	€	€	€	€	€	€/jr	€/jr	€/jr	€/jr	€/jr	€/jr	€/GJ	€/jr	€/GJ	€/jr	€/jr	€/jr	€		
gebalanceerde ventilatie	appartementencomplex	23,2	5,2	€ 3.743	€ 2.775	€ 2.208	€ 670	€ 9.395	€ 161	€ 119	€ 30	€ 0	€ 163	€ 143	€ 56	€ 289	€ 14,22	€ 329	€ 1.234	€ 34.210	
	tussenwoning	26,7	5,8	€ 3.343	€ 2.929	€ 3.343	€ 670	€ 10.284	€ 144	€ 126	€ 45	€ 0	€ 163	€ 143	€ 56	€ 320	€ 14,22	€ 380	€ 1.320	€ 36.835	
	hoekwoning	32,3	5,8	€ 3.343	€ 3.795	€ 4.333	€ 670	€ 12.141	€ 144	€ 163	€ 59	€ 0	€ 163	€ 143	€ 56	€ 320	€ 14,22	€ 459	€ 1.449	€ 41.288	
	2O1K woning	40,0	6,8	€ 3.343	€ 4.533	€ 4.814	€ 670	€ 13.360	€ 144	€ 195	€ 65	€ 0	€ 163	€ 143	€ 56	€ 380	€ 14,22	€ 569	€ 1.658	€ 46.710	
	vrijstaande woning	49,1	7,8	€ 3.343	€ 5.409	€ 6.575	€ 670	€ 15.996	€ 144	€ 233	€ 89	€ 0	€ 163	€ 143	€ 56	€ 436	€ 14,22	€ 698	€ 1.904	€ 54.294	
	galerijcomplex	20,1	4,2	€ 3.743	€ 2.595	€ 1.708	€ 670	€ 8.715	€ 161	€ 112	€ 23	€ 0	€ 163	€ 143	€ 56	€ 233	€ 14,22	€ 285	€ 1.120	€ 31.236	

Warmte casco gelijk (GV + WTW)																				
Type		Energie-inkoop		Investeringskosten					Jaarlijkse kosten											CCW
		Warmte	Elektr	Install.	EPC Inst	EPC bk	ASB-w	totaal	Vaste kosten				Energiekosten					Totaal		
									Install.	EPC Inst	EPC bk	ASB-w	Onh	VR-w	Elektriciteit		Warmte			
GJ	GJ	€	€	€	€	€	€/jr	€/jr	€/jr	€/jr	€/jr	€/jr	€/GJ	€/jr	€/GJ	€/jr	€/jr	€/jr	€/jr	€
gebalanceerde ventilatie	appartementencomplex	18,6	4,2	€ 815	€ 2.998	€ 2.208	€ 3.374	€ 9.395	€ 35	€ 129	€ 30	€ 0	€ 44	€ 378	€ 56	€ 232	€ 20,74	€ 386	€ 1.234	€ 34.210
	tussenwoning	22,3	4,6	€ 815	€ 3.175	€ 3.343	€ 2.951	€ 10.284	€ 35	€ 137	€ 45	€ 0	€ 44	€ 360	€ 56	€ 256	€ 19,86	€ 443	€ 1.320	€ 36.835
	hoekwoning	29,5	4,6	€ 815	€ 4.248	€ 4.333	€ 2.745	€ 12.141	€ 35	€ 183	€ 59	€ 0	€ 44	€ 351	€ 56	€ 256	€ 17,71	€ 522	€ 1.449	€ 41.288
	2O1K woning	37,3	5,5	€ 815	€ 5.140	€ 4.814	€ 2.590	€ 13.360	€ 35	€ 221	€ 65	€ 0	€ 44	€ 344	€ 56	€ 305	€ 17,29	€ 644	€ 1.658	€ 46.710
	vrijstaande woning	45,7	6,3	€ 815	€ 6.210	€ 6.575	€ 2.397	€ 15.996	€ 35	€ 267	€ 89	€ 0	€ 44	€ 336	€ 56	€ 350	€ 17,13	€ 784	€ 1.904	€ 54.294
	galerijcomplex	15,7	3,4	€ 815	€ 2.794	€ 1.708	€ 3.398	€ 8.715	€ 35	€ 120	€ 23	€ 0	€ 44	€ 379	€ 56	€ 187	€ 21,11	€ 331	€ 1.120	€ 31.236

Warmte EPC gelijk (GV + WTW)																				
Type		Energie-inkoop		Investeringskosten					Jaarlijkse kosten											CCW
		Warmte	Elektr	Install.	EPC Inst	EPC bk	ASB-w	totaal	Vaste kosten				Energiekosten					Totaal		
									Install.	EPC Inst	EPC bk	ASB-w	Onh	VR-w	Elektriciteit		Warmte			
GJ	GJ	€	€	€	€	€	€/jr	€/jr	€/jr	€/jr	€/jr	€/jr	€/GJ	€/jr	€/GJ	€/jr	€/jr	€/jr	€/jr	€
gebalanceerde ventilatie	appartementencomplex	27,9	3,4	€ 815	€ 4.183	€ 2.208	€ 2.189	€ 9.395	€ 35	€ 180	€ 30	€ 0	€ 19	€ 352	€ 56	€ 191	€ 15,31	€ 427	€ 1.234	€ 34.210
	tussenwoning	32,6	3,8	€ 815	€ 4.530	€ 3.343	€ 1.596	€ 10.284	€ 35	€ 195	€ 45	€ 0	€ 19	€ 326	€ 56	€ 212	€ 14,97	€ 488	€ 1.320	€ 36.835
	hoekwoning	38,8	3,8	€ 815	€ 5.359	€ 5.068	€ 899	€ 12.141	€ 35	€ 231	€ 69	€ 0	€ 19	€ 318	€ 56	€ 212	€ 14,61	€ 567	€ 1.449	€ 41.288
	2O1K woning	48,0	4,5	€ 815	€ 6.452	€ 6.413	€ -320	€ 13.360	€ 35	€ 278	€ 87	€ 0	€ 19	€ 291	€ 56	€ 251	€ 14,52	€ 697	€ 1.658	€ 46.710
	vrijstaande woning	58,0	5,2	€ 815	€ 7.708	€ 7.847	€ -373	€ 15.996	€ 35	€ 332	€ 106	€ 0	€ 19	€ 279	€ 56	€ 289	€ 14,55	€ 845	€ 1.904	€ 54.294
	galerijcomplex	24,7	2,8	€ 815	€ 3.846	€ 1.393	€ 2.660	€ 8.715	€ 35	€ 166	€ 19	€ 0	€ 19	€ 363	€ 56	€ 154	€ 14,74	€ 364	€ 1.120	€ 31.236

A COMPANY OF



**ROYAL HASKONING**

## **Bijlage 18**

### **Gevolgen voor het warmtebedrijf**

De inkomsten van het warmtebedrijf komen uit de tariefcomponenten. In onderstaande tabel wordt daarvan en overzicht gegeven voor de referentiewoningen met zelfregelende roosters en zonneboiler. Daarvoor gelden twee gevallen: casco gelijk en EPC gelijk. De CCW is bepaald over een periode van 30 jaar, zoals in één van de vorige bijlagen is vermeld.

<b>Casco gelijk (ZR + ZB)</b>									
Type		Warmte GJ	Eenmalig		Jaarlijks		CCW vastrecht €	CCW warmte €	CCW totaal €
			ASB-w	VR-w	Warmte	Totaal			
			€	€/jr	€/jr	€/jr			
zelfregelende roosters en zonneboiler	appartementencomplex	24,3	€ 3.598	€ 269	€ 430,16	€ 699	€ 5.408	€ 8.651	€ 17.656
	tussenwoning	28,5	€ 2.655	€ 228	€ 495,60	€ 724	€ 4.592	€ 9.967	€ 17.213
	hoekwoning	33,8	€ 2.503	€ 222	€ 574,23	€ 796	€ 4.460	€ 11.548	€ 18.511
	2O1K woning	42,0	€ 3.198	€ 252	€ 692,52	€ 944	€ 5.061	€ 13.927	€ 22.186
	vrijstaande woning	49,6	€ 3.097	€ 247	€ 798,22	€ 1.046	€ 4.974	€ 16.052	€ 24.124
	galerijcomplex	20,0	€ 3.598	€ 269	€ 359,45	€ 628	€ 5.408	€ 7.229	€ 16.234

<b>EPC gelijk (ZR + ZB)</b>									
Type		Warmte GJ	Eenmalig		Jaarlijks		CCW vastrecht €	CCW warmte €	CCW totaal €
			ASB-w	VR-w	Warmte	Totaal			
			€	€/jr	€/jr	€/jr			
zelfregelende roosters en zonneboiler	appartementencomplex	30,7	€ 6.277	€ 518	€ 430,16	€ 948	€ 10.415	€ 8.651	€ 25.342
	tussenwoning	35,0	€ 5.509	€ 494	€ 495,60	€ 990	€ 9.939	€ 9.967	€ 25.415
	hoekwoning	41,0	€ 5.835	€ 494	€ 574,23	€ 1.068	€ 9.933	€ 11.548	€ 27.316
	2O1K woning	49,8	€ 7.073	€ 532	€ 692,52	€ 1.225	€ 10.705	€ 13.927	€ 31.705
	vrijstaande woning	58,0	€ 6.478	€ 553	€ 798,22	€ 1.351	€ 11.113	€ 16.052	€ 33.644
	galerijcomplex	25,9	€ 6.345	€ 526	€ 359,45	€ 885	€ 10.577	€ 7.229	€ 24.151

<b>EPC min Casco (ZR + ZB)</b>		
$\Delta$ CCW	$\Delta$ €/GJ bij $\Delta$ CCW =	€/GJ bij $\Delta$ CCW =
€	€/GJ	€/GJ
€ 7.686	€ 12,43	€ 1,56
€ 8.202	€ 11,65	€ 2,51
€ 8.805	€ 10,69	€ 3,33
€ 9.519	€ 9,50	€ 4,40
€ 9.520	€ 8,16	€ 5,60
€ 7.917	€ 15,20	€ 1,32



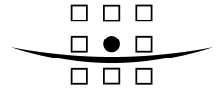
De inkomsten van het warmtebedrijf komen uit de tariefcomponenten. In onderstaande tabel wordt daarvan en overzicht gegeven voor de referentiewoningen met gebalanceerde ventilatie en WTW. Daarvoor gelden twee gevallen: casco gelijk en EPC gelijk. De CCW is bepaald over een periode van 30 jaar, zoals in één van de vorige bijlagen is vermeld.

<b>Casco gelijk (GV + WTW)</b>									
Type		Warmte GJ	Eenmalig	Jaarlijks			CCW vastrecht €	CCW warmte €	CCW totaal €
			ASB-w	VR-w	Warmte	Totaal			
			€	€/jr	€/jr	€/jr			
gebalanceerde ventilatie	appartementencomplex	18,6	€ 3.374	€ 259	€ 386,40	€ 646	€ 5.214	€ 7.771	€ 16.360
	tussenwoning	22,3	€ 2.951	€ 241	€ 443,43	€ 684	€ 4.848	€ 8.917	€ 16.716
	hoekwoning	29,5	€ 2.745	€ 232	€ 521,82	€ 754	€ 4.669	€ 10.494	€ 17.908
	2O1K woning	37,3	€ 2.590	€ 226	€ 644,25	€ 870	€ 4.536	€ 12.956	€ 20.082
	vrijstaande woning	45,7	€ 2.397	€ 217	€ 783,80	€ 1.001	€ 4.368	€ 15.762	€ 22.527
	galerijcomplex	15,7	€ 3.398	€ 260	€ 331,46	€ 592	€ 5.235	€ 6.666	€ 15.299

<b>EPC gelijk (GV + WTW)</b>									
Type		Warmte GJ	Eenmalig	Jaarlijks			CCW vastrecht €	CCW warmte €	CCW totaal €
			ASB-w	VR-w	Warmte	Totaal			
			€	€/jr	€/jr	€/jr			
gebalanceerde ventilatie	appartementencomplex	27,9	€ 2.189	€ 352	€ 426,86	€ 779	€ 7.079	€ 8.584	€ 17.852
	tussenwoning	32,6	€ 1.596	€ 326	€ 488,17	€ 815	€ 6.566	€ 9.817	€ 17.979
	hoekwoning	38,8	€ 899	€ 318	€ 566,56	€ 885	€ 6.399	€ 11.394	€ 18.692
	2O1K woning	48,0	-€ 320	€ 291	€ 697,44	€ 989	€ 5.856	€ 14.026	€ 19.562
	vrijstaande woning	58,0	-€ 373	€ 279	€ 844,81	€ 1.124	€ 5.616	€ 16.989	€ 22.233
	galerijcomplex	24,7	€ 2.660	€ 363	€ 364,13	€ 727	€ 7.300	€ 7.323	€ 17.283

<b>EPC min Casco (GV + WTW)</b>		
ΔCCW	Δ€/GJ bij ΔCCW =	€/GJ bij ΔCCW =
€	€/GJ	€/GJ
€ 1.492	€ 2,66	€ 12,65
€ 1.264	€ 1,93	€ 13,04
€ 784	€ 1,01	€ 13,60
-€ 520	€ 0,54-	€ 15,06
-€ 294	€ 0,25-	€ 14,81
€ 1.984	€ 3,99	€ 10,75

A COMPANY OF

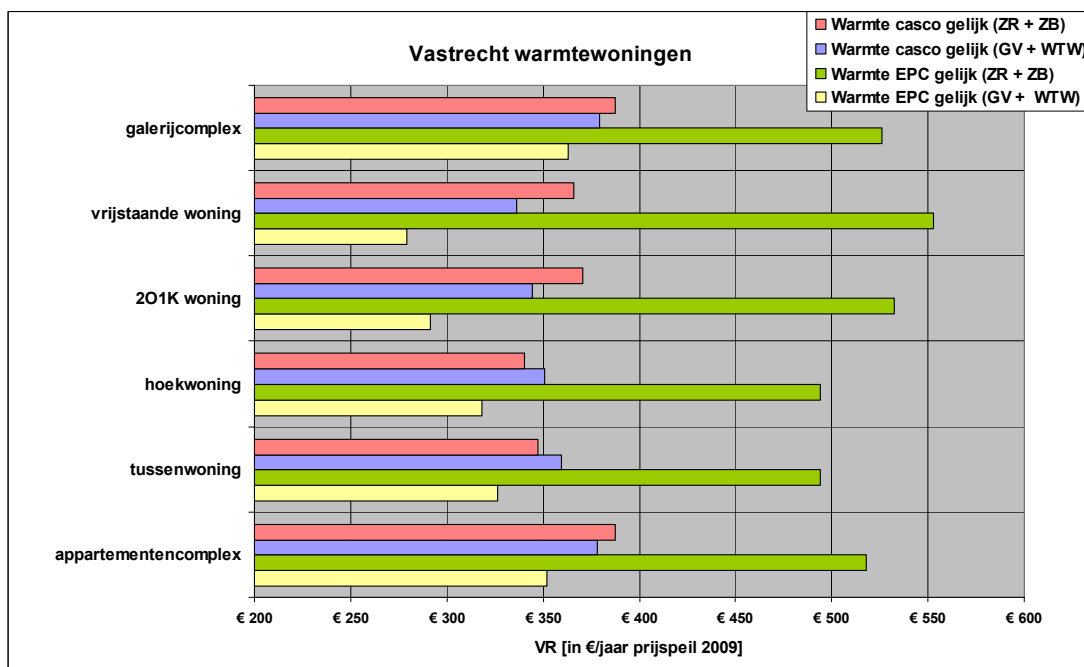
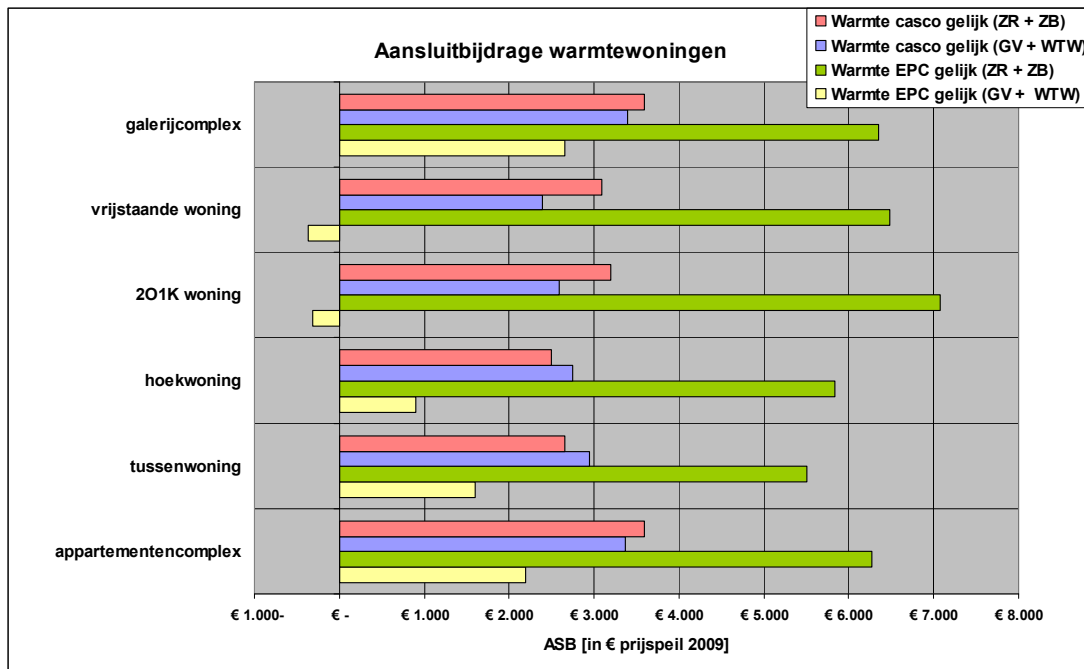


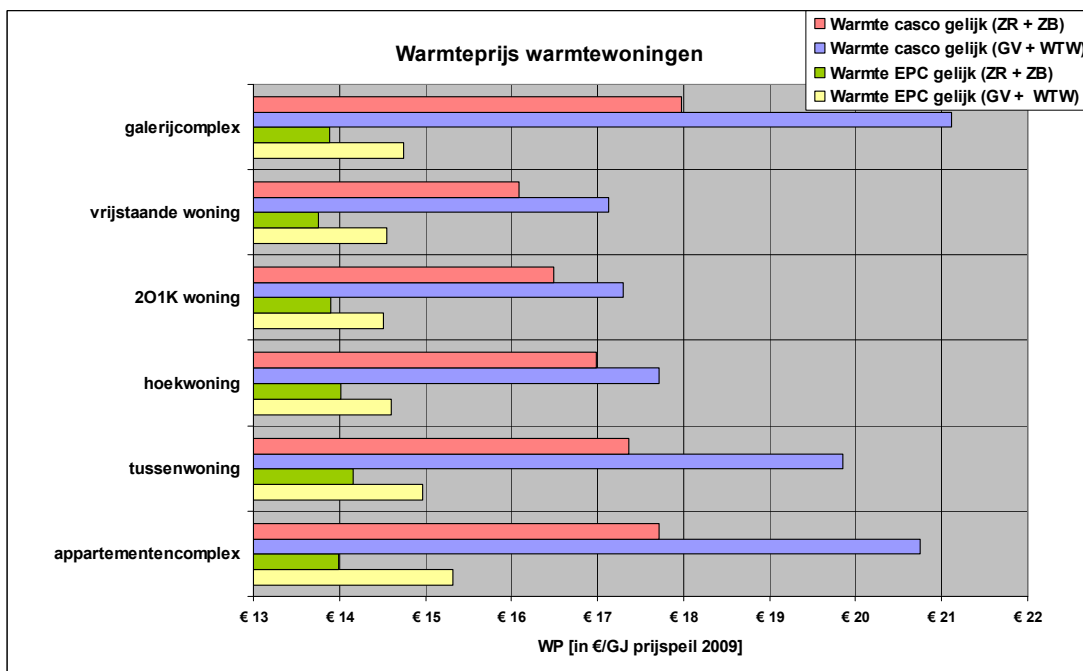
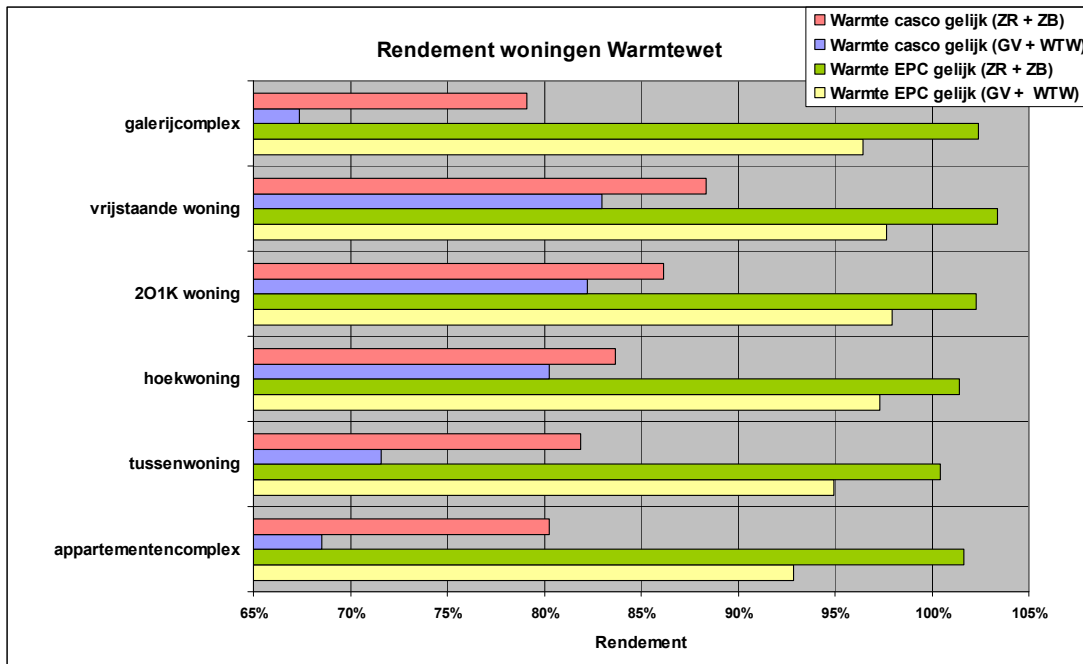
**ROYAL HASKONING**

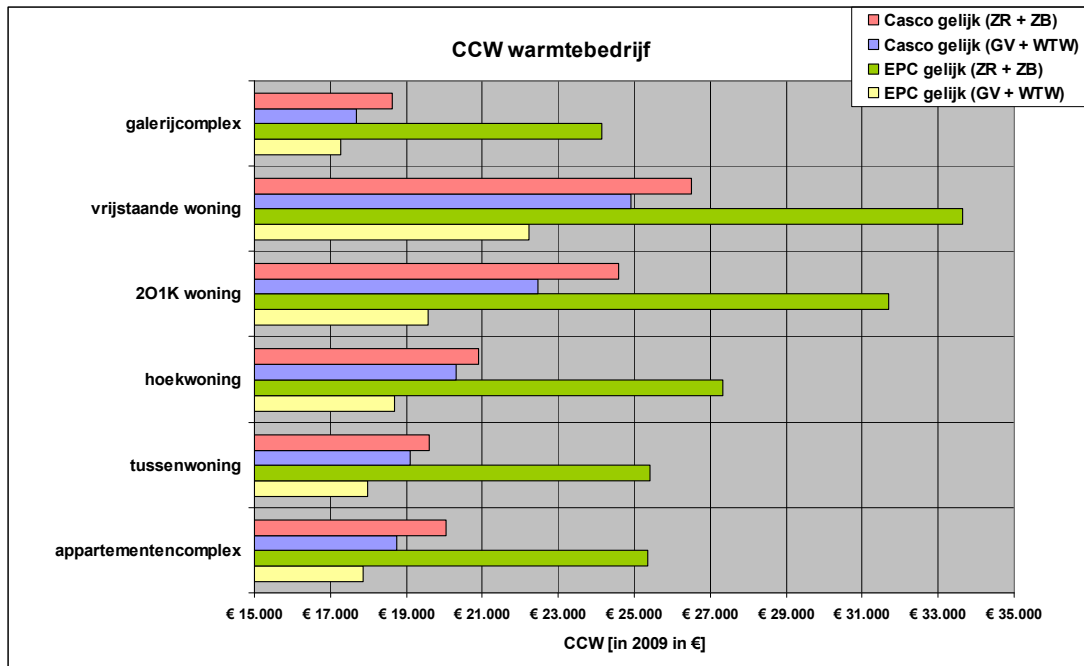
## **Bijlage 19**

### **Componenten warmtetarief in staafdiagrammen**

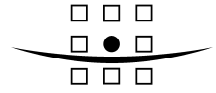
In deze bijlage worden een aantal staafdiagrammen afgebeeld met precies dezelfde informatie als in de scattergrafieken die in de tekst van het rapport zijn opgenomen. Dit is gedaan om het tekstgedeelte niet te druk te maken en ook overzichtelijk te houden. Het gemak van de staafdiagrammen is, dat goed is te zien hoe de kostensoorten zijn gekoppeld aan het type woning.







A COMPANY OF

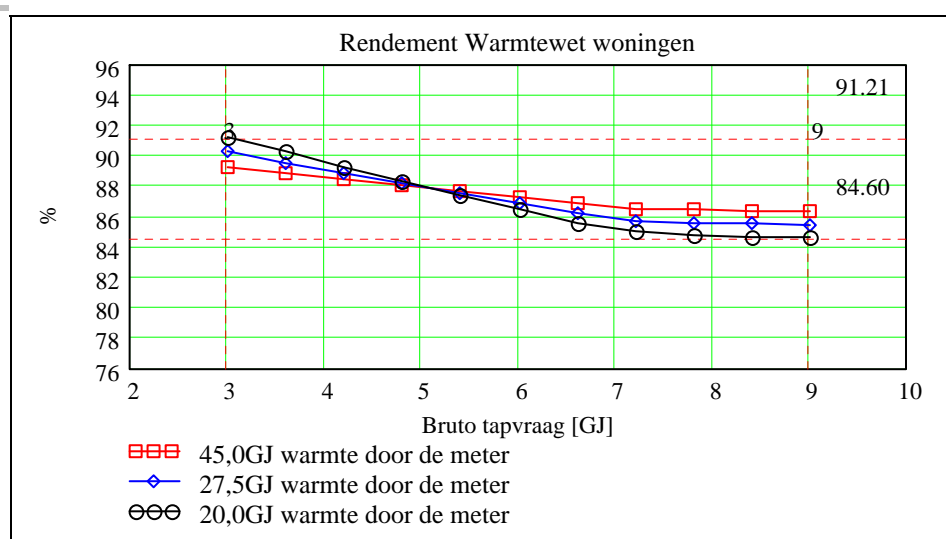
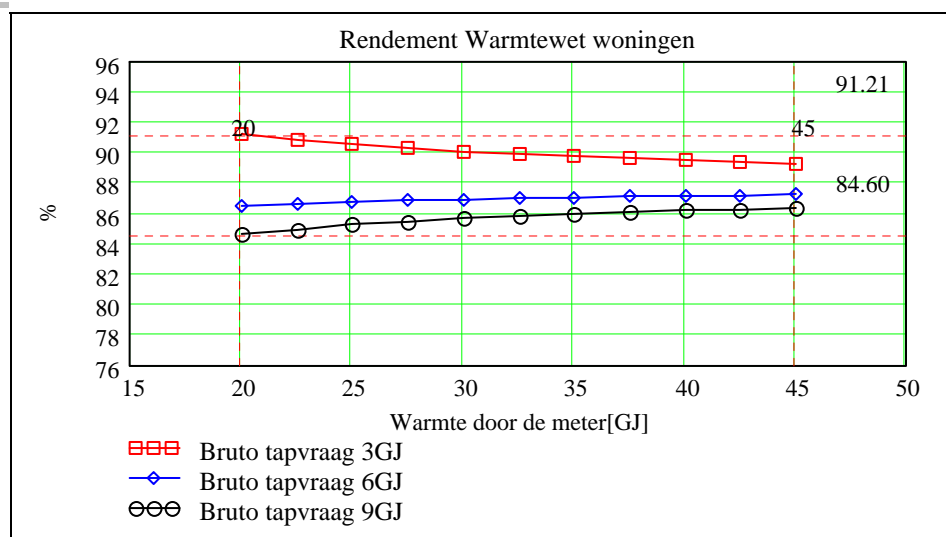


**ROYAL HASKONING**

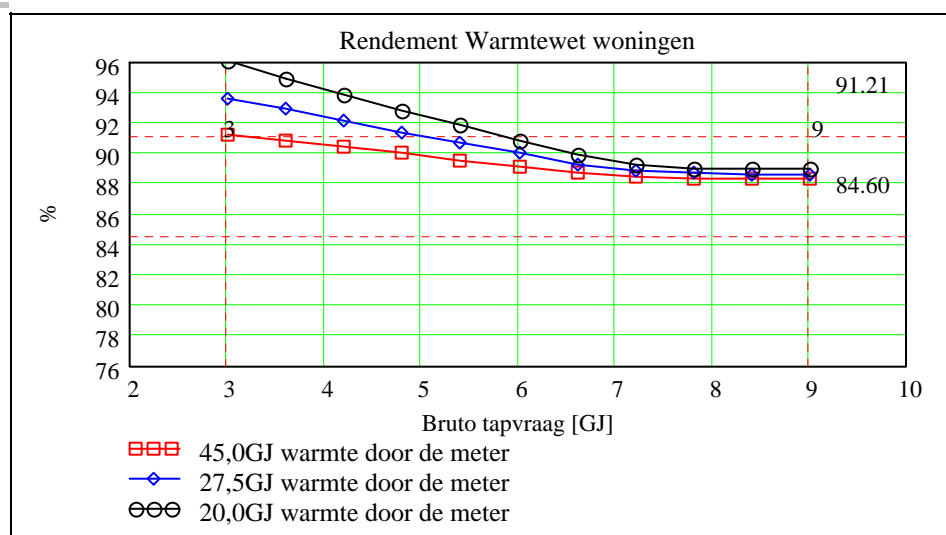
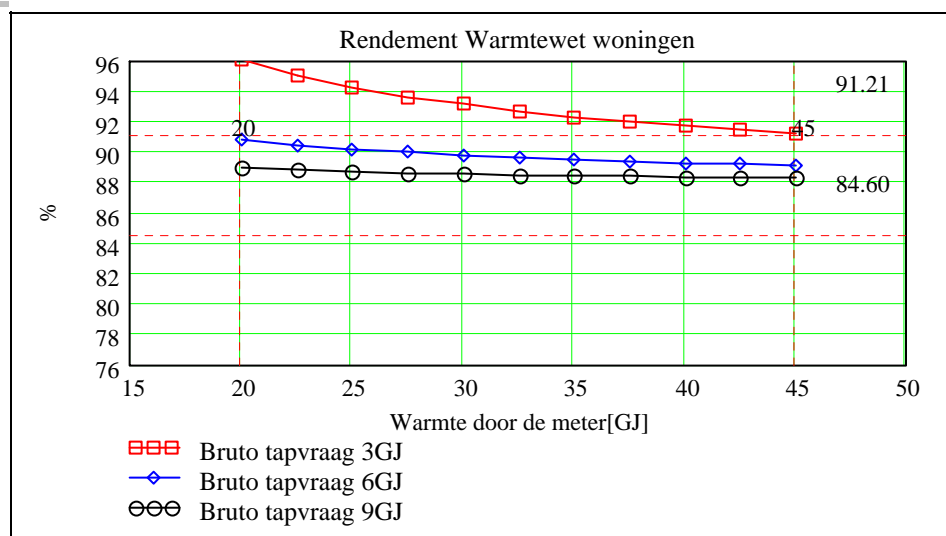
## **Bijlage 20**

### **Gevoeligheidsanalyse**

In deze bijlage wordt een gevoeligheidsanalyse gepresenteerd van het rendement (voor de Warmtewet) op het effect van de close-in boiler en het verschil tussen koken op gas en op elektriciteit. We laten eerst (weer) Figuur 9-6 en Figuur 9-7 zien, maar met een gewijzigde indeling van de y-as waar het rendement afgelezen kan worden. Zo is al meteen te zien waar het met de gevoeligheidsanalyse naartoe gaat. Vervolgens beelden we dezelfde grafieken weer af, maar dan horen ze bij de gevoeligheidsanalyse met de gewijzigde parameter(s).



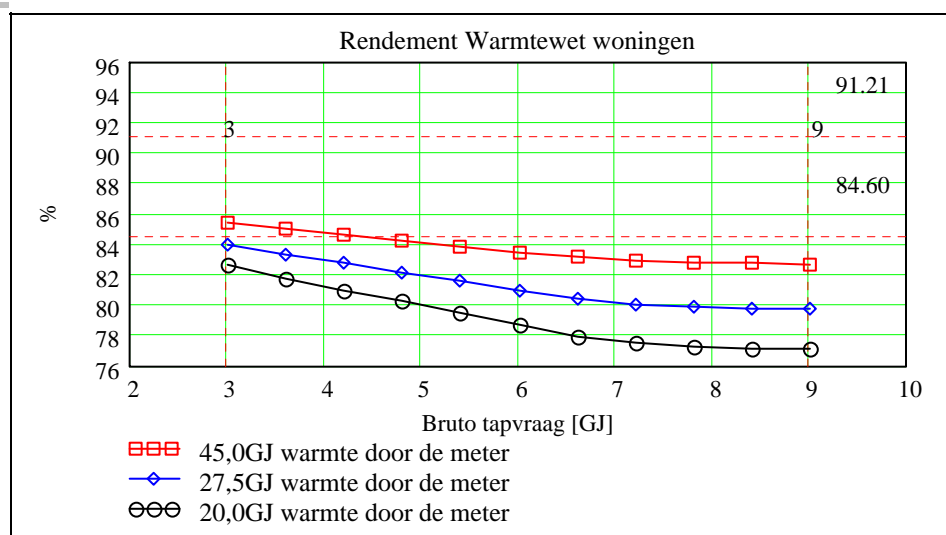
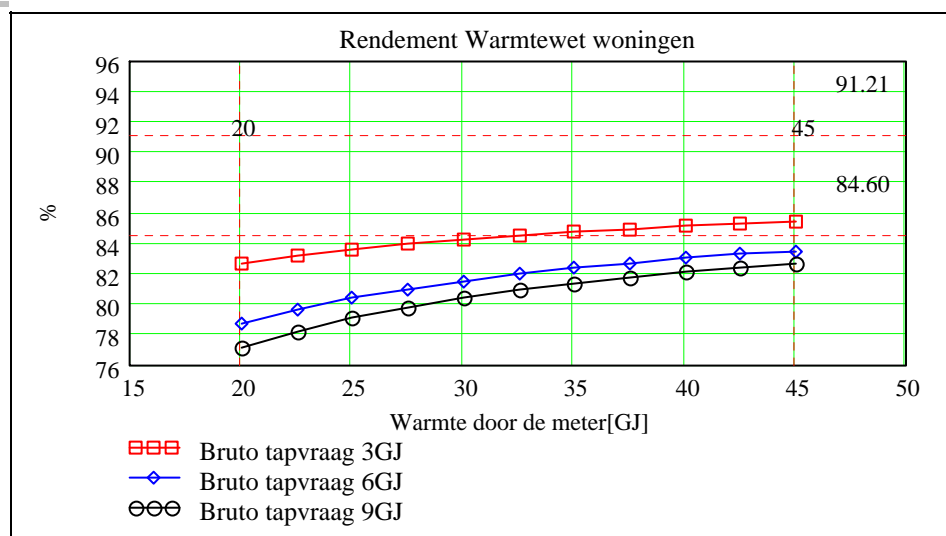
De close-in boiler levert in bovenstaande grafieken 0,5GJ tapwater. Die zetten we vervolgens op 0GJ en bezien het resultaat.



Zie dus dat de close-in boiler, hoewel die maar 0,5GJ levert, een sterk verlagend effect heeft gehad op het rendement. De oorspronkelijke grenswaarden zijn in de grafiek blijven staan zodat de mate van verschuiving goed is te herkennen; het gaat om een verschuiving van het minimum naar 88,9%, dus naar boven met 4,3%.

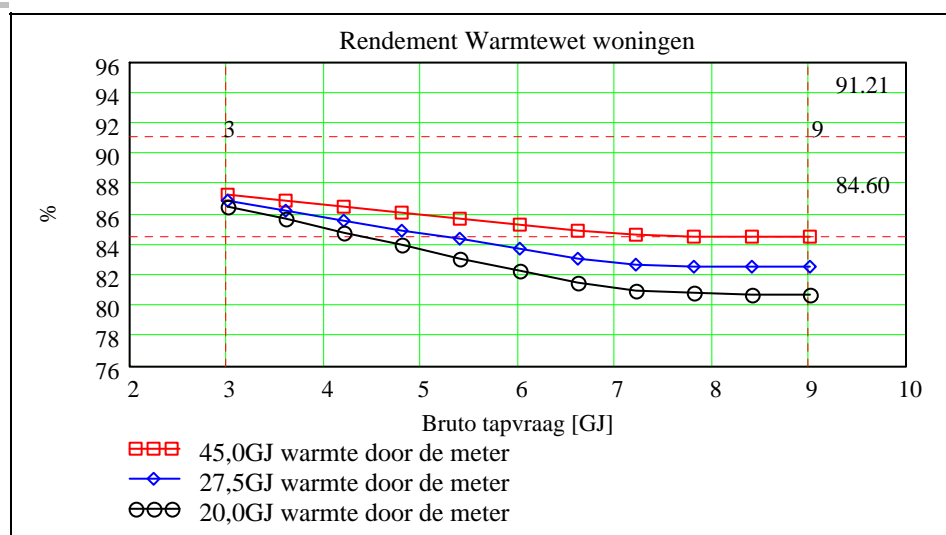
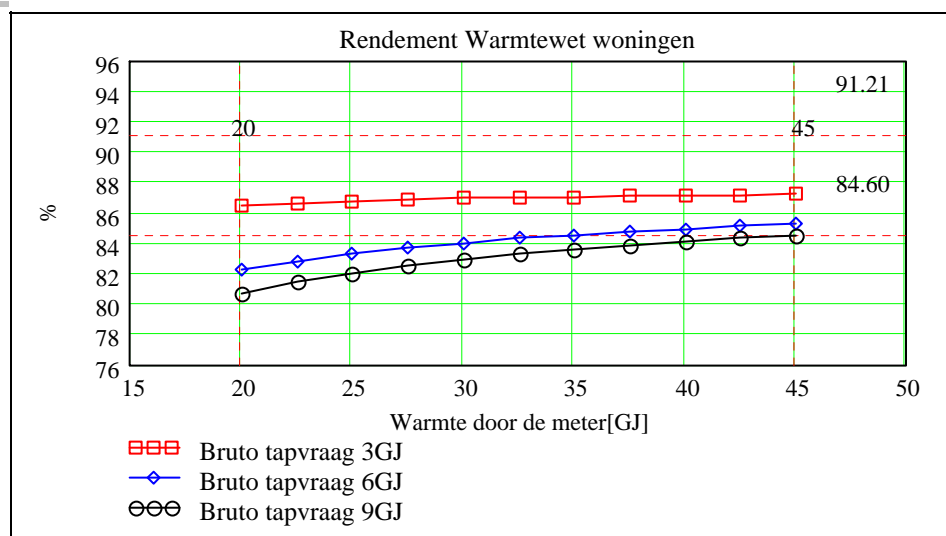
Vervolgens zetten we de close-in boiler weer op 0,5GJ en laten het aardgasgebruik voor koken weg. Het gevolg daarvan is tegelijkertijd dat ook het elektriciteitsgebruik voor koken gelijk wordt in de aardgaswoning en de warmtewoning. In beide soorten woningen is dan (dus) sprake van 502kWh elektriciteitsgebruik voor koken. Het effect van koken is daarmee geheel verdwenen. Het resultaat is als volgt:





Zie dus dat als koken niet in verband gebracht mag worden met de Warmtewet, het rendement naar beneden blijkt te gaan. De oorspronkelijke grenswaarden zijn in de grafiek blijven staan zodat de mate van verschuiving goed is te herkennen; het gaat om een verschuiving van het minimum naar 77,1%, dus naar beneden met 7,5%.

Vervolgens halen we het effect van zowel de close-in boiler als het effect van koken weg als onzuivere effecten die mogelijk in de Warmtewet niet bedoeld worden. Het resultaat is als volgt:



Het resultaat ligt nu allicht ergens halverwege beide voorgaande gevoeligheidsanalyses in. Dit moet gezien worden als het representatieve rendement gebaseerd op uitsluitend opwekking van warmte met aardgas ten opzichte van warmtelevering, dus gezuiverd van alle versturende effecten. Het gaat om een verschuiving van het minimum naar 80,7%, dus naar beneden met 3,9%. Dit minimum leidt tot de maximumprijs en vormt zo daarvoor de grondslag.