



Laan van Westenenk 501
Postbus 342
7300 AH Apeldoorn

www.tno.nl

T +31 88 866 22 12
F +31 88 866 22 48
info-BenO@tno.nl

TNO-rapport

034-APD-2009-00241

**Beoordeling van de tariefsaanbeveling van
Vestin en EnergieNed met betrekking tot
'Niet Meer Dan' principe**

Datum	mei 2009
Auteur(s)	J. Afink J.B. de Wit
Opdrachtgever	Gemeente Almere
Projectnummer	21020
Trefwoorden	Niet Meer Dan Vestin EnergieNed Warmtedistributie
Aantal pagina's	33 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	1

Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Samenvatting

De gemeente Almere is in 1990 met PGEM (thans Nuon) overeengekomen dat de warmtetarieven in Almere (bestaande uit de aansluitbijdrage, het vastrecht en de warmteprijs) zullen worden vastgesteld op basis van het 'Niet-Meer-Dan' (NMD) principe, zoals dat destijds is vastgelegd door Vestin. In het contract tussen de gemeente en Nuon is dit als volgt omschreven:

“dit wil zeggen dat de totale kosten voor ruimteverwarming, verwarming van tapwater en koken niet hoger zullen zijn dan die in de gassituatie, en aansluit bij de tariefsaanbeveling van Vestin”.

Aanvankelijk berekende Nuon de warmtetarieven voor Almere inderdaad volgens de tarief.-aanbeveling van Vestin. Midden jaren negentig is Nuon echter overgestapt op de tariefaanbeveling van EnergieNed.

In dit verband heeft de Gemeente Almere aan TNO de volgende vragen gesteld:

1. a) Leidt de toepassing van de tariefaanbeveling van Vestin tot warmtetarieven die voldoen aan het NMD-principe?
b) Zo nee, waarom niet?
2. a) Leidt de toepassing van de tariefaanbeveling van EnergieNed tot warmtetarieven die voldoen aan het NMD-principe?
b) Zo nee, waarom niet?

De antwoorden op deze vragen luiden – kort samengevat - als volgt:

1a: Ja

2a: Nee

2b: De methode om de jaarlijkse vaste kosten te berekenen met de EnergieNed methode is correct en transparant.

Door de parameterkeuze – gekozen is voor hoge aanschafkosten van CV ketels en een relatief korte levensduur – leidt dit echter tot jaarlijkse kosten die 'Meer Dan' zijn.

Als methode om de variabele warmtekosten (GJ kosten) te berekenen wordt door EnergieNed de marktwaardemethode gebruikt. Deze methode is gebaseerd op de vergelijking van de energieverbruiken van een aantal op aardgas aangesloten woningen en eenzelfde aantal op warmtedistributie aangesloten woningen. De keuze van de woningen is via steekproeven tot stand gekomen. De marktwaardemethode is in zijn huidige vorm niet bruikbaar om warmtetarieven te bepalen vanwege het feit dat (a) de belangrijke basisparameters inzake de warmtebehoefte van de steekproefwoningen niet bekend zijn, en (b) de manier waarop de gegevens verkregen zijn (telefonische enquêtes).

De marktwaardemethode blijkt in de praktijk - ten opzichte van de door Vestin gebruikte rendementsmethode - tot warmtetarieven te leiden die 'Meer Dan' zijn. Dit laatste wordt vermoedelijk, behoudens mogelijk onjuiste gegevens door de manier van uitvoering van het onderzoek, veroorzaakt door de verschillen in eigenschappen van de in de steekproeven gebruikte populaties van op aardgas aangesloten woningen en op warmtedistributie aangesloten woningen.

In deze rapportage zullen bovenstaande antwoorden nader worden toegelicht.

Inhoudsopgave

Samenvatting	2
Afkortingen en definities	5
1 Inleiding	7
2 Tarief-aanbeveling Vestin	9
2.1 Uitgangspunten Vestin.....	9
2.2 Invulling stadsverwarmingstarief volgens Vestin	10
2.2.1 Vaste kosten.....	10
2.2.2 Variabele kosten	11
2.2.3 Variabele kosten, uitgaande van de rendementen volgens NEN 5128	13
3 Tarief-aanbeveling EnergieNed	17
3.1 Algemene kenmerken van de EnergieNed methode	17
3.2 Het advies voor het vaste (geheel afname-onafhankelijke) tarief voor warmtelevering van EnergieNed	17
3.3 Het advies voor het variabele (geheel afnameafhankelijke) tarief voor warmtelevering van EnergieNed	24
4 Conclusies	27
5 Literatuur	29
6 Ondertekening	30

Bijlage(n)

- 1 Praktijkomrekenfactor

Afkortingen en definities

Afleverset	Samenstel van voorzieningen in een SV-woning voor ruimteverwarming en warm tapwater bereiding (doorstroomtoestel)
AMVB	Algemene Maatregel Van Bestuur
BW	Bovenwaarde brandstof (voor Gronings aardgas geldt: $1 \text{ m}_0^3 = 35.17 \text{ MJ} = 0,03517 \text{ GigaJoule}$)
EPC	Energie Prestatie Coëfficiënt
EPN	Energie Prestatie Norm
GAA	Gelijk Als Anders
GD	Gas Distributie
GJ	GigaJoule = 1000 MJ = 1.000.000 Joule (eenheid van energie, meestal gebruikt voor warmte)
NMD	Niet Meer Dan
Marktwaardemethode	Methode waarbij de warmteprijs wordt bepaald door de energie verbruikscijfers van een groep gasdistributiewoningen en een groep warmtedistributie woningen. Deze groepen zijn steekproefsgewijs tot stand gekomen.
MD	Meer Dan
NMDA	Niet Meer Dan Anders
Opwekkingsrendement voor warmte (EPN)	Effectiviteit van de warmteopwekking op bovenwaarde onder gebruiksomstandigheden voor het verwarmen van tapwater en/of ruimteverwarming (in fractie).
OW	Onderwaarde brandstof (voor Gronings aardgas geldt: $1 \text{ m}_0^3 = 31.65 \text{ MJ} = 0,03165 \text{ GigaJoule}$)
Praktijkomrekenfactor	De factor waarmee de warmteprijs wordt bepaald, i.e. hoeveel m^3 aardgas er per GJ warmte wordt gerekend. Hoe lager de factor, des te minder m^3 aardgas per GJ warmte. Bij het toepassen van de rendementsmethode bepaalt het product van de aardgasprijs en de praktijkomrekenfactor de warmteprijs (€/GJ).

Rendement op bovenwaarde (van een systeem of apparaat)	De systeemoutput in MJ gedeeld door de brandstof- input in MJ, gewaardeerd op bovenwaarde
Rendement op onderwaarde (van een systeem of apparaat)	De systeemoutput in MJ gedeeld door de brandstof- input in MJ, gewaardeerd op onderwaarde
Rendementsmethode	Methode waarbij de warmteprijs wordt bepaald door opwekkings- en systeemrendementen
SV	Stads Verwarming of warmtedistributie
Systeemrendement (EPN)	Fractie van de opgewekte warmte die effectief wordt benut
Variabele kosten warmtesystemen	Jaarlijkse variabele kosten van warmtesystemen die volledig worden bepaald door het geregistreerde warmtegebruik (€GJ), dit wordt ook wel de "warmteprijs" genoemd
Vaste kosten warmtesystemen	Jaarlijkse vaste kosten van warmtesystemen die geheel onafhankelijk zijn van het geregistreerde warmtegebruik (€jaar)
WD	Warmte Distributie

1 Inleiding

De gemeente Almere is in 1990 met PGEM (thans Nuon) overeengekomen dat de warmtetarieven (bestaande uit de aansluitbijdrage, het vastrecht en de warmteprijs) in Almere zullen worden vastgesteld op basis van het zogenaamde ‘niet-meer-dan (NMD)¹ principe’ [literatuur 1]². In het contract tussen de gemeente en Nuon is dit als volgt omschreven:

“dit wil zeggen dat de totale kosten voor ruimteverwarming, verwarming van tapwater en koken niet hoger zullen zijn dan die in de gassituatie, en aansluit bij de tariefaanbeveling van Vestin”.

Aanvankelijk berekende Nuon de warmtetarieven voor Almere inderdaad volgens de tarief.-aanbeveling van Vestin [literatuur 2]. Midden jaren negentig is Nuon echter overgestapt op de tariefaanbeveling van EnergieNed.

In dit verband heeft de Gemeente Almere aan TNO de volgende vragen gesteld:

1. a) Leidt de toepassing van de tariefaanbeveling van Vestin tot warmtetarieven die voldoen aan het NMD-principe?
b) Zo nee, waarom niet?
2. a) Leidt de toepassing van de tariefaanbeveling van EnergieNed tot warmtetarieven die voldoen aan het NMD-principe?
b) Zo nee, waarom niet?

In deze rapportage zullen bovenstaande vragen worden beantwoord.

Voor beide benaderingen (Vestin en EnergieNed) geldt, dat de tariefaanbeveling het resultaat is van berekeningen. Het geheel van deze berekeningen zal hier ‘rekenmodel’ worden genoemd. Het berekeningsresultaat wordt bepaald door:

- toegepaste rekenregels,
- aannamen,
- parameters
- resultaten van (praktijk)metingen.

In beide gevallen hebben de ontwikkelaars van het rekenmodel beoogd de ‘gelijk als anders’ (GAA) kosten van warmtelevering te berekenen, d.w.z. de kosten die de warmteafnemer zou hebben gehad als zijn woning niet op warmtedistributie maar op aardgas zou zijn aangesloten. Op grond van het NMD principe mogen de door de leverancier aan de warmteafnemer in rekening gebrachte kosten van warmtelevering de GAA kosten niet overstijgen.

¹ Ook wel NMDA: Niet–Meer–Dan–Anders principe genoemd.

² Waar in dit rapport wordt verwezen naar literatuur, wordt bedoeld op de literatuurlijst op blz. 25.

Van belang is dat onderscheid gemaakt wordt tussen:

1. de vaste kosten voor warmtelevering resp. gaslevering; en
2. de variabele kosten voor warmtelevering resp. gaslevering.

Het NMD-principe geldt voor iedere SV woning. Dit betekent dat NMD voor én de vaste kosten én de variabele kosten separaat dient te gelden. Dit om te voorkomen dat de situatie zou kunnen optreden dat een rekenmodel dat voor de gemiddelde gebruiker aan de NMD-voorwaarden voldoet, voor een verbruiker met een afwijkend verbruik de situatie van niet-NMD oplevert.

Om aan NMD te kunnen voldoen moet dus voor zowel de vaste als voor de variabele kosten separaat aan NMD worden voldaan.

De rendementsmethode in de Warmtewet (2009)

In de inmiddels aangenomen Warmtewet [literatuur 3] komt het begrip NMD niet expliciet voor. In artikel 4.1 wordt echter wel impliciet naar het NMD principe verwezen:

De maximumprijs is gebaseerd op de integrale kosten die een verbruiker zou moeten maken voor het verkrijgen van dezelfde hoeveelheid warmte bij het gebruik van gas als energiebron. Deze kosten worden bepaald met de rendementsmethode.

Hoewel weinig exact, geeft deze formulering wel goed aan wat de wetgever met dit maximumtarief voor ogen staat. Via een algemene maatregel van bestuur (AMVB) worden de precieze rekenregels verder vastgesteld [literatuur 3, artikel 4.4].

Opmerkingen

- Gegevens in dit rapport, zoals opwekkingsrendement, zijn gebaseerd op de Bovenwaarde brandstof (BW, voor Gronings aardgas geldt: $1 \text{ m}_0^3 = 35.17 \text{ MJ}$), tenzij anders vermeld.
- Rendementen worden in fractie weergegeven, conform de EPN. 100% rendement wordt dus als een rendement van 1 (één) weergegeven; 99% rendement als 0,99 etc.

2 Tarief-aanbeveling Vestin

De vraagstelling ten aanzien van de tariefaanbeveling van Vestin luidt als volgt:

- a) Leidt de toepassing van de tariefaanbeveling van Vestin tot warmtetarieven die voldoen aan het NMD-principe ?
- b) Zo nee, waarom niet?

Het antwoord op de eerste vraag luidt: ja.

In de rest van dit hoofdstuk zal dit antwoord nader worden toegelicht.

2.1 Uitgangspunten Vestin

Vestin stelt (in 1985) dat haar beleid erop gericht is dat een aansluiting op een SV-systeem qua comfort en kosten leidt tot een positie vergelijkbaar met een aansluiting waar door middel van aardgas wordt voorzien in de energiebehoefte t.b.v. ruimteverwarming, warm tapwater en koken.

Ten aanzien van de tariefstelling is onderscheid gemaakt in de wijze van uitvoering van de SV-woning.

Mogelijkheden van de uitvoering van het SV-systeem in de woning:

Directe/indirecte aansluiting

Bij directe aansluiting van het CV-systeem op het SV-systeem – zonder warmtewisselaar - wordt de pompenergie voor het transport van warmte t.b.v. de ruimte geleverd door het SV-bedrijf. Bij een indirecte aansluiting moet het transport gerealiseerd worden door een circulatiepomp.

Regeling

De toegevoerde hoeveelheid warmte kan worden geregeld door een hoeveelheids.- of temperatuurregeling. Bij een centrale regeling wordt een kamerthermostaat gebruikt die het hoofdventiel aanstuurt.

Meting

Toerekening van de afgeleverde hoeveelheid warmte kan d.m.v. een individuele comptabele meting of door een verdeelmeting.

Bij individuele comptabele meting wordt de geleverde warmte rechtstreeks in rekening gebracht, bij verdeelmeting (voor meerdere wooneenheden) is een totaalmeting als comptabel aanwezig, waarmee op basis van verbruikte warmte-eenheden een toerekening per wooneenheid plaatsvindt.

Warm tapwaterbereiding

Levering van warmte t.b.v. warm tapwater kan collectief of individueel plaats vinden. Bij collectieve systemen levert SV-bedrijf warm tapwater via een separaat leidingnet. Bij individuele systemen wordt warmwater bereid met SV-water via een afleverset.

Koken op gas, resp. elektrisch

Bij SV-systemen zijn de woningen meestal niet aangesloten op een gasnet, zodat koken de factor elektrisch moet geschieden.

Vestin stelt een referentiesituatie ten behoeve van de tariefbepaling:

- Directe en een indirecte aansluiting van de ruimteverwarming op het SV-net (aanwezigheid van geen resp. wel een circulatiepomp).
- Regeling van de temperatuur d.m.v. thermostatische regelventielen op de radiatoren.
- Toerekening van de geleverde warmte aan individuele afnemers via comptabele meting of door verdeelmeting.
- Warm tapwaterbereiding in de woning door een afleverset of via een aparte leiding.
- In nieuw aan te sluiten SV-woningen kan een gasaansluiting achterwege blijven. SV-afnemers zullen elektrisch moeten koken.

2.2 Invulling stadsverwarmingstarief volgens Vestin

De totale SV kosten bestaan uit drie componenten, te weten:

- een eenmalige aansluitbijdrage;
- het jaarlijkse vastrecht;
- de warmteprijs.

2.2.1 Vaste kosten

Eenmalige aansluitbijdrage

Vestin gaat uit van een minimale aansluitbijdrage voor een SV-woning t.b.v. ruimteverwarming die kan worden meegenomen in de stichtingskosten van de woning (woningwetwoning) en is gerelateerd aan de aansluitbijdrage van gaswoningen.

Dit plaatst de bewoner van een SV-woning financieel in een vergelijkbare positie ten opzichte van bewoners met een gasgestookte CV-installatie.

Er is sprake van een indexering van deze bijdrage, maar de wijze waarop dit plaats zal vinden, wordt niet vermeld. Wel wordt in de samenvatting vermeld dat een mogelijkheid is de indexering van de aansluitbijdrage te koppelen aan de ontwikkeling van de bouwkosten in de gesubsidieerde woningbouw.

Ten aanzien van de warm tapwaterbereiding wordt gesteld dat geen bijtellings- of aftrekposten op de bovengenoemde aansluitbijdrage hoeven plaats te vinden ter honorering van het NMD-beginsel.

In beide situaties wordt de energie voor de bereiding van warm tapwater aan het gasnet dan wel het warmtenet onttrokken. De bedragen voor het aanschaffen en installeren van deze warm tapwaterbereiders worden voor beide situaties aan elkaar gelijk gesteld.

Jaarlijks vastrecht

Ook het vastrecht voor SV-woningen wordt gerelateerd aan dat van gaswoningen.

Vestin stelt dat het jaarlijks vastrecht is opgebouwd uit de volgende componenten:

- vermeden onderhoudskosten CV-installatie;
- vermeden kosten elektriciteitsverbruik CV-pomp;
- extra kosten voor verschil energieverbruik elektrisch koken t.o.v. gas;
- uitgespaarde vastrecht gasaansluiting.

Vermeden onderhoudskosten

Hierbij wordt door Vestin gesteld dat het aandeel van de onderhoudskosten t.b.v. ruimteverwarming bij gaswoningen als uitgespaarde onderhoudskosten van de SV-woning worden aangemerkt.

De hoogte van dit bedrag wordt afgeleid van de norm-onderhoudskosten. De werkelijke onderhoudskosten kunnen van geval tot geval variëren.

Onderhoudskosten van de warm tapwaterbereiding worden achterwege gelaten door de eerder genoemde gelijkstelling van dit onderdeel.

Vermeden kosten van de CV-pomp

Bij een gaswoning met een CV-ketel is een circulatiepomp nodig, bij een SV-woning wordt de watercirculatie gerealiseerd met het drukverschil dat door het SV-systeem wordt geleverd.

Het elektriciteitsverbruik van de CV-pomp is door Vestin gebaseerd op een gas-referentiesituatie en wordt gesteld op gemiddeld 300 kWh per jaar.

De kosten van dit elektriciteitsverbruik worden als vermeden kosten bij een SV-woning aangemerkt.

Opmerking

Indien een SV-installatie toch moet worden voorzien van een circulatiepomp, dan wordt het eerder genoemde elektriciteitsverbruik niet in de vermeden kosten opgenomen.

Extra kosten voor verschil energieverbruik elektrisch koken t.o.v. gas

Vestin stelt dat als een SV-woning geen gasaansluiting heeft, de bewoner elektrisch moet koken.

De meerkosten van elektrisch koken t.o.v. koken op gas moeten in mindering gebracht worden bij een SV-woning.

De vaststelling van de meerkosten wordt gebaseerd op gemiddelde waarden.

Het elektriciteitsverbruik is door Vestin gesteld op 500 kWh per jaar (bron VEEN) en het gasverbruik op 90 m³ per jaar (bron niet vermeld).

Uitgespaarde kosten vastrecht gasaansluiting

Indien een SV-woning geen gasaansluiting heeft worden de kosten van het vastrecht gasaansluiting als vermeden kosten aangemerkt.

Opmerking

Er wordt bij het onderdeel vastrecht geen rekening gehouden met investeringen/afschrijving voor vervangingen van gastoestellen.

Hierdoor leidt het resultaat van de Vestin methode m.b.t. de vaste kosten tot een 'Minder Dan' situatie.

2.2.2 *Variabele kosten*

1. De Vestin-methode van warmteprijsberekening

Vestin stelt dat het bepalen van de kostprijs van een gemeten hoeveelheid (netto) warmte herleid moet worden naar een aardgasverbruik, nl. de hoeveelheid aardgas die de gebruiker zou hebben moeten afnemen (als hij geen SV had gehad) om de desbetreffende hoeveelheid warmte zelf op te wekken m.b.v. een gasgestookte CV-ketel. Het Vestin-rekenmodel neemt hiervoor het opwekkingsrendement (in EPN termen) van gangbare CV ketels als uitgangspunt. Dit opwekkingsrendement in

combinatie met de aardgasprijs is bepalend voor de warmteprijs. Deze aanpak wordt de rendementsmethode voor het vaststellen van de warmteprijs genoemd.

2. Ruimteverwarming

Voor ruimteverwarming heeft Vestin de herleiding gebaseerd op het gemeten praktijkrendement (conform de termen van EPN [literatuur 7] zal dit hierna opwekkingsrendement worden genoemd) van gasgestookte CV-ketels. Een gemiddeld opwekkingsrendement is bepaald op basis van deze gemeten praktijkrendementen en op basis van weging van de typen CV-ketels die in gaswoningen worden toegepast [literatuur 2]. In eerste instantie heeft de weging betrekking gehad op Conventioneel Rendement (CR) en Verbeterd Rendement (VR) CV-ketels, omdat ten tijde van de weging (1985) het aandeel hoogrendement (HR) CV-ketels nog gering was. Uit deze weging is afgeleid dat het opwekkingsrendement uit de beschouwde waarnemingen gemiddeld en gecorrigeerd voor de calorische waarde van Gronings aardgas 0,705 is.

3. Warm tapwaterbereiding

Voor warm tapwaterbereiding waren resultaten beschikbaar van o.a. VEG-GASINSTITUUT [literatuur 2]. Het gemiddelde rendement voor tapwater van de toen gebruikte toestellen was 0,405. Het gaat hier, voor zover valt na te gaan, om een opwekkingsrendement.

4. Praktijkomrekenfactor

Door weging van de opwekkingsrendementen voor ruimteverwarming en voor warm tapwater op basis van het aandeel in het warmteverbruik heeft Vestin een gemiddeld opwekkingsrendement bepaald voor de omrekening van warmte- naar gasverbruik. Dit gemiddelde opwekkingsrendement bedroeg 0,64 (niveau 1985). 1 GJ warmte komt dan overeen met $1000/(35,17 \cdot 0,64) = 44,43 \text{ m}^3$ aardgas. Deze waarde noemt Vestin de praktijkomrekenfactor: de hoeveelheid aardgas die nodig is om 1 GJ warmte voor ruimteverwarming en warm tapwater te genereren met gangbare CV ketels bij een gemiddeld voorkomende verhouding van warmtevraag voor ruimteverwarming en warm tapwater. Met deze praktijkomrekenfactor wordt, in combinatie met de aardgasprijs, de warmteprijs verkregen.

Deze methode levert dus een warmteprijs op die gebaseerd is op praktijkmetingen. Deze warmteprijs is GAA, en dus NMD.

5. Ontwikkeling opwekkingsrendementen CV-ketels

Sinds 1985 is de efficiëntie van gastoestellen door de technologische ontwikkelingen significant verbeterd. Momenteel worden toestellen gemaakt met een deellast-opwekkingsrendement van 0,9 -1 (op bovenwaarde)¹.

Voor combiketels wordt het opwekkingsrendement voor warm tapwater bepaald met een standaard tappatroon (Gaskeur CW) waarbij het opwekkingsrendement in aanvang op ca. 0,60 lag, maar nu tot ca. 0,80 is gestegen.

Dit betekent dat de opwekking van warmte met een gastoestel van nu met een aanmerkelijk hoger opwekkingsrendement plaatsvindt dan in 1985. De praktijkomrekenfactor zou dus in de huidige tijd hoger zijn dan in 1985 en leiden tot een gunstiger warmteprijs voor de afnemer (minder m^3 aardgas per GJ warmte).

¹ Tenzij anders vermeld, worden in dit rapport alle rendementen weergegeven op bovenwaarde.

2.2.3 *Variabele kosten, uitgaande van de rendementen volgens NEN 5128*

Als we de praktijkomrekenfactor in de huidige tijd willen berekenen (volgens de Vestin-methode), dan ligt het voor de hand aan te sluiten bij de NEN 5128/EPN-normen [literatuur 7].

1. De EPN

Sinds 1995 worden in het Bouwbesluit eisen gesteld ten aanzien van de energiezuinigheid van woningen en zijn energieprestatie coëfficiënten (EPC) geïntroduceerd waaraan moet worden voldaan. In deze paragraaf zullen wij onderzoeken welke invloed deze door NEN ontwikkelde normen en de verbetering van gasketels zouden hebben op de warmteprijs berekend volgens de Vestin-methode (in feite is dit een indexering van de Vestin-methode naar de huidige tijd).

De Energie Prestatie Normering [literatuur 7] geeft rekenwaarden van opwekkingsrendementen die gebaseerd zijn op combinaties van praktijkgegevens, laboratorium tests en modelberekeningen. Op grond hiervan kan de hoeveelheid aardgas worden bepaald die nodig is om 1 GJ warmte voor ruimteverwarming en 1 GJ warmte voor warm tapwater aan te maken. Deze hoeveelheid hangt af van de aard van de installatie, de hoeveelheid gebruikt warm tapwater, het tappatroon, etc. EPN-berekeningen geven waarden voor het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming en opwekking van warm tapwater. Dit opwekkingsrendement is afhankelijk van een groot aantal factoren.

2. Ruimteverwarming met aardgas

In de Energie Prestatie Norm NEN 5128 -1998 was al aangegeven dat opwekkingsrendementen van toestellen voor ruimteverwarming 0,90 tot 0,95 bedroegen (als forfaitaire waarde). Deze rendementen zijn gebaseerd op praktijkgegevens en keuringen bij notified bodies (w.o Kiwa-Gastec) en worden aangemerkt als jaar-gebruiksrendementen. In termen van de EPN 2004 is dit het opwekkingsrendement. Het opwekkingsrendement is specifiek voor het toestel (CV-ketel) Het systeemrendement voor ruimteverwarming wordt bepaald door conversierendement en het afgifterendement. Dit afgifterendement is specifiek voor de CV installatie buiten de CV-ketel. Dit afgifterendement is identiek voor de identieke SV en GD woning. Daarnaast is hulpenergie nodig om de CV installatie te laten functioneren. Bij toestellen zonder waakvlam is deze hulpenergie uitsluitend elektrische energie.

3. Bereiding warm tapwater met aardgas

Voor warm tapwater werden door Vestin forfaitaire opwekkingsrendementen genoemd van 0,40 tot 0,60 (CR→HR). In 2008 geeft NEN 5128 waarden voor het opwekkingsrendement voor warm tapwater liggend tussen 0,67 en 0,72 afhankelijk van de warmtebehoefte (tappatroon).

Deze waarden worden met een correctiefactor gecorrigeerd voor de tapcapaciteit (CW klasse) en de afgenomen hoeveelheid warm tapwater. Dit is het gecorrigeerde opwekkingsrendement.

Het systeemrendement voor tapwaterinstallaties wordt bepaald door het product van:

1. Conversierendement
2. Leidingrendement

Het conversierendement is toestel-specifiek. Het leidingrendement is installatie-specifiek. Uitgangspunt is dat de beschouwde SV- en GD-installaties identiek zijn, en dat dus ook hun leidingrendementen identiek zijn. Het systeemrendement exclusief het leidingrendement (leidingverliezen) is dus 1.

Om tot een totaalrendement – en dus tot een praktijkomrekenfactor – te komen is het opwekkingsrendement voor ruimteverwarming en het totaalrendement voor warm tapwater, net zoals bij de Vestin methode, gecombineerd voor verschillende warm tapwaterhoeveelheden.

Zie hiervoor bijlage 1.

4. Ruimteverwarming met SV systemen

In de EPN wordt het primaire energiegebruik van installaties in de gehele keten beschouwd. Vooral voor SV systemen is dit een belangrijke factor, aangezien warmte van SV systemen uit restwarmtebronnen, WKK of niet-fossiele bronnen afkomstig kan zijn. Dit wordt gewaardeerd met hoge opwekkingsrendementen (zie EPN).

Voor het bepalen van de warmteprijs gaat het bij SV woning echter om de verhouding van (a) de door de warmtemeter geregistreerde warmte hoeveelheid en (b) de door het systeem afgeleverde nuttige warmte. Voor het berekenen van de prijs van warmte zijn rendementen die bepaald worden door factoren buiten de woning dus niet relevant.

Voor het bepalen van de warmteprijs hebben we in de SV woning dus te maken met een opwekkingsrendement van 1. Het systeemrendement is gelijk aan het systeemrendement van de GD woning.

5. Bereiding warm tapwater met SV-systemen

Voor SV warm tapwatersystemen geldt een forfaitair opwekkingsrendement van 1 [literatuur 7]. Het systeemrendement wordt ook hier opgebouwd uit een leidingrendement en een conversierendement. Als een afleverset aanwezig is voor het genereren van warm tapwater dan is bij hoge temperatuur systemen – voor zover bekend het geval bij alle SV systemen in Nederland – het conversierendement 0,75. Als er geen afleverset aanwezig is – zoals bij systemen met een apart warm tapwaternet – is dit conversierendement 1.

Het systeemrendement exclusief leidingrendement is dus 0,75 bij systemen met een afleverset en 1 bij systemen zonder afleverset.

6. Berekening van de praktijkomrekenfactor vanuit de EPN

Deze genoemde rendementen maken het mogelijk met de EPN een praktijkomrekenfactor te berekenen. Complicerend is echter dat elektrische hulpenergie nodig is om de CV ketel te laten functioneren. Deze hulpenergie is voor SV-systemen ook nodig, echter deze wordt verondersteld onderdeel te vormen van het opwekkingsrendement voor zover deze hulpenergie buiten de woning wordt aangewend. Wanneer er sprake is van een afleverset in een SV-woning, dan dient deze hulpenergie meegewogen te worden.

Probleem met deze hulpenergie is, dat hij niet gebonden is aan de warmtebehoefte, maar aan de systeemkeuze. Hierdoor is het onmogelijk om deze hulpenergie mee te nemen voor de bepaling van de praktijk omrekenfactor¹.

7. Effecten van de verbeterde rendementen (EPN) op de Vestin berekeningsresultaten in de periode 1985 - heden

De methode van Vestin zal, als de indexering van de totaalrendementen op de ontwikkeling van de gastoestellen was gebaseerd, als resultaat hebben dat de praktijkomrekenfactor aanzienlijk lager ligt dan in 1985 (en dus leidt tot een gunstiger warmteprijs voor de afnemer: minder m³ aardgas per GJ warmte). Voor het berekenen van deze geïndexeerde praktijkomrekenfactor wordt hier de EPN gebruikt, op de manier zoals boven aangegeven.

Voor HR gastoestellen die begin 1990 op de markt werden gebracht gold een opwekkingsrendement van minimaal 0,9. Enkele jaren later werd dit rendement door de technologische ontwikkelingen verhoogd met 0,04 tot 0,07. Tegenwoordig worden alleen nog maar gastoestellen geïnstalleerd met opwekkingsrendementen van 0,94 tot zelfs 1.

Uitgaande van een HR100 ketel met een opwekkingsrendement voor ruimteverwarming van 0,90 (EPN), en een opwekkingsrendement voor warm tapwater van 0,5375 (volgens berekening EPN) wordt de praktijk omrekenfactor (volgens de methode die voor de weging in 1985 werd gehanteerd): 0,8012. Zie bijlage 1.

Uitgaande van een HR104 ketel met een opwekkingsrendement van 0,92 (EPN) en een opwekkingsrendement voor warm tapwater van 0,60 wordt het totaalrendement 0,84. Zie bijlage 1.

Wordt de Vestin-methode op deze wijze geïndexeerd, dan wordt het aantal kubieke meters aardgas dat dan nodig is om 1 GJ aan warmte te leveren (op basis van het gemiddeld opwekkingsrendement) 35,487 m³ (HR 100), 33,719 m³ (HR 104) en 33,058 m³ (HR107) aardgas equivalent. Dit geldt voor SV-systemen zonder afleverset, zie bijlage 1.

Wanneer er een afleverset wordt gebruikt bij SV-systemen, dan is 1,0611 GJ nodig om 1 GJ nuttige warmte te produceren, zie bijlage 1. In dat geval wordt het (op basis van het gemiddeld opwekkingsrendement) 33,443 m³ (HR100), 31,777 m³ (HR104) en 31,154 m³ (HR107) aardgas equivalent, zie bijlage 1.

Dit betekent dus een verlaging van circa 2 m³ aardgas per GJ als een afleverset wordt gebruikt.

Deze waarden zijn aanzienlijk lager dan de in 1985 gevonden omrekeningsfactor (44,43 m³ per GJ) en ook lager dan de factor die EnergieNed in 2006 hanteerde (41,73 m³ per GJ).

Opmerkingen

De in de EPN genoemde forfaitaire waarden van rendementen - dan wel rendementen verkregen door verklaringen conform norm - geven op dit moment de meest correcte benadering van de te hanteren waarden van opwekkingsrendementen voor ruimteverwarming en warm tapwaterbereiding vanuit aardgas, waarbij deze gegevens zonodig periodiek worden aangepast in een nieuwe versie van de norm, dan wel in een aanvullingsblad.

¹ Vaak wordt als argument gebruikt, dat de SV bewoner extra elektriciteitsgebruik – en daardoor extra primair energiegebruik en extra kosten – heeft ten gevolge van het feit dat hij elektrisch moet koken. Hier houdt de EPN echter geen rekening mee.

In bijlage 1 zijn in enkele tabellen een benadering van de opwekkingsrendementen aangegeven met als uitgangspunt de gegevens volgens EPN en toepasbaar voor de praktijkomrekenfactor.

Conclusie m.b.t. de berekening van de vaste kosten met de Vestin-methode:

- De vaste tarieven zoals door Vestin berekend zijn NMD.

Conclusies m.b.t. de berekening van de variabele kosten met de Vestin-methode:

- Vestin past de rendementsmethode toe.
- Door weging van de opwekkingsrendementen voor ruimteverwarming en voor warm tapwater heeft Vestin een gemiddeld opwekkingsrendement bepaald voor de omrekening van warmte- naar gasverbruik. Deze waarde gebruikt Vestin voor het bepalen van de door Vestin gehanteerde praktijkomrekenfactor: de hoeveelheid aardgas die nodig is om 1 GJ warmte voor ruimteverwarming en warm tapwater te genereren met gangbare CV ketels bij een gemiddeld voorkomende verhouding van warmtevraag voor ruimteverwarming en warm tapwater. In 1985 kwam Vestin tot een praktijkomrekenfactor van 44,43 m³ aardgas per GJ. Met deze praktijkomrekenfactor en met de aardgasprijs wordt de warmteprijs verkregen. Deze methode levert dus een warmteprijs die gebaseerd is op praktijkmetingen. Deze warmteprijs is GAA, en dus NMD. De variabele tarieven (warmteprijs) zoals door Vestin berekend voldoen derhalve aan het NMD-principe.
- Berekening en indexering van de warmteprijs op basis van de EPN leidt in de huidige tijd tot hogere rendementen en hogere omrekeningsfactoren ten opzichte van het Vestin-resultaat van 1985 (en dus minder m³ aardgas per GJ warmte). Dit wordt o.a. veroorzaakt door de voortschrijding van de ontwikkeling van HR-ketels.
- Als we de Vestin-methode indexeren naar de huidige tijd op basis van de EPN, dan zou op dit moment het opwekkingsrendement (gewogen voor ruimteverwarming en warm tapwater) ca. 0,84 zijn¹, een relatieve verbetering van ca. 30% ten opzichte van de 0,64 van Vestin uit 1985. Dit zou dus leiden tot significant lagere warmteprijzen. In 1985 kwam Vestin tot een praktijkomrekenfactor van 44,43 m³ aardgas per GJ. De indexering op basis van de EPN leidt tot een praktijkomrekenfactor van 33,719 m³ aardgas per GJ (voor SV-systemen zonder afleverset) resp. 31,776 m³ aardgas per GJ (voor SV-systemen met afleverset).²
- Berekening van de warmteprijs kan momenteel het best gebaseerd worden op de EPN als het gaat om opwekkingsrendementen en praktijkomrekenfactoren. Hiermee worden effecten door voortschrijding van techniek en berekeningsmethoden zoveel mogelijk gevolgd. Voor de indexering van de aardgasprijs kunnen de CBS index cijfers worden gevolgd.

¹ Voor HR 104 systemen

² Uitgaande van HR 104 systemen als referentie.

3 Tarief-aanbeveling EnergieNed¹

De vraagstelling ten aanzien van de tarief-aanbeveling van EnergieNed luidt als volgt:

- a) Leidt de toepassing van de tarief-aanbeveling van EnergieNed tot warmtetarieven die voldoen aan het NMD-principe?
- b) Zo nee, waarom niet?

Het antwoord op de eerste vraag luidt: nee.

Het antwoord op de tweede (door het antwoord op de eerste vraag geactiveerde) vraag wordt in onderstaande paragrafen 3.1, 3.2, 3.3 en 3.4 behandeld.

3.1 Algemene kenmerken van de EnergieNed methode

EnergieNed brengt ieder jaar een tariefsadvies uit aan haar leden. Dit tariefsadvies is te downloaden van de EnergieNed site (www.energiened.nl)

Enkele algemene kenmerken van het tarief advies van EnergieNed:

- De geadviseerde tarieven zijn voor het vaste en variabele deel van de levering onderling geheel onafhankelijk.
- Het tariefsadvies voor het vaste tarief is gebaseerd op traceerbare (boekhoud)regels en transparante aannamen.
- Het tariefsadvies voor het variabele tarief is gebaseerd op het marktwaarde principe. Hierbij wordt het warmtetarief berekend op basis van een steekproef SV woningen en een steekproef GD woningen.
- Het tariefsadvies wordt –in ieder geval tot en met 2006 – jaarlijks aangepast.

3.2 Het advies voor het vaste (geheel afname-onafhankelijke) tarief voor warmtelevering van EnergieNed

Het vaste deel van het tarief voor SV-woningen bestaat uit:

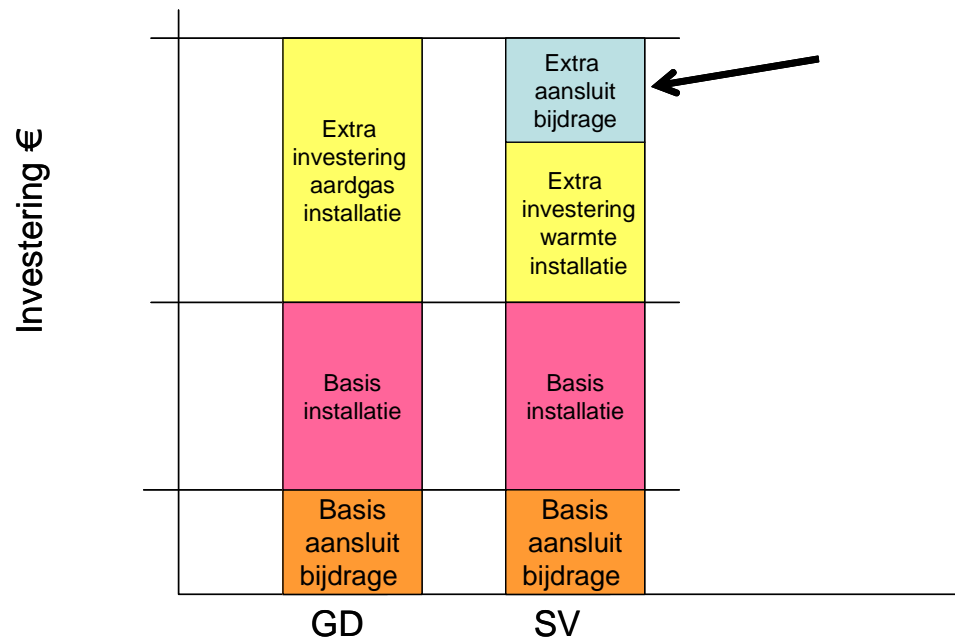
- Eenmalige kosten:
 - aansluitbijdrage voor de GD woning
 - een extra aansluitbijdrage
 - (eventueel) een zgn. rentabiliteitsbijdrage

¹ Voor dit rapport hebben wij het EnergieNed-advies 2006 gebruikt. De methode van EnergieNed is evenwel door de jaren heen niet structureel gewijzigd.

- Het jaarlijks vastrecht. Dit vastrecht is vervolgens in te delen in de volgende subposten:
 - een basis vastrecht bedrag dat gelijk is aan het vastrecht voor aardgas
 - kosten uitgespaard onderhoud CV-ketel (verschil in onderhoudskosten SV – GD)
 - verschillen in levensduur: resultaat van het gelijkstellen van de jaarlijkse kapitaalslasten van de GD- en de SV-installatie.

De eenmalige kosten

De eenmalige aansluitbijdrage voor SV-woningen wordt opgebouwd uit de standaard-aansluitbijdrage zoals die geldt voor GD-woningen plus een extra aansluitbijdrage gebaseerd op het verschil tussen de noodzakelijke investeringen voor een SV- en een GD-installatie. Op basis van aangenomen bedragen voor installatiecomponenten van zowel GD- als SV-installaties (EnergieNed geeft hiervoor geen referentie) volgt de extra aansluitbijdrage als aangegeven in Figuur 1.



Figuur 1 Vergelijk investeringsniveau GD en SV installaties voor de eigenaar van de woning.
De extra aansluitbijdrage (EAB) volgt uit het gelijktrekken van beide investeringen

De basis aansluitbijdrage van de SV-woning (datgene wat voor de aansluiting van de woning aan de warmteleverancier/netbeheerder wordt afgedragen) is gelijk aan die van de GD-woning. Dit geldt ook voor de basisinstallatie, dat zijn die installatiedelen die voor beide installaties gelijk zijn (o.a. radiatoren, leidingen). De investering die door de SV-bewoner moet worden gedaan in de 'eigen' installatie is lager dan die door de GD-bewoner moet worden gedaan. In de EnergieNed-methode worden de investeringen in GD en SV gelijkgetrokken door het invoeren van de extra aansluitbijdrage.

NB In deze rekenmethode heeft de extra aansluitbijdrage van de SV-woning dus niets te maken met de investeringen die het SV-bedrijf moet doen om SV-systemen aan te leggen. De extra aansluitbijdrage volgt - uitsluitend - uit het gelijktrekken van de investeringen die de SV- en de GD-woningen moeten verrichten.

In sommige gevallen wordt de extra aansluitbijdrage verhoogd met een zogenaamde rentabiliteitsbijdrage. Hierin is verwerkt dat er bij nieuwbouwwoningen minder in de woning zelf geïnvesteerd hoeft te worden om een zekere EPC waarde te halen. Dit laatste wordt veroorzaakt door de hoge (forfaitaire) opwekkingsrendementen van warmte voor SV woningen die in de EPN worden aangehouden [literatuur, 7]. De rentabiliteitsbijdrage is omstreden en wordt lang niet altijd toegepast. Het is duidelijk dat het realiseren van eenzelfde EPC waarde door het toepassen van minder isolatie – de basis voor de rentabiliteitsbijdrage – in het nadeel is van de SV-woning omdat deze dan meer warmte gaat gebruiken die uiteraard ook betaald moet worden. De rentabiliteitsbijdrage blijft hier verder buiten beschouwing.

Het jaarlijks vastrecht

Vervolgens worden ook de jaarlijkse kosten van de installaties (GD en SV) aan elkaar gelijk gesteld. Het resulterende verschil in jaarlijkse vaste kosten worden de ‘vermeden’ kosten genoemd. Deze vermeden kosten worden in de EnergieNed-methode aan de SV-bewoner in rekening gebracht onder de noemer ‘vastrecht’. Figuur 2 geeft aan hoe dit plaatsvindt.

De GD-woning betaalt jaarlijks (a) vastrecht voor zijn gasaansluiting en (b) onderhoudskosten voor zijn CV-installatie, daarnaast schrijft hij (c) af op zijn CV-installatie.

De SV-woning betaalt jaarlijks (a) (geringe) onderhoudskosten voor zijn eigen SV-installatie, daarnaast schrijft hij (b) af op zijn SV-installatie en betaalt (c) rente en aflossing over zijn extra aansluitbijdrage. Deze laatste post ontstaat door het feit dat hij een extra aansluitbijdrage heeft moeten betalen, waar geen investering en dus geen afschrijving tegenover staat.¹

De vermeden kosten worden door EnergieNed opgebouwd uit:

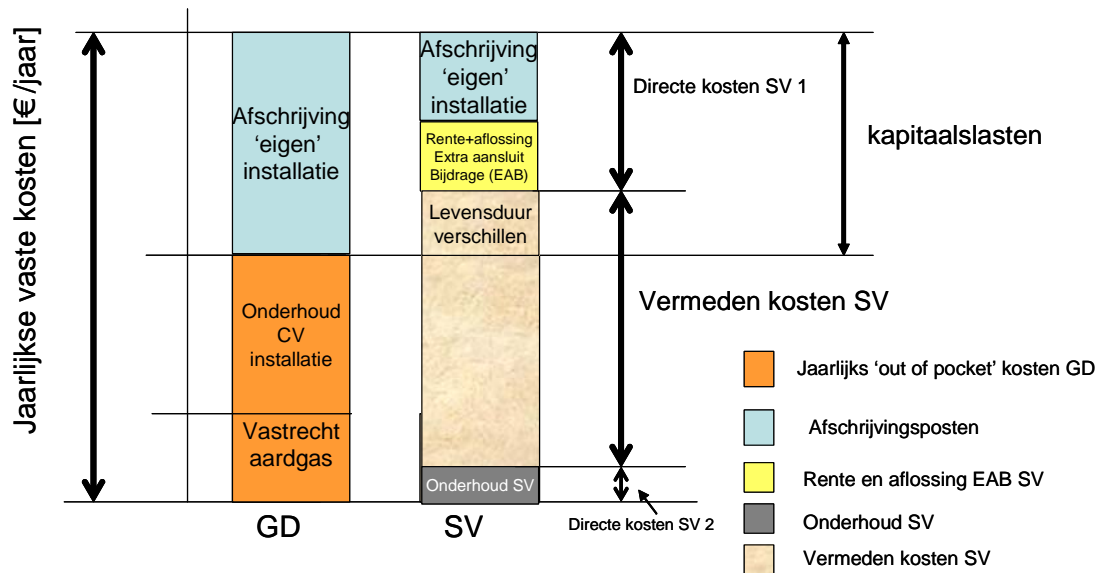
1. Vastrecht voor aardgas
2. Kosten onderhoud CV ketel – Kosten onderhoud SV installatie
3. Levensduurverschillen

Ad 1: De kosten van het vastrecht voor aardgas zijn te ontlenen aan de door de lokale netbeheerder vastgestelde tarieven. Deze tarieven kunnen van regio tot regio en van netbeheerder tot netbeheerder verschillen.

Ad 2: Daarnaast spaart de SV-woning onderhoud uit aan zijn gasketel: hij heeft deze immers niet. Er wordt hier uitgegaan van de situatie dat de warmteleverancier alle onderhoud van de installatie voor zijn rekening neemt. Hiervoor wordt door EnergieNed een bedrag van €90 aangehouden. De SV-woning heeft volgens EnergieNed €16 per jaar aan onderhoudskosten, voornamelijk voor de thermostatische radiatorafsluiters en/of de ruimtethermostaat.

¹ Dit zijn dus de (periodieke) financieringskosten van de (eenmalige) extra aansluitbijdrage.

Ad 3: Omdat na doorberekening van vermeden kosten en afschrijvingen nog steeds een verschil resteert tussen tussen SV en GD op te heffen, wordt tenslotte een post 'levensduurverschillen' opgenomen, waarin tot uitdrukking komt dat de jaarlijkse kapitaalslasten ten gevolge van de investeringen niet gelijk zijn, maar gelijk worden getrokken vanwege GAA.



Figuur 2 Vergelijk jaarlijkse vaste kosten GD en SV installaties voor de eigenaar van de woning. De vermeden kosten voor de SV woning volgen uit het gelijktrekken van de jaarlijkse kosten. N.B. het gaat hier uitsluitend om de kosten die ten laste komen van de eindgebruiker.

Onderstaand rekenschema geeft de rekenresultaten voor het advies van 2006 weer (in euro, excl. BTW)

NB Alle bedragen in € en excl BTW

SV bewoner is eigenaar warm tapwater installatie

Rente 0.08

Prijs CV ketel HR combi CW3 1617.65

levensduur CV ketel 15.00

Omschrijving CV installatie (aardgas)	Invest. (€)	Afschr (jr)	Jaarlast (€)	Omschrijving WD in	Invest. (€)	Afschr (jr)	Jaarlast (€)
Radiatorafsluiters, -knoppen en blindstoppen	401.33	20	40.88	Thermostaatkranen	476.99	20	48.58
CV HR combi (incl WW op CW 3 niveau)	1617.65	15	188.99	isolatie	138.73	30	12.32
Koudwater aansluiting	27.83	30	2.47	Vul-, aftapkraan	52.36	30	4.65
dakdoorvoerset + alu pijpen	130.46	30	11.59	Elektriciteitsaansluit	92.46	30	8.21
Gasleiding en gaskraan	204.72	30	18.18	Plaatsing warmwater	80.49	15	9.40
Thermostaatleiding	66.30	30	5.89	Warm water apparaat	526.80	15	61.55
kamerthermostaat	75.70	15	8.84	Koudwateraansluiting	48.99	30	4.35
Voeding 220 V met doos	102.88	30	9.14	10 % aannemersmar	141.68	30	12.59
Expansievat	103.05	15	12.04	Totaal	1558.50	0	161.66
T-stuk voor expansievat	25.23	30	2.24				
Vulslang	8.49	30	0.75				
Condensafvoer voor HR ketel	102.42	30	9.10				
10 % aannemersmarge	286.61	30	25.46				
Totaal	3152.67	0	335.57				

Investering	GD	WD	Jaarlast GD	Jaarlast WD
Investering	3152.67	1558.50	335.57	161.66
Extra aansluitbijdrage		1594.16		141.61
levensduurverschillen				32.31
Totaal	3152.67	3152.67	335.57	335.57

Vastrecht Kostenvergelijking Totaal	WD	ref GD
Afschrijving installatie	161.66	335.57
Rente +aflossing extra aansluitbijdrage WD (30j)	141.61	0.00
Correctie levensduurverschillen	32.31	0.00
Totale kapitaalslasten ex BTW	335.57	335.57
Onderhoud	90.00	90.00
Totaal	425.57	425.57
afschrijving eigen installatie	-161.66	-335.57
rentevergoeding	-141.61	
onderhoud	-16.00	-90.00
Extra vaste kosten (excl vastrecht aardgas)		
Aan energieleverancier te betalen	106.31	0.00

Hieruit resulteert een aansluitbijdrage en een extra vastrecht ten opzichte van een op aardgas aangesloten woning.

Met dit rekenmodel kan ook weergegeven worden wat de invloed is van wijzigingen. In het onderstaande rekenschema wordt ervan uitgegaan dat de bewoner de afleverset niet zelf aanschaft, maar dat het warmtebedrijf dit doet. Uit onderstaand schema blijkt, dat het vastrecht in dat geval 17 euro per jaar 'mag' stijgen¹ (c.q. als "huur" voor de afleverset in rekening kan worden gebracht). De aansluitbijdrage stijgt echter ook, van 1.594 tot 2.262 euro per jaar.

¹ Zie in beide schema's onder "Investering", regel "levensduurverschillen", laatste kolom: "Jaarlast WD". Bij een afleverset die niet eigendom is, bedraagt deze 49,32 euro en bij wel in eigendom 32,31 euro. Het verschil is dus (49,32 – 32,31 =) 17 euro.

Prijs CV ketel HR combi CW3		1617.65					
levensduur CV ketel		15.00					
Omschrijving CV installatie (aardgas)	Invest. (€)	Afschr (jr)	Jaarlast (€)	Omschrijving WD in	Invest. (€)	Afschr (jr)	Jaarlast (€)
Radiatorafsluiters, -knoppen en blindstoppen	401.33	20	40.88	Thermostaatkranen	476.99	20	48.58
CV HR combi (incl WW op CW 3 niveau)	1617.65	15	188.99	Isolatie	138.73	30	12.32
Koudwater aansluiting	27.83	30	2.47	Vul-, aftapkraan	52.36	30	4.65
dakdoorvoerset + alu pijpen	130.46	30	11.59	Elektriciteitsaansluiti	92.46	30	8.21
Gasleiding en gaskraan	204.72	30	18.18	Plaatsing warmwater	0.00	15	0.00
Thermostaatleiding	66.30	30	5.89	Warm water apparaat	0.00	15	0.00
kamerthermostaat	75.70	15	8.84	Koudwateraansluiting	48.99	30	4.35
Voeding 220 V met doos	102.88	30	9.14	10 % aannemersmar	80.95	30	7.19
Expansievat	103.05	15	12.04	Totaal	890.48	0	85.31
T-stuk voor expansievat	25.23	30	2.24				
Vulslang	8.49	30	0.75				
Condensatvoer voor HR ketel	102.42	30	9.10				
10 % aannemersmarge	286.61	30	25.46				
Totaal	3152.67	0	335.57				

Investering	GD	WD	Jaarlast GD	Jaarlast WD
investering	3152.67	890.48	335.57	85.31
Extra aansluitbijdrage		2262.18		200.84
levensduurverschillen				49.32
Totaal	3152.67	3152.67	335.57	335.57

Vastrecht Kostenvergelijking Totaal		
	WD	ref GD
Afschrijving installatie	85.31	335.57
Rente +aflossing extra aansluitbijdrage WD (30 j)	200.94	0.00
Correctie levensduurverschillen	49.32	0.00
Totale kapitaalslasten ex BTW	335.57	335.57
Onderhoud	90.00	90.00
Totaal	425.57	425.57
afschrijving eigen installatie	-85.31	-335.57
rentevergoeding	-200.94	
onderhoud	-16.00	-90.00
Extra vaste kosten (excl vastrecht aardgas)		
Aan energieleverancier te betalen	123.32	0.00

Met dit voorbeeld is aangetoond dat de extra aansluitbijdrage volgt uit het investeringsverschil van de gebruiker in zijn installatie.

Opmerkingen bij de rekenstructuur:

- De methode berekent de exacte GAA-kosten (van SV t.o.v. GD). De informatie over de manier waarop de (kosten)parameters gekozen zijn is echter niet helder. Het probleem is dat deze referentiekosten afhankelijk zijn van zeer vele factoren (merk CV-ketel, schaal van installatie, conjunctuur, etc., etc.).
- De methode is op zichzelf consistent, correct en transparant. Uit de rekenstructuur volgt ook dat, indien de aansluitbijdrage afwijkt van de geadviseerde aansluitbijdrage, dit leidt tot een andere post voor levensduurverschillen.
- De aansluitbijdrage heeft invloed op het vastrecht. Volgens bovenstaand rekenmodel moet de aansluitbijdrage tot €2.791 stijgen om het extra vastrecht tot op €0 te krijgen. In dat geval zijn de investeringen uiteraard niet gelijk. De post correctie levensduurverschillen wordt dan - €74.
- Bij een aansluitbijdrage van 0 € wordt het extra vastrecht: €247,92 en de post levensduurverschillen: €173,92. Ook in dat geval zijn de investeringen niet gelijk.

- Het is wel voorgekomen dat projectontwikkelaars een lagere extra aansluitbijdrage bedingen dan de geadviseerde extra aansluitbijdrage. Dit leidt volgens dit rekenmodel tot een hogere post levensduurverschillen en dus tot een hoger vastrecht. Dit is echter in het nadeel van de eigenaar van de woning, omdat de rentekosten van de aansluitbijdrage fiscaal aftrekbaar zijn en de vastrechtkosten niet.
- Als SV-bedrijven huur – bijvoorbeeld voor de afleverset - in rekening brengen, dan dient dit volledig in de NMD-rekenstructuur te worden opgenomen. Indien de bewoner bijvoorbeeld het doorstroomapparaat huurt, dan neemt de investering in de ‘eigen’ installatie van de SV-woning af waardoor de extra aansluitbijdrage stijgt. Ook stijgt de post levensduurverschillen en dus de vermeden kosten.

De hoogte van eventueel in rekening gebrachte huurkosten worden dus uitsluitend bepaald door de geringere investeringen die hij in zijn ‘eigen’ SV installatie heeft verricht.

Opmerking bij de gekozen parameters:

- De door EnergieNed gehanteerde aanschaf- en installatiekosten en de kapitaalslasten van een CV-ketel lijken hoog ten opzichte van marktaanbieders zoals Feenstra (onderdeel van Nuon) die voor individuele gebruikers aanbieden [literatuur, 5].
- Dit laatste kan uiteraard ook gelden voor de extra componenten die in een SV-installatie worden aangebracht. Hierover zijn moeilijk cijfers te verkrijgen.
- De aanschafkosten van CV-ketels die in collectieve projecten (o.a. woningcorporaties) worden aangebracht zijn veelal lager dan die van individuele CV-installaties.
- De levensduur van de CV- ketel van 15 jaar is aan de korte kant (door woningcorporaties wordt vaak een langere levensduur aangehouden, tot wel 25 jaar).
- De rentevergoeding voor de aansluitbijdrage is vastgesteld op 8%. Dit is een relatief hoge waarde. Omdat er over de extra aansluitvergoeding ook rente wordt vergoed blijkt het rekenmodel betrekkelijk ongevoelig te zijn voor renteverschuivingen, indien de post correctie i.v.m. levensduurverschillen niet te groot is.

Conclusies m.b.t. de berekening van de vaste kosten volgens de EnergieNed-methode:

- Gesteld kan worden dat de methodiek die ten grondslag ligt aan het onderdeel "vaste kosten" uit het tariefsadvies van EnergieNed op zichzelf juist en transparant is. Bij invulling van de 'juiste' parameters zou dit ook tot het juiste tarief voor het vastrecht leiden.
- De parameters die EnergieNed hanteert zijn echter hoger dan de reële marktтарieven. Dit is niet conform NMD. Bovendien is de gehanteerde ketellevensduur (15 jaar) aan de korte kant (door woningcorporaties wordt vaak een langere levensduur aangehouden, tot wel 25 jaar).
- De hoogte van eventuele huurkosten van het afleverset wordt volledig bepaald door de investeringen die de SV-woning heeft uitgespaard.

3.3 Het advies voor het variabele (geheel afnameafhankelijke) tarief voor warmtelevering van EnergieNed

Voor de variabele warmtekosten (de warmteprijs in €/GJ) gaat EnergieNed uit van het marktwaardeprincipe [literatuur 4]. Het marktwaardeprincipe werkt als volgt: de totale energiekosten van steekproefwoningen die aangesloten zijn op warmtedistributie worden gelijk gesteld aan een steekproef van "vergelijkbare" woningen die aangesloten zijn op gasdistributie. De woningen uit de steekproef dateren van 1976 tot heden.

De beide steekproeven (voor het jaar 2006)¹ werden getoetst aan vier aspecten namelijk:

- Huurder/eigenaar
- Bouwjaar woning
- Woningtype
- Aanwezigheid grote elektrische apparaten

De resultaten komen tot stand door het telefonisch enquêteren van bewoners. De aspecten verschillen per steekproef. Zo zijn er bij de gaswoningen veel meer vrijstaande en oudere woningen en minder rijtjeswoningen dan bij de warmtewoningen.

In de EnergieNed-methode wordt getracht de resultaten van beide steekproeven vervolgens zoveel mogelijk vergelijkbaar te maken door de steekproeven te corrigeren voor genoemde variabelen. Dus: zoveel mogelijk gelijke percentages huurders, gelijke percentages vrijstaande woningen, gelijke percentages grote elektrische apparaten, etc.

Opmerking

Het is opvallend dat het marktwaarde-onderzoek suggereert dat de energieverbruiken (gas of warmte) tussen een aardgaswoning en een warmtedistributiewoning onderling sterk zouden verschillen. EnergieNed rekent met een gemiddeld gasverbruik van 1.443

¹ Bron: EnergieNed Tariefsadvies 2006 [literatuur 4].

m^3 ¹ per jaar voor GD woningen en een gemiddeld warmteverbruik van 35,58 GJ per jaar voor SV woningen. Ter vergelijking: de stookwaarde (OW) van 1.443 m^3 aardgas bedraagt 45,67 GJ. Dit is 28% méér dan het door EnergieNed genoemde warmtegebruik van SV woningen (35,58 GJ). Doordat het verschil in gebruik aan elektriciteit zeer gering is, resulteert dit in een warmteprijs die ongeveer 28% hoger is dan de equivalente aardgasprijs.

EnergieNed bepaalt de warmteprijs (voor het jaar 2006) aan de hand van de volgende formule:

$$\text{Warmteprijs}\left(\frac{\text{euro}}{\text{GJ}}\right) = \frac{(1443 \times \text{gasprijs}) + (4263 - 4195) \times \text{elektriciteitsprijs}}{35,58 \text{GJ}}$$

Hierin is:

1443 = gemiddeld gasverbruik (m^3) jaar in 2005

4263 = gemiddeld elektriciteitsverbruik (kWh) gasdistributiewoningen in 2005

4195 = gemiddeld elektriciteitsverbruik (kWh) warmtedistributiewoningen in 2005

35,58 = gemiddeld warmteverbruik in GJ van warmtedistributiewoningen in 2005

Opmerking

De Algemene Rekenkamer constateert dat de totstandkoming van de warmteprijs per GigaJoule niet transparant en in sommige opzichten niet betrouwbaar is [literatuur 13, pagina 8]. Dit wordt volgens de Algemene Rekenkamer veroorzaakt (a) door het feit dat niet alle variabelen die EnergieNed aanhoudt significant zijn voor het aardgasverbruik², en (b) doordat EnergieNed uitgaat van het feit dat bijna 100 % van de gaswoningen over een HR-ketel zou beschikken. De Algemene Rekenkamer constateert echter dat dit in werkelijkheid slechts 73 % is.

Waarschijnlijk heeft dit geleid tot de situatie dat in de Warmtewet de rendementsmethode wordt toegepast, en niet de marktwaarde methode [literatuur 3, artikel 4.1].

Hanteren van het marktwaardeprincipe heeft vier bezwaren:

- Een controle op werkelijk afgegeven hoeveelheden warmte in de steekproefwoningen is met de toegepaste onderzoekstechniek (telefonische enquêtes) niet mogelijk. Omdat bij de uitvoering van het onderzoek geen rekening wordt gehouden met de isolatiegraad, het verliesoppervlak en het gebruiksoppervlak van de woningen – dominante factoren voor het energieverbruik van een woning - kan ook niet gecontroleerd worden of de woningen uit de steekproeven wat betreft warmtegebruik gelijk zijn.
- Het marktwaardeprincipe gaat er stilzwijgend vanuit dat woningen, afgifte-installaties en bewonersgedrag voor beide populaties volledig identiek zijn. Zoals gezegd is dat niet het geval [literatuur 6].
- Aangezien beide populaties verschillen wat betreft grootte en isolatiegraad (NB: hoofdparameters van de EPN-methode) is niet duidelijk hoe hier representatieve steekproeven uit genomen kunnen worden.

¹ Bij de marktwaardemethode wordt gebruik gemaakt van afgelezen gasmeterstanden. Dit zijn derhalve bedrijfskubieke meters en geen normaal kubieke meters (m_0^3).

² Vanwege (a) zijn correcties op de geconstateerde metingen niet mogelijk.

- Een bewoner van een nieuwe woning zal bij 'niet meer dan anders' verwachten dat 'niet meer dan anders' bereikt wordt met de laatste stand der techniek met betrekking tot HR-ketels ('nieuw op nieuw'), ook al omdat zijn vaste kosten ook op die basis (moderne HR-ketel) worden berekend. Bij toepassing van het marktwaarde-principe wordt zijn warmteprijs echter bepaald door de efficiency van een populatie van bestaande aardgaswoningen met (deels) verouderde aardgas-technologie.

Het belangrijkste alternatief voor de marktwaardemethode om de warmteprijs te berekenen is de rendementsmethode. De rendementsmethode (die conform NMD is) blijkt in de praktijk steeds tot lagere warmteprijsen te leiden dan de marktwaarde-methode. [literatuur 9,10,11] Deze methode is reeds door Vestin toegepast, zie hoofdstuk 2.

Wanneer uitsluitend warmte voor ruimteverwarming wordt afgenomen past EnergieNed een correctie op de warmteprijs toe. Dit omdat het gemiddeld rendement (terminologie: EnergieNed) voor warm tapwater in de praktijk lager is dan het gemiddeld rendement voor ruimteverwarming. Voor de berekening van dit verschil gebruikt EnergieNed de rendementsmethode, zie [literatuur 4 bijlage 2].

Waarom voor deze correctie de rendementsmethode wordt gebruikt is niet duidelijk. Ook is niet duidelijk waarom EnergieNed de warmteprijs voor gecombineerde opwekking van warm tapwater en ruimteverwarming niet op de rendementsmethode baseert en deze rendementsmethode wel gebruikt om het verschil in warmteprijs tussen gecombineerde systemen (ruimteverwarming en warm tapwater) en systemen voor uitsluitend ruimteverwarming te berekenen.

De Warmtewet gaat uit van de rendementsmethode om het maximumtarief voor warmte te berekenen [literatuur 3, artikel 4.1]. Op dit moment is niet duidelijk welke referentie hiervoor genomen wordt. Een keuze voor de EPN zou voor de hand liggen gezien het feit dat het voldoen aan de voorgeschreven EPC waarde een voorwaarde is voor het verkrijgen van een bouwvergunning.

Conclusies m.b.t. de berekening van de variabele kosten volgens de EnergieNed-methode:

- De marktwaardemethode zoals toegepast door EnergieNed blijkt tot onverklaarbare warmtetarieven te leiden die "Meer Dan" zijn.
- Controle op de gelijkheid van de door EnergieNed bij de uitwerking van de marktwaardemethode toegepaste steekproeven is praktisch onmogelijk, zeker gezien het feit dat beide populaties op hoofdparameters (grootte van de woning en isolatiegraad) sterk van elkaar verschillen.
- De rendementsmethode (die conform NMD is) blijkt in de praktijk steeds tot lagere warmteprijsen te leiden dan de marktwaardemethode.

4 Conclusies

Conclusie m.b.t. de berekening van de vaste kosten met de Vestin-methode:

- De vaste tarieven zoals door Vestin berekend zijn NMD.

Conclusies m.b.t. de berekening van de variabele kosten met de Vestin-methode:

- Vestin past de rendementsmethode toe.
- Door weging van de opwekkingsrendementen voor ruimteverwarming en voor warm tapwater heeft Vestin een gemiddeld opwekkingsrendement bepaald voor de omrekening van warmte- naar gasverbruik. Deze waarde gebruikt Vestin voor het bepalen van de door Vestin gehanteerde praktijkomrekenfactor: de hoeveelheid aardgas die nodig is om 1 GJ warmte voor ruimteverwarming en warm tapwater te genereren met gangbare CV ketels bij een gemiddeld voorkomende verhouding van warmtevraag voor ruimteverwarming en warm tapwater. In 1985 kwam Vestin tot een praktijkomrekenfactor van 44,43 m³ aardgas per GJ. Met deze praktijkomrekenfactor en met de aardgasprijs wordt de warmteprijs verkregen. Deze methode levert dus een warmteprijs die gebaseerd is op praktijkmetingen. Deze warmteprijs is GAA, en dus NMD. De variabele tarieven (warmteprijs) zoals door Vestin berekend voldoen derhalve aan het NMD-principe.
- Berekening en indexering van de warmteprijs op basis van de EPN leidt in de huidige tijd tot hogere rendementen en hogere omrekeningsfactoren ten opzichte van het Vestin-resultaat van 1985 (en dus minder m³ aardgas per GJ warmte). Dit wordt o.a. veroorzaakt door de voortschrijding van de ontwikkeling van HR-ketels.
- Als we de Vestin-methode indexeren naar de huidige tijd op basis van de EPN, dan zou op dit moment het opwekkingsrendement (gewogen voor ruimteverwarming en warm tapwater) ca. 0,84 zijn¹, een relatieve verbetering van ca. 30% ten opzichte van de 0,64 van Vestin uit 1985. Dit zou dus leiden tot significant lagere warmtepreizen. In 1985 kwam Vestin tot een praktijkomrekenfactor van 44,43 m³ aardgas per GJ. De indexering op basis van de EPN leidt tot een praktijkomrekenfactor van 33,719 m³ aardgas per GJ (voor SV-systemen zonder afleverset) resp. 31,776 m³ aardgas per GJ (voor SV-systemen met afleverset).²
- Berekening van de warmteprijs kan het best gebaseerd worden op de EPN als het gaat om opwekkingsrendementen en praktijkomrekenfactoren. Hiermee worden effecten door voortschrijding van techniek en berekeningsmethoden zoveel mogelijk gevolgd. Voor de indexering van de aardgasprijs kunnen de CBS index cijfers worden gevolgd.

¹ Voor HR 104 systemen

² Uitgaande van HR 104 systemen als referentie.

Conclusies m.b.t. de berekening van de vaste kosten volgens de EnergieNed-methode:

- Gesteld kan worden dat de methodiek die ten grondslag ligt aan het onderdeel "vaste kosten" uit het tariefsadvies van EnergieNed op zichzelf juist en transparant is. Bij invulling van de 'juiste' parameters zou dit ook tot het juiste tarief voor het vastrecht leiden.
- De parameters die EnergieNed hanteert zijn echter hoger dan de reële markttarieven. Dit is niet conform NMD. Bovendien is de gehanteerde ketellevensduur (15 jaar) aan de korte kant (door woningcorporaties wordt vaak een levensduur van 25 jaar aangehouden).
- De hoogte van eventuele huurkosten van het afleverset wordt volledig bepaald door de investeringen die de SV-woning heeft uitgespaard.

Conclusies m.b.t. de berekening van de variabele kosten volgens de EnergieNed-methode:

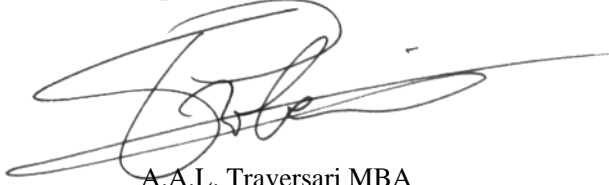
- De marktwaardemethode zoals toegepast door EnergieNed blijkt tot onverklaarbare warmtetarieven te leiden die "Meer Dan" zijn..
- Controle op de gelijkheid van de door EnergieNed bij de uitwerking van de marktwaardemethode toegepaste steekproeven is praktisch onmogelijk, zeker gezien het feit dat beide populaties op hoofdparameters (grootte van de woning en isolatiegraad) sterk van elkaar verschillen.
- De rendementsmethode (die conform NMD is) blijkt in de praktijk steeds tot lagere warmtepreizen te leiden dan de marktwaardemethode.

5 Literatuur

- [1] Contract gemeente Almere en PGEM, 12 juli 1990.
- [2] Vestin-rapport: Adviestarief voor de levering van warmte aan kleinverbruikers, april 1985.
- [3] Warmtewet, juli 2008.
- [4] Tariefsadvies voor de levering van warmte aan kleinverbruikers 2006, 2005-58, december 2005, EnergieNed.
- [5] Website firma Feenstra, www.feenstra.com.
- [6] Basisonderzoek Warmtelevering Kleinverbruikers, 2003, juli 2004 EnergieNed.
- [7] NEN 5128, energieprestatie van woonfuncties en woongebouwen – bepalingmethode, 2004, incl. aanvullingen (2008).
- [8] Artikelen TNO, "Een redelijke prijs voor warmte", deel I en II, Verwarming en ventilatie, 2005.
- [9] Toetsing van het NMDA principe in de wijk Oosterheem te Zoetermeer, TNO rapport R 2004/531, december 2004.
- [10] Toetsing van het NMDA principe in de wijk Ypenburg te Den Haag, TNO rapport 2006-A-R0249-B.
- [11] Onderzoek warmtetarieven stadsverwarming Almere, TNO rapport R2003/191.
- [12] Stadsverwarming, Rapport Algemene Rekenkamer, 30150, 2005.
- [13] Tariefsstelling stadsverwarming, rapport Algemene Rekenkamer, 24 april 2007.

6 Ondertekening

Apeldoorn, 11 mei 2009

A large, stylized handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke extending to the right.

A.A.L. Traversari MBA
Afdelingshoofd

TNO Bouw en Ondergrond

A smaller, more compact handwritten signature in black ink, featuring a prominent loop and a horizontal stroke.

G.J. Afink
Auteur

1 Praktijkomrekenfactor

Rendementsgegevens CV:

rendementsgegevens			
	Vestin	HR100	HR104
cv-rendement	0,705	0,9	0,925
taprendement	0,45	0,675	0,675

Uitgangspunten rendementen

Berekening jaar taprendement CV:

Correctiefactor voor opwekkingsrendement ind. Gastoestellen

ctap	Q _{beh,tap;bruto} MJ					HR/CW 0,6 (ctap x taprendement)					HR _{ww} 0,675 (ctap x taprendement)				
	<2000	6500	9000	11500	>14500	<2000	6500	9000	11500	>14500	<2000	6500	9000	11500	>14500
klasse 1(CW-1)	1	1	1	1	1	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6750	0,6750	0,6750	0,6750	0,6750
klasse 2(CW-2)	0,72	0,9	1	1	1	0,4320	0,5400	0,6000	0,6000	0,6000	0,4860	0,6075	0,6750	0,6750	0,6750
klasse 3(CW-3)	0,72	0,85	0,925	1	1	0,4320	0,5100	0,5550	0,6000	0,6000	0,4860	0,5738	0,6244	0,6750	0,6750
klasse 4(CW-4-6)	0,68	0,8	0,867	0,933	1	0,4080	0,4800	0,5202	0,5598	0,6000	0,4590	0,5400	0,5852	0,6298	0,6750

gemiddelde over CW3 0,5550 Q_{beh,tap;bruto}

gemiddelde over CW3 en CW4 0,5375 6500-11500

gemiddelde over CW4 0,5200

0,6244 Q_{beh,tap;bruto}

0,6047 6500-11500

0,5535

Gemiddeld opwekkingsrendement (HR100):

HR/CW

cv-rendement 0,9

taprendement 0,5375

Qtotaal GJ/jaar	Warmtapwater GJ/jaar			
	6	7	8	9
30	0,7930	0,7776	0,7628	0,7485
35	0,8067	0,7930	0,7798	0,7670
40	0,8173	0,8050	0,7930	0,7814
45	0,8257	0,8145	0,8036	0,7930
50	0,8326	0,8224	0,8123	0,8026
55	0,8383	0,8289	0,8196	0,8105
	0,8190	0,8069	0,7952	0,7839

gemiddeld 0,8012

Dit leidt tot een praktijkomrekenfactor van $1000 / (35,17 * 0,8012) = 35,487 \text{ m}_0^3/\text{GJ}$ bij een opwekkingsrendement van 1 voor SV systemen.

Gemiddeld opwekkingsrendement (HR 104):

HRww	
cv-rendement	0,925
taprendemet	0,6047

Qtotaal GJ/jaar	Warmtapwater GJ/jaar			
	6	7	8	9
30	0,8364	0,8233	0,8105	0,7982
35	0,8480	0,8364	0,8251	0,8141
40	0,8569	0,8465	0,8364	0,8265
45	0,8640	0,8546	0,8454	0,8364
50	0,8697	0,8611	0,8527	0,8445
55	0,8745	0,8666	0,8588	0,8512
	0,8582	0,8481	0,8382	0,8285

gemiddeld 0,8432

Dit leidt tot een praktijkomrekenfactor van $1000/(35,17 \cdot 0,8432) = 33,719 \text{ m}_0^3/\text{GJ}$ bij een gemiddeld opwekkingsrendement van 1 voor SV systemen.

Gemiddeld opwekkingrendement (HR 107):

HRww	
cv-rendement	0,95
taprendemet	0,6047

Qtotaal	warmtapwater			
	6	7	8	9
30	0,8526	0,8383	0,8245	0,8111
35	0,8653	0,8526	0,8403	0,8284
40	0,8750	0,8637	0,8526	0,8418
45	0,8828	0,8725	0,8624	0,8526
50	0,8891	0,8797	0,8705	0,8615
55	0,8943	0,8856	0,8771	0,8688
	0,8765	0,8654	0,8546	0,8440

gemiddeld 0,8601

Dit leidt tot een praktijkomrekenfactor van $1000/(35,17 \cdot 0,8601) = 33,058 \text{ m}_0^3/\text{GJ}$ bij een gemiddeld opwekkingsrendement van 1 voor SV systemen.

Gemiddeld opwekkingsrendement SV systemen zonder afleverset:

SV systeem zonder afleverset	
cv-rendement	1
taprendement	1

Qtotaal [GJ/jaar]	warmtapwater [GJ/jaar]			
	6	7	8	9
30	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
35	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
40	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
45	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
50	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
55	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

gemiddeld 1,0000

Dit betekent dat 1 GJ warmte vanuit het SV net nodig is om 1 GJ nuttige warmte te genereren.

Dit leidt tot een praktijkomrekenfactor van 35,487 m³/GJ (HR 100), 33,719 (HR104) m³/GJ en 33,058 m³/GJ (HR 107).

Gemiddeld opwekkingsrendement SV systemen met afleverset:

SV systeem met afleverset	
cv-rendement	1
taprendement	0,75

Qtotaal [GJ/jaar]	warmtapwater [GJ/jaar]			
	6	7	8	9
30	0.9375	0.9278	0.9184	0.9091
35	0.9459	0.9375	0.9292	0.9211
40	0.9524	0.9449	0.9375	0.9302
45	0.9574	0.9507	0.9441	0.9375
50	0.9615	0.9554	0.9494	0.9434
55	0.9649	0.9593	0.9538	0.9483
	0.9533	0.9459	0.9387	0.9316

gemiddeld 0,9424

Dit betekent dat (1/0,9424 =) 1,0611 GJ warmte vanuit het SV net nodig is om 1 GJ nuttige warmte te genereren.

Dit leidt tot een praktijkomrekenfactor van 33,443 m³/GJ (HR 100), 31,777 (HR104) m³/GJ en 31,154 m³/GJ (HR107)