



# DWA Rapport

Onderzoek normering verwarmingssystemen

# Onderzoek normering verwarmingssystemen

---

## Kenmerken

---

<b>Projectnummer</b>	21697	<b>Datum</b>	18 maart 2024
<b>Auteur</b>	Ir. M.A.W. Janssen	<b>Co-lezer</b>	Ir. D.A. van 't Slot MBE
<b>Onderwerp</b>	Onderzoek normering verwarmingssystemen		
<b>Kenmerk</b>	21697-951333	<b>Status</b>	Definitief
<b>Opdrachtgever</b>	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland	<b>Uitgevoerd door</b>	DWA B.V. Harderwijkweg 7 2803 PW GOUDA 088 - 163 53 00

---

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Samenvatting</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Inleiding</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Toetsingscriteria en randvoorwaarden</b>	<b>11</b>
<b>3.1</b>	<b>Doelgroep</b>	<b>11</b>
3.1.1	Uitgangssituatie	11
<b>3.2</b>	<b>Randvoorwaarden</b>	<b>11</b>
<b>3.3</b>	<b>Toetsingscriteria</b>	<b>12</b>
3.3.1	Praktische uitvoerbaarheid	12
3.3.2	Reproduceerbaarheid	13
3.3.3	Waarde voor eindgebruiker	13
3.3.4	Uitvoerbaarheid en doelbereik	14
<b>3.4</b>	<b>Dilemma's</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>Methoden energieprestatie</b>	<b>16</b>
<b>4.1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>16</b>
<b>4.2</b>	<b>Algemene opmerkingen methoden</b>	<b>17</b>
4.2.1	Maatwerkadvies	17
<b>4.3</b>	<b>Methoden voor het bepalen van de energieprestatie</b>	<b>18</b>
4.3.1	Aandeel in de warmtelevering van de basiscomponent (warmtepomp) en piekcomponent (ketel)	18
4.3.2	Systeemrendement tussen warmtebehoefte en warmteopwekking	22
4.3.3	COP <sub>jaar</sub> van de warmtepomp en rendement van de piekopwekker (ketel)	24
4.3.4	De primaire energiefactoren	25
<b>4.4</b>	<b>Beoordeling methoden energieprestatie</b>	<b>26</b>
4.4.1	Beoordeling aandeel in de warmtelevering van de basiscomponent (warmtepomp) en piekcomponent (ketel)	26
4.4.2	Beoordeling systeemrendement	29
4.4.3	Beoordeling COP <sub>jaar</sub> van de warmtepomp en rendement van de piekopwekker (ketel)	30
4.4.4	Beoordeling primaire energiefactoren	31
<b>4.5</b>	<b>Integrale methodes voor het bepalen van de energieprestatie</b>	<b>31</b>
4.5.1	Beoordeling integrale methoden	34
<b>5</b>	<b>Methoden terugverdientijd</b>	<b>36</b>
<b>5.1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>36</b>

<b>5.2</b>	<b>Methoden voor het bepalen van de terugverdientijd</b>	<b>37</b>
5.2.1	Benodigde investering efficiënte opwekking en traditionele installatie	37
5.2.2	Meerkosten onderhoud	38
5.2.3	Verwachte bijdrage van de warmtepomp	39
5.2.4	Jaarrendement van de warmteopwekker	40
5.2.5	Energietarieven	41
5.2.6	Financieringslasten over de looptijd	41
5.2.7	Eigen inzicht installateur	42
<b>5.3</b>	<b>Beoordeling methoden terugverdientijd</b>	<b>43</b>
5.3.1	Benodigde investering en onderhoud van de warmtepomp en traditionele installatie	43
5.3.2	Verwachte bijdrage warmtepomp	44
5.3.3	Bepaling warmtebehoefte	45
5.3.4	Jaarrendement van de warmteopwekker	46
5.3.5	Energietarieven en financieringslasten	47
<b>5.4</b>	<b>Integrale methodes voor het bepalen van de terugverdientijd</b>	<b>48</b>
5.4.1	Beoordeling integrale methoden	50
<b>5.5</b>	<b>Techniekneutraliteit</b>	<b>51</b>
5.5.1	Alternatieve technieken	51
5.5.2	Alternatieve uitgangssituatie	52
<b>5.6</b>	<b>Grenswaarden terugverdientijd</b>	<b>52</b>
<b>5.7</b>	<b>Combinatie methoden energieprestatie en terugverdientijd</b>	<b>53</b>
<b>6</b>	<b>Beschouwing en aanbeveling</b>	<b>54</b>
<b>6.1</b>	<b>Dilemma's</b>	<b>54</b>
6.1.1	Doelbereik versus draagvlak	54
6.1.2	Verschillende aanbieders	54
6.1.3	Systeem voor bepaling van de terugverdientijd	55
6.1.4	Investeringsmet lange levensduur	55
6.1.5	Benadering werkelijkheid	55
6.1.6	Acute vervangingsnoodzaak	55
<b>6.2</b>	<b>Energieprestatie</b>	<b>56</b>
6.2.1	Algemene beschouwing	56
6.2.2	Piekvermogen, aandeel in de warmtelevering en jaarrendement	56
6.2.3	Systeemrendement	56
6.2.4	Primaire energiefactoren	56
<b>6.3</b>	<b>Terugverdientijd</b>	<b>57</b>
6.3.1	Algemene beschouwing	57
6.3.2	Warmtebehoefte	57
6.3.3	Raming investering en onderhoud	57
6.3.4	Aandeel in de warmtelevering en het jaarrendement	58
6.3.5	Energietarieven	58
6.3.6	Financieringskosten	58
6.3.7	Eigen inzicht installateur	58

<b>6.4</b>	<b>Integrale methoden</b>	<b>59</b>
6.4.1	Doelbereik	60
6.4.2	Evaluatie methoden	62
<b>6.5</b>	<b>Conclusie en aanbeveling</b>	<b>62</b>
<b>Bijlage 1 - Aanvullende grafieken en tabellen</b>		<b>64</b>
<b>Bijlage 2 - Uitwerking voorbeelden <math>E_{HS}</math></b>		<b>73</b>
<b>Bijlage 3 - Uitwerking voorbeelden terugverdientijd</b>		<b>78</b>
<b>Bijlage 4 - Rekensheet bijdrage warmtepomp</b>		<b>82</b>

# 1 Samenvatting

---

In het in 2022 gepubliceerde beleidsprogramma van Minister De Jonge (Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening) is aangekondigd dat er per 2026 bij vervanging van gasgestookte cv-ketels een normering komt voor efficiëntere verwarmingsinstallaties, mits de woning of het gebouw daartoe geschikt is. Dit is uitgewerkt in een aanscherping van de Waarde van Energieprestatie ( $E_{hs}$ ) naar 0,7. Daarbij is aangegeven dat bij een terugverdientijd van meer dan zeven jaar er een uitzondering op deze verplichting komt. In dit onderzoek zijn de methoden voor het bepalen van de energieprestatie en de terugverdientijd geïnterviewd en afgewogen.

Dit onderzoek beschrijft drie integrale hoofdmethodieken voor het bepalen van zowel de energieprestatie als de terugverdientijd. De eerste methode is de contingentenaanpak waarbij zoveel mogelijk gebruik wordt gemaakt van voorbeeldgebouwen. Hierbij is nauwelijks input van de installateur en bewoner benodigd. De tweede methode is de gebouwspecifieke methode waarbij de invoergegevens zoveel mogelijk specifiek voor het gebouw worden gemaakt. De derde methode is de gebruikersspecifieke methode waarbij zoveel mogelijk gebruik wordt gemaakt van invoergegevens van zowel het gebouw als de gebruiker van de installatie.

## Contingentenaanpak

Bij deze aanpak wordt de beoordeling van de energieprestatie en het berekenen van de terugverdientijd zoveel mogelijk uitgevoerd op basis van contingenten. In de praktijk betekent dit dat vrijwel alle input wordt bepaald op basis van standaardwaarden die passen bij gebouwen van een bepaald contingent (zoals voorbeeldwoningen). In de praktijk betekent dit dat op basis van het contingent wordt bepaald wat de warmtebehoefte, het benodigde piekvermogen, het aanwezige afgiftesysteem en het temperatuurniveau van het afgiftesysteem van een gebouw zijn. Samen met de basisgegevens van de beoogde warmtepomp wordt dan bepaald wat de bijdrage is van deze warmtepomp en wordt de energieprestatie bepaald. Op basis van de bijdrage en een vaste rekenwaarde voor de meerinvestering van de warmtepomp, het extra benodigde onderhoud en vaste waarden voor de energietarieven wordt de terugverdientijd vastgesteld.

Het voordeel van deze methode is dat de installateur nauwelijks gegevens nodig heeft voor de bepaling. Hij kan de toets op energieprestatie en terugverdientijd uitvoeren, zonder het gebouw te bezoeken. Daarmee is de lastendruk heel beperkt. Tegelijk is de reproduceerbaarheid van deze methode hoog en worden verschillende uitkomsten tussen soortgelijke gebouwen voorkomen. Een nadeel is dat er geen rekening gehouden wordt met gebouwaanpassingen (zoals energiebesparende maatregelen), waardoor de potentie van een efficiënte warmteopwekker te laag wordt ingeschat. Als de situatie van een gebruiker erg afwijkt van het contingent, kan de gebruiker zich niet herkennen in de uitkomsten, wat het draagvlak kan verlagen.

## Gebouwspecifieke aanpak

Bij deze aanpak wordt bij de beoordeling van de energieprestatie en het berekenen van de terugverdientijd gebruikgemaakt van de relevante gebouwspecifieke gegevens. In de praktijk betekent dit dat er een aantal gebouwspecifieke parameters wordt gebruikt als aanvulling op de contingentenmethode. Naast de invoergegevens van de contingentenmethode wordt er ook gebruikgemaakt van de afgiftetemperatuur in het gebouw en de mate van isolatie van de verschillende bouwdelen. Ook wordt het rendement van de specifiek gekozen warmtepomp gebruikt volgens het EU-label en een investeringsraming voor de installatie en het onderhoud op basis van een offerte van een installateur.

Deze methode beoogt de energie-efficiëntie gebouwspecifieker en daarmee realistischer te bepalen. Dit vraagt wel wat extra werk en input van de installateur, waarbij een deel van de benodigde input op basis van inschattingen zal plaatsvinden. Dit maakt het resultaat wel gevoeliger voor onjuiste inschattingen<sup>1</sup>. Het voordeel van deze methode is dat de gebruiker zijn eigen gebouw kan herkennen in de invoergegevens en de resultaten. De warmtebehoefte wordt bepaald op basis van het gemiddelde werkelijke gebruik voor een contingent. Het nadeel hiervan is dat een gebruiker met een afwijkend energiegebruik van het gemiddelde voor dat type gebouw zich niet zal herkennen in de conclusies. De terugverdientijd wordt naast bovengenoemde zaken bepaald op basis van vaste energietarieven.

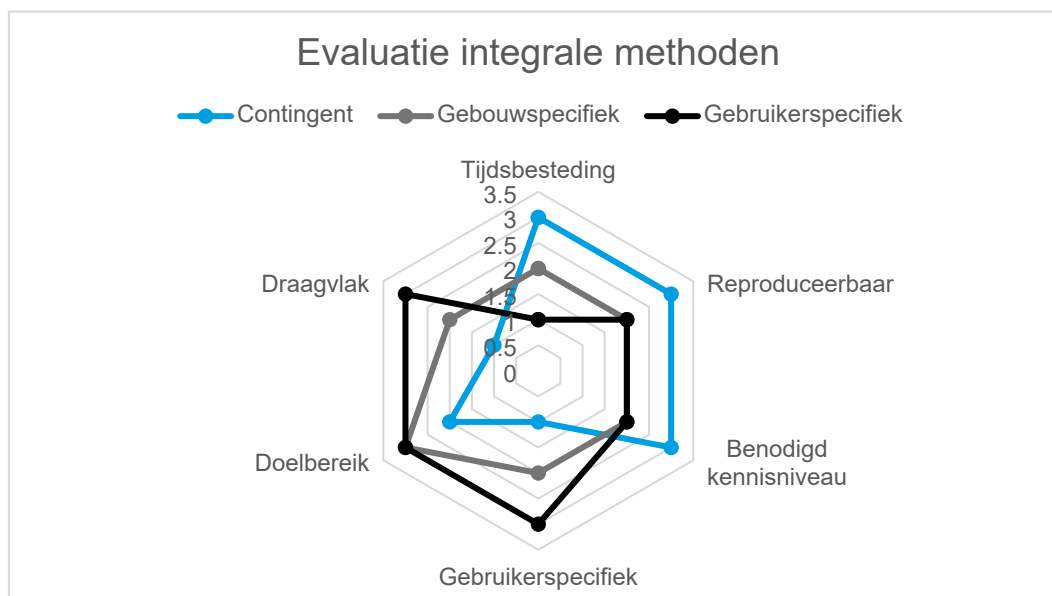
### Gebruikerspecifieke aanpak

Bij deze aanpak wordt de beoordeling van de energieprestatie en het berekenen van de terugverdientijd zoveel mogelijk uitgevoerd op basis van het gebouw en gebruikersspecifieke gegevens. In de praktijk betekent dit dat er een aantal gebruikersspecifieke parameters worden gebruikt als aanvulling op de gebouwspecifieke methode. Het gaat daarbij in deze methode om het werkelijke energiegebruik en eventueel ook de werkelijke energietarieven.

Met deze methode wordt het resultaat zoveel mogelijk afgestemd op de daadwerkelijke situatie van de gebruiker. Dit vraagt wel extra input van de eindgebruiker. Deze moet het huidige energiegebruik kennen. Wanneer deze onbekend zijn, wordt teruggevallen op de standaardwaarden uit de gebouwspecifieke methode. Het voordeel van deze methode is dat de gebruiker zich maximaal kan herkennen in zowel de input als de resultaten, wat het draagvlak vergroot. Het nadeel is dat de situatie die als input dient erg veranderlijk kan zijn door bijvoorbeeld gezinsuitbreiding of verhuizing, waardoor de conclusies afgestemd zijn op het huidige gebruik van het gebouw. Hierdoor kan het voorkomen dat de conclusies in een rij met dezelfde huizen verschillend zullen zijn.

### Beoordeling

In de onderstaande figuur zijn de methoden beoordeeld op een aantal relevante aspecten. Hierbij staat een '1' voor de minste en een '3' voor de beste prestatie.



Figuur 1.1 Evaluatie integrale methoden

<sup>1</sup> Gemiddeld genomen wordt de inschatting dus realistischer, maar de range zal wat groter worden.

## Beschouwing

De belangrijkste afwegingen bij de beoordeling van een integrale methode zijn de volgende thema's.

- De mate waarin het resultaat gebruikersspecifiek dan wel gebouwspecifiek is. Een gebruikersspecifieke aanpak verhoogt het draagvlak onder de gebruikers, omdat deze zich beter kunnen herkennen in de resultaten. Met name voor de terugverdientijd is dit belangrijk, omdat dit voor de meeste eindgebruikers een belangrijk besliscriterium is voor de aanschaf van een efficiënt verwarmingssysteem.
- Het doelbereik<sup>2</sup>. Hierbij speelt vooral dat bij een contingentenaanpak energiebesparende maatregelen niet worden meegenomen, wat leidt tot een hogere investeringsraming en daardoor een lager doelbereik. Het doelbereik is bij een gebouwspecifieke aanpak gemiddeld even groot als een gebruikersspecifieke aanpak. De gebouwspecifieke aanpak is gebaseerd op gemiddelde werkelijke energieverbruiken. Voor beide aanpakken is het gemiddelde gebruik hetzelfde. Het verschil zit in welke woningen (vanwege de terugverdientijd) wel of niet uitgezonderd worden op de normering op basis van de terugverdientijd. Een grote woning met laag energiegebruik zal in de gebouwspecifieke aanpak niet onder de uitzondering op de normering vallen en in de gebruikersspecifieke aanpak wel. Daarentegen zal een kleine woning met hoog energiegebruik in de gebouwspecifieke aanpak wel onder de uitzondering op de normering vallen en in de gebruikersspecifieke aanpak niet.
- Een tweede aspect dat speelt bij het doelbereik is de gehanteerde bron voor de warmtevraag. De belangrijkste invloedfactor die de terugverdientijd bepaalt, is die van de warmtebehoefte. Het gebruik van de theoretische NTA8800 methode heeft met name voor slechtere labels een afwijking met het werkelijk gebruik. In eerdere studie is het verbruik volgens de NTA 8800 gebruikt. In de hier uitgewerkte methoden wordt dit niet aanbevolen. Het doelbereik daalt door de overstap van de theoretische NTA 8800-waarden voor de warmtebehoefte naar de gemiddelde werkelijke verbruiken ruwweg met een factor 3.
- De eenvoudigheid van het uitvoeren van de berekening. Alle drie de integrale methodieken kunnen met een simpele tool berekend worden, waarbij de gebouw- en gebruikersspecifieke aanpakken extra invoergegevens vragen, zoals isolatiewaarden en werkelijke energiegebruiken.

## Aanbeveling

Op basis van de beoordelingen van de verschillende methoden bevelen wij de volgende methode aan.

- Toepassing van de gebruikersafhankelijke methode voor zowel de terugverdientijd en de energieprestatie. Hierbij wordt voor de bepaling rekening gehouden met de relevante gebouwspecifieke en gebruikersspecifieke parameters. De bepaling van de bijdrage van de warmtepomp en de jaarCOP zijn namelijk te sterk afhankelijk van de daadwerkelijke specificaties van de warmtepomp en het specifieke afgiftesysteem om dit volledig op contingentenniveau toe te passen. De variatie in bijvoorbeeld afgiftesysteem is binnen een contingent te groot en te veel van invloed om generiek te bepalen.
- Het verschil in doelbereik tussen een gebouwgebonden benadering en een gebruikersspecifieke benadering is niet heel groot. Wanneer de warmtevraag bepaald wordt op basis van het gemiddelde werkelijk gebruik voor een gebouwtype, dan zal de helft van de gebouwen meer en de helft minder gebruiken. Voor de helft wordt dus een te gunstige en voor de andere helft een te ongunstige terugverdientijd berekend. Bij toepassing van een gebruikersspecifieke bepaling speelt dit niet, omdat uitgegaan wordt van het werkelijke gebruik van het gebouw. Dit is voor de eindgebruiker beter uitlegbaar.
  - Wanneer er gekozen wordt voor een gebruikersspecifieke methode kan worden overwogen de uitwerking van de terugverdientijd volledig over te laten aan de installateur. Deze kan dan aansluiten bij de nog nader uit te werken aanpak op gebied van prestatieborging. Het nadeel hiervan is wel dat er mogelijk (te) conservatief wordt gerekend met een (onnodig) laag doelbereik tot gevolg. Daarbij komt dat het uitlegbaar is naar de markt dat er verschil is tussen de verwachte prestatie (waarop de terugverdientijd wordt bepaald) en de minimaal gegarandeerde prestatie.

---

<sup>2</sup> Het doelbereik is in dit onderzoek gedefinieerd als het aantal gebouwen (met name woningen) waarvoor de toepassing van een efficiënt verwarmingssysteem verplicht zal worden. Dit wordt met name bepaald door de berekeningsmethode van de terugverdientijd.





- Bij uitwerken van de methode voor bepaling van het jaarrendement (SCOP) is nu aangesloten bij één jaarrendement volgens het Europese energielabel en zijn de rendementen bij afwijkende condities berekend. Een alternatief hiervoor is de bepaling van het jaarrendement volgens de EN 14825. Deze laatste methode maakt gebruik van meerdere meetpunten. Deze meetpunten worden echter niet standaard door alle fabrikanten gedeeld.
- Ook bij een gebruikersspecifieke benadering, bevelen we aan te werken met vastgestelde tarieven. De werkelijke tarieven van de eindgebruiker zijn namelijk doorgaans nog slechts een beperkte tijd geldig. Energiecontracten van meer dan drie jaar zijn namelijk niet gangbaar. Het rekenen met vastgestelde tarieven geeft wel de mogelijkheid geplande aanpassingen in bijvoorbeeld energiebelasting alvast mee te nemen. Dit dient wel duidelijk te worden gecommuniceerd, omdat de herkenbaarheid van de gehanteerde tarieven anders lager wordt.
- Bij de keuze voor de gebruikersafhankelijke methode bevelen we aan om voor contingenten van gebouwen waar het gros van de gebouwen een terugverdientijd van ruim boven de zeven jaar zou hebben, deze generiek uit te zonderen op grond van terugverdientijd. Voor deze gebouwen hoeft de controle dan niet te worden uitgevoerd. Dit leidt tot een daling van de lastendruk voor installateur en eindgebruiker. Deze uitzondering zou ook uitgewerkt kunnen worden op basis van het gasgebruik.
- Bij de uitwerking bevelen we aan om samen met marktpartijen een tool te ontwikkelen, waarbij de lastendruk voor de installateur zoveel mogelijk wordt verminderd. Deze tool kan dan werken met standaardwaarden voor alle invoerparameters, zodat detaillering alleen daar wordt ingezet wanneer dit zinvol is. Hierbij is het wel belangrijk om de standaardwaarden optimistisch te kiezen (met het oog op het doelbereik), om te sturen op het doorrekenen voor alle (contingenten van) gebouwen waar verwacht kan worden dat deze op basis van hoger dan gemiddeld energieverbruik alsnog een terugverdientijd van minder dan zeven jaar hebben. Dit om te voorkomen dat er op basis van standaardwaarden gebouwen afvallen, doordat er een te lange terugverdientijd wordt berekend.

## 2 Inleiding

---

### Aanleiding

In het in 2022 gepubliceerde beleidsprogramma van Minister De Jonge (Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening) is aangekondigd dat er per 2026 bij vervanging van gasgestookte cv-ketels een normering komt voor efficiëntere verwarmingsinstallaties, mits de woning of het gebouw daartoe geschikt is. De Tweede Kamer is hier op 1 mei 2023 nader over geïnformeerd door middel van een brief over de reikwijdte van de normering.

In die brief wordt uitgelegd dat de normering gestalte gaat krijgen via een aanscherping van de Waarde van Energieprestatie ( $E_{hs}$ ), een eis in het Besluit Bouwwerken Leefomgeving Artikel 5.21 (technische bouwsystemen) betreffende de efficiëntie van verwarmingsinstallaties<sup>3</sup>, berekend als de verhouding van benodigde primaire energie per eenheid geleverde ruimteverwarming. De huidige waarde bedraagt maximaal 1,31. Voorbereidende studies door respectievelijk Nieman Raadgevende Ingenieurs en Stichting W/E adviseurs hebben aangegeven dat deze waarde aangescherpt kan worden naar 0,7; wat overeenkomt met een goed presterende hybride warmtepomp in een goed ingeregeld verwarmingssysteem.

Deze normering zal van toepassing zijn op een groot deel van de woningen en eveneens op utiliteitsgebouwen, met uitzonderingen voor gestapelde bouw, monumenten en gebouwen waar met een warmtenet wordt verwarmd of binnen tien jaar een ander duurzaam verwarmingssysteem is gepland. Daarbij geldt een ontheffing van deze eis wanneer de terugverdientijd van de investering in het efficiënte verwarmingssysteem meer dan zeven jaar bedraagt.

### Doelstelling onderzoek

In deze studie zijn de mogelijke methodieken vergeleken en uitgewerkt, waarmee op praktische wijze kan worden bepaald of een verwarmingssysteem voldoet aan de gestelde grenswaarde voor de  $E_{hs}$  en of de terugverdientijd maximaal zeven jaar bedraagt.

### Proces

Gedurende het onderzoek is zowel een klankbordgroep als een expertgroep betrokken. De klankbordgroep bestond uit de volgende partijen: Natuur en Milieu, Milieu Centraal, De Nederlandse Verwarmingsindustrie (NVI), Vereniging Eigen Huis (VEH), Alliander (namens Netbeheer Nederland), Vereniging Warmtepompen, Techniek Nederland en Nederlandse Vereniging Duurzame Energie (NVDE). Vanuit de Rijksoverheid zijn de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland en de ministeries van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK) en Economische Zaken en Klimaat (EZK) betrokken. Een groot deel van deze klankbordgroep is ook in het eerdere onderzoek van Nieman en W/E adviseurs actief geweest. In de expertgroep zaten de volgende partijen: Vereniging Warmtepompen, Nederlandse Verwarmingsindustrie (NVI) en twee installateurs namens Techniek Nederland: Breman en Willemsen Installatie. Vanuit de Rijksoverheid zijn de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland en de ministeries van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK) en Economische Zaken en Klimaat (EZK) betrokken. De expertgroep is tweemaal betrokken tijdens het proces, de klankbordgroep driemaal.

### Opbouw

In dit rapport is in hoofdstuk 3 als eerste ingegaan op de eisen, wensen en randvoorwaarden die gesteld worden aan de methodieken. Deze punten zijn gebruikt om de potentiële methodieken die in hoofdstuk 4 en hoofdstuk 5 geïnventariseerd zijn te toetsen en te beoordelen. Uit deze beoordeling volgen een aantal methoden. De eindbeschouwing en aanbevelingen volgen in hoofdstuk 6.

---

<sup>3</sup> Volgens de definitie van het BBL vallen lokale verwarmingsinstallaties niet onder deze definitie

## 3 Toetsingscriteria en randvoorwaarden

---

In dit hoofdstuk zijn de van toepassing zijnde eisen en randvoorwaarden die gesteld worden aan de methodieken benoemd en uitgewerkt.

### 3.1 Doelgroep

#### 3.1.1 Uitgangssituatie

Voor de bepaling van het toepassingsgebied van de methoden is het ook goed om vast te stellen wat de uitgangssituatie is waarbij de methoden gebruikt zullen worden. Hiervoor zijn de volgende elementen bepalend.

- Het triggermoment volgens het Bouwbesluit is de aanpassing of vervanging van het huidige verwarmingssysteem. Op dat moment geldt de eis voor de energie-efficiëntie.
- In de huidige communicatie wordt als triggermoment het vervangen van de **gasketel** genoemd. Dit vormt ook het overgrote deel van de doelgroep.
- Woningen en gebouwen die een warmtenet gebruiken, zijn uitgezonderd van de normering.
- Om praktische redenen is bij dit onderzoek de focus gelegd op de gebouwen die gebruikmaken van een gasketel als hoofdtoestel voor verwarming en die overstappen op een (hybride) systeem met (gasketel en) warmtepomp.
- Er is geen onderscheid gemaakt tussen de situatie waarbij een ketel planmatig wordt vervangen, dan wel dat er sprake is van een acute vervangingsnoodzaak. Daar waar er een acute vervangingsnoodzaak is, kan de toets op energieprestatie en terugverdientijd worden uitgevoerd. Wanneer een efficiënt (hybride) systeem dan verplicht/wenselijk is, kan eventueel gekozen worden voor het direct plaatsen van een vervangende ketel en de (hybride) warmtepomp later toe te voegen.

### 3.2 Randvoorwaarden

Er zijn een aantal randvoorwaarden waar alle methodes voor de energieprestatie en de terugverdientijd aan dienen te voldoen.

#### Eenduidig eindresultaat

De eindgebruiker is gebaat bij een heldere en duidelijke boodschap over het eindresultaat. Het resultaat dient dus eenduidig te zijn. Het mag niet zo zijn dat er na het uitvoeren van de toetsing alsnog vragen zijn of de toepassing van een energie-efficiënt systeem al dan niet verplicht is.

#### Uitlegbaarheid van de resultaten

De toets op de energie-efficiëntie van systemen zal leiden tot systemen die al dan niet voldoende efficiënt zijn. De toets op de terugverdientijd zal er toe leiden dat deze systemen soms wel en soms niet verplicht zijn. Het is van belang dat de resultaten uitlegbaar zijn. Waarom voldoet een systeem in het ene geval wel en in het andere geval niet?

#### Veranderingen in de toekomst

De methoden voor de toetsing van de energie-efficiëntie en de terugverdientijd worden nu opgezet en uitgewerkt volgens de huidige wetgeving. Het is echter aannemelijk dat gehanteerde uitgangspunten en eventueel gebruikte gegevens van voorbeeldgebouwen in de loop van de tijd zullen wijzigen.

### Handhaafbaarheid

Bij alle nieuwe wet- en regelgeving is het belangrijk na te denken over de implementatie ervan en de handhaving die daar bij hoort. De wijze van implementatie en handhaving is geen onderdeel van dit onderzoek. Tegelijk heeft de methodekeuze wel invloed op de handhaafbaarheid van de methode. Methoden die veel gebruikmaken van inschattingen, zijn lastiger handhaafbaar en vice versa.

### Noodzaak aanpassing wetgeving

Sommige methoden passen volledig binnen de huidige wetgeving en vragen op dat vlak geen aanpassingen. Andere methoden vragen wellicht aanpassingen in de wetgeving als het gaat om definities et cetera. Als dit nodig is, is dit in de omschrijving van de methodes opgenomen.

## 3.3 Toetsingscriteria

Onderstaand zijn de toetsingscriteria opgesteld waarop de methodes in de vervolghoofdstukken zijn beoordeeld. Per criterium is aangegeven wat de voorkeur is vanuit de partijen in de klankbordgroep en de expertgroep.

### 3.3.1 Praktische uitvoerbaarheid

#### 1a. Benodigde tijd voor toetsing door installateur

Het uitvoeren van de toetsing zal leiden tot extra handelingen en daarmee tot extra tijdsinspanning ten opzichte van de tijd die momenteel bij ketelvervanging wordt gebruikt voor een adviserend gesprek over de installatie.

Zowel de klankbordgroep als de expertgroep hebben de voorkeur dat de extra tijd ten opzichte van het huidige adviserende gesprek zo minimaal mogelijk moet zijn in verband met de beschikbare capaciteit en kosten.

#### 1b. Benodigde tijd door eindgebruiker

De beoordeling van de energieprestatie en de terugverdientijd kan ook tijd kosten voor de eindgebruiker. Dit is bijvoorbeeld het geval wanneer deze gegevens moet verzamelen.

Zowel de klankbordgroep als de expertgroep hebben de voorkeur om deze tijd zo minimaal mogelijk te laten zijn. Een groot tijdsbeslag voor de eindgebruiker leidt namelijk tot een extra drempel voor eindgebruikers en zal leiden tot een verkleining van het draagvlak.

#### 1c. Benodigde aanvullende kennis en opleiding voor installateur

Ongeacht welke methode er wordt gebruikt voor het bepalen van de energieprestatie en de terugverdientijd, vraagt dit kennis van de installateur om de toets correct uit te voeren. Dit criterium gaat over eventuele aanvullende benodigde kennis en opleiding ten opzichte van dat wat een installateur normaal gesproken in huis heeft.

Zowel vanuit de klankbordgroep als de expertgroep is er de voorkeur dat de toetsing zoveel mogelijk aansluit bij de aanwezige kennis van installateurs. Hierbij mag kennis van warmtepompsystemen worden verondersteld. Extra noodzakelijke opleidingen, specifiek voor het uitvoeren van de toets op energieprestatie en/of terugverdientijd, leiden tot een hogere belasting voor de installatiebranche en daardoor tot een verminderde beschikbaarheid en extra kosten.

#### 1d. Toepasbaarheid voor verschillende gebruiksfuncties

Dit criterium toetst of de methodiek toepasbaar is voor verschillende gebruiksfuncties, omdat de normering geldt voor woningen en verschillende utiliteitsgebouwen.

Een methode die geschikt is voor alle gebruiksfuncties heeft de voorkeur van zowel de klankbord- als de expertgroep.

### 3.3.2 Reproduceerbaarheid

Met reproduceerbaarheid wordt bedoeld dat wanneer meerdere installateurs bij hetzelfde gebouw langsgaan, deze ook tot min of meer hetzelfde resultaat moeten komen als het gaat om de toets van energieprestatie en haalbaarheid. Om dit te bereiken, is met name de objectiviteit van de gebruikte gegevens van belang.

#### 2a. Mate van objectiviteit van gebruikte gegevens

Sommige gegevens die worden gebruikt door methodes zijn heel objectief vast te stellen. Dit geldt bijvoorbeeld voor woningtype en oorspronkelijk bouwjaar. Andere gegevens zijn veel subjectiever, zoals bijvoorbeeld de gemiddelde stooktemperatuur. Invoergegevens zijn objectief als deze zonder aannames bepaald worden. Als een eindgebruiker of installateur aannames moet maken voor het vaststellen van invoergegevens kunnen er interpretatieverschillen ontstaan waardoor de gebruikte gegevens niet meer objectief zijn en de resultaten anders kunnen zijn als een ander de berekeningen maakt. Het gebruik van objectief vastgestelde gegevens maakt ook eventuele controle door de eindgebruiker eenvoudiger.

Het heeft de voorkeur van zowel de klankbord- als de expertgroep dat een methode zoveel mogelijk gebruikmaakt van objectief vast te stellen gegevens. Hierdoor wordt de invloed van (on)bewuste foutieve invoer geminimaliseerd waardoor de uitkomsten zo betrouwbaar mogelijk zijn.

### 3.3.3 Waarde voor eindgebruiker

Zoals hiervoor beargumenteerd, is de impact van het resultaat van de toetsing van energie-efficiëntie en haalbaarheid voor de eindgebruiker groot. Daarom is de waarde voor de eindgebruiker van het resultaat ook een relevant criterium. Dit bestaat uit de volgende aspecten.

#### 3a. Resultaat specifiek voor eindgebruiker

De methodes kunnen op verschillende manieren worden vormgegeven. Een wezenlijk verschil zit in de mate waarin het resultaat specifiek is voor een bepaalde gebruiker.

Voor dit criterium is er in de klankbordgroep geen eenduidige voorkeur over wat wenselijk is. Het deel van de klankbordgroep dat partijen vertegenwoordigt die daadwerkelijk (hybride) warmtepompen plaatsen, heeft aangegeven dat een resultaat specifiek voor de eindgebruiker de voorkeur heeft om het draagvlak onder eindgebruikers te vergroten. Andere partijen hebben aangegeven dat het niet wenselijk is dat er hierdoor verschillen tussen dezelfde gebouwen met andere eindgebruikers ontstaan.

#### 3b. Aansluiting van resultaat bij de werkelijkheid

Ongeacht of de resultaten gebruikersspecifiek zijn, worden de methodieken ook getoetst of ze uitgaan van realistische uitgangspunten. Wanneer er uitgegaan wordt van realistische uitgangspunten, dan zal het resultaat de werkelijkheid dichter benaderen, dan wanneer er minder realistische uitgangspunten worden gehanteerd.

Vanuit de klankbordgroep is aangegeven dat het belangrijk is voor het draagvlak van de eindgebruiker dat deze zich kan herkennen in de resultaten en de waarden dus (gemiddeld genomen) realistisch zijn.

### 3.3.4 Uitvoerbaarheid en doelbereik

#### 4a. Techniekneutraliteit

De wetgeving voor het verplichten van een hogere energie-efficiëntie bij aanpassingen aan het verwarmingssysteem is geïnitieerd naar aanleiding van een voorstel gericht op het stimuleren van (hybride) warmtepompen via normering. Tegelijk is de uitwerking ervan techniek-neutraal. Dit houdt in dat wanneer er met een andere techniek ook wordt voldaan aan de eisen van energie-efficiëntie, deze techniek ook toegestaan is. Het gaat om het doel van aardgasreductie en CO<sub>2</sub>-besparing; niet om het middel. Bij de uitwerking van de methoden worden de methoden getoetst of deze techniekneutraal zijn.

Vanuit het oogpunt van de brede inzetbaarheid, heeft een techniekneutrale methode de voorkeur.

#### 4b. Doelbereik

De wetgeving voor het verbeteren van de energie-efficiëntie voor verwarmingssystemen heeft als doel om de CO<sub>2</sub>-emissie en het aardgasgebruik voor ruimteverwarming te reduceren en de energievoorziening verder te verduurzamen. De uitwerking van de methode heeft invloed op de mate waarin dit doel wordt bereikt. Daarom wordt in dit criterium het doelbereik van de methoden beoordeeld. In dit onderzoek is het doelbereik beoordeeld als het effect op het aantal gebouwen die binnen de eisen vallen, dus die bij het voldoen aan het criterium voor de energieprestatie een terugverdientijd hebben van maximaal zeven jaar.

Vanuit de expert- en de klankbordgroep is er voorkeur voor methoden met een hoog doelbereik. Wanneer het doelbereik toch lager is, is het belangrijk voor het draagvlak dat de inspanning voor de installateur en eindgebruiker beperkt zijn. Overigens kan een kunstmatig hoog doelbereik ook leiden tot een lager draagvlak, zeker wanneer de prognoses onrealistisch worden (zie criterium 3b).

## 3.4 Dilemma's

De methoden zijn in de volgende hoofdstukken uitgewerkt op de hierboven genoemde criteria. Bij de keuze spelen echter wel een aantal dilemma's.

- Tijdsinspanning versus realiteit. Bij een te sterke focus op een beperkte tijdsinspanning, is het risico dat het resultaat verder af zal staan van de werkelijkheid.
- Objectiviteit versus aansluiting werkelijkheid. Sommige gegevens zijn niet heel eenvoudig te bepalen, maar wel relevant voor de uitkomst. Dit geldt bijvoorbeeld voor de benodigde temperatuur van het afgiftesysteem. Bij een te sterke focus op alleen objectieve gegevens (bijvoorbeeld het type afgiftesysteem), kan de nuance uit het oog verloren gaan.
- Realiteit versus doelbereik. De eerdere studies rondom dit onderwerp zijn gebaseerd op bepaalde berekeningen van de warmtevraag. Dit heeft een beeld geschapen van het doelbereik van de methode. Wanneer er gerekend wordt met een warmtevraag die beter overeenkomt met de werkelijkheid, neemt het doelbereik af.
- Techniekneutraal versus eenvoudig. De voorkeur voor een techniekneutrale uitwerking kan leiden tot extra ballast voor de meest gebruikte situatie (waarbij de aardgasketel vervangen wordt door een hybride warmtepomp aangevuld met een aardgasketel). Wanneer dit te sterk is, kan overwogen worden om voor afwijkende oplossingen een separate methode te ontwikkelen.
- Gebruikersspecifiek of niet. Wanneer het resultaat sterk afhankelijk is van de specifieke situatie van de eindgebruiker, kan de situatie ontstaan dat in een zelfde woningblok voor de ene bewoner een ander resultaat leidend is dan voor een andere bewoner. Dit kan lastig uitlegbaar zijn, zeker wanneer in acht wordt genomen dat de levensduur van een verwarmingsinstallatie langer is dan de gemiddelde tijd tussen twee verhuizingen. Wanneer er aan de andere kant weinig of geen gebruikgemaakt wordt van gebruikersspecifieke gegevens, kan het zijn dat het eindresultaat gemiddeld wel kloppend is, maar voor de specifieke gebruiker totaal niet.

Bij gebruik van bijvoorbeeld een vast gasgebruik kan het zo zijn dat de berekende besparing van de hybride warmtepomp hoger is dan het daadwerkelijk gasgebruik van de specifieke eindgebruiker. Binnen de klankbordgroep en expertgroep waren beide meningen vertegenwoordigd.



## 4 Methoden energieprestatie

In dit hoofdstuk zijn de methoden voor het bepalen van de energieprestatie geïnventariseerd en geëvalueerd op basis van de eisen en randvoorwaarden zoals vastgelegd in hoofdstuk 2.

### 4.1 Inleiding

Om een beeld te krijgen van de verschillende aspecten die meewegen bij de bepaling van methodes, is als eerste het begrip 'Energieprestatie' verder uitgewerkt. In onderstaande situatie is een warmtepomp de basisopwekker en een gasketel de piekopwekker (hybride opstelling). Indien er alleen een warmtepomp is, vallen alle termen die met de gasketel of aardgas te maken hebben weg.

De energieprestatie ( $E_{hs}$ ) van het systeem voor ruimteverwarming is als volgt gedefinieerd.

$$E_{hs} = \frac{E_H}{Q_{H,nd;net}}$$

$E_H$  = gebruikte primaire energie voor verwarming

$Q_{H,nd;net}$  = netto warmtebehoefte voor ruimteverwarming

De netto warmtebehoefte en het primaire energiegebruik zijn in de NTA 8800 omschreven en gedefinieerd. Om ruimte te laten voor andere bepalingsmethodieken (zoals bijvoorbeeld op basis van ISSO, NEN of standaardwaarden) worden de definities van deze begrippen en de berekeningsmethode ervan, zoals gedefinieerd in de NTA 8800, losgelaten. De netto warmtebehoefte wordt gedefinieerd als de nuttig geleverde warmte  $Q_{nuttig}$ . Dit is de warmte die het verwarmingssysteem effectief in de te verwarmen ruimtes heeft gebracht. De definitie voor de primaire energie komt wel overeen met die uit de NTA 8800.

$$E_{hs} = \frac{E_H}{Q_{nuttig}}$$

Voor de gebruikte primaire energie ( $E_H$ ) geldt dat deze gelijk is aan:

$$E_H = E_{e;meter} * f_{p,e} + E_{g;meter} * f_{p,g}$$

$E_{e;meter}$  = elektriciteitsgebruik op de meter voor ruimteverwarming

$f_{p,e}$  = primaire energiefactor elektriciteit

$E_{g;meter}$  = gasgebruik op de meter voor ruimteverwarming

$f_{p,g}$  = primaire energiefactor aardgas (=1)

Hierin is het gebruik op de gas- of elektriciteitsmeter van de warmtepomp gelijk aan:

$$E_{e;meter} = \frac{Q_{warmtelevering;WP}}{COP_{jaar}}$$

$Q_{warmtelevering;WP}$  = geleverde warmte door de warmtepomp

$COP_{jaar}$  = jaarrond rendement van de warmtepomp

En het gebruik op de meter van de gasketel is gelijk aan:

$$E_{g;meter} = \frac{Q_{warmtelevering;ketel}}{\eta_{ketel}}$$

$Q_{warmtelevering;ketel}$  = geleverde warmte door de gasketel

$\eta_{ketel}$  = rendement van de gasketel

Voor all-electric oplossingen met een warmtepomp is het aandeel van de gasketel nul en wordt de volledige warmtevraag ingevuld vanuit de warmtepomp.

De totale geleverde warmte ( $Q_{\text{nuttig}} = Q_{\text{warmtelevering,tot}}$ ) is de som van de geleverde warmte door de warmtepomp en door de gasketel en is gelijk aan:

$$Q_{\text{warmtelevering,tot}} = Q_{\text{warmtelevering;WP}} + Q_{\text{warmtelevering;ketel}}$$

Ervan uitgaande dat alle benodigde warmte ook daadwerkelijk wordt geproduceerd, geldt:

$$Q_{\text{warmtelevering,tot}} = \frac{Q_{\text{nuttig}}}{\eta_{\text{stelsysteem}}}$$

In het systeemrendement ( $\eta_{\text{stelsysteem}}$ ) zitten zaken verdisconteert als distributieverliezen, stilstandsverliezen en cetera. De warmtelevering van de warmtepomp wordt bepaald door:

$$Q_{\text{warmtelevering;wp}} = Q_{\text{warmtelevering,tot}} * f_{\text{wp}}$$

$f_{\text{wp}}$  = het aandeel dat de warmtepomp levert

De warmtelevering van de ketel ( $f_{\text{ketel}}$ ) is:

$$f_{\text{ketel}} = 1 - f_{\text{wp}}$$

Wanneer we bovenstaande zaken in elkaar integreren, ontstaat de volgende formule voor de bepaling van de energieprestatie.

$$E_{\text{hs}} = \frac{\frac{Q_{\text{nuttig}}}{\eta_{\text{stelsysteem}}} * \left( \frac{f_{\text{WP}}}{\text{COP}_{\text{jaar}}} * f_{\text{p;e}} + \frac{f_{\text{ketel}}}{\eta_{\text{ketel}}} * f_{\text{p;g}} \right)}{Q_{\text{nuttig}}}$$

Wanneer we veronderstellen dat het systeemrendement voor de basisopwekker (warmtepomp) en de piekopwekker (gasketel) ongelijk kunnen zijn, resulteert dit in:

$$E_{\text{hs}} = \frac{f_{\text{WP}}}{\text{COP}_{\text{jaar}} * \eta_{\text{stelsysteem,wp}}} * f_{\text{p;e}} + \frac{f_{\text{ketel}}}{\eta_{\text{ketel}} * \eta_{\text{stelsysteem,ketel}}} * f_{\text{p;g}}$$

Bovenstaande vergelijking kan worden veralgemeniseerd voor toepassing van andere technieken en brandstoffen tot:

$$E_{\text{hs}} = \frac{f_{\text{WP}}}{\text{COP}_{\text{jaar}} * \eta_{\text{stelsysteem,wp}}} * f_{\text{p;elektra}} + \frac{f_{\text{gasketel}}}{\eta_{\text{gasketel}} * \eta_{\text{stelsysteem,gasketel}}} * f_{\text{p;gas}} + \frac{f_{\text{overig}}}{\eta_{\text{overig}} * \eta_{\text{stelsysteem,overig}}} * f_{\text{p;overig}} + \dots$$

Hiermee is de bepaling van de energieprestatie vastgelegd wanneer de volgende zaken bepaald zijn.

- Aandeel in de warmtelevering van de basisopwekker  $f_{\text{wp}}$  (warmtepomp) en piekopwekker  $f_{\text{ketel}}$  (ketel of anders).
- $\text{COP}_{\text{jaar}}$  van de warmtepomp en rendement  $\eta_{\text{ketel}}$  van de piekopwekker (ketel of overige opwekkers).
- Systeemrendement  $\eta_{\text{stelsysteem}}$  tussen warmtebehoefte en warmteopwekking voor de verschillende opwekkers.
- De primaire energiefactoren voor het energiegebruik  $f_{\text{p;e}}$  (elektriciteit) en  $f_{\text{p;g}}$  (gas) en eventueel overige brandstoffen.

## 4.2 Algemene opmerkingen methoden

Het uitgangspunt voor dit document is het moment van ketelvervangings.

### 4.2.1 Maatwerkadvies

In de uitwerking hieronder zijn de methoden voor het bepalen van de verschillende componenten afzonderlijk uitgewerkt. Er bestaat ook de methode van het maatwerkadvies. Dit is een methode voor het uitvoeren van energieprestatieadvies voor zowel woningen als utiliteit. Deze methode is gebaseerd op de NTA 8800. Om deze methode te volgen, is het nodig het betreffende gebouw in te voeren in een rekenkern.

Hierbij moet de schil volledig worden ingevoerd, maar ook bouwmassa et cetera. Ook alle huidige installaties moeten worden ingegeven. Op basis daarvan bepaalt de rekenkern de huidige energieprestatie van het gebouw.

Om te komen tot realistische energiebesparingsadviezen, is in deze methode de optie opgenomen om het energiegebruik te fitten. Hierbij worden dan een aantal default rekenwaardes, zoals infiltratie, gemiddelde stooktemperatuur et cetera, aangepast, zodat het berekende energiegebruik overeenkomt met het werkelijke gebruik. Na deze fitprocedure kunnen maatregelen worden doorgerekend. Hierbij bepaalt de rekenkern de besparingen en terugverdientijd van de maatregelen.

Omdat deze methode een integrale methode is, is deze niet in de deelonderwerpen opgenomen, maar komt deze terug bij de integrale methoden.

### 4.3 Methoden voor het bepalen van de energieprestatie

Voor de verschillende benodigde onderdelen kunnen verschillende methoden worden gehanteerd. Deze zijn hieronder benoemd en omschreven.

#### 4.3.1 Aandeel in de warmtelevering van de basiscomponent (warmtepomp) en piekcomponent (ketel)

##### Bepaling vermogen warmtepomp

Het moment voor het bepalen van het aandeel in de warmtelevering is als de installateur een bepaalde (hybride) warmtepomp wil adviseren aan de eindgebruiker. Van deze (hybride) warmtepomp zijn dan de details, zoals het vermogen, bekend. Voor de bepaling van het aandeel in de warmtelevering wordt het vermogen, zoals vermeld in de productspecificaties (Europees energielabel volgens Ecodesign-richtlijn 813/2013), gehanteerd. Hierbij zijn voor Nederland de gemiddelde klimaatomstandigheden (zoals gebruikt in de richtlijn) leidend. Wanneer het vermogen bij een lage afgiftetemperatuur afwijkt van dat van een gemiddelde afgiftetemperatuur, wordt dat vermogen gehanteerd dat het meest overeenkomt met de werkelijke temperatuur van het afgiftesysteem. Dit is gelijk aan 55°C voor een systeem met radiatoren en 35°C voor een systeem met vloerverwarming. Bij sommige warmtepompen neemt het vermogen af naarmate de buitentemperatuur afneemt. In dat geval dient zowel het vermogen bij +7 als bij -7°C meegenomen te worden.

Wanneer het vermogen van de warmtepomp bekend is bij de daadwerkelijke afgiftetemperatuur in de woning, kunnen deze waarden worden gehanteerd.

##### Bepaling piekvermogen ruimteverwarming

Om het aandeel in de warmtelevering te bepalen, is het ook nodig het piekvermogen (voor ruimteverwarming) te weten van het gebouw. Dit kan op verschillende manieren worden bepaald.

##### *Benodigd piekvermogen ruimteverwarming: op basis van referentiegebouwen.*

De eerste methode voor het bepalen van het benodigde piekvermogen is om het specifieke piekvermogen te gebruiken van de voorbeeldgebouwen (voorbeeldwoningen van RVO<sup>4</sup>) van hetzelfde type en bouwjaar. Voor deze voorbeeldgebouwen kan het piekvermogen worden bepaald, wat vervolgens kan worden overgenomen.

Op basis van de bouwfysische eigenschappen van de woningen is het piekvermogen uitgerekend met de eenvoudige methode volgens het installatiehandboek<sup>5</sup>. In de onderstaande tabel zijn de resultaten van deze berekeningen opgenomen. Het gebruik van meetwaarden van het piekvermogen is een alternatief voor deze methode.

<sup>4</sup> Voorbeeldwoningen 2022 | bestaande bouw (rvo.nl)

<sup>5</sup> Handboek installatietechniek, ISSO

Tabel 4.1 Verwarmingsvermogen referentiewoningen (op basis van vereenvoudigde methode)

Verwarmingsvermogen (kW)	T/m 1945	1946-1964	1965-1974	1975-1991	1992-2005	2006-2014	2015-2018
Vrijstaande woning	33,2	33,2	36,5	20,6	12,3	11,9	10,1
Twee-onder-een-kap	24,5	24,5	23,6	13,6	9,0	8,6	6,8
Rijwoning tussen	16,7	15,6	15,4	9,6	6,3	5,9	5,0
Rijwoning hoek	36,1	17,9	20,4	12,1	8,2	7,6	5,5

Wanneer de woninggrootte maximaal 20% afwijkt van de grootte van de referentiewoningen, kan het benodigde vermogen lineair worden meegeschaald.

Voor utiliteitsgebouwen is de methode van referentiegebouwen veel minder geschikt. Er is dan namelijk niet alleen sprake van onderscheid naar bouwjaar en gebruiksfunctie, maar ook naar grootte. Daarbij zijn ook de variaties in bouwvorm groter, waardoor het aantal voorbeeldgebouwen erg groot zou worden. Voor utiliteitsgebouwen kan het piekvermogen worden bepaald op basis van een vereenvoudigde of volledige warmteverliesberekening.

#### *Benodigd piekvermogen ruimteverwarming: op basis van vereenvoudigde warmteverliesberekening*

De tweede methode voor het bepalen van het benodigde piekvermogen is door een vereenvoudigde warmteverliesberekening. In deze berekening wordt op basis van het verliesoppervlak, de isolatiewaarden, het ventilatiesysteem en de infiltratie het benodigde verwarmingsvermogen berekend.

De uitwerking van de vereenvoudigde warmteverliesberekening is gebaseerd op het installatiehandboek<sup>6</sup>. Dit is een handboek dat binnen de installatiebranche breed wordt gebruikt. Op hoofdlijnen werkt deze methode als volgt.

- Als basis worden de verliesoppervlakten en isolatiewaarden bepaald volgens de referentiegebouwen.
- Wanneer er sprake is van afwijkingen, kunnen de verliesoppervlakten worden aangepast. Dit betreffen het (platte) dak, de dichte gevel, ramen, deuren en vloeren.
- Ook de isolatiewaarden van de verliesoppervlaktes kunnen worden aangepast, bijvoorbeeld op basis van het renovatiejaar.
- Vervolgens wordt voor platte daken en de vloer een correctiefactor bepaald op basis van gelaagdheid van de temperatuur in de ruimte.
- Het transmissieverlies per geveldeel bedraagt dan:  $P = \text{oppervlakte} \cdot (T_{\text{binnen}} - T_{\text{buiten}}) \cdot f_{\text{correctie}} / R_c$ . Hierbij geldt een ontwerptemperatuur van  $-10^\circ\text{C}$  buiten en gemiddeld  $20^\circ\text{C}$  binnen.
- Het warmteverlies door infiltratie wordt bepaald op basis van het feit of het gebouw onder Bouwbesluitregime is gebouwd. Hiervoor worden de volgende waarden gehanteerd (bron: Handboek installatietechniek).

Tabel 4.2 Standaardwaarden infiltratie ( $\text{dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$  schiloppervlak)

	< 1992	1992 – 2005	> 2005
Infiltratiewaarde	$90 \cdot 10^{-5}$	$40 \cdot 10^{-5}$	$18 \cdot 10^{-5}$

- Het ventilatieverlies wordt bepaald door het ventilatie-debiet voor de keuken, het toilet, de badkamer en verblijfsgebieden en de toepassing van eventuele luchtverwarming.
- Het maximum van infiltratieverlies en ventilatieverlies wordt meegenomen.
- Opwarmtoeslag wordt bij toepassing van warmtepompen niet meegenomen, omdat gebouwen normaal gesproken op temperatuur gehouden worden.

<sup>6</sup> Gebruikt is 'Handboek installatietechniek', ISSO, tweede druk, januari 2002

#### *Benodigd piekvermogen ruimteverwarming: op basis van volledige warmteverliesberekening*

Deze methode is het uitvoeren van een volledige warmteverliesberekening volgens de daarvoor geldende normen (ISSO 51 voor woningen en ISSO 53 voor utiliteit).

Voor het opstellen van een volledige warmteverliesberekening zijn diverse ISSO-publicaties beschikbaar (ISSO publicatie 51, 53 en 57). Deze publicaties omschrijven hoe de warmteverliezen bepaald moeten worden. Ook hier is het realistisch geen opwarmtoeslag te hanteren.

#### *Benodigd piekvermogen ruimteverwarming: op basis van energiegebruik en vollasturen*

Hierbij wordt het benodigde piekvermogen afgeleid van het gasgebruik (gecorrigeerd voor tapwater en koken) van het gebouw en het aantal vollast stookuren. Daarmee is deze methode inherent ook afhankelijk van het gebruikersgedrag.

Bij deze methode wordt eerste het gasgebruik voor ruimteverwarming bepaald volgens de methode zoals omschreven in paragraaf 5.2.2. Vervolgens wordt dit gebruik gedeeld door het aantal vollast stookuren. De inschatting van het aantal vollast stookuren is lastig. Hiervoor kan de volgende indicatie worden gehanteerd (op basis van ISSO-kleintje Hybride warmtepompen). Deze gebruikt de stookgrens als basis. De stookgrens geeft aan vanaf welke temperatuur er geen warmtevraag meer is. Ter indicatie is ook het daarbij behorende bouwjaar aangegeven. Bij een lagere stooktemperatuur (binnentemperatuur) hoort echter ook een lagere stookgrens.

Tabel 4.3 Vollasturen verwarming

Stookgrens (°C)	Indicatie bouwjaar	Aantal vollasturen (uur/jaar)
18°C	Voor 1975	2.472
17°C	1975 - 1982	2.289
16°C	1983 - 1991	2.105
15°C	1992 - 2004	1.923
14°C	2005 - 2009	1.745
13°C	2010 - 2015	1.570
12°C	2016 - 2020	1.400
11°C	> 2020	1.237

De waarden in bovenstaande tabel gelden bij een gebouw dat permanent verwarmd wordt. Wanneer het gebouw slechts een beperkt aantal dagen per week of uren per dag wordt verwarmd, dan schaal het aantal vollasturen evenredig mee.

#### **Bepaling aandeel in de warmtelevering**

Het aandeel in de warmtelevering kan door twee zaken begrensd worden. Enerzijds kan de warmtepomp onvoldoende vermogen hebben voor de totale warmtelevering. Anderzijds kan het voorkomen dat de warmtepomp niet in staat is de gevraagde temperatuur te realiseren. Op basis van deze twee zaken kan het aandeel worden bepaald. Het aandeel kan bepaald worden op basis van standaardwaardes of gebouwspecifieke parameters.

#### *Aandeel: op basis van gebouwspecifieke waarden*

De eerste methode is om de benodigde waarden (de stookgrens, stooklijn en de maximale temperatuur die de warmtepomp kan leveren) gebouwspecifiek te bepalen en deze zelf (installateur of eindgebruiker) in te vullen in een rekensheet. Hiermee kan dan het aandeel in de warmtelevering worden bepaald. De rekensheet hiervoor is bijgevoegd als bijlage.

De bepaling van de bijdrage is op de volgende manier uitgewerkt.

- Het benodigde piekvermogen voor verwarming is bepaald op basis van de hierboven genoemde methodes. Dit is het benodigde vermogen bij  $-10^{\circ}\text{C}$ . Om te komen tot het op te wekken vermogen, wordt het benodigde piekvermogen gedeeld door het systeemrendement.
- Het benodigd vermogen neemt lineair af met de buitentemperatuur tot aan de stookgrens. Deze stookgrens is standaard  $18^{\circ}\text{C}$ , maar kan aangepast worden als daar onderbouwing voor is.
- De aanvoer- en retourtemperatuur bij  $-10^{\circ}\text{C}$  en bij de stookgrens worden bepaald. Deze waarden worden bepaald door de installateur. De standaardwaarden zijn afhankelijk van het afgiftesysteem en zijn als volgt.

Tabel 4.4 Standaardwaarden aanvoer- en retourtemperatuur

Afgiftesysteem	Stooktemperaturen ( $-10^{\circ}\text{C}$ )	Stooktemperaturen (stookgrens)
Vloer- en wandverwarming	42/34 $^{\circ}\text{C}$	33/28 $^{\circ}\text{C}$
Convectoren/radiatoren, bouwjaar vanaf 1992	66/50 $^{\circ}\text{C}$	42/34 $^{\circ}\text{C}$
Convectoren/radiatoren, bouwjaar voor 1992	80/60 $^{\circ}\text{C}$	48/38 $^{\circ}\text{C}$

Het doorrekenen van elke ruimte om te bepalen in hoeverre het mogelijk is om met het huidig afgiftesysteem ook met lagere temperaturen voldoende te verwarmen, is geen onderdeel van deze methodiek. Wanneer er twijfel is, kan de installateur het vermogen van radiatoren bepalen door middel van een radiator tabel.

- De benodigde aanvoer- en retourtemperatuur wordt lineair geschaald met het benodigd vermogen.
- Het beschikbare vermogen van de warmtepomp wordt lineair bepaald tussen het vermogen bij  $-7$  en  $+7^{\circ}\text{C}$ .
- Voor elke buitentemperatuur wordt vervolgens bepaald wat de bijdrage is van de warmtepomp in de totale warmtevraag op basis van:
  - benodigd vermogen;
  - maximaal vermogen van de warmtepomp;
  - benodigde temperatuur;
  - maximale temperatuur die de warmtepomp leveren kan;
  - minimale buitentemperatuur waarbij de warmtepomp leveren kan.

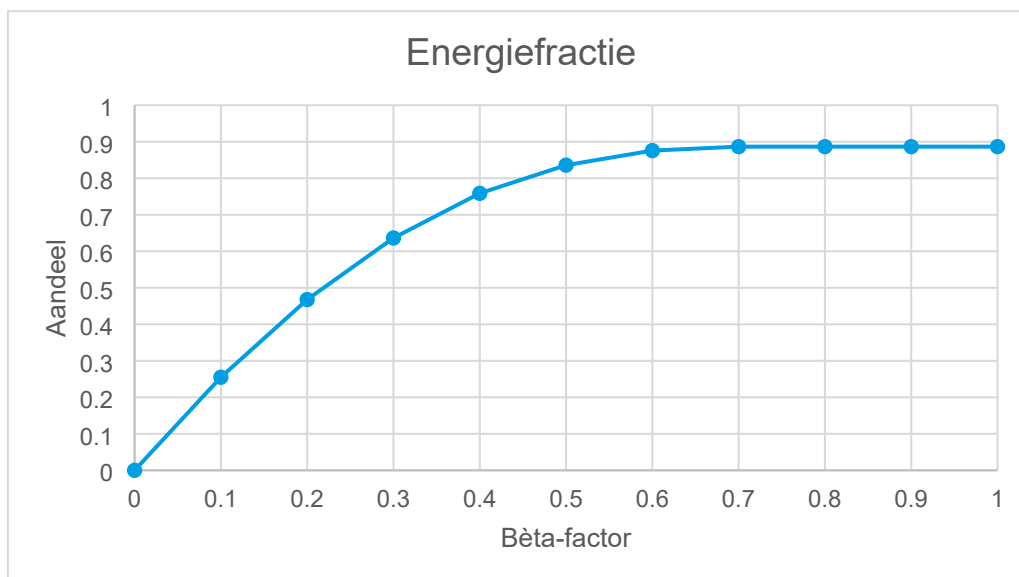
Op basis van het energiejaar van de NEN 5060, wordt bepaald hoe vaak elk uur voorkomt. Op basis hiervan wordt de jaarlijkse bijdrage bepaald.

Deze methode is in de basis vergelijkbaar met de EN 14825-methodiek.

#### *Aandeel op basis van standaardwaardes*

De tweede methode is om op basis van de hiervoor genoemde methode met een aantal standaardwaardes verschillende grafieken voor de energiefractie te maken, zoals te zien in figuur 4.1 (de andere grafieken zijn te vinden in bijlage paragraaf 1.1).

Bij deze methode zijn een aantal standaardgrafieken gemaakt voor de variabele parameters, zoals hierboven beschreven. Onderstaande figuur is een voorbeeld bij radiatoren ( $80/60^{\circ}\text{C}$ ) en inzet warmtepomp vanaf  $0^{\circ}\text{C}$  buitentemperatuur en maximale aanvoertemperatuur warmtepomp  $75^{\circ}\text{C}$ . Op de x-as is de bèta-factor weergegeven. Dit is het vermogen van de warmtepomp als aandeel van het benodigd piekvermogen. Op de y-as is het aandeel in de warmtelevering opgenomen.



Figuur 4.1 Aandeel in de warmtelevering bij radiatoren (80/60°C) en inzet warmtepomp vanaf 0°C buitentemperatuur en maximale aanvoertemperatuur warmtepomp 75°C

#### 4.3.2 Systeemrendement tussen warmtebehoefte en warmteopwekking

In het systeemrendement zijn het afgifrendement, distributierendement, opslagrendement en inregelrendement verrekend.

$$\eta_{systeem} = \eta_{afgifte} * \eta_{distributie} * \eta_{opslag} * \eta_{inregeling}$$

##### Standaardwaarden op basis van referentiegebouwen

Op basis van het afgiftesysteem, distributiesysteem en opslagsysteem kan een vast systeemrendement worden bepaald. Op basis van de kenmerken van de voorbeeldgebouwen bestaande bouw, kunnen deze waarden worden bepaald en als leidend worden gehanteerd voor de werkelijke gebouwen uit dezelfde categorie als de voorbeeldgebouwen. Op deze manier ontstaat er eenduidigheid in de gehanteerde waarden.

Onderstaand is de meest voorkomende situatie in de referentiegebouwen opgenomen.

- Afgiftesysteem: radiatoren.
- Ontwerptemperatuur > 50°C. Voor de warmtepomp is de bijdrage overigens het grootst bij afgiftemperaturen onder de 50°C.
- Rc-waarde < 2,5 m<sup>2</sup>K/W.
- Leidingen alleen binnen de thermische schil.
- Inregeling: standaard niet ingeregeld; bij plaatsing van (hybride) warmtepomp wordt er wel (statisch) ingeregeld.

Dit levert de volgende standaard systeemrendementen (waarden zie gebouwgebonden methode).

- Ketel:  $0,90 * 1,0 * 0,94 = 0,8460$  (ook geldig voor overige opwekkers geschikt voor hoogtemperatuurverwarming).
- Warmtepomp:  $0,95 * 1,0 * 0,97 = 0,9215$  (ook geldig voor overige opwekkers uitsluitend geschikt voor laagtemperatuurverwarming).

##### Standaardwaarden op basis van gebouwgebonden situatie

Op basis van het werkelijk aanwezige afgiftesysteem, distributiesysteem en opslagsysteem kan het werkelijke systeemrendement in het gebouw worden bepaald.

### Afgifterendement

Voor het afgifterendement is de afgiftetemperatuur bepalend, als ook de mate van isolatie van de gevel waartegen het afgiftesysteem is geplaatst. Bij de afgiftetemperatuur is bepalend welke temperatuur de ketel moet produceren.

Tabel 4.5 Afgifterendement (NTA 8800)

	Taanvoer < 50°C	Taanvoer > 50°C
Radiator wand $R_c > 2,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ <sup>7</sup>	1	0,95
Radiator wand $R_c < 2,5 \text{ m}^2\text{K/W}$	0,95	0,90
Vloerverwarming	1	

### Distributierendement

De verliezen door distributie zijn met name afhankelijk van het feit of er ongeïsoleerde leidingen door ruimtes lopen die buiten de thermische schil vallen. Dit zijn bijvoorbeeld leidingen door een kruipruimte. De waarden hiervoor zijn (iets vereenvoudigd) als volgt<sup>8</sup>.

Tabel 4.6 Distributierendement

Langte ongeïsoleerde leidingen buiten thermische schil	Distributierendement
< 2 m	1
2 - 20 m	0,95
> 20 m of onbekend	0,90

### Opslagrendement

Wanneer er sprake is van warmteopslag in buffervaten die zijn opgesteld buiten de technische ruimte, dan is er sprake van energieverliezen in het opslagsysteem. Voor woningbouw is dit echter in de Nederlandse situatie praktisch niet aan de orde. Behalve de standaard skids die soms voorzien zijn van een buffervat, zijn opslagsystemen vrijwel uitsluitend bedoeld voor warm tapwater. Daarbij zijn eventuele systemen vaak binnen de thermische schil opgesteld. Voor het bufferverlies wordt een standaard aangehouden van 5%. In werkelijkheid hangt dit samen met de grootte en isolatie van het buffer. Gezien de beperkte toepassing ervan in Nederland, wordt dit onderscheid verder niet uitgewerkt.

Tabel 4.7 Opslagrendement

Buffer	Opslagrendement
Geen buffer in systeem voor ruimteverwarming, of buffer geplaatst binnen thermische schil	1
Buffer in ruimteverwarmingssysteem aanwezig en buffer buiten thermische schil	0,95

### Inregelrendement

Afhankelijk van de wijze waarop het systeem (niet) is ingeregeld, wordt volgens de NTA 8800 de effectieve binnentemperatuur verhoogd. Dit leidt tot extra energieverliezen. Wanneer deze verhoging wordt verrekend met het gemiddelde temperatuurverschil tussen binnen (20°C) en buiten (10°C), dan komt dit neer op de volgende rendementen.

<sup>7</sup> Een isolatiewaarde van  $2,5 \text{ m}^2\text{K/W}$  mag worden verondersteld vanaf bouwjaar 1992. Vanaf toen gold deze waarde als minimale waarde in het Bouwbesluit.

<sup>8</sup> [https://assets.vlaanderen.be/image/upload/v1659343451/EPC\\_2022\\_Formulestructuur\\_r8m89y.pdf](https://assets.vlaanderen.be/image/upload/v1659343451/EPC_2022_Formulestructuur_r8m89y.pdf)



Tabel 4.8 Inregelrendement (NTA 8800)

Wijze van inregelen	Rendement
Geen inregeling	0,94
Statische inregeling per afgiftepaneel	0,96
Statisch per afgiftepaneel en per groep	0,97
Dynamische inregeling per afgiftepaneel	1,00

### 4.3.3 COP<sub>jaar</sub> van de warmtepomp en rendement van de piekopwekker (ketel)

#### Vaste waarden

De eerste methode voor het bepalen van de COP<sub>jaar</sub> van de warmtepomp en het rendement van de piekopwekker, is het gebruik van standaardwaarden. Dit kunnen waarden zijn conform de NTA 8800, maar eventueel ook separate waarden die op basis van praktijkmetingen worden vastgesteld.

De NTA 8800 geeft een rekenwaarde voor de gemiddelde COP over het stookseizoen, afhankelijk van de ontwerp afgiftemperatuur van het verwarmingssysteem. Deze waarden zijn als volgt.

Tabel 4.9 Jaar-COP op basis van NTA 8800 (tabel 9.28<sup>9</sup>)

Warmtebron	Ontwerptemperatuur afgiftesysteem (°C)									
	< 30	30 - 35	35 - 40	40 - 45	45 - 50	50 - 55	55 - 60	60 - 65	> 65	
Bodem	4,55	4,4	4,25	4,1	3,9	3,7	3,7	3,7	3,7	
Buitenlucht	3,50	3,35	3,15	3,00	2,80	2,60	2,60	2,60	2,60	
Cv-ketel	97,5%	97,5%	97,5%	97,5%	97,5%	97,5%	95%	95%	95%	

#### Waarden energielabel warmtepomp

Voor vrijwel alle warmtepompen geldt dat deze voorzien zijn van een energielabel met bijbehorende productkaart. Op de productkaart staat de seizoensgebonden energie-efficiëntie van de warmtepomp, bij een lage afgiftemperatuur (35°C) en soms ook bij een gemiddelde afgiftemperatuur (55°C). Wanneer de rendementen ook zijn weergegeven voor verschillende klimaatklassen, dan geldt voor Nederland een 'gemiddelde temperatuur'. Bij de bepaling van het rendement is rekening gehouden met een opwekrendement voor elektriciteit van 40% (PEF = 2.5). De gemiddelde COP van de warmtepomp is dus een factor 2,5 hoger dan het weergegeven seizoensrendement<sup>10</sup>.

Uitgaande van het rendement bij een afgiftemperatuur van 35°C en een bijdrage van de warmtepomp van 30% van het piekvermogen, dan verloopt het jaarrendement als volgt bij afwijkende ontwerptemperaturen. Deze waarden zijn bepaald met de methode 'prognose werkelijke waarden', zoals hieronder beschreven.

Tabel 4.10 Jaar-COP op basis van COP bij 35°C

Warmtebron	Ontwerptemperatuur afgiftesysteem (°C)										
	< 30	30 - 35	35 - 40	40 - 45	45 - 50	50 - 55	55 - 60	60 - 65	65 - 70	70 - 75	>75
Luchtwarmtepomp	117%	107%	99%	92%	87%	82%	77%	73%	70%	67%	64%
Bodemwarmtepomp	111%	103%	96%	91%	85%	81%	77%	74%	71%	68%	65%

<sup>9</sup> Hierbij zijn de waarden gebruikt voor de warmtepompen die voldoen aan de NEN-EN 14511-2, omdat deze waarden redelijk overeenkomen met de minimale energie-efficiency van warmtepompen volgens de Ecodesign-richtlijn 813/2013.

<sup>10</sup> Op het energielabel staat niet de SCOP genoemd, maar de seizoensgebonden energie-efficiency. Deze moet vermenigvuldigd worden met 2,5 voor het bepalen van de SCOP.

### Waarden volgens BCRG-verklaring

Voor systeemcomponenten die beter presteren dan de standaardwaarden uit de NTA 8800, kan de fabrikant voor hun product een kwaliteitsverklaring laten opstellen. Hierbij stelt de fabrikant een berekening op, onderbouwd met metingen, over het werkelijk functioneren van zijn warmtepomp onder gedefinieerde condities. Uiteindelijk bestaat dit uit een matrix van meetpunten met realistische werkpunten, die worden geïntegreerd tot een jaargemiddelde COP. Deze verklaring wordt dan getoetst door BCRG. Diverse fabrikanten in Nederland laten hun product opnemen in dit register van kwaliteitsverklaringen. Dit geldt echter niet voor alle producten. Zeker voor producten voor de utiliteit is dit veel minder gebruikelijk. De installateur zal de warmtebehoefte van de woning/het gebouw en het toegepaste temperatuurregime moeten weten om het rendement uit de matrix te selecteren. De berekening van efficiency voor BCRG houdt rekening met diverse afschakelcriteria.

Wanneer er gebruikgemaakt wordt van een BCRG-verklaring, dan kan de jaar-COP volgens de verklaring worden gehanteerd. Hiervoor is het nodig om de jaarlijkse warmtevraag te weten. Deze waarde dient bepaald te worden volgens de methode, zoals uitgewerkt bij de bepaling van de terugverdientijd. Qua afgiftetemperatuur kan de categorie worden gekozen die overeenkomt met de ontwerpafgiftetemperatuur in het gebouw.

### Prognose werkelijke waarden

Het gebruik van de werkelijke COP-waarden in de specifieke situatie is onmogelijk, omdat deze te sterk afhangen van het gebruik van het apparaat in een specifieke omgeving in de toekomstige situatie. Wel kan er op basis van de benodigde stooktemperatuur en bijdrage van de warmtepomp een prognose gemaakt worden van de  $COP_{\text{jaar}}$ . Hierbij kan dan voor elke combinatie van buitentemperatuur en afgiftetemperatuur een correctie uitgevoerd worden op het rendement volgens het energielabel. Het uitgangspunt hierbij is dat wanneer de COP bij bepaalde condities bekend is, deze met behulp van het carnot-rendement ook bij andere condities kan worden bepaald. Met behulp hiervan is voor lucht-water- en water-water-warmtepompen bepaald wat de  $COP_{\text{jaar}}$  is, afhankelijk van de ontwerptemperatuur van de afgifte en de grootte van de warmtepomp. Het uitgangspunt hierbij is de  $COP_{\text{jaar}}$  die is bepaald bij 35°C aanvoertemperatuur en een gemiddeld buitenklimaat. De berekende waardes zijn te vinden in paragraaf 0 van de bijlage.

Een alternatieve uitwerking die grotendeels dezelfde basis heeft, is de methode volgens de EN 14825. Hierbij wordt het rendement onder de verschillende condities niet bepaald door middel van een carnot-berekening, maar door interpolatie tussen de gemeten COP-waarden onder diverse condities. Deze methode levert een betrouwbaarder resultaat op, maar vraagt meer input van de installateur.

## 4.3.4 De primaire energiefactoren

### NTA 8800

Als bron voor de primaire energiefactoren kan voor de waarden conform de NTA 8800 gekozen worden. Deze waarden zijn gebruikt bij het vaststellen van de grenswaarde van 0,7 voor de energieprestatie. Het hanteren van andere primaire energiefactoren leidt ook tot een andere grenswaarde. Deze waardes worden periodiek herzien, maar niet automatisch elk jaar.

In de NTA 8800 worden de volgende primaire energiefactoren gehanteerd.

- $F_{p,\text{del, elektriciteit}}$ : 1,45 kWh<sub>p</sub>/kWh
- $F_{p,\text{del, aardgas}}$ : 1,00 kWh<sub>p</sub>/kWh

### Europese waarden

In plaats van de Nederlandse waarden volgens de NTA, kan ook gekozen worden voor het hanteren van Europese waarden. Het ligt dan voor de hand om dezelfde factoren te hanteren als er worden gebruikt bij de Europese energielabels van de producten. Het gehanteerde rendement voor de opwekking van elektriciteit ligt hier fors lager dan die van de NTA 8800 (40% versus 69%).

Dit leidt wel tot de noodzaak van het opnieuw overwegen van de huidige in de kamerbrief gepresenteerde eis voor de  $E_{HS}$  van 0,7. Deze waarden worden periodiek herzien.

Bij de bepaling van het Europese energielabel worden de volgende primaire energiefactoren gehanteerd.

- $F_{p;del, elektriciteit}$ : 2,50 kWh<sub>p</sub>/kWh<sup>11</sup>
- $F_{p;del, aardgas}$ : 1,00 kWh<sub>p</sub>/kWh

#### Werkelijke emissie op basis van CO<sub>2</sub>-emissiefactoren.nl<sup>12</sup>

Een alternatief voor de NTA 8800 is de bepaling van de primaire energiefactoren op basis van de werkelijke emissie. Voor aardgas is deze waarde redelijk constant, maar voor elektriciteit hangt deze samen met de mix voor de opwekking van elektriciteit. Bij keuze voor het realistische rendement zal er meer fluctuatie ontstaan in de waarden door de tijd heen. Dit vraagt om een jaarlijkse herijking van de grenswaarde voor de  $E_{HS}$ .

De website van CO<sub>2</sub>-emissiefactoren levert geen directe waarden voor het primaire energiegebruik voor de opwekking van elektriciteit. Wel wordt er periodiek een nieuwe waarde voor de CO<sub>2</sub>-emissie gegeven. Een benadering van de primaire energiefactor voor elektriciteit kan genomen worden door de emissie van elektriciteit te relateren aan die van aardgas. Dit is een benadering, omdat elektriciteit ook uit andere fossiele bronnen komt dan alleen uit aardgas.

De emissie voor aardgas is op peildatum januari 2024 gelijk aan 67,280 kg/GJ (well-to-wheel emissie). Dit komt neer op 0,242 kg/kWh. De emissie voor elektriciteit per januari 2024 bedraagt 0,328 kg/kWh (well-to-wheel, elektriciteit met bron onbekend). Dit geeft de volgende primaire energiefactor.

- $F_{p;del, elektriciteit}$ : 1,36 kWh<sub>p</sub>/kWh
- $F_{p;del, aardgas}$ : 1,00 kWh<sub>p</sub>/kWh

## 4.4 Beoordeling methoden energieprestatie

De verschillende methoden zijn beoordeeld op de aspecten, zoals opgenomen in hoofdstuk 2. In onderstaande tabel is deze beoordeling op hoofdlijnen opgenomen. Onder de tabel is de beoordeling toegelicht.

### 4.4.1 Beoordeling aandeel in de warmtelevering van de basiscomponent (warmtepomp) en piekcomponent (ketel)

Tabel 4.11 Toetsing van methode voor bepalen aandeel

		Aandeel in de warmtelevering van de basiscomponent (warmtepomp) en piekcomponent (ketel)					
		Piekvermogen ruimteverwarming			Aandeel		
		Referentie - gebouwen	Vereenvoudig de warmteverlies-berekening	Volledige warmte-verlies-berekening	Energiegebruik en vollasturen	Standaard-waardes	Gebouw-specifiek
1. Praktische uitvoerbaarheid	a. Benodigde tijd voor toetsing door installateur	Kort	Middel	Lang	Middel	Kort	Beperkt langer
	b. Benodigde tijd door eindgebruiker	Kort	Middel	Middel	Middel	Niet van toepassing	Niet van toepassing

<sup>11</sup> Waarde op basis van verordening EU811/2013, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R0811&qid=1709817162912>

<sup>12</sup> [Home | CO2 emissiefactoren](#)

	c. Benodigde aanvullende kennis en opleiding voor installateur	Geen	Middel	Groot	Hoger	Geen	Beperkt
	d. Toepasbaarheid verschillende gebruiksfuncties	Beperkt	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
2. Reproduceerbaarheid	a. Mate van objectiviteit van gebruikte gegevens	Hoog	Laag	Laag	Laag	Hoog	Laag
3. Waarde voor eindgebruiker	a. Resultaat specifiek voor eindgebruiker	Laag	Hoger	Hoger	Hoger	Laag	Hoog
	b. Aansluiting van resultaat bij de werkelijkheid	Alleen gemiddeld	Beperkt	Beperkt	Bij juiste inschatting stookuren	Gemiddeld	Ja
4. Uitvoerbaarheid	a. Techniekneutraliteit	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	b. Doelbereik	Lager	Beter	Beter	Goed	Goed	Goed

### Bepaling piekvermogen ruimteverwarming

Het gebruik van de referentiegebouwen is de meeste eenvoudige methode. Het vraagt nauwelijks invoergegevens van het gebouw, alleen de bepaling van welk referentiegebouw van toepassing is. Een aandachtspunt bij deze methode is wel dat de gegevens van de voorbeeldgebouwen periodiek geactualiseerd moeten worden. Daarnaast is deze methode voor utiliteitsgebouwen minder geschikt, omdat de referentiegebouwen minder uitgebreid gedefinieerd zijn. Een belangrijk nadeel van deze methode is dat er geen rekening gehouden kan worden met besparende maatregelen die zijn toegepast ten opzichte van de referentiegebouwen. Juist de toepassing van deze besparende maatregelen vergroot het potentieel voor warmtepompen.

Het voordeel van het gebruik van een warmteverliesberekening is juist dat er rekening wordt gehouden met de mate waarin isolerende maatregelen getroffen zijn. Dit leidt tot een hoger doelbereik. Bij het maken van een (vereenvoudigde) warmteverliesberekening is er wel meer input nodig. Het gaat dan om de afmetingen van de buitenschil (dak, vloer, gevel, transparante delen), maar ook om het ventilatiesysteem en de infiltratie. In basis kunnen de waarden van de referentiegebouwen worden gehanteerd. Het maken van een vereenvoudigde warmteverliesberekening zou door een standaard installateur goed te doen moeten zijn. Een volledige berekening vraagt wellicht extra scholing. Een kanttekening bij deze methode is wel dat de uitkomst doorgaans te hoog is. Deze methode veronderstelt namelijk dat het hele gebouw verwarmd wordt, wat in de praktijk vaak niet het geval is.

De laatste methode maakt gebruik van het huidige gasgebruik en de vollasturen. Met name deze laatste is gedeeltelijk gebaseerd op een inschatting van de installateur. Deze methode maakt als enige gebruik van het werkelijke gasgebruik en is dus afhankelijk van het gebouw en de gebruiker. Hiermee wijkt deze af van de bestaande bouwregelgeving, die altijd gebaseerd is op gebouwkenmerken en niet op gebruikerskenmerken.

De bepaling van het piekvermogen is relevant voor het eindresultaat. Dit omdat een groter piekvermogen ook een grotere warmtepomp vraagt voor een gelijke bijdrage in de warmtelevering. In dat licht is een vaste waarde op basis van referentiegebouwen een (te) ruwe benadering. Bij de keuze tussen de andere methoden is er vooral de afweging tussen de hoeveelheid tijd die een berekening kost en de betrouwbaarheid van de uitkomst.

#### Bepaling aandeel in de warmtelevering

De methoden voor de bepaling van het aandeel in de warmtelevering verschillen niet wezenlijk van elkaar. De methode met de standaardwaarden is namelijk gebaseerd op de gebouwspecifieke methode. Omdat ook de benodigde invoergegevens vrijwel gelijk zijn, is er de voorkeur voor de gebouwspecifieke methode. Hiermee kan de bepaling beter afgestemd worden op de daadwerkelijke situatie. Vanuit een groot deel van de klankbordgroep is aangegeven dat met name de afgiftetemperatuur (in relatie tot de maximale temperatuur die de warmtepomp kan produceren) dermate essentieel is dat een juiste invoer hiervan wenselijk is.

#### 4.4.2 Beoordeling systeemrendement

In de volgende tabel zijn de opties voor het bepalen van het systeemrendement met elkaar vergeleken.

Tabel 4.12 Toetsing van methode voor bepalen systeemrendement

		Systeemrendement	
		<i>Referentiegebouwen</i>	<i>Gebouwgebonden situatie</i>
1. Praktische uitvoerbaarheid	a. Benodigde tijd voor toetsing door installateur	Kort	Beperkt langer
	b. Benodigde tijd door eindgebruiker	Niet van toepassing	Niet van toepassing
	c. Benodigde aanvullende kennis en opleiding voor installateur	Minimaal	Minimaal
	d. Toepasbaarheid verschillende gebruiksfuncties	Ja	Ja
2. Reproduceerbaarheid	a. Mate van objectiviteit van gebruikte gegevens	Objectief	Objectief
3. Waarde voor eindgebruiker	a. Resultaat specifiek voor eindgebruiker	Niet specifiek	Specifiek
	b. Aansluiting van resultaat bij de werkelijkheid	Gemiddeld	Hoog
4. Uitvoerbaarheid	a. Techniekneutraliteit	Ja	Ja
	b. Doelbereik	Gemiddeld	Gemiddeld

#### Beoordeling systeemrendement tussen warmtebehoefte en warmteopwekking

Het voordeel van het gebruik van vaste waarden is dat de methode eenvoudig en transparant is. Daarbij komt dat het verschil tussen gebouwen in de praktijk beperkt zal zijn.

Aan de andere kant vraagt het specifiek maken van de waarden niet veel extra inspanning van de installateur of gebruiker. Zeker wanneer de waarden worden bepaald op basis van eenvoudige kenmerken als afgiftesysteem, stooklijn en dergelijke, wordt de situatie wat gebouwspecifieker zonder dat dit veel inspanning vraagt.

#### 4.4.3 Beoordeling COP<sub>jaar</sub> van de warmtepomp en rendement van de piekopwekker (ketel)

In de volgende tabel zijn de methoden afgewogen.

Tabel 4.13 Toetsing van methode voor bepalen COP<sub>jaar</sub>

		Bepaling jaar-COP			
		<i>Vaste waarden</i>	<i>Waarden energielabel warmtepomp</i>	<i>Waarden volgens BCRG-verklaring</i>	<i>Prognose werkelijke waarden</i>
1. Praktische uitvoerbaarheid	a. Benodigde tijd voor toetsing door installateur	Laag	Laag	Laag	Beperkt
	b. Benodigde tijd door eindgebruiker	Niet van toepassing	Niet van toepassing	Niet van toepassing	Niet van toepassing
	c. Benodigde aanvullende kennis en opleiding voor installateur	Geen	Geen	Beperkt	Beperkt
	d. Toepasbaarheid verschillende gebruiksfuncties	Hoog	Hoog	Laag	Hoog
2. Reproduceerbaarheid	a. Mate van objectiviteit van gebruikte gegevens	Hoog	Hoog	Hoog	Gemiddeld
3. Waarde voor eindgebruiker	a. Resultaat specifiek voor eindgebruiker	Laag	Laag	Hoger	Hoog
	b. Aansluiting van resultaat bij de werkelijkheid	Gemiddeld	Gemiddeld	Gemiddeld	Hoog
4. Uitvoerbaarheid	a. Techniekneutraliteit	Ja	Ja	Ja	Ja
	b. Doelbereik	Laag	Gemiddeld	Gemiddeld	Gemiddeld

Het rekenen met vaste waarden biedt de eenvoudigste en snelste methode voor de bepaling van de jaar-COP. Voor de warmtepomp zijn de NTA-waarden echter laag. Zeker omdat deze gebaseerd zijn op de volledige warmtelevering, is het rendement bij hybride inzet te conventioneel ingeschat. Dit leidt tot een ongunstige inschatting van het extra energiegebruik, wat ongunstig is voor het doelbereik. Het rekenen met een benadering van de werkelijkheid vraagt iets meer tijd. Deze extra tijd is echter heel beperkt, omdat deze gegevens al voor de stooklijn (bij aandeel warmtelevering) bepaald worden.

Het gebruik van waarden volgens een BCRG-verklaring kan op beperkte steun vanuit de sector rekenen. Voor de apparatuur die is opgenomen in dit register is de verklaring helder en eenduidig. Echter, lang niet alle apparatuur is voorzien van een BCRG-verklaring. Het aanvragen van een dergelijke verklaring is een investering van de fabrikant. Het gebruik van deze methode zal dus voor veel producten geen oplossing bieden. Dit geldt zeker voor andere gebruiksfuncties dan woningen.

Het gebruik van een prognose van de werkelijke waarden sluit aan bij de gebouwspecifieke bepaling van de bijdrage van de warmtepomp. Deze methode leidt wel tot een betere aansluiting van het rendement op dat wat werkelijk wordt behaald. De uitwerking van deze methode volgens de EN 14825 levert een betrouwbaarder resultaat op, maar vraagt meer input van de installateur. Deze input wordt niet standaard door alle fabrikanten ter beschikking gesteld.

#### 4.4.4 Beoordeling primaire energiefactoren

Voor de bepaling van de primaire energiefactoren zijn drie methoden naast elkaar gezet.

Tabel 4.14 Toetsing van methode voor bepalen primaire energiefactoren

		Primaire energiefactor		
		<i>NTA 8800</i>	<i>Europese waarde</i>	<i>Werkelijke emissie</i>
1. Praktische uitvoerbaarheid	a. Benodigde tijd voor toetsing door installateur	Laag	Laag	Laag
	b. Benodigde tijd door eindgebruiker	Niet van toepassing	Niet van toepassing	Niet van toepassing
	c. Benodigde aanvullende kennis en opleiding voor installateur	Niet van toepassing	Niet van toepassing	Niet van toepassing
	d. Toepasbaarheid verschillende gebruiksfuncties	Ja	Ja	Ja
2. Reproduceerbaarheid	a. Mate van objectiviteit van gebruikte gegevens	Hoog	Hoog	Hoog
3. Waarde voor eindgebruiker	a. Resultaat specifiek voor eindgebruiker	Nee	Nee	Nee
	b. Aansluiting van resultaat bij de werkelijkheid	Laag	Laag	Hoog
4. Uitvoerbaarheid	a. Techniekneutraliteit	Niet van toepassing	Niet van toepassing	Niet van toepassing
	b. Doelbereik	Niet van toepassing	Niet van toepassing	Niet van toepassing

Bij de beoordeling van deze drie methoden blijkt dat er geen wezenlijke verschillen zijn. Alle genoemde PEF-methodes vragen om een periodieke aanpassing van de norm. De primaire energiefactoren en de minimale eis voor energie-efficiëntie zijn namelijk sterk aan elkaar gekoppeld. Het is dan ook wenselijk en noodzakelijk dat wanneer de emissiefactoren wijzigen, ook de eis voor de  $E_{HS}$  wordt geëvalueerd. De marktpartijen uit de klankbordgroep hebben een voorkeur voor de Europese waardes.

#### 4.5 Integrale methodes voor het bepalen van de energieprestatie

Als integrale methode is het niet logisch willekeurig te kiezen voor een combinatie van methoden uit bovenstaande opties. Daarom zijn er een aantal min of meer logische combinaties gemaakt voor de verschillende methoden. De geselecteerde varianten zijn de volgende.



- Contingentenaanpak. Dit is de basisaanpak. Hierbij wordt de energieprestatie zoveel mogelijk vastgesteld op basis van voorbeeldgebouwen en kengetallen en zo min mogelijk op basis van gebouwspecifieke waarden.
- Productspecifiek. Hierbij wordt de contingentenaanpak aangevuld met het gebruik van productspecifieke parameters.
- Gebouwspecifiek. Hierbij wordt de productspecifieke methode verder gedetailleerd door ook gebouwspecifieke parameters zoveel mogelijk mee te nemen.
- Maatwerkadvies. Bij deze methode wordt een volledig maatwerkadvies uitgevoerd volgens de ISSO 82 voor woningen of de ISSO 75 voor utiliteit. Deze methode volgt in basis de NTA 8800.

Het kan zijn dat niet alle invoergegevens bekend zijn voor de gebouw- of gebruikersspecifieke methode. Daarom zullen de waardes van de contingentenaanpak als standaardwaarden worden gebruikt. Deze kunnen, indien bekend, aangepast worden naar gebouw- of gebruikersspecifieke waarden. De verschillende methoden zijn als volgt samengesteld.

Tabel 4.15 Samenstelling integrale methoden Energieprestatie

	Contingentenaanpak	Productspectief	Gebouwspectief	Maatwerkadvies (NTA)
<b>Piekvermogen</b>				
• Referentiegebouwen	X	X		
• Vereenvoudigd warmteverlies			X	NTA 8800
• Volledig warmteverlies			(X)	
• Energiegebruik en stookuren			(X)	
<b>Aandeel in de warmtelevering</b>				
• Grafiekenmethode	X	X		
• Gebouwspecifieke parameters			X	X
<b>Systeemrendement</b>				
• Vaste waarde voorbeeldgebouwen	X	X	X	X
• Gebouwafhankelijk			(X)	
<b>COP<sub>jaar</sub></b>				
• Vaste waarden	X			X
• Waarde energielabel		X		
• Waarde BCRG-verklaring				(X)
• Werkelijke waarde			X	
<b>Primaire energiefactoren</b>				
• NTA 8800 (vaste waarde)	X	X	X	X
• Europese waarden				
• Werkelijke waarde				

#### 4.5.1 Beoordeling integrale methoden

In de volgende tabel zijn de integrale methoden beoordeeld.

Tabel 4.16 Beoordeling van integrale methodes

		Integrale methode			
		<i>Contingenten</i>	<i>Productspecifiek</i>	<i>Gebouwspecifiek</i>	<i>Maatwerkadvies</i>
1. Praktische uitvoerbaarheid	a. Benodigde tijd voor toetsing door installateur	Laag	Laag	Gemiddeld	Hoog
	b. Benodigde tijd door eindgebruiker	Laag	Laag	Middel	Middel
	c. Benodigde aanvullende kennis en opleiding voor installateur	Niet van toepassing	Niet van toepassing	Extra kennis is standaard	Hoog
	d. Toepasbaarheid verschillende gebruiksfuncties	Ja	Ja	Ja	Ja
2. Reproduceerbaarheid	a. Mate van objectiviteit van gebruikte gegevens	Hoog	Hoog	Gemiddeld	Hoog
3. Waarde voor eindgebruiker	a. Resultaat specifiek voor eindgebruiker	Laag	Laag	Hoog	Hoog
	b. Aansluiting van resultaat bij de werkelijkheid	Alleen gemiddeld	Alleen gemiddeld	Hoog	Gemiddeld
4. Uitvoerbaarheid	a. Techniekneutraliteit	Ja	Ja	Ja	Ja
	b. Doelbereik	Middel	Middel	Hoog	Hoog

#### Contingentenaanpak

Bij een contingentenaanpak wordt de energieprestatie vrijwel volledig vastgesteld op het niveau van het voorbeeldgebouw. Alleen het vermogen van het product (warmtepomp) en de afgiftetemperatuur is hier nog een inputwaarde, die bepaalt wat de bijdrage is van de warmtepomp. Het voordeel hiervan is dat deze methode eenvoudig is en weinig tijd kost voor de toetsing. Ook worden verschillende uitkomsten tussen soortgelijke gebouwen voorkomen. Een belangrijk nadeel is dat er geen rekening gehouden wordt met gebouwaanpassingen, waardoor de potentie van een efficiënte warmteopwekker te laag wordt ingeschat.

Een uitwerking van de contingentenaanpak voor een voorbeeldwoning is te vinden in bijlage paragraaf 2.1.

#### Productspecifiek

Hierbij wordt in grote lijnen de contingentenaanpak gehanteerd, maar wordt aanvullend het rendement van de warmtepomp als basis genomen. Hiermee wordt de toepassing van energie-efficiëntere apparatuur gestimuleerd. Het nadeel van de contingentenaanpak blijft hier echter staan.

Een uitwerking van de productspecifieke aanpak voor een voorbeeldwoning is te vinden in bijlage paragraaf 2.2.

### Gebouwspecifiek

Deze methode beoogt om de energie-efficiëntie zo realistisch mogelijk te bepalen. Dit vraagt wel wat extra werk en input van de installateur, waarbij een deel van de benodigde input op basis van inschattingen zal plaatsvinden. Dit maakt het resultaat iets gevoeliger voor onjuiste inschattingen.

Een uitwerking van de gebouwspecifieke aanpak voor een voorbeeldwoning is te vinden in bijlage paragraaf 2.3.

### Maatwerkadvies

Deze methode volgt het formele maatwerkadvies. De woning wordt volledig opgenomen volgens de geldende ISSO-publicatie (ISSO 82) voor het uitvoeren van een maatwerkadvies. Hieruit komt dan de bijdrage van de warmtepomp, zodat de  $E_{HS}$  bepaald kan worden. De methode van de maatwerkadviezen is een gecertificeerde methode voor het opstellen van energiebesparingsadviezen. De meeste installateurs zijn niet gecertificeerd voor deze methode. Dit vraagt dus extra certificering voor installateurs en kan daarmee op weinig draagvlak rekenen bij deze doelgroep.

## 5 Methoden terugverdientijd

In dit hoofdstuk zijn de methoden voor het bepalen van de terugverdientijd geïnventariseerd en geëvalueerd op basis van de eisen en randvoorwaarden zoals vastgelegd in hoofdstuk 2.

### 5.1 Inleiding

Om een beeld te krijgen van de verschillende aspecten die meewegen bij de bepaling van methodes, is als eerste het begrip 'Terugverdientijd' wat verder uitgewerkt.

De methode voor de bepaling van de terugverdientijd staat los van de wijze waarop het product wordt gefinancierd. In de markt zijn momenteel ook concepten waarbij een (hybride) warmtepomp wordt geleased. De basis voor de bepaling van de financiële haalbaarheid wordt echter gevormd door de eenvoudige terugverdientijd. Hierbij wordt de meerinvestering afgezet tegen de jaarlijkse voordelen. Dat er vervolgens andere vormen worden gekozen voor financiering, is hieraan ondergeschikt.

De (eenvoudige) terugverdientijd van een maatregel kan worden bepaald door de volgende formule.

$$TVT = \text{meerinvestering} / \text{jaarlijkse besparing}$$

Bij de besparingen wordt gekeken naar het voordeel van de warmtelevering door een (hybride) warmtepomp ten opzichte van een gasgestookte ketel.

De meerinvestering is daarbij gedefinieerd als:

$$\text{Meerinvestering} = \text{Investering bij toepassing efficiënte opwekking} - \text{Investering bij traditionele opwekking}$$

De jaarlijkse besparing is gelijk aan:

$$\text{Jaarlijks voordeel} = \text{voordeel energiekosten} - \text{extra onderhoud} - \text{financieringslasten}$$

Ervan uitgaande dat de warmtepomp naast een gasgestookte installatie wordt geplaatst, is het voordeel op de energierekening gelijk aan onderstaande formule. In deze formule wordt gekeken naar de warmte die door de hybride warmtepomp wordt geleverd en wordt berekend hoe hoog de energiekosten zouden zijn als dit deel van de warmtelevering door een gasketel ingevuld zou worden en hoe hoog de energiekosten zijn nu dit met een hybride warmtepomp wordt ingevuld.

*Voordeel energiekosten*

$$= Q_{\text{warmtelevering;extra wp}}(\text{kWh}) * \left( \frac{\text{Gasprijs} \left( \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \right)}{\frac{\text{Energie inhoud gas} \left( \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3} \right)}{\eta_{\text{ketel}} * \text{systeemrendement}}} - \frac{\text{Elektraprijs} \left( \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \right)}{\text{SCOP}_{\text{wp}} * \text{systeemrendement}} \right)$$

Voor de bepaling van de terugverdientijd zijn dus de volgende zaken nodig.

- Benodigde meerinvestering voor een efficiënte opwekking, inclusief alle noodzakelijke voorzieningen en subsidies, maar exclusief de kosten die sowieso nodig zijn bij vervanging van de warmteopwekker.
- Benodigde investering voor een traditionele opwekking inclusief alle daarvoor noodzakelijke voorzieningen.
- Verwachte vermindering van de warmtelevering van de ketel.
- Realistische prognose voor het rendement van de gasketel en hybride warmtepomp.
- Realistisch energietarief voor gas en elektriciteit.
- Raming van het extra onderhoud bij toepassing van een hybride warmtepomp.
- Raming van de gemiddelde financieringslasten over de looptijd.

De methoden voor deze deelvragen zijn hieronder geïnterpreteerd en uitgewerkt.

## 5.2 Methoden voor het bepalen van de terugverdientijd

### 5.2.1 Benodigde investering efficiënte opwekking en traditionele installatie

#### Raming op basis van offertes installateur

Deze methode gaat uit van een raming die de installateur maakt. In dat geval maakt de installateur twee ramingen/offertes: één voor de situatie waarbij er gekozen wordt voor een vervanging van de verwarmingsinstallatie door een installatie die voldoet aan de oude eisen ( $E_{HS}$  van 1,31) en één voor de situatie waarbij er wel een (hybride) warmtepomp of andere efficiënte opwekking wordt toegepast. Het verschil tussen beide ramingen is de basis voor de terugverdientijd. In deze ramingen dienen alle noodzakelijke kosten te zijn opgenomen voor toepassing van de installaties waarbij de offerte uitsluitend de kosten mag en moet bevatten die noodzakelijk zijn voor het behalen van de energieprestatienorm van 1,31 respectievelijk 0,7.

Dat maakt dat de volgende posten onderdeel zijn van de ramingen (zowel de referentieofferte als de offerte voor de efficiënte opwekking).

- Warmtepomp en/of ketel.
- Noodzakelijke geluidswerende voorzieningen.
- Installatiekosten.
- Btw.
- Noodzakelijke aanpassing van de regeling.
- Noodzakelijke kosten voor inregelen van de installatie.
- Noodzakelijke kosten voor aanpassing van het afgiftesysteem.
- Beschikbare subsidies.

Aan de andere kant zijn de volgende kosten niet noodzakelijk en maken daarmee geen onderdeel uit van de ramingen.

- Geluidwerende voorzieningen die verder gaan dan de wettelijke eis en daardoor duurder zijn dan de minimaal benodigde voorzieningen.
- Meer- en minderkosten van een all-electric oplossing, voor zover deze duurder is dan een hybride oplossing die eveneens voldoet.
- Isolatiemaatregelen en andere besparingsmaatregelen die tegelijkertijd worden uitgevoerd.

De bepaling van de terugverdientijd via deze methode gebruikt een basis die het meest overeenkomt met wat de gebruiker ook daadwerkelijk moet betalen.

#### Raming op basis van kostenkengetallen

Vanuit de overheid zijn er op verschillende manieren kostenkengetallen beschikbaar. Eén van deze bronnen zou kunnen worden aangewezen om gebruikt te worden als basis voor de ramingen. Een beperking daarbij is wel dat niet voor alle hiervoor genoemde kostenposten separate kengetallen beschikbaar zijn.

Dit is bij de toepassing van kostenkengetallen vrijwel niet te voorkomen. De getallen dienen zodanig te zijn dat deze gemiddeld genomen een correcte weergave zijn van de werkelijkheid.

De rapportage van W/E adviseurs biedt een aantal opties voor vaste rekenwaarden voor plaatsing van een hybride warmtepomp. De opties die hier genoemd worden zijn:

- Digipesis met een bedrag van € 4.166,- + € 580/kW;
- ISDE-regeling met een bedrag van € 5.000,- + € 500/kW.

Naast deze bronnen zijn er andere bronnen mogelijk. Van belang is wel dat het resultaat eenduidig is. Een trendlijn die is ontleend aan de bronnen (zoals ook hierboven is genoemd) geeft daarom duidelijkheid.

Voor subsidie kan een vast percentage van 30% worden gehanteerd, omdat dit het uitgangspunt is voor de ISDE-subsidie. In deze bedragen zit de normale installatie en btw inbegrepen. Speciale kosten voor geluidwerende voorzieningen en/of een lastigere inpassing niet. Wanneer er bijzondere kosten zijn, worden deze bij deze methode niet meegenomen.

In plaats van de bedragen expliciet te maken, kan ook worden verwezen naar digipesis voor de referentiebedragen. Er zijn dan namelijk kosten voor veel meer technieken, waarmee de methode meer techniekneutraal wordt.

#### Offertes met maximale waarden

De derde methode is een gecombineerde van bovenstaande. Hierbij wordt als basis uitgegaan van ramingen van de installateur, maar deze worden begrensd op maximale waarden. Deze maximale waarden zouden dan landelijk vastgesteld moeten worden. Door de ramingen te maximeren, kan misbruik door onrealistisch hoge investeringen te rekenen, gereduceerd worden, bijvoorbeeld op 130% (waarde in overleg vast te stellen) van de kengetallen uit digipesis. Hiermee is er ruimte voor 30% extra kosten in verband met een lastige installatie of geluidwerende voorzieningen, zonder dat de bedragen extreem kunnen worden.

### 5.2.2 Meerkosten onderhoud

#### Raming op basis van offerte installateur

Deze methode gaat uit van de raming die de installateur maakt. In dat geval maakt de installateur twee ramingen/offertes voor het onderhoud: één voor de situatie waarbij wordt voldaan aan de  $E_{HS}$  van 0,7 en één voor de situatie waarbij aan de  $E_{HS}$  van 1,31 wordt voldaan. Het verschil tussen beide ramingen is de basis voor de berekening van de terugverdientijd. In deze ramingen dient al het noodzakelijke periodieke onderhoud te zijn opgenomen voor de posten die ook in de investering zijn meegenomen. Reserveringen voor vervanging van de installatie zijn hierin niet opgenomen.

#### Raming op basis van kengetallen

In plaats van een gebruikersspecifieke raming kan er ook gekozen worden voor een vast bedrag aan extra onderhoud. De onderhoudskosten voor een warmtepomp bedragen op dit moment (februari 2024), circa € 9,- tot € 14,- per maand<sup>13</sup>. Dit komt gemiddeld neer op een bedrag van € 138,- per jaar.

#### Raming met maximale waarden

Een gecombineerde oplossing is om als basis uit te gaan van de raming van de installateur, maar deze te begrenzen op maximale waarden. Deze maximale waarden zouden dan centraal vastgesteld moeten worden, bijvoorbeeld op 130% van de genoemde vaste waarde.

<sup>13</sup> Op basis van tarieven zoals genoemd op de site van enkele onderhoudspartijen, zoals Feenstra, Energiewacht, Alpha Ventilatie, Kemkens, Holland Warmte en Eneco.

Hiermee is er ruimte voor 30% extra kosten in verband met een lastige installatie of extra onderhoud aan geluidwerende voorzieningen, zonder dat de bedragen extreem kunnen worden.

### 5.2.3 Verwachte bijdrage van de warmtepomp

De bijdrage van de warmtepomp aan de warmtelevering van een gebouw is een combinatie van de totale warmtevraag van het gebouw en van het aandeel van de warmtepomp in de warmtelevering van deze totale warmtevraag.

#### Aandeel warmtelevering

Voor het bepalen van het aandeel van de warmtepomp in de totale warmtelevering zijn dezelfde opties mogelijk als bij het bepalen van de  $E_{HS}$ . Het kan wel zo zijn dat voor beide onderdelen een verschillende methodiek wordt gebruikt. De mogelijkheden hiervoor zijn hier echter niet opnieuw beschreven.

De omvang van de totale warmtevraag is niet opgenomen bij de bepaling van de  $E_{HS}$ . Deze mogelijkheden zijn hieronder benoemd.

#### Warmtevraag op basis van NTA 8800

In voorgaande studies (W/E adviseurs) is de warmtevraag bepaald volgens de NTA 8800. Deze methode is de eerste optie om de warmtevraag te bepalen. Deze methode geeft, met name voor slecht geïsoleerde gebouwen, een overschatting van de werkelijke warmtevraag. Een tabel met de warmtevraag per voorbeeldwoning berekend met de NTA 8800 is te vinden in bijlage paragraaf 0.

Wanneer voor de huidige opwekking (gedeeltelijk) een ander systeem wordt gebruikt dan een aardgasgestookte ketel, dan dient voor de warmtevraag alleen die fractie genomen te worden die in de huidige situatie wordt geleverd door de ketel.

#### Warmtevraag op basis van gemiddeld werkelijk gebruik

In deze tweede optie wordt de warmtevraag bepaald op basis van voorbeeldgebouwen (voorbeeldwoningen en eventueel andere representatieve gebouwen). Voor de bepaling van de warmtebehoefte van de voorbeeldgebouwen wordt in deze methode gekozen voor een methode die gemiddeld genomen een goed beeld geeft van het werkelijke gebruik. Een aantal mogelijkheden hiervoor zijn:

- warmtevraag volgens Verbeterjehuis<sup>14</sup>;
- warmtevraag volgens lopend onderzoek van PBL<sup>15</sup> en BZK;
- gemiddeld energiegebruik op basis van het CBS<sup>16</sup>.

Wanneer voor de huidige opwekking (gedeeltelijk) een ander systeem wordt gebruikt dan een aardgasgestookte ketel, dan dient de warmtevraag vermenigvuldigd te worden met de fractie die in de huidige situatie wordt geleverd door de ketel.

Met de gemiddelde gebruiken volgens het CBS is de warmtevraag bepaald voor de voorbeeldwoningen. De tabel met resultaten is terug te vinden in bijlage paragraaf 1.4.

<sup>14</sup> [Alles over je huis verduurzamen | Verbeterjehuis](#). Deze methode werkt met een aangepaste methode van het maatwerkadvies

<sup>15</sup> <https://www.pbl.nl/publicaties/referentieverbruik-warmte-woningen>

<sup>16</sup> [StatLine - Aardgaslevering vanuit het openbare net; woningkenmerken \(cbs.nl\)](#)



Hierbij zijn de correcties als volgt bepaald.

- Het gemiddelde gebruik is gebaseerd op CBS-data. Hierbij geldt dat dit het gemiddelde is van woningen die zijn aangesloten op het aardgasnet.
- Het oppervlak is gebaseerd op de oppervlaktes van de referentiewoningen.
- Het gasgebruik voor koken is gebaseerd op een studie van Milieucentraal. Dit betreft het gemiddelde gebruik.
- Het aantal bewoners en het tapwatergebruik per bewoner is gebaseerd op de NTA 8800. Deze waarde zou ook bepaald kunnen worden op basis van metingen van het daadwerkelijk gemiddeld gebruik voor tapwatergebruik. Hiervoor is dan nader onderzoek nodig.
- Het resterende gebruik is voor ruimteverwarming. Dit is met behulp van het standaard rendement voor ruimteverwarming van de cv-ketel en het standaard systeemrendement omgerekend naar een warmtebehoefte.

### Warmtevraag op basis van huidig gasgebruik

Als basis voor de bepaling van de warmtelevering van de warmtepomp wordt bij deze methode uitgegaan van het huidige gasgebruik.

- In de basis wordt gestart met het werkelijk gasgebruik. Om voldoende representatief te zijn, moet het verbruik bekend te zijn over een periode van ten minste tien aaneengesloten maanden van een recent jaar. Wanneer dit niet bekend is, dient het verbruik te worden bepaald volgens de referentiegebouwen. Is dit onbekend dan wordt het gebruik van de voorbeeldgebouwen gehanteerd.
  - Op basis van een graaddagencorrectie wordt dit gasgebruik omgerekend naar het gebruik in een gemiddeld jaar, het standaard jaarverbruik (het aantal graaddagen voor verschillende klimaatstations in Nederland is te vinden in de bijlage).
    - $\text{Standaardjaarverbruik} = \text{Gemeten gasverbruik} / \text{Gewogen graaddagen over periode} * \text{Normaal aantal graaddagen per jaar}$ .
  - Op basis van het aantal bewoners (in woningen) wordt het tapwatergebruik bepaald. Dit wordt in mindering gebracht op het gasgebruik. Mogelijke opties hiervoor zijn:
    - verbruik op basis van de NTA 8800;
    - referentiegebruiken zoals geraamd door PBL, zoals hiervoor benoemd;
    - verbruik tapwater volgens Milieucentraal;
    - inschatting verbruik op basis van grootte douchekop en douchegebruik:
      - gemiddeld 130 m<sup>3</sup>/jaar per persoon zonder zonneboiler of 65 m<sup>3</sup> met zonneboiler;
    - verbruik op basis van aardgasgebruik in de zomermaanden juli en augustus:
 
$$\text{verbruik\_koken\_en\_tapwater} = \text{Verbruik juni en augustus} / (62\text{-aantal dagen vakantie}) * 365$$
  - Op basis van de aanwezigheid van een gasfornuis wordt het gasgebruik voor koken in mindering gebracht. Ook hiervoor kan een forfaitaire waarde worden gehanteerd van 37 m<sup>3</sup>/jaar (Milieu Centraal).
- Het gasgebruik voor ruimteverwarming wat is bepaald, wordt met behulp van het rendement van de ketel (zie verder) omgerekend naar een warmtevraag.
- De warmtebehoefte wordt vervolgens bepaald door:  $\text{Warmtebehoefte [kWh/jaar]} = \text{aardgasvraag\_ruimteverwarming} * 35,17 / 3,6 * \text{systeemrendement\_ketel} * \text{jaarrendement\_ketel}$

### 5.2.4 Jaarrendement van de warmteopwekker

Voor de bepaling van de rendementen van de warmtepomp en ook die van de ketel zijn in basis dezelfde opties mogelijk als uitgewerkt bij de bepaling van de energieprestatie. Deze zijn hier niet opnieuw beschreven.

### Gecorrigeerde waarden

Alle methoden die beschreven zijn voor de bepaling van de energieprestatie gaan uit van een theoretisch rendement; een waarde die bepaald is door het uitvoeren van testen in voorgeschreven condities en in een gecontroleerde omgeving. Er zou een correctie gehanteerd kunnen worden op deze waarden.

Deze correctie kan bepaald worden op basis van onderzoeken die gedaan zijn naar het werkelijke rendement van (hybride) warmtepompen. Deze optie is in principe van toepassing op alle methoden die zijn beschreven bij de bepaling van de  $E_{HS}$ .

Op dit moment zijn er onvoldoende betrouwbare metingen beschikbaar voor ketels en (hybride) warmtepompen om een goed oordeel te geven over de verhouding tussen het werkelijke rendement en het rendement zoals bepaald met de hiervoor genoemde methoden. Daarvoor is het nodig om veel apparaten gedurende langere tijd te meten en daarbij tegelijk ook de temperaturen waarop de warmte wordt geleverd, vast te stellen.

## 5.2.5 Energietarieven

### Vaste energietarieven

In deze methode worden er periodiek rekestarieven vastgesteld waarbij de terugverdientijd wordt bepaald. Deze waarden worden dan gehanteerd, ongeacht de werkelijke tarieven die de gebruiker betaalt. Hiervoor kunnen verschillende bronnen worden gebruikt. De volgende waarden zijn opgenomen.

- Actuele waarden bij het afsluiten van een jaarcontract (bron: gaslicht.com).
- Actueel met verrekening EB-aanpassingen.
- Prognose PBL voor 2030.

Tabel 5.1 Energietarieven (inclusief btw)

Methode	Gasprijs <sup>17</sup> (€/m <sup>3</sup> )	Elektraprijs (€/kWh)		
		0 - 10.000 kWh	10.000 - 50.000 kWh	> 50.000 kWh
Jaarcontract actuele tarieven (februari 2024)	€ 1,22	€ 0,29	€ 0,27	€ 0,22
Jaarcontract met verrekening EB-aanpassingen	Nader te bepalen	Nader te bepalen		
Prognose PBL voor 2030	€ 1,43	€ 0,29		

### Werkelijk tarief gebruiker

Hierbij wordt het tarief bepaald dat de gebruiker betaalt. Dit tarief wordt vastgesteld op basis van een actuele energienota (maximaal zes maanden oud) of lopend contract. Het gaat daarbij om het variabele tarief, dus de kosten per kWh en niet de aansluitkosten.

Wanneer er geen actuele nota of lopend contract bekend is, worden de vaste waarden gebruikt zoals hiervoor genoemd.

## 5.2.6 Financieringslasten over de looptijd

### Niet meenemen financieringslasten

De eerste methode is om de financieringslasten niet mee te nemen. Een onderbouwing daarvoor kan zitten in het feit dat consumenten doorgaans rekenen met een eenvoudige terugverdientijd. Hierin zitten geen financieringslasten inbegrepen. Wanneer de terugverdientijd zonder financieringslasten zeven jaar bedraagt, zal deze stijgen bij het meenemen van financieringslasten. Bij een rentepercentage van 3% stijgt deze tot acht jaar en bij 5% tot negen jaar. De impact van het al dan niet meenemen van de financieringslasten is dus relatief beperkt.

<sup>17</sup> Omdat de energiebelasting op gasprijs voor de eerste 170.000 m<sup>3</sup> per jaar gelijk is, is hier geen staffel opgenomen. Voor gebouwen met een verbruik van meer dan 170.000 m<sup>3</sup> per jaar is er wel sprake van andere tarieven. Dit is echter in de woning- en utiliteitsmarkt een uitzondering.

### Vaste rente

Om de rentelasten wel mee te nemen, kan gekozen worden om de gemiddelde meerinvestering over de looptijd (deze bedraagt de helft van de initiële meerinvestering) mee te nemen in de jaarlijkse lasten. Gekozen zou kunnen worden om de tarieven van de energiebespaarlening van het warmtefonds te hanteren. Deze bedraagt momenteel:

- 0% voor huishoudens met een inkomen van maximaal € 60.000,- per jaar;
- 3,8% voor huishoudens met een inkomen van meer dan € 60.000,- per jaar en een lening van circa € 10.000,-.

### 5.2.7 Eigen inzicht installateur

Een alternatieve methode voor de bepaling van de energiebesparing (en daarmee voor het piekvermogen, het aandeel in de warmtelevering, de warmtevraag en de rendementen) is om dit vrij te laten aan de installateur. Er wordt dan geen methode voorgeschreven. De bandbreedte kan daarmee groot zijn. Een risico is dat de installateurs de rendementen en bijdragen voorzichtig zullen inschatten. Wanneer deze voorzichtige schattingen worden gebruikt voor de bepaling van de terugverdientijd, zal het doelbereik dalen.

Het voordeel van deze methode is dat de eindgebruiker dezelfde getallen terug ziet bij de bepaling van de terugverdientijd als bij de 'garanties' van de installateur op het functioneren van zijn systeem.

De vraag kan gesteld worden of de getallen gelijk moeten zijn. De bepaling van de terugverdientijd heeft als doel een beeld te geven van wat de eindgebruiker gemiddeld genomen mag verwachten. Dat hoeft mogelijk niet hetzelfde te zijn als de minimale prestatie die de installateur garandeert.

### 5.3 Beoordeling methoden terugverdientijd

De verschillende methoden zijn beoordeeld op de aspecten, zoals opgenomen in hoofdstuk 2. In onderstaande tabellen is deze beoordeling opgenomen. Onder de tabel is de beoordeling toegelicht.

#### 5.3.1 Benodigde investering en onderhoud van de warmtepomp en traditionele installatie

Omdat de opties voor de raming van de investering en de onderhoudskosten gelijk zijn, zijn deze ook samengenomen in de beoordeling.

Tabel 5.2 Toetsing van methode voor bepalen investering en onderhoudskosten

		<i>Investering en onderhoudskosten</i>					
		<i>Investering</i>			<i>Onderhoud</i>		
		<i>Raming</i>	<i>Kengetallen</i>	<i>Raming met maximum</i>	<i>Raming</i>	<i>Kengetallen</i>	<i>Raming met maximum</i>
1. Praktische uitvoerbaarheid	a. Benodigde tijd voor toetsing door installateur	Laag	Laag	Laag	Laag	Laag	Laag
	b. Benodigde tijd door eindgebruiker	Niet van toepassing	Niet van toepassing	Niet van toepassing	Niet van toepassing	Niet van toepassing	Niet van toepassing
	c. Benodigde aanvullende kennis en opleiding voor installateur	Niet van toepassing	Niet van toepassing	Niet van toepassing	Niet van toepassing	Niet van toepassing	Niet van toepassing
	d. Toepasbaarheid verschillende gebruiksfuncties	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
2. Reproduceerbaarheid	a. Mate van objectiviteit van gebruikte gegevens	Hoog	Hoog	Hoog	Hoog	Hoog	Hoog
3. Waarde voor eindgebruiker	a. Resultaat specifiek voor eindgebruiker	Hoog	Laag	Middel	Hoog	Laag	Middel
	b. Aansluiting van resultaat bij de werkelijkheid	Hoog	Laag	Redelijk hoog	Hoog	Laag	Redelijk hoog
4. Uitvoerbaarheid	a. Techniekneutraliteit	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	b. Doelbereik	Hoog	Afhankelijk van bron	Hoog	Hoog	Hoog	Hoog

#### Bepaling investeringsraming en onderhoudskosten

Als het gaat om de praktische uitvoerbaarheid is een belangrijk verschil of de installateur eigen kengetallen gebruikt, dan wel vastgestelde kengetallen. Qua inspanning is dit min of meer gelijk. Het voordeel van een eigen raming van de installateur is wel dat hierin alle relevante posten zijn opgenomen. Bij kengetallen zijn niet voor alle posten goede kengetallen beschikbaar. Dit pleit voor toepassing van werkelijke offertes.

Het is voor een eindgebruiker namelijk lastig uitlegbaar dat de investering waarop de terugverdientijd is bepaald sterk afwijkt van het bedrag dat hij uiteindelijk moet neerleggen. Daarbij komt dat wanneer er gemiddelde bedragen worden gehanteerd als kengetal, deze voor 50% van de doelgroep te laag zijn, maar ook voor 50% te hoog. Bij dit laatste deel wordt dus mogelijk ten onrechte vastgesteld dat deze geen verplichting heeft voor toepassing van een efficiënt systeem.

Wel leidt het gebruik van eigen ramingen van de installateur tot een risico voor misbruik door het hanteren van onrealistische bedragen. Dit kan dan leiden tot een vermindering van het doelbereik van de methode. Aan de andere kant kunnen goedkoperere warmtepompen dan de kostenkengetallen ook juist leiden tot een hoger doelbereik. Uitgangspunt is dat zowel de consument als de installateur gebaat zijn bij een realistische raming, is het risico voor misbruik niet doorslaggevend.

### **5.3.2 Verwachte bijdrage warmtepomp**

De verwachte bijdrage van de warmtepomp hangt af van het aandeel in de warmtelevering en de grootte van de warmtevraag.

#### **Bepaling benodigd piekvermogen**

De methoden voor de bepaling van het piekvermogen zijn beoordeeld in hoofdstuk 4. Specifiek voor de bepaling van de terugverdientijd geldt dat het gebruik van vaste waarden per referentiegebouw, zonder het meenemen van aanpassingen achteraf leidt tot een te hoge waarde van het piekvermogen. Dit leidt er ook toe dat er een grotere warmtepomp geselecteerd moet worden om de energieprestatie te behalen. Omdat een grotere warmtepomp in het algemeen duurder is, leidt dit tot een daling van het doelbereik.

#### **Bepaling aandeel warmtelevering**

De methoden voor de bepaling van het piekvermogen zijn beoordeeld in hoofdstuk 4. Specifiek voor de terugverdientijd geldt dat voor de herkenbaarheid van de eindgebruiker het wenselijk is om dit aandeel specifiek te bepalen. Een te generieke aanpak leidt tot een discrepantie tussen berekening en werkelijkheid, die lastig uitlegbaar is.

### 5.3.3 Bepaling warmtebehoefte

Vervolgens is hierna een beoordeling gegeven van de bepaling van de warmtebehoefte van het gebouw.

Tabel 5.3 Toetsing van methode voor bepalen warmtebehoefte

		<i>Warmtebehoefte</i>			
		<i>NTA 8800</i>	<i>Gemiddelde referentiegebouwen</i>	<i>Huidig energiegebruik</i>	<i>Eigen inzicht installateur</i>
1. Praktische uitvoerbaarheid	a. Benodigde tijd voor toetsing door installateur	Kort	Kort	Gemiddeld	Gemiddeld
	b. Benodigde tijd door eindgebruiker	Kort	Kort	Gemiddeld	Gemiddeld
	c. Benodigde aanvullende kennis en opleiding voor installateur	Geen	Geen	Beoordeling gasgebruik	Bepaling prestatie
	d. Toepasbaarheid verschillende gebruiksfuncties	Ja, mits beschikbaar	Ja, mits beschikbaar	Ja	Ja
2. Reproduceerbaarheid	a. Mate van objectiviteit van gebruikte gegevens	Hoog	Hoog	Gemiddeld	Gemiddeld
	a. Resultaat specifiek voor eindgebruiker	Laag	Laag	Hoog	Hoog
3. Waarde voor eindgebruiker	b. Aansluiting van resultaat bij de werkelijkheid	Laag	Alleen voor gemiddelde	Hoog	Hoog
	a. Techniekneutraliteit	Ja	Ja	Ja	Ja
4. Uitvoerbaarheid	b. Doelbereik	Hoog	Lager	Lager	Wellicht lager

De methoden voor de bepaling van de warmtebehoefte verschillen wezenlijk van elkaar. Bij gebruik van de NTA 8800-methode is het berekend verbruik in het algemeen het hoogst, wat leidt tot meer gebouwen die aan de terugverdientijd van zeven jaar voldoen. Doordat, met name bij de slechtere labels, het berekende energieverbruik over het algemeen hoger is dan het daadwerkelijk verbruik, zal de uitkomst vaak niet herkend worden door de eindgebruiker. Dit laatste zal ervoor zorgen dat het draagvlak onder druk staat.

Wanneer een methode wordt gekozen, gebaseerd op het gemiddelde werkelijke gebruik van een contingent, is de prognose voor de groep referentiegebouwen gemiddeld goed. Ten opzichte van berekeningen op basis van de NTA 8800 zullen wel meer contingenten van woningen op basis van de terugverdientijd uitgezonderd worden. Een indicatieve berekening geeft aan dat vrijwel de volledige contingenten met rij- en hoekwoningen afvallen.

Verder blijkt in de praktijk dat verbruiken binnen een contingent sterk variëren, omdat de invloed van gebruikersgedrag op het energiegebruik hoog is. Door te werken met referentiegebouwen kan het zijn dat het berekende verbruik en daarmee ook de berekende besparing, sterk afwijkt van dat van de specifieke gebruiker.

Het gebruik van het huidige energiegebruik (gasgebruik) van de eindgebruiker levert een resultaat op dat maximaal is afgestemd op de eindgebruiker. Deze zal zich dus veel meer herkennen in de berekende besparing. Dit levert ook duidelijkheid op in situaties waarin de gebruiker al heeft geïnvesteerd in alternatieve duurzame opwekking (zoals omkeerbare airco's of een minder efficiënte warmtepomp et cetera). Nadelen van deze methode zijn echter dat het niet vanzelfsprekend is om het huidige gebruik goed inzichtelijk te krijgen. Daarbij komt dat het doelbereik van deze methode wellicht lager is dan bij de NTA-methode. In vergelijking met de referentiegebouwenmethode zal het doelbereik vergelijkbaar zijn.

Een belangrijke vraag is of het wenselijk is dat de resultaten gebruikersafhankelijk zijn. Wanneer gebruikers voornemens zijn het gebouw nog lang te blijven gebruiken (meer dan zeven jaar), dan sluit een gebruikersspecifieke benadering het beste aan bij de werkelijkheid. Wanneer het gebouw binnen de zeven jaar overgaat naar een andere gebruiker, dan is het de vraag in hoeverre een gebruikersspecifieke benadering recht doet aan de werkelijkheid.

De methode volgens eigen inzicht installateur is niet uitgewerkt en kan daarom niet goed worden beoordeeld. Wel is het een potentieel risico is dat de installateur deze waarden conservatief inschat, om vragen achteraf te voorkómen. Dit verlaagt de besparingspotentie en daarmee het doelbereik.

#### **5.3.4 Jaarrendement van de warmteopwekker**

De methoden voor de bepaling van het jaarrendement zijn beoordeeld in hoofdstuk 4. De afwegingen bij de bepaling van de energieprestatie zijn dezelfde als die voor de terugverdientijd.

### 5.3.5 Energietarieven en financieringslasten

Tot slot zijn de methoden voor de financiële parameters (energietarieven en financieringslasten) beoordeeld.

Tabel 5.4 Toetsing van methode voor bepalen energietarief en financieringslast

		<i>Energietarief</i>		<i>Financieringslast</i>		
		<i>Vast tarief</i>	<i>Vast tarief geïndexeerd</i>	<i>Werkelijk tarief</i>	<i>Geen</i>	<i>Vaste rente</i>
1. Praktische uitvoerbaarheid	a. Benodigde tijd voor toetsing door installateur	Kort	Kort	iets langer	Kort	Kort
	b. Benodigde tijd door eindgebruiker	Niet van toepassing	Niet van toepassing	Energie-contract	Niet van toepassing	Niet van toepassing
	c. Benodigde aanvullende kennis en opleiding voor installateur	Niet van toepassing	Niet van toepassing	Energienota lezen	Niet van toepassing	Niet van toepassing
	d. Toepasbaarheid verschillende gebruiksfuncties	Ja, wel verschillende waarden	Ja, wel verschillende waarden	Ja	Ja	Ja
2. Reproduceerbaarheid	a. Mate van objectiviteit van gebruikte gegevens	Hoog	Hoog	Gemiddeld	Hoog	Hoog
3. Waarde voor eindgebruiker	a. Resultaat specifiek voor eindgebruiker	Gemiddeld	Gemiddeld	Hoog	Gemiddeld	Gemiddeld
	b. Aansluiting van resultaat bij de werkelijkheid	Gemiddeld	Hoog	Hoog	Gemiddeld	Beter
4. Uitvoerbaarheid	a. Techniekneutraliteit	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	b. Doelbereik	Goed	Beter	Goed	Goed	Beperkt lager

#### Bepaling energietarieven

De verschillen tussen de twee methoden met vaste waarden zijn heel klein. De methode met geïndexeerde tarieven houdt meer rekening met de bekende tariefaanpassingen. Door te werken met verwachte tarieven voor 2030 wordt beter aangesloten bij de daadwerkelijke effecten op de energierekening op de langere termijn. Daarnaast is de verwachting dat aardgas relatief duurder zal worden ten opzichte van elektriciteit, waardoor deze methode ook zal leiden tot een hoger doelbereik.

Het alternatief van de vaste tarieven is het rekenen met gebruikersafhankelijke tarieven. Het voordeel is dat de gebruiker zich meer zal herkennen in het eindresultaat. Gezien het feit dat de meeste eindgebruikers contracten hebben met een maximale looptijd van drie jaar (incidenteel vijf jaar), zullen de verschillende methoden elkaar niet veel ontlopen. De winst is dus beperkt, terwijl de moeite van daadwerkelijke tarieven wel groter is. Het vaststellen van het totale variabele tarief is namelijk geen vaardigheid die elke installateur bezit.



Een voordeel van het rekenen van werkelijke tarieven is dat bij een gebruiker die meer elektriciteit opwekt dan zijn eigen gebruik het netto teruglevertarief van toepassing is. Dit is aanmerkelijk lager dan het leveringstarief, waardoor het doelbereik toeneemt. Tegelijk is het aantal gebouwen waar dit het geval is beperkt.

### Bepaling financieringslasten

Voor de bepaling van de financieringslast is er de keuze uit het wel of niet meenemen van financieringslasten. Qua berekening voegt het vrijwel geen complexiteit toe. Wanneer een gebruiker een lening moet aangaan, zal het meenemen van de rentelasten leiden tot een betere aansluiting bij de werkelijkheid. Tegelijk gaat dit wel ten koste van het doelbereik. Dit effect is echter momenteel klein, omdat eindgebruikers met een inkomen tot maximaal € 60.000,- per jaar via het warmtefonds renteloos kunnen lenen. Dit kan in de toekomst echter veranderen.

## 5.4 Integrale methodes voor het bepalen van de terugverdientijd

Als integrale methode is het niet logisch willekeurig te kiezen voor een combinatie van methoden uit bovenstaande opties. Daarom zijn er een aantal min of meer logische combinaties gemaakt voor de verschillende methoden. De geselecteerde varianten zijn de volgende.

- Contingentenaanpak. Hierbij wordt de terugverdientijd zoveel mogelijk vastgesteld op basis van voorbeeldgebouwen en zo min mogelijk op basis van gebouwspecifieke waarden.
- Gebouwspecifiek. Hierbij wordt de terugverdientijd vastgesteld op basis van de relevante gebouwspecifieke parameters.
- Gebruikersspecifiek. Hierbij wordt de energieprestatie gebruikersspecifiek gemaakt.
- Maatwerkadvies. Hierbij wordt de methode van het maatwerkadvies volgens ISSO 75 en ISSO 82 gehanteerd. Dit is een gecertificeerde methode voor het opstellen van energiebesparingsadviezen. Bij het bepalen van de energiebesparingen is hier de mogelijkheid om het energiegebruik te fitten op het werkelijk gebruik. Hiermee wordt deze methode op dit aspect een gebruikersspecifieke methode.

De verschillende methoden zijn als volgt samengesteld.

Tabel 5.5 Beoordeling methoden Energieprestatie (X is de van toepassing zijnde optie, (X) de alternatieve optie)

	Contingenten	Gebouw- specifiek	Gebruiker- specifiek	Maatwerk- advies
<b>Benodigde investering</b>				
- Offertes installateur		X	X	X
- Vaste waarden	X			
- Offertes met maximum				
<b>Extra onderhoud</b>				
- Offertes installateur		X	X	X
- Vaste waarden	X			
- Offertes met maximum				
<b>Benodigd piekvermogen</b>				
- Referentiegebouwen	X			
- Vereenvoudigde warmteverliesberekening		X	X	Eigen methode
- Volledige warmteverliesberekening				
- Gasgebruik en vollasturen			(X)	
<b>Aandeel in warmtelevering</b>				
- Grafiekenmethode	X			
- Warmteverlies + stooklijn		X	X	X (eigen methode)
- Eigen inzicht installateur			(X)	
<b>Warmtebehoefte</b>				
- NTA 8800				X
- Referentiegebouwen	X	X		
- Huidig energiegebruik			X	X (fitten op basis van huidig gebruik)
<b>Jaarrendement</b>				
- Vaste waarden	X			(X)
- Waarde energielabel		X		
- Waarde BCRG-verklaring				X
- Werkelijke waarde		(X)	X	
- Eigen inzicht installateur			(X)	
- Gecorrigeerde waarden	X	X	X	
<b>Energietarieven</b>				

- Vaste waarden	X	X		
- Vaste waarde met indexatie	X	X		
- Werkelijke waarden gebruiker			X	X
Financieringslasten				
- Niet meenemen	X	X	X	
- Vaste rente	(X)	(X)	(X)	X

#### 5.4.1 Beoordeling integrale methoden

Tabel 5.6 Beoordeling integrale methoden

		Integrale methode			
		<i>Contingenten</i>	<i>Gebouwspecifiek</i>	<i>Gebruikerspecifiek</i>	<i>Maatwerkadvies</i>
1. Praktische uitvoerbaarheid	a. Benodigde tijd voor toetsing door installateur	Laag	Hoog	Hoog	Hoog
	b. Benodigde tijd door eindgebruiker	Laag	Gemiddeld	Gemiddeld	Gemiddeld
	c. Benodigde aanvullende kennis en opleiding voor installateur	Niet van toepassing	Extra kennis is standaard	Extra kennis is standaard	Extra certificering
	d. Toepasbaarheid verschillende gebruiksfuncties	Ja	Ja	Ja	Ja
2. Reproduceerbaarheid	a. Mate van objectiviteit van gebruikte gegevens	Hoog	Gemiddeld	Gemiddeld	Gemiddeld
	a. Resultaat specifiek voor eindgebruiker	Laag	Gemiddeld	Hoog	Hoog
3. Waarde voor eindgebruiker	b. Aansluiting van resultaat bij de werkelijkheid	Alleen gemiddeld	Hoog	Hoog	Hoog
	a. Techniekneutraliteit	Ja	Ja	Ja	Ja
4. Uitvoerbaarheid	b. Doelbereik	Afhankelijk van methode	Beperkt lager	Beperkt lager	Beperkte lager
		warmtevraag			

Een uitwerking van de drie verschillende aanpakken voor een voorbeeldwoning is te vinden in bijlage paragraaf 3.1 (contingentenaanpak), bijlage paragraaf 3.2 (gebouwspecifieke aanpak) en bijlage paragraaf 3.3 (gebruikerspecifieke aanpak).

De belangrijkste afwegingen bij de beoordeling van een integrale methode zijn de volgende thema's.

- De mate waarin het resultaat gebruikersspecifiek dan wel gebouwspecifiek is. Dit geldt met name voor de hoogte van de warmtevraag.

- Mate waarin een methode volledig wordt voorgeschreven, dan wel wordt overgelaten aan de markt. Bij de gebruikersspecifieke methode is het namelijk ook een optie om de methode voor de bepaling van de terugverdientijd niet volledig uit te werken, maar de jaarlijkse besparing op de energienota aan de installateur over te laten. Dit kan aansluiten bij de toekomstige prestatieborging.
- Het doelbereik. Hierbij speelt vooral dat bij een contingentenaanpak energiebesparende maatregelen niet worden meegenomen, wat leidt tot een hogere investeringsraming en daardoor een lager doelbereik. Het doelbereik is bij gebruik van werkelijke waarden lager dan bij NTA 8800-warmtevraag.
- Mate van extra benodigde kennis. De maatwerkmethode vraagt significant extra scholing, wat zal leiden tot een laag draagvlak bij de installatiebranche.

### Huidige praktijk

In de huidige praktijk hebben de meeste fabrikanten van warmtepompen en diverse installateurs al een rekentool voor het bepalen van de terugverdientijd van een warmtepomp. In de meeste gevallen is dit een gebruikersspecifieke methode, die het huidige gasgebruik als basis neemt voor de berekeningen. Wanneer dit verbruik niet bekend is, wordt er op basis van het woningtype, de isolatiegraad en/of locatie een inschatting van het gasgebruik berekend. Hiermee wordt de methode dan een gebouwspecifieke methode. Deze manier van het bepalen van de terugverdientijd staat dus dicht bij wat momenteel in de markt gebruikelijk is.

## 5.5 Techniekneutraliteit

### 5.5.1 Alternatieve technieken

De uitwerking van de methode is gebaseerd op de toepassing van een hybride warmtepomp. Tegelijk kunnen ook andere technieken worden toegepast. Dit kunnen technieken zijn, die momenteel al (beperkt) worden toegepast, maar ook nieuwe technieken die in de komende tijd op de markt komen of significante verbeteringen van de (hybride) warmtepompen. Deze alternatieve en nieuwe technieken kunnen op de volgende manier verwerkt worden.

- De energieprestatie kan bepaald worden door het bepalen van de fractie van de totale warmtevraag die wordt geleverd door de techniek; het jaarrendement en de primaire emissiefactor van de gebruikte energiebron.
  - Voor de bepaling van de fractie van de warmte die geleverd wordt, kan voor de meeste technieken dezelfde methode worden gehanteerd als voor de toepassing van (hybride) warmtepompen. Alleen voor zonthermische systemen en WKK's geldt dat een andere berekeningsmethode nodig is. Hiervoor zal dan een alternatieve berekeningsmethodiek ontwikkeld moeten worden. De rol van deze technieken voor ruimteverwarming is in Nederland echter klein.
  - Voor de bepaling van het jaarrendement kan een gelijkwaardigheidsverklaring worden gebruikt. Dit is een onafhankelijk getoetste verklaring waarmee het jaarrendement wordt vastgesteld.
  - Primaire energiefactor. Hiervoor kunnen de waarden volgens dezelfde bron worden gebruikt, als die worden gebruikt voor de bepaling van de primaire emissiefactoren voor aardgas en elektriciteit. Van belang is wel dat de factoren niet mogen samenhangen met het inkoopbeleid van de eindgebruiker. De inkoop van groene elektriciteit, of vergoend aardgas worden dan ook niet meegenomen in deze bepaling.
- Voor de bepaling van de terugverdientijd geldt dat de installateur deze kan bepalen door een raming van het nieuwe energiegebruik en de reductie van het gasgebruik.
  - Wanneer de alternatieve techniek een terugverdientijd heeft van minder dan zeven jaar, kan deze gewoon worden toegepast.
  - Wanneer de alternatieve techniek een terugverdientijd heeft van meer dan zeven jaar, kan deze ook worden toegepast wanneer de eindgebruiker dat wil. Wanneer de eindgebruiker dat niet wil, kan alsnog gekozen worden voor een (hybride) warmtepomp.

### 5.5.2 Alternatieve uitgangssituatie

Zoals toegelicht, is het uitgangspunt dat er in de huidige situatie wordt verwarmd met een aardgasgestookte ketel. Wanneer dit niet het geval is, maar er op een andere wijze wordt verwarmd, dan kan er als volgt omgegaan worden met de afwijkende uitgangssituatie.

- De toets op de energieprestatie kan worden uitgevoerd zoals beschreven.
- De bepaling van de terugverdientijd dient te worden uitgevoerd op basis van het aandeel dat de aardgasgestookte ketel nog bijdraagt aan de warmtevraag. Dit gaat zonder aanpassingen goed bij de gebruikersspecifieke methode.

## 5.6 Grenswaarden terugverdientijd

De terugverdientijd van zeven jaar is gesteld als criterium voor het al dan niet verplicht zijn te kiezen voor een opweksysteem met een  $E_{HS}$  van maximaal 0,7. Op basis van de gekozen uitgangspunten is bepaald wat (in een gunstig geval) de warmtevraag moet zijn om onder deze zeven jaar te komen. Hierbij is uitgegaan van de volgende waarden.

- Ketelrendement: 95%
- SCOP warmtepomp: 3,6
- Bijdrage warmtepomp: 80%
- Systeemrendement ketel: 84,6%
- Systeemrendement warmtepomp: 92,15%
- Energietarieven conform PBL-prognose
  - Gasprijs: € 1,43/m<sup>3</sup>
  - Elektriciteitsprijs: € 0,29/kWh
- Meerkosten onderhoud: € 110/jaar (20% gunstiger dan gemiddeld)
- Meerprijs warmtepomp (3 kW, 30% ISDE-subsidie): € 4.150,-

Onder deze condities is de minimale warmtevraag gelijk aan 9.275 kWh om een terugverdientijd van maximaal zeven jaar te behalen. De berekening is uitgewerkt in bijlage paragraaf 3.4.

Wanneer de warmtevraag volgens de NTA wordt gehanteerd, is hiermee een toepassing van een warmtepomp voor vrijwel alle woningcontingenten potentieel haalbaar. De warmtebehoefte op basis van de NTA 8800 is uitgerekend in het onderzoek van WE-adviseurs en overgenomen in bijlage H1.3.

Wanneer het werkelijk energiegebruik (gemiddeld over contingent) wordt gehanteerd, dan vallen er diverse contingenten af. Met name de grote woningen (vrijstaand) en oudere woningen (voor 1974 voor hoek- en twee-onder-een-kapwoningen) resteren.

Wanneer gerekend wordt met het werkelijk gasgebruik, dan bedraagt het minimale gasgebruik voor ruimteverwarming om een terugverdientijd onder de zeven jaar te krijgen 1.180 m<sup>3</sup> per jaar (wat overeenkomt met 9.275 kWh). Met een gemiddeld 2,12 persoonshuishouden<sup>18</sup> komt dat neer op 1.457 m<sup>3</sup> per jaar voor het totale gasgebruik. Bij een terugverdientijd van tien jaar is de grens 1.160 m<sup>3</sup>.

Overwogen kan worden om woningen die qua gebruik (ruim) onder de grenswaarde blijven, vrijstelling te geven voor het bepalen van de  $E_{HS}$  en terugverdientijd. Dit leidt tot een vergroting van het draagvlak, doordat de toetsing dan alleen uitgevoerd hoeft te worden voor woningen waar de toepassing van een energie-efficiënt systeem mogelijk verplicht is. Aanvullend zal de berekening ook worden uitgevoerd voor consumenten die intrinsiek gemotiveerd zijn voor het plaatsen van een dergelijk systeem, ook al is de terugverdientijd meer dan zeven jaar.

<sup>18</sup> Uitgaande van het verbruik voor tapwater, zoals benoemd in Hoofdstuk 5.2.3

De impact hiervan is te zien in Tabel 6.8 in de bijlage. Overigens is het goed te realiseren dat hiermee geen contingenten worden uitgesloten, maar individuele gebouwen.

## 5.7 Combinatie methoden energieprestatie en terugverdientijd

Bij de keuze voor een totaalmethodiek moet er een keuze gemaakt worden voor de methode voor het bepalen van de energieprestatie en een voor de bepaling van de terugverdientijd. In basis kunnen deze keuzes onafhankelijk van elkaar worden gemaakt. Hierbij geldt het onderstaande.

- Voor zowel de energieprestatie als de terugverdientijd zijn het vermogen van de warmtepomp, piekvermogen, aandeel in de warmtelevering, de COP's en systeemrendementen benodigd. Wanneer voor één van beide methoden gekozen wordt om dit gebouwspecifiek te bepalen, kan dit zonder aanvullende moeite ook gebruikt worden voor andere methode. Hoewel dit niet noodzakelijk is, vraagt dit geen extra tijd; voor de bepaling van de energieprestatie bestaat er bij de markt minder de wens om te kiezen voor een gebruikersafhankelijke methode dan voor de terugverdientijd. Ook vanuit de bouwregelgeving past het beter om bij het bepalen van de energieprestatie aan te sluiten bij de kenmerken van het gebouw dan bij het gebruik.

De volgende combinatie zijn hierin als mogelijkheden realistisch.

Tabel 5.7 Integrale methoden

	<b>Contingentenaanpak</b>	<b>Gebouwspecifiek</b>	<b>Gebruikersspecifiek</b>
Bepaling energieprestatie	Contingent	Gebouwspecifiek	Gebouwspecifiek
Bepaling terugverdientijd	Contingent	Gebouwspecifiek	Gebruikersspecifiek

## 6 Beschouwing en aanbeveling

---

Op basis van alle voorgaande afwegingen en de reacties in de expertgroep en klankbordgroep is in dit hoofdstuk een beschouwing gegeven van de meningen van de partijen en is op basis daarvan een advies geformuleerd voor de uitwerking. Hierbij zijn als eerste de toetsingscriteria besproken die een dilemma opleveren. Er is geen methode die goed scoort op alle toetsingscriteria.

### 6.1 Dilemma's

Er is geen methode die goed scoort op alle toetsingscriteria. Sommige criteria kunnen tegenstrijdig zijn met elkaar. Daarnaast spelen nog een aantal dilemma's die gedeeltelijk dit onderzoek overstijgen of waarover geen eensgezinde reactie was van de expert- en klankbordgroep. Deze zijn hieronder besproken.

#### 6.1.1 Doelbereik versus draagvlak

Een van de belangrijkste discussies in de klankbordgroep en expertgroep betrof de balans tussen het doelbereik en draagvlak. Hierover is geen eenduidige conclusie getrokken.

Aan de ene kant is er de wens voor een hoog doelbereik. Om impact te maken en het gasgebruik en bijbehorende CO<sub>2</sub>-emissie voor ruimteverwarming sterk te reduceren, is het wenselijk dat de verplichting gaat gelden voor zoveel mogelijk woningen. Dit pleit voor het zo ruim mogelijk interpreteren van de randvoorwaarden. Een belangrijk punt daarbij is de bepaling van de hoogte van de warmtebehoefte. Door dit te baseren op de NTA 8800 ontstaat er met name voor slechtere labels een relatief hoge inschatting van deze behoefte en daarmee voor veel gebouwen een haalbare case. Dit geldt ook voor het baseren van de warmtevraag op het gemiddelde van een contingent.

Aan de andere kant is er de wens voor draagvlak bij de installateurs en eindgebruikers. Wanneer deze een terugverdientijd van onder de zeven jaar te zien krijgen, moet dit wel aansluiten bij de werkelijkheid voor deze gebruiker. Bijvoorbeeld, een berekende gasbesparing die hoger is dan het huidige gasgebruik zal leiden tot een sterke vermindering van het draagvlak.

Binnen de expert- en klankbordgroep waren beide meningen vertegenwoordigd.

#### 6.1.2 Verschillende aanbieders

In de praktijk is het mogelijk dat een eindgebruiker meerdere offertes aanvraagt bij verschillende partijen. Afhankelijk van de aangeboden producten en de prijsstelling van de installateur kan het zijn dat de ene partij boven de zeven jaar blijft en de andere partij er onder komt.

Hoewel de methode in dat geval geen expliciet uitsluitel geeft over de verplichting, hoeft de uitwerking niet lastig te zijn. Het staat gebruikers namelijk altijd vrij om meerdere offertes aan te vragen. De eindgebruiker zal dan kiezen voor de partij die naar zijn mening het beste aanbod heeft gedaan. De eindgebruiker kan dan dus ook kiezen voor een offerte voor een systeem dat een wat langere terugverdientijd heeft, maar wel meer aansluit bij zijn voorkeur.

### 6.1.3 Systeem voor bepaling van de terugverdientijd

Een installateur heeft doorgaans slechts een beperkt aantal merken in zijn portfolio. Dat maakt dat het niet altijd mogelijk is om een systeem te selecteren dat precies onder de grens uitkomt voor de energieprestatie. De vraag is wat een reële prijs is om de terugverdientijd te bepalen, wanneer een installateur in een fictief geval uit kan komen op een energieprestatie van 0,72 (die dus niet voldoet) of een grotere warmtepomp die leidt tot een energieprestatie van 0,58 (en dus beter presteert dan de minimale eis).

Het voorstel is om het product (inclusief aanpassingen aan het systeem) aan te houden dat de installateur kan leveren en het meest kosteneffectief is om uit te komen onder de grenswaarde van 0,7. Wanneer een installateur producten moet aanbieden buiten zijn normale productportfolio, dan wordt de prijs doorgaans alleen maar hoger. Dit omdat hij deze producten zelden levert, en dus minder goede inkoopafspraken heeft en de installatie wat langer zal duren.

### 6.1.4 Investerings met lange levensduur

In de investeringsraming zijn nu alle noodzakelijke posten opgenomen om te voldoen aan de gestelde energieprestatie. Hiervoor geldt de genoemde terugverdientijd van zeven jaar als grenswaarde. Deze zeven jaar is een redelijke termijn gezien de levensduur van warmteopwekkers. Deze bedraagt in het algemeen circa vijftien jaar. De vraag is in hoeverre het reëel is om ook investeringen op te nemen die veel langer meegaan dan deze vijftien jaar. Dit geldt bijvoorbeeld voor aanpassingen in het afgiftesysteem of voor een bodemwarmtewisselaar. Hiermee kan verschillend worden omgegaan.

De eerste benadering is om deze kosten volledig mee te nemen. De eindgebruiker moet hier namelijk in investeren en is dit bedrag kwijt. Het slechts gedeeltelijk meenemen hiervan voelt als een incomplete benadering. Om verschillen in levensduur mee te nemen, is een complexere financiële haalbaarheidsanalyse nodig. De terugverdientijd houdt simpelweg geen rekening met resterende levensduur.

Een andere benadering is om de investeringen in maatregelen die ten minste dertig jaar meegaan (zoals de aanpassingen aan het afgiftesysteem en het bodemenergiesysteem) voor slechts 50% mee te nemen in de bepaling van de investering. Dit is een eenvoudige aanpassing in de formulestructuur.

Een overweging die meegenomen kan worden in deze afweging, is dat voor gebouwen waar gekozen wordt voor een bodemwarmtewisselaar of waar ingrijpende aanpassingen nodig zijn aan het afgiftesysteem, de zeven jaar terugverdientijd waarschijnlijk niet gehaald zal worden. Tegelijkertijd bieden systemen met een bodemwisselaar extra functionaliteit zoals koeling. Eindgebruikers die geïnteresseerd zijn in zo'n systeem zullen zich mogelijk minder laten leiden door alleen de terugverdientijd.

### 6.1.5 Benadering werkelijkheid

Als het gaat om de bepaling van rendementen, benodigde temperaturen, werkelijke isolatiewaarden et cetera kan de werkelijkheid nooit exact worden bepaald tijdens een opname. Ook gebouw- en gebruikersafhankelijke methoden zullen een benadering blijven van de werkelijkheid. Dit punt leidt niet tot een aanpassing van de evaluatie van de methoden, maar is wel goed om mee te nemen in de communicatie naar de markt.

### 6.1.6 Acute vervangingsnoodzaak

Hoewel het grootste deel van de ketels planmatig wordt vervangen, is het de praktijk dat een deel van de ketels pas vervangen wordt wanneer deze defect raken. Op dat moment is er een acute vervangingsnoodzaak.



Wanneer de toepassing van een efficiënt verwarmingssysteem dan leidt tot vertraging, is dit voor de eindgebruiker doorgaans niet wenselijk.

Tegelijk hoeft dit geen probleem te vormen voor toepassing van de methodiek zoals uitgewerkt. De toets of een gebouw al dan niet verplicht moet overstappen op een efficiënt verwarmingssysteem vraagt namelijk nauwelijks tijd. Wanneer het gebouw overstapt op een efficiënt hybride verwarmingssysteem, is het prima mogelijk de complete installatie in opdracht te geven. De ketel kan dan direct geplaatst worden en de warmtepomp in een latere fase. Alleen wanneer er wordt overgestapt op een all-electric systeem, zal de acute vervangingsnoodzaak belemmerend werken. Deze overstap gebeurt echter praktisch altijd planmatig.

## 6.2 Energieprestatie

### 6.2.1 Algemene beschouwing

Vanuit de markt wordt de bepaling van de controle of een systeem voldoet aan de minimale energieprestatie gezien als een extra inspanning, terwijl deze berekening de meeste consumenten weinig zegt. Daarom is er de voorkeur om deze toets eenvoudig en snel te kunnen uitvoeren, zonder deze te veel gebouw- en gebruikersspecifiek te maken.

Dit leidt tot de volgende afwegingen.

### 6.2.2 Piekvermogen, aandeel in de warmtelevering en jaarrendement

Voor deze waarden geldt enerzijds dat ze ook gebruikt worden voor de terugverdientijd. Het is het meest efficiënt hiervoor dezelfde methode te gebruiken. De invloed van de maximale temperatuur van de warmtepomp en de werkelijk benodigde stooklijn van het gebouw zijn van grote invloed op het rendement en de potentiële bijdrage van een warmtepomp. Het hanteren van een vaste waarde per contingent neemt verschillen binnen een contingent niet mee. Dit leidt er toe dat gebouwen die verbeterd zijn ten opzichte van de standaardwaarden van het contingent waar ze bij behoren te maken krijgen met onnodig hoge eisen aan het systeem om te voldoen. Bijvoorbeeld gebouwen die zijn nageïsoleerd, kunnen met een kleinere warmtepomp dezelfde prestatie behalen als niet nageïsoleerde gebouwen met een grotere. Het negeren van deze aanpassingen leidt tot een hogere investering en verlaagt daarmee het doelbereik.

Aan de andere kant maakt het gebouwspecifiek bepalen van deze parameters wel dat een bepaald systeem in het ene gebouw wel voldoet en in een soortgelijk gebouw niet. Dit verschil is echter wel uitlegbaar, omdat de invloed van maximale temperatuur van de warmtepomp en de stooklijn erg bepalend zijn.

### 6.2.3 Systeemrendement

Het bepalen van het werkelijke systeemrendement is lastig. Het gebruik van vaste rekenwaarden is dan ook goed verdedigbaar. Bij deze methode wordt er gerekend met vaste rekenwaarden voor de verschillende onderdelen van het systeemrendement (afgifte, distributie, opslag en inregeling).

### 6.2.4 Primaire energiefactoren

Qua gebruik van de primaire energiefactoren is er vanuit de marktpartijen een voorkeur voor de Europese waarden. Het belangrijkste verschil tussen het hanteren van de Nederlandse (NTA 8800) norm en de Europese betreft het feit dat de Europese norm rekent met een lager rendement voor de elektriciteitsopwekking, en daarmee voor een hogere primaire energiefactor voor elektriciteit. Dit maakt dat het gebruik van elektriciteit ten opzichte van dat van aardgas slechter scoort.

De eis voor de energieprestatie dient dan dus verlaagd te worden om bij dezelfde uitgangspunten qua SCOP en dekkingsgraad uit te kunnen met een (hybride) warmtepomp. Het gebruik van bijvoorbeeld gasgestookte absorptiewarmtepompen is daarmee sneller gelijkwaardig aan die van elektrische warmtepompen. Het is van belang dat bij verandering van de primaire energiefactoren de eis voor de energieprestatie opnieuw beoordeeld wordt. Een derde optie is daarom om primaire energiefactoren vast te stellen, die specifiek gelden voor de bepaling van de energieprestatie van ruimteverwarmingssystemen. In basis is het wenselijk dat deze waarden overeenkomen met bijvoorbeeld de NTA8800 waarden. Het voordeel van een niet-harde koppeling, is dat er meer tijd is de herevaluatie van de minimale energieprestatie uit te voeren.

## 6.3 Terugverdientijd

### 6.3.1 Algemene beschouwing

Bij de bepaling van de terugverdientijd wordt algemeen erkend dat dit voor consumenten een belangrijke factor is voor de bereidwilligheid voor toepassing van een efficiënt opweksysteem. Daarom is het van belang dat er een uitlegbare relatie bestaat tussen de berekende terugverdientijd en de daadwerkelijke terugverdientijd voor de eindgebruiker.

Een tweede algemene opmerking is dat de exacte waarheid niet te voorspellen is. Er blijft altijd een ruime mate van variatie aanwezig in het energiegebruik. De laatste fit naar de werkelijkheid vraagt daarmee veel inspanning bij de toetsing, zonder dat dit de betrouwbaarheid veel verhoogt. Er is dan ook een voorkeur voor een eenvoudige toetsingsopzet.

Een derde algemene opmerking is dat de markt sterk de voorkeur heeft om de toetsing van de terugverdientijd (en energieprestatie) niet onnodig uit te hoeven voeren. Wanneer het mogelijk is om gebouwen uit te sluiten van de verplichte toetsing waarvan van tevoren bekend is dat de terugverdientijd (ruim) boven de zeven jaar uitkomt, en de gebruiker aangeeft in dat geval geen efficiënte opwekking te willen, heeft dat de voorkeur van marktpartijen. Dit zou kunnen door contingenten of gebouwen met een beperkt energiegebruik van tevoren uit te sluiten van deze plicht.

### 6.3.2 Warmtebehoefte

De belangrijkste invloedfactor die de terugverdientijd bepaalt, is die van de warmtebehoefte. Van de drie hoofdmethoden (NTA 8800; gemiddeld werkelijk gebruik op contingent-niveau, werkelijk gebruik gebruikersniveau), heeft de eerste met name voor slechtere labels een afwijking met het werkelijk gebruik. Vanuit de markt is er weinig draagvlak voor deze methode. Voor de beide andere opties zijn de voorkeuren wisselend. Enerzijds is er de mening dat het individuele gebruik leidend moet zijn, omdat de eindgebruiker zich daar het meest in herkent. Anderzijds is er de mening dat een verwarmingssysteem gemiddeld langer mee gaat dan dat een gebruiker in een gebouw zit (vijftien jaar versus gemiddeld tien jaar) en dat het gemiddelde warmtegebruik van het contingent daarom leidend moet zijn.

Voor het doelbereik zullen beide laatste methoden elkaar niet veel ontlopen. Omdat de NTA 8800-methode met name bij slechtere labels met (te) hoge warmtevragen rekent, zullen door deze methode meer gebouwen onder de normering vallen.

### 6.3.3 Raming investering en onderhoud

Een tweede belangrijke factor is de hoogte van de meerinvestering en het extra onderhoud. Wanneer de optie voor plaatsing van een efficiënt verwarmingssysteem realistisch is, zal er door de installateur een offerte hiervoor

opgesteld moeten worden. Het opstellen van een offerte voor een traditionele ketelinstallatie (die voldoet aan de E<sub>HS</sub> van 1,31) is dan slechts beperkt extra werk.

Het gebruik van de methode met twee offertes van de installateur voor de investering en het onderhoud heeft daarom draagvlak bij de markt. Hierbij geldt wel de kanttekening dat wanneer de toets voor alle gebouwen uitgevoerd moet worden (ook de gebouwen waarbij van tevoren duidelijk is dat de terugverdientijd ruim boven de zeven jaar ligt, en de eindgebruiker dan niet tot aanschaf zal overgaan), de kosten voor de sector wel oplopen. Het maken van een betrouwbare raming voor plaatsing van een warmtepomp kost namelijk wel tijd.

Het alternatief om te werken met vaste waarden doet slechts beperkt recht aan de werkelijkheid. De variatie in met name de kosten voor inpassing, plaatsing, regeling en geluidwerende voorzieningen, als ook de risico-inschatting van de installateur kunnen behoorlijk uiteen lopen.

Een nadeel van het werken met werkelijke offertes is wel dat de markt de mogelijkheid heeft hier misbruik van te maken en door oneigenlijk hoge prijzen of winst- en risico-opslagen te hanteren, een terugverdientijd boven de zeven jaar uit te laten komen. Mogelijk kan het communiceren van referentieprijzen dit verminderen. De verwachting is echter dat de meeste eindgebruikers gebaat zijn bij een eerlijk voorstel.

#### **6.3.4 Aandeel in de warmtelevering en het jaarrendement**

Voor de bepaling van het aandeel in de warmtelevering en de SCOP is het van belang dat de methode een voldoende accuraat beeld geeft van de werkelijkheid. Gezien de invloed van de maximale temperatuur van de warmtepomp en de werkelijke stooklijn, heeft het een duidelijke meerwaarde om hierin deze gebouw- en productspecifieke parameters te gebruiken. Zeker wanneer voor het piekvermogen als standaardwaarde een waarde per contingent wordt gebruikt, is extra inspanning voor de installateur heel beperkt.

#### **6.3.5 Energietarieven**

Zolang er gewerkt wordt met realistische tarieven, is het verschil tussen methoden niet heel groot. Het gebruik van gebruikersafhankelijke tarieven voegt niet veel toe, omdat de meeste energiecontracten hooguit enkele jaren vast staan. Looptijden van zeven jaar zijn zeer ongebruikelijk. Wanneer er gebruikgemaakt wordt van vaste rekenwaarden, is het wel van belang dat deze worden geactualiseerd, zodra de marktontwikkelingen daar aanleiding toe geven. Wanneer deze rekentarieven afwijken van de actuele markttarieven (doordat bijvoorbeeld geplande tariefsaanpassingen in energiebelasting zijn verrekend) is het van belang dat dit naar de markt duidelijk wordt gecommuniceerd. Onduidelijkheid hierover kan leiden tot een daling van het draagvlak.

#### **6.3.6 Financieringskosten**

Gezien het feit dat huishoudens met een inkomen tot € 60.000,- per jaar op dit moment renteloos kunnen lenen via het warmtefonds voor investering in een efficiënt energiesysteem en de invloed van een eventuele rente beperkt is, is er geen directe noodzaak om financieringslasten mee te nemen. Ook naar een eindgebruiker is dit uitlegbaar, omdat er gewerkt wordt met een eenvoudige terugverdientijd. Hierin zit geen inflatie et cetera verwerkt en dus ook geen financieringslasten.

#### **6.3.7 Eigen inzicht installateur**

Een alternatieve methode voor de bepaling van de energiebesparing (en daarmee voor het piekvermogen, het aandeel in de warmtelevering de warmtevraag en de rendementen) is om dit vrij te laten aan de installateur.

Er wordt dan geen methode voorgeschreven. De bandbreedte kan daarmee groot zijn. Een risico is dat de installateurs de rendementen en bijdragen voorzichtig zullen inschatten. Wanneer deze voorzichtige schattingen worden gebruikt voor de bepaling van de terugverdientijd, zal het doelbereik dalen.

Het voordeel van deze methode is dat de eindgebruiker dezelfde getallen terug ziet bij de bepaling van de terugverdientijd als bij de 'garanties' op het functioneren van zijn systeem.

De vraag kan gesteld worden of de getallen gelijk moeten zijn. De bepaling van de terugverdientijd heeft als doel om een beeld te geven van wat de eindgebruiker gemiddeld genomen mag verwachten. Dat hoeft mogelijk niet hetzelfde te zijn als de minimale prestatie die de installateur garandeert.

## 6.4 Integrale methoden

Uit de bovenstaande deelmethode zijn drie integrale methodes samengesteld: contingent; gebouwspecifiek en gebruikersspecifiek. De belangrijkste afwegingen bij deze methoden zijn hieronder opgenomen.

Tabel 6.1 Contingent (uitwerking zie bijlage paragraaf 2.1)

Parameter	Voordelen / pluspunten	Nadelen / minpunten	Aandachtspunten
Piekvermogen	Snel, eenduidig te vinden	In meeste gevallen niet representatief voor werkelijk benodigd vermogen	
Warmtepompvermogen	Eenduidig; voor elke WP beschikbaar		Vermogen volgens energielabel niet heel accuraat
Warmtebehoefte	Eenvoudig te bepalen		Verbruik op basis van bouwtype
Bijdrage warmtelevering		Er moet voor de meest voorkomende combinaties van temperaturen en afschakelcriteria een curve bestaan	
Rendement ketel	Eenvoudig		Is NTA-rendement voldoende realistisch?
Rendement wp		NTA rendement is vrij conservatief	
Rendement systeem	Standaard waarden beschikbaar		
PEF	Indien uit NTA simpel en verklaarbaar	Indien voorkeur voor EU waarden: lastiger/trager updaten	
Investeringsen	Eenvoudig	Niet afgestemd op specifieke situatie	Periodieke actualisatie nodig
Onderhoud	Eenvoudig	Marktgemiddeld	Periodieke actualisatie nodig
Energietarieven	Eenduidig		Periodieke actualisatie nodig
Financieringslasten			Niet meenemen wel uitleggen

Tabel 6.2 Gebouwspecifiek

Parameter	Voordelen / pluspunten	Nadelen / minpunten	Aandachtspunten
Piekvermogen	Houdt rekening met aanpassingen van gebouw	Extra invoer mogelijk/nodig	Vraagt extra info verzamelen en berekeningen
Warmtepompvermogen	Zie Contingent		
Warmtebehoefte	Zie Contingent		
Bijdrage warmtelevering	Sluit maximaal aan bij werkelijke situatie	Afgiftetemperatuur is inschatting	
Rendement ketel	Zie Contingent		
Rendement wp	Nauwkeuriger	Opzoeken van SCOP en correctie vanwege afgiftetemperatuur vraagt werk	Bron alleen energielabel-waarde of conform EN 14825
Rendement systeem	Zie Contingent		
PEF	Zie Contingent		
Investeringsen	Raming houdt rekening met specifieke situatie	Mogelijkheid tot 'misbruik'	
Onderhoud	Raming houdt rekening met specifieke situatie	Mogelijkheid tot 'misbruik'	
Energietarieven	Zie Contingent		
Financieringslasten			

Tabel 6.3 Gebruikersspecifiek

Parameter	Voordelen / pluspunten	Nadelen / minpunten	Aandachtspunten
Piekvermogen	Zie Gebouwspecifiek		
Warmtepompvermogen	Zie Contingent		
Warmtebehoefte	Gebruiker herkent zich in berekening	Keuze past bij gebruiker; minder bij gebouw	
Bijdrage warmtelevering	Zie Gebouwspecifiek		
Rendement ketel	Zie Gebouwspecifiek		
Rendement wp			
Rendement systeem			
PEF			
Investeringsen			
Onderhoud			
Energietarieven			
Financieringslasten			

#### 6.4.1 Doelbereik

Een belangrijk criterium is het doelbereik. Voor welk aantal woningen leidt de uitwerking van de methode er toe dat een (hybride) warmtepomp of ander duurzaam verwarmingssysteem verplicht wordt. De gehanteerde warmtebehoefte is hierbij de meest bepalende factor.

Zoals is bepaald in paragraaf 5.6, is de minimale warmtebehoefte voor ruimteverwarming gelijk aan 9.275 kWh per jaar om een terugverdientijd te hebben van maximaal zeven jaar (en de overige randvoorwaarden zoals daar omschreven). Dit leidt tot het volgende doelbereik. Let wel: dit is een optimistische benadering, uitgaande van de uitgangspunten in paragraaf 5.6. Juist voor oudere woningen zullen vaker aanpassingen aan het afgiftesysteem nodig zijn en/of zal een (duurdere) hoogtemperatuurwarmtepomp toegepast moeten worden. Hierdoor zal een deel van deze contingenten afvallen.

Tabel 6.4 Doelbereik (aantal woningen) afhankelijk van bron warmtebehoefte

Voorbeeldwoning	Aantal woningen <sup>19</sup>	Bron warmtebehoefte	
		NTA 8800	CBS
Vrijstaande woning < 1965	417.795	417.795	417.795
Vrijstaande woning 1965 - 1974	128.491	128.491	128.491
vrijstaande woning 1975 - 1991	200.818	200.818	200.818
vrijstaande woning 1992 - 2005	196.027	196.027	196.027
Vrijstaande woning 2006 - 2014	66.147	66.147	66.147
Vrijstaande woning > 2014	30.934	30.934	-
Twee-onder-een-kap < 1965	329.777	329.777	329.777
Twee-onder-een-kap 1965 - 1974	101.381	101.381	101.381
Twee-onder-een-kap 1975 - 1991	216.977	216.977	-
Twee-onder-een-kap 1992 - 2005	152.248	152.248	-
Twee-onder-een-kap 2006 - 2014	60.644	60.644	-
Twee-onder-een-kap > 2014	22.206	22.206	-
Rijwoning hoek < 1946	124.954	124.954	124.954
Rijwoning hoek 1946 - 1964	136.256	136.256	-
Rijwoning hoek 1965 - 1974	251.112	251.112	-
Rijwoning hoek 1975 - 1991	361.937	361.937	-
Rijwoning hoek 1992 - 2005	118.456	118.456	-
Rijwoning hoek 2006 - 2014	56.498	56.498	-
Rijwoning hoek > 2014	20.568	20.568	-
Rijwoning tussen < 1946	333.632	333.632	-
Rijwoning tussen 1946 - 1964	235.703	235.703	-
Rijwoning tussen 1965 - 1974	407.035	407.035	-
Rijwoning tussen 1975 - 1991	573.067	573.067	-
Rijwoning tussen 1992 - 2005	261.931	261.931	-
Rijwoning tussen 2006 - 2014	129.019	-	-
Rijwoning tussen > 2014	43.531	-	-
<b>Totaal</b>		<b>4.804.594</b>	<b>1.565.390</b>

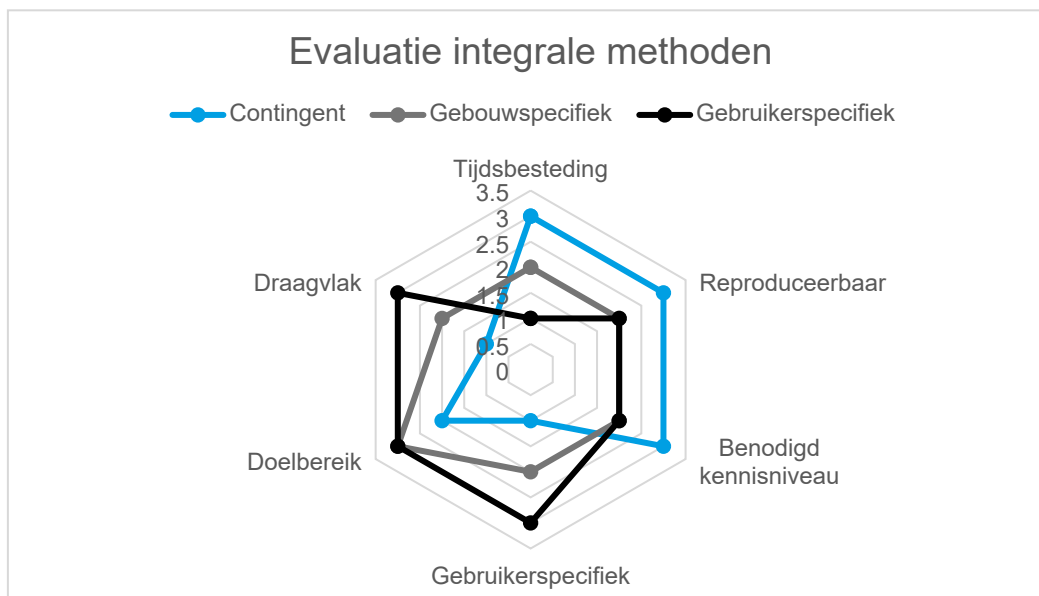
<sup>19</sup> Deze aantallen zijn ontleend aan het voorgaande onderzoek van W/E adviseurs. Dit betreffen de totale aantallen woningen in een contingent. Een beperkt deel hiervan is aangesloten op een warmtenet of heeft een monumentale status. Deze zullen afvallen qua doelbereik.

Duidelijk blijkt dat het doelbereik sterk wordt gereduceerd door toepassing van de daadwerkelijke warmtebehoefte in plaats van de theoretische warmtebehoefte volgen de NTA 8800.

Voor de gebruikersspecifieke methode is niet aan te geven welke contingenten wel of niet onder het doelbereik zullen vallen. Hierbij is namelijk het werkelijke gasgebruik op gebouwniveau leidend. In het algemeen zullen de aantallen min of meer vergelijkbaar zijn met de gebouwspecifieke aanpak.

#### 6.4.2 Evaluatie methoden

De evaluatie van deze methoden is samengevat in onderstaande figuur. Hierbij betekent een score van 3 de beste prestatie en een score van 1 de minste prestatie. De waarderingen zijn ordinaal.



Figuur 6.1 Evaluatie integrale methoden

#### 6.5 Conclusie en aanbeveling

Op basis van de beoordelingen van de verschillende methoden bevelen wij de volgende methode aan.

- De bepaling van de bijdrage van de warmtepomp en de jaarCOP zijn te sterk afhankelijk van de daadwerkelijke specificaties van de warmtepomp en het afgiftesysteem om dit volledig op contingentenniveau toe te passen. De variatie in bijvoorbeeld afgiftesysteem is binnen een contingent te groot en te veel van invloed om generiek te bepalen.
- Het verschil in doelbereik tussen een gebouwgebonden benadering en een gebruikersspecifieke aanpak is niet heel groot. Wanneer de warmtevraag bepaald wordt op basis van het gemiddelde werkelijk gebruik voor een gebouwtype, dan zal de helft van de gebouwen meer en de helft minder gebruiken. Voor de helft wordt dus een te gunstige en voor de andere helft een te ongunstige terugverdientijd berekend. Bij toepassing van een gebruikersspecifieke bepaling speelt dit niet, omdat uitgegaan wordt van het werkelijke gebruik van het gebouw. Dit is voor de eindgebruiker beter uitlegbaar.
  - Wanneer er gekozen wordt voor een gebruikersspecifieke methode kan worden overwogen de uitwerking van de terugverdientijd volledig over te laten aan de installateur. Deze kan dan aansluiten bij de nog nader uit te werken eisen op het gebied van prestatieborging. Het nadeel hiervan is wel dat er mogelijk (te) conservatief wordt gerekend met een (onnodig) laag doelbereik tot gevolg. Aan de andere kant is het uitlegbaar naar de markt dat er verschil is tussen de verwachte prestatie (waarop de terugverdientijd wordt bepaald) en de minimaal gegarandeerde prestatie.

- Bij uitwerken van de methode voor bepaling van de SCOP is nu aangesloten bij één jaarrendement volgens het energielabel en berekening van de rendementen bij afwijkende condities. Een alternatief hiervoor is de bepaling van het jaarrendement volgens de EN 14825. Deze laatste methode maakt gebruik van meerdere meetpunten. Deze meetpunten worden echter niet standaard door alle fabrikanten gedeeld.
- In afwijking op de volledig gebruikersspecifieke benadering, bevelen we aan wel te werken met vastgestelde tarieven. De werkelijke tarieven van de eindgebruiker zijn namelijk doorgaans nog slechts een beperkte tijd geldig. Energiecontracten van meer dan drie jaar zijn namelijk niet gangbaar. Het rekenen met vastgestelde tarieven geeft de mogelijkheid geplande aanpassingen in bijvoorbeeld energiebelasting alvast mee te nemen.

Samengevat betekent dit dat wij de volgende deelmethoden aanbevelen.

- Warmtebehoefte: op basis van het huidige gasgebruik. Wel adviseren wij op basis van het contingent te starten met standaardwaarden. Wanneer er gedetailleerde gegevens bekend zijn, kunnen deze worden gebruikt.
- Piekvermogen: Gebouwspecifieke benadering. Op basis van het bouwtype en bouwjaar kunnen wel de standaardwaarden worden vastgesteld voor isolatie van de schil et cetera. Wanneer er meer informatie bekend is, kan deze echter worden gebruikt om het piekvermogen gebouwspecifiek te bepalen.
- Benodigde afgiftetemperatuur. Op basis van bouwtype en bouwjaar kan een standaardwaarde worden vastgesteld. Deze kan worden overschreven op basis van een inschatting van de benodigde aanvoertemperatuur door de installateur.
- Bijdrage van de basisopwekker. Deze bijdrage wordt bepaald op basis van de stooklijn, het piekvermogen en de maximale uitgaande temperatuur van de warmtepomp en het vermogen dat de warmtepomp kan leveren.
- Jaarrendementen: voor de ketel werken met een standaardwaarde op basis van de NTA; voor de warmtepomp met de waarde volgens het energielabel en de prestatie bij overige condities door berekening.
- Voor de systeemrendementen voor de warmtepomp en ketel kunnen standaardwaarden worden gehanteerd. Deze zullen onderling per woning namelijk niet heel veel afwijken en zijn bovendien minder van invloed op het eindresultaat.
- Qua primaire energiefactoren adviseren we waarden vast te stellen die overeenkomen met de huidige NTA-waarden. Een harde koppeling tussen beide instrumenten wordt niet aanbevolen, omdat bij een eventuele wijziging van de NTA-waarden, dan ook de grenswaarde voor de  $E_{HS}$  zou moeten worden heroverwogen.
- Om de meerinvestering vast te stellen, bevelen we aan twee offertes te maken; één voor de traditionele installatie ( $E_{HS}$  van 1,31) en één voor de efficiënte installatie ( $E_{HS}$  maximaal 0,7). Het verschil hiertussen is de meerinvesteringen.
- Voor het onderhoud wordt dezelfde methode aanbevolen.
- Financieringslasten wordt aanbevolen om niet mee te nemen.

Qua uitvoering worden de volgende stappen aanbevolen.

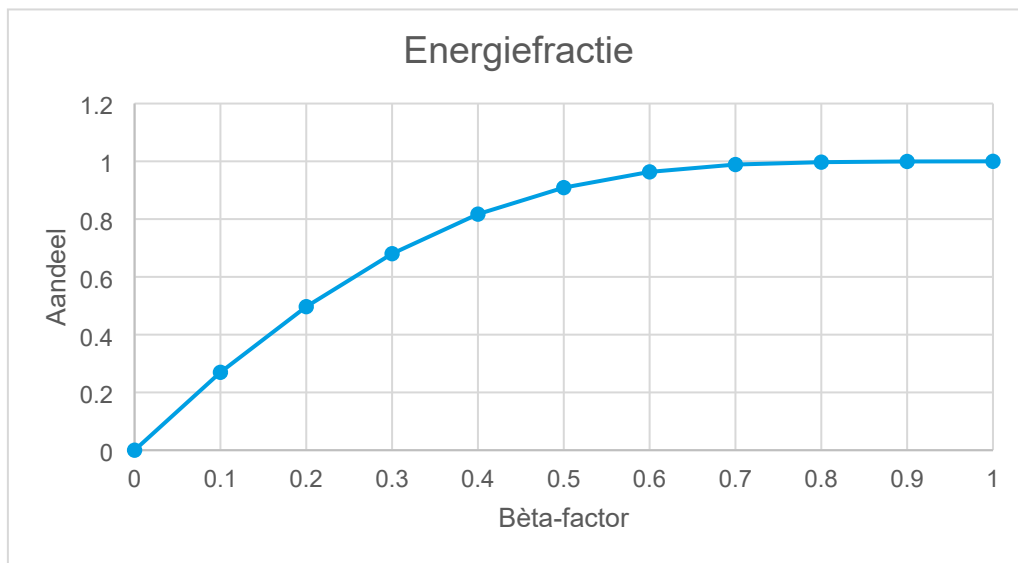
- Opzet van een tool waarin deze methodiek is uitgewerkt. Hierdoor wordt de benodigde inspanning voor de toetsing tot een minimum beperkt.
- Deze tool kan zo opgezet worden dat er gerekend wordt met standaardwaarden die overschreven kunnen worden. Op de manier wordt de berekening gestart vanuit de contingentenaanpak en gedetailleerd wanneer zinvol. Het is dan wel van belang om de standaardwaarden optimistisch in te schatten (vanuit het oogpunt van doelbereik), zodat er geen contingents ten onrechte worden uitgesloten. Uitgangspunt zou kunnen zijn om de gedetailleerde berekening uit te voeren voor alle contingents waarbij een terugverdientijd van maximaal tien jaar is te verwachten.



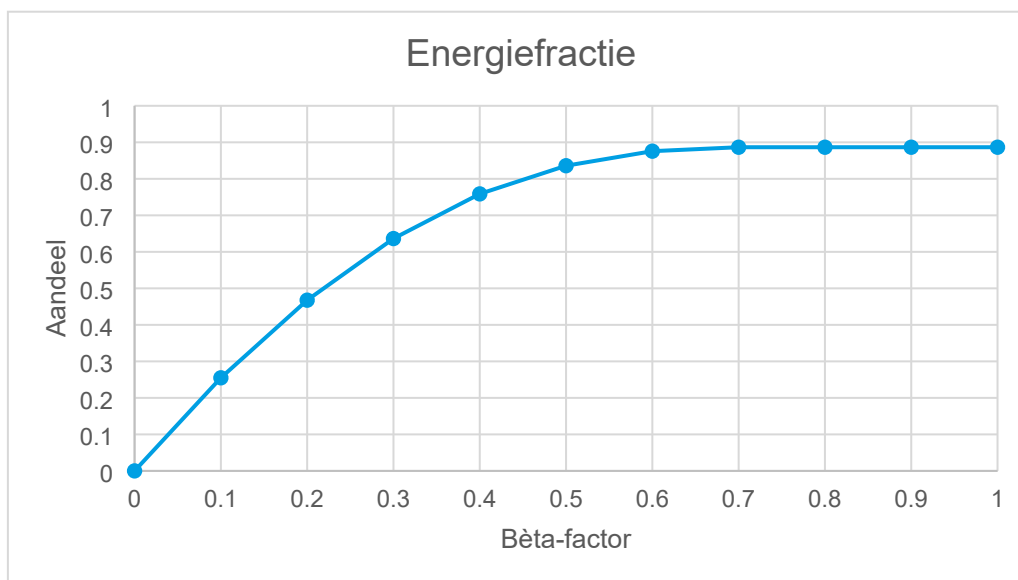
# Bijlage 1 - Aanvullende grafieken en tabellen

## 1.1 Aandeel in de warmtelevering

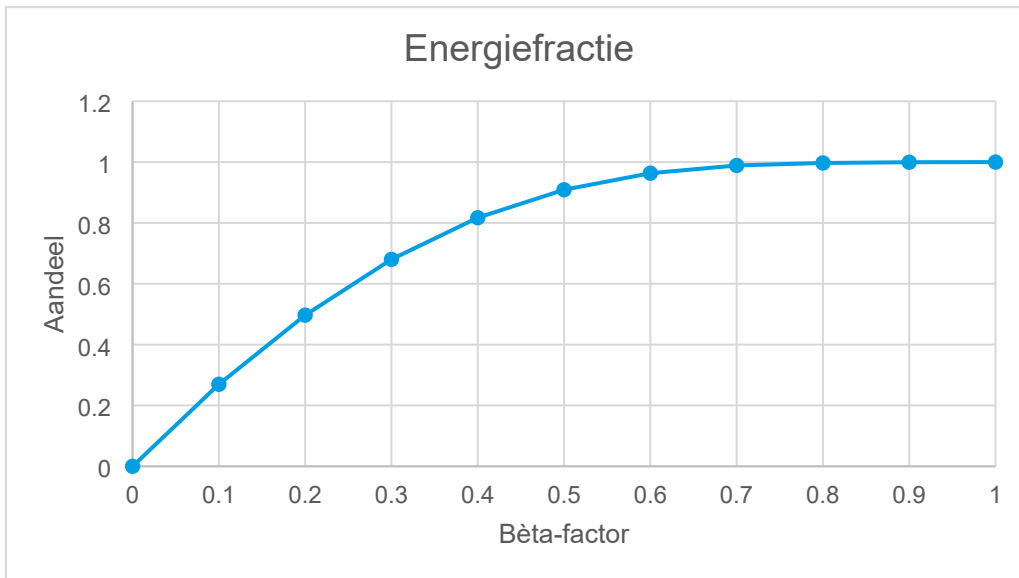
Op basis van de methode voor het bepalen van het aandeel in de warmtelevering op basis van voorbeeldwaarden in paragraaf 4.3.1 en een aantal logische combinaties van parameters voor standaard situaties zijn onderstaande grafieken gemaakt. De uitgangspunten staan in de bijschriften van de grafieken.



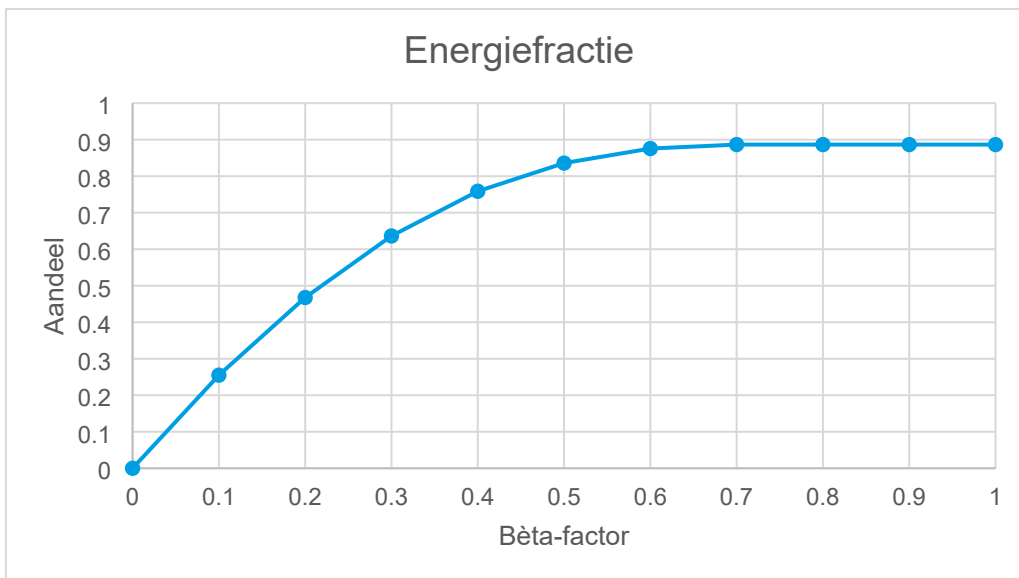
Figuur 6.2 Aandeel in de warmtelevering bij vloerverwarming en inzet warmtepomp vanaf -10°C buitentemperatuur



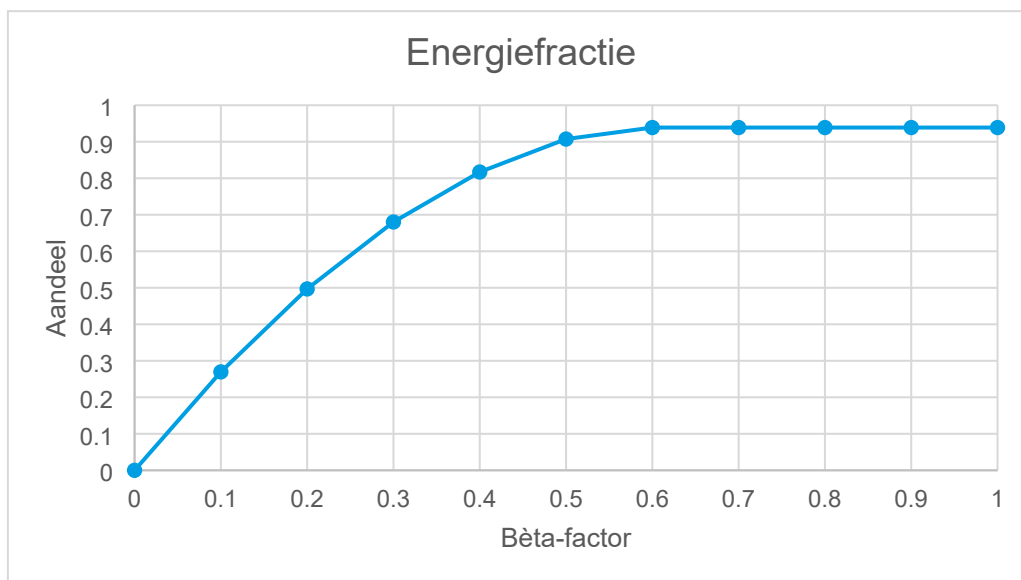
Figuur 6.3 Aandeel in de warmtelevering bij vloerverwarming en inzet warmtepomp vanaf 0°C buitentemperatuur



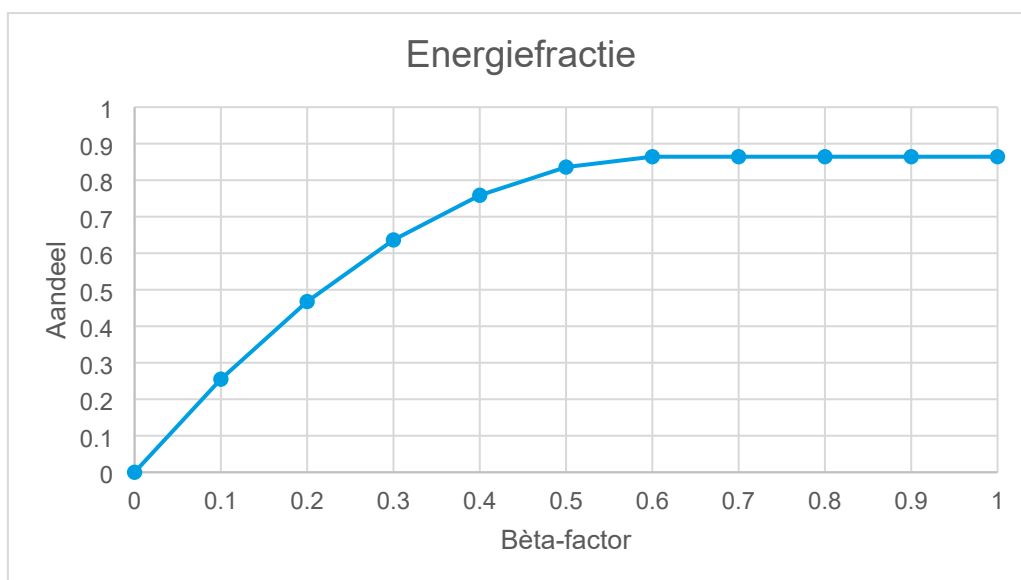
Figuur 6.4 Aandeel in de warmtelevering bij radiatoren (66/50°C) en inzet warmtepomp vanaf -10°C buitentemperatuur en maximale aanvoertemperatuur warmtepomp > 66°C



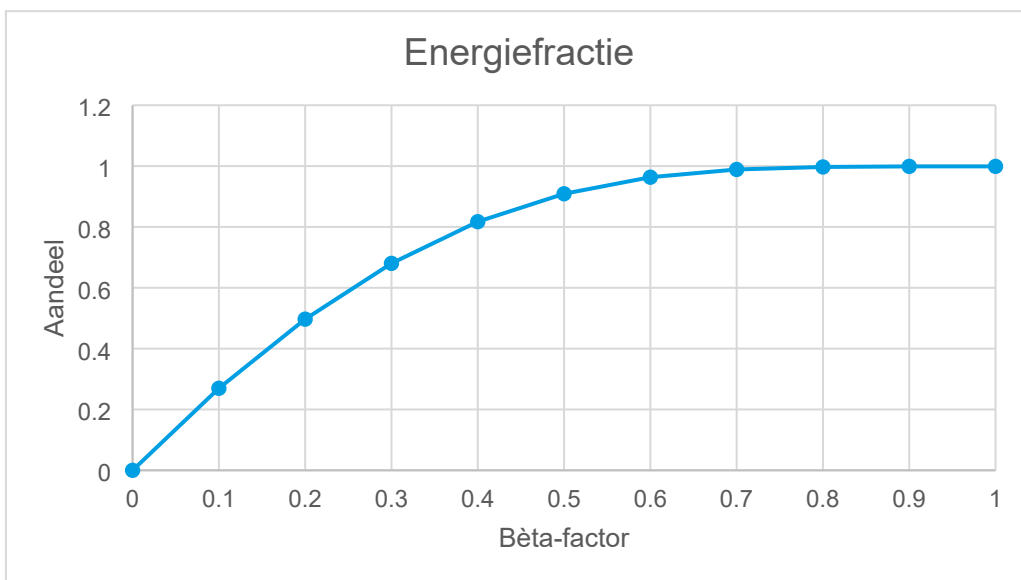
Figuur 6.5 Aandeel in de warmtelevering bij radiatoren (66/50°C) en inzet warmtepomp vanaf 0°C buitentemperatuur en maximale aanvoertemperatuur warmtepomp > 66°C



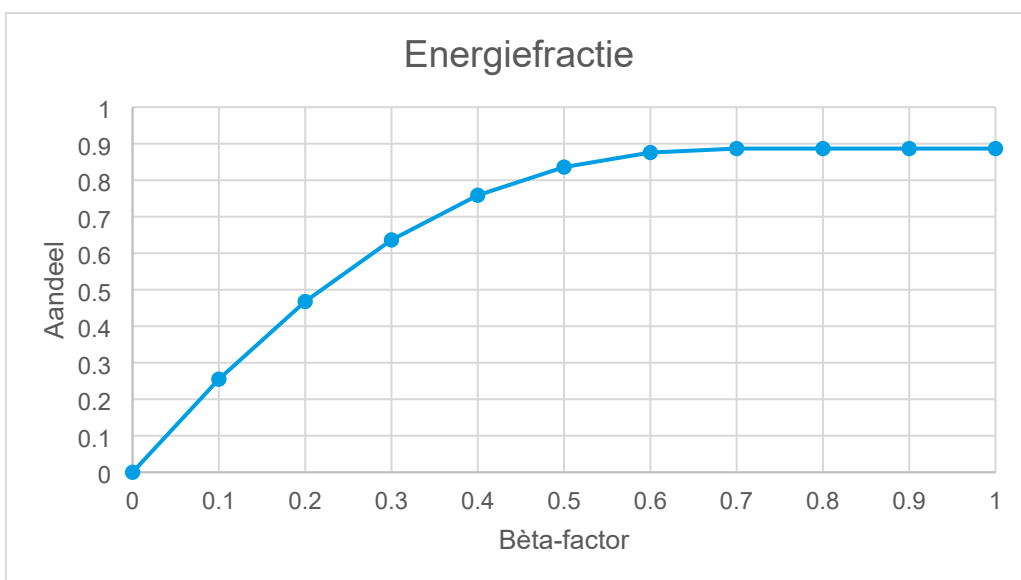
Figuur 6.6 Aandeel in de warmtelevering bij radiatoren (66/50°C) en inzet warmtepomp vanaf -10°C buitentemperatuur en maximale aanvoertemperatuur warmtepomp 55°C



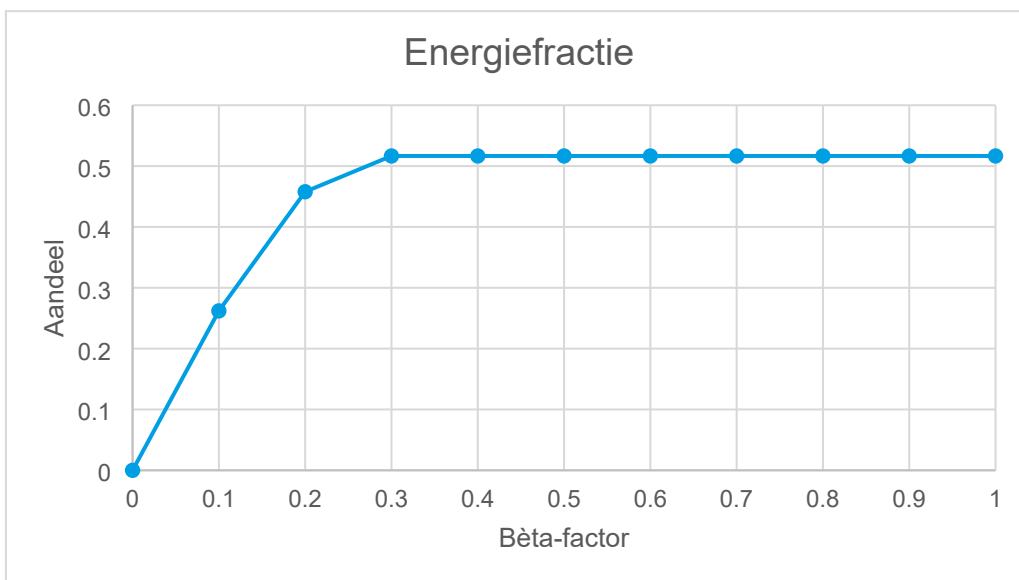
Figuur 6.7 Aandeel in de warmtelevering bij radiatoren (66/50°C) en inzet warmtepomp vanaf 0°C buitentemperatuur en maximale aanvoertemperatuur warmtepomp 55°C



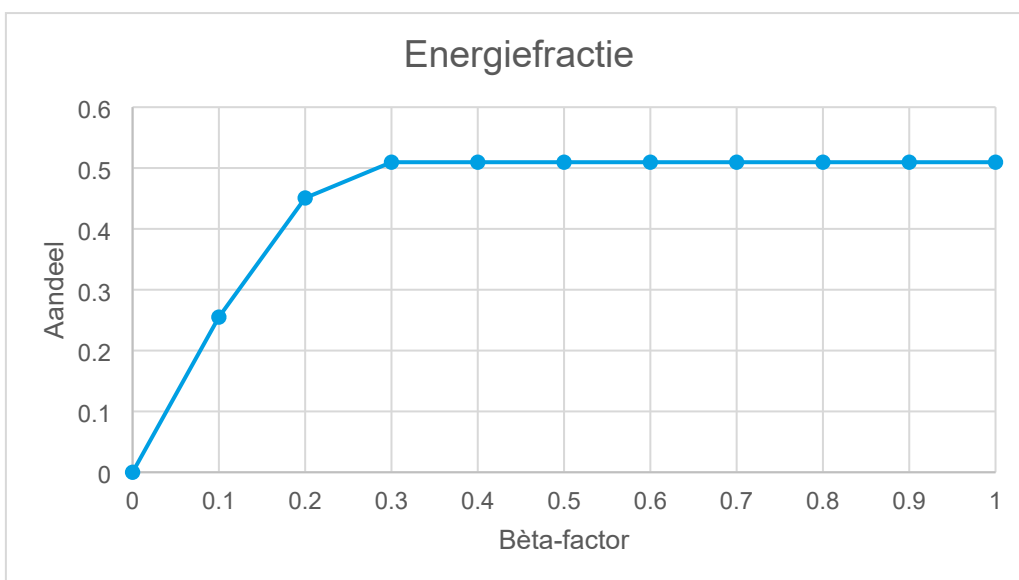
Figuur 6.8 Aandeel in de warmtelevering bij radiatoren (80/60°C) en inzet warmtepomp vanaf -10°C buitentemperatuur en maximale aanvoertemperatuur warmtepomp 75°C



Figuur 6.9 Aandeel in de warmtelevering bij radiatoren (80/60°C) en inzet warmtepomp vanaf 0°C buitentemperatuur en maximale aanvoertemperatuur warmtepomp 75°C



Figuur 6.10 Aandeel in de warmtelevering bij radiatoren (80/60°C) en inzet warmtepomp vanaf -10°C buitentemperatuur en maximale aanvoertemperatuur warmtepomp 55°C



Figuur 6.11 Aandeel in de warmtelevering bij radiatoren (80/60°C) en inzet warmtepomp vanaf 0°C buitentemperatuur en maximale aanvoertemperatuur warmtepomp 55°C

## 1.2 COP<sub>jaar</sub> op basis van werkelijke waardes

Onderstaande waarden zijn berekend op de wijze zoals omschreven in paragraaf 4.3.3.

Tabel 6.5 Correctiefactor COP<sub>jaar</sub> bij afwijkende afgiftetemperatuur (luchtwarmtepomp, basis is 35°C)

<b>Bètafactor (vermogen warmtepomp als percentage van piekvermogen)</b>						
Ontwerp afgifte temperatuur	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1,0
< 30°C	1,26	1,21	1,17	1,12	1,10	1,09
30 - 35°C	1,16	1,11	1,07	1,02	1,0	1,0
35 - 40°C	1,08	1,03	0,99	0,94	0,92	0,92
40 - 45°C	1,01	0,96	0,92	0,88	0,86	0,86
45 - 50°C	0,95	0,90	0,87	0,82	0,80	0,80
50 - 55°C	0,90	0,85	0,82	0,77	0,76	0,75
55 - 60°C	0,85	0,81	0,77	0,73	0,72	0,71
60 - 65°C	0,81	0,77	0,73	0,69	0,68	0,68
65 - 70°C	0,78	0,73	0,70	0,66	0,65	0,64
70 - 75°C	0,74	0,70	0,67	0,63	0,62	0,62
75 - 80°C	0,71	0,67	0,64	0,61	0,59	0,59

Tabel 6.6 Correctiefactor COP<sub>jaar</sub> bij afwijkende afgiftetemperatuur (bodemwarmtepomp, basis is 35 °C)

<b>Bètafactor (vermogen warmtepomp als percentage van piekvermogen)</b>						
Ontwerp afgifte temperatuur	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1,0
< 30°C	1,14	1,12	1,11	1,09	1,09	1,08
30 - 35°C	1,07	1,05	1,03	1,01	1,0	1,0
35 - 40°C	1,00	0,98	0,96	0,94	0,93	0,93
40 - 45°C	0,95	0,92	0,91	0,88	0,87	0,87
45 - 50°C	0,90	0,88	0,85	0,83	0,82	0,82
50 - 55°C	0,86	0,83	0,81	0,78	0,78	0,77
55 - 60°C	0,82	0,79	0,77	0,75	0,74	0,74
60 - 65°C	0,89	0,76	0,74	0,71	0,70	0,70
65 - 70°C	0,76	0,73	0,71	0,68	0,67	0,67
70 - 75°C	0,73	0,70	0,68	0,65	0,64	0,64
75 - 80°C	0,70	0,67	0,65	0,63	0,62	0,62

### 1.3 Warmtevraag op basis van NTA 8800

De warmtebehoefte voor de referentiewoningen volgens de NTA 8800 is berekend in het onderzoek van W/E adviseurs. Deze tabel is aanvullend aan paragraaf 5.2.2. Deze is als volgt.

Tabel 6.7 Warmtebehoefte referentiewoningen

Voorbeeldwoning	Warmtebehoefte [kWh/jaar]	Warmtebehoefte [kWh/m <sup>2</sup> /jaar]
Vrijstaande woning < 1965	32.738	213,58
Vrijstaande woning 1965 - 1974	35.839	204,89
Vrijstaande woning 1975 - 1991	25.330	157,33
vrijstaande woning 1992 - 2005	21.818	122,16
Vrijstaande woning 2006 - 2014	21.085	104,39
Vrijstaande woning > 2014	17.749	91,37
Twee-onder-een-kap < 1965	24.209	197
Twee-onder-een-kap 1965 - 1974	24.587	183,5
Twee-onder-een-kap 1975 - 1991	18.050	139,06
Twee-onder-een-kap 1992 - 2005	15.538	107,98
Twee-onder-een-kap 2006 - 2014	14.372	94,34
Twee-onder-een-kap > 2014	11.550	72,24
Rijwoning hoek < 1946	28.747	259,57
Rijwoning hoek 1946 - 1964	21.010	208,22
Rijwoning hoek 1965 - 1974	21.289	183,59
Rijwoning hoek 1975 - 1991	14.949	132,32
Rijwoning hoek 1992 - 2005	14.261	110,73
Rijwoning hoek 2006 - 2014	12.542	91,77
Rijwoning hoek > 2014	9.498	79,35
Rijwoning tussen < 1946	17.514	160,74
Rijwoning tussen 1946 - 1964	15.907	162,53
Rijwoning tussen 1965 - 1974	16.307	141,92
Rijwoning tussen 1975 - 1991	12.311	108,38
Rijwoning tussen 1992 - 2005	10.135	81,44
Rijwoning tussen 2006 - 2014	8.870	74,45
Rijwoning tussen > 2014	8.053	68,83

De warmtevraag van woningen waarvan het oppervlak maximaal 20% afwijkt, kan lineair geschaald worden met het oppervlak.

## 1.4 Warmtevraag op basis van voorbeeldgebouwen

Wanneer er wordt uitgegaan van de gemiddelde gebruiken volgens het CBS en de correcties, zoals in paragraaf 5.2.2 is omschreven, dan gelden de volgende waarden.

Tabel 6.8 Berekende warmtevraag van voorbeeldgebouwen

	Gasverbruik (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /jaar), CBS	Oppervlakt (Referentiewoningen)	Totaal (m <sup>3</sup> /jaar)	Koken gemiddeld (m <sup>3</sup> /jaar, Milieu Centraal)	Aantal personen (NTA 8800)	Tapwater gemiddeld (m <sup>3</sup> /jaar, NTA 8800)	Netto ruimteverwarming (m <sup>3</sup> /jaar)	Warmtebehoefte (kWh/jaar)
Rijwoning hoek < 1946	14,6	110,75	1.617	37	2,39	311	1.269	10.014
Rijwoning hoek 1946 - 1964	14,2	100,9	1.433	37	2,29	298	1.098	8.662
Rijwoning hoek 1965 - 1974	12,7	115,96	1.473	37	2,44	317	1.118	8.822
Rijwoning hoek 1975 - 1991	11,5	112,97	1.299	37	2,41	313	949	7.484
Rijwoning hoek 1992 - 2005	10	128,79	1.288	37	2,57	334	917	7.233
Rijwoning hoek 2006 - 2014	8,4	136,67	1.148	37	2,65	344	767	6.049
Rijwoning hoek > 2014	7,4	119,7	886	37	2,48	322	527	4.154
Twee-onder-een-kap < 1946	14	122,89	1.720	37	2,51	326	1.357	10.706
Twee-onder-een-kap < 1946 - 1964	13,8	122,89	1.696	37	2,51	326	1.333	10.512
Twee-onder-een-kap 1965 – 1974	12,9	133,99	1.728	37	2,62	341	1.351	10.655
Twee-onder-een-kap 1975 – 1991	11,6	129,8	1.506	37	2,58	335	1.133	8.941
Twee-onder-een-kap 1992 - 2005	10	143,9	1.439	37	2,72	354	1.048	8.270
Twee-onder-een-kap 2006 – 2014	8,4	152,35	1.280	37	2,80	365	878	6.927
Twee-onder-een-kap > 2014	7,5	159,89	1.199	37	2,88	375	788	6.214
Rijwoning tussen < 1946	12,8	108,96	1.395	37	2,37	308	1.049	8.279
Rijwoning tussen 1946 - 1964	12,6	97,87	1.233	37	2,24	292	905	7.136
Rijwoning tussen 1965 - 1974	11,2	114,9	1.287	37	2,43	316	934	7.367
Rijwoning tussen 1975 - 1991	10,1	113,6	1.147	37	2,42	314	796	6.280
Rijwoning tussen 1992 - 2005	9	124,45	1.120	37	2,52	328	755	5.953
Rijwoning tussen 2006 - 2014	7,6	119,13	905	37	2,47	321	547	4.314
Rijwoning tussen > 2014	6,7	117	784	37	2,45	319	428	3.378
Vrijstaande woning < 1946	13,9	153,28	2.131	37	2,81	366	1.728	13.629
Vrijstaande woning 1946 - 1964	14,5	153,28	2.223	37	2,81	366	1.820	14.355
Vrijstaande woning 1965 - 1974	13,5	174,92	2.361	37	3,03	394	1.930	15.228
Vrijstaande woning 1975 - 1991	11,9	161	1.916	37	2,89	376	1.503	11.857
Vrijstaande woning 1992 - 2005	10,3	178,6	1.840	37	3,07	399	1.404	11.074
Vrijstaande woning 2006 - 2014	9,1	201,98	1.838	37	3,30	429	1.372	10.822
Vrijstaande woning > 2014	7,5	194,25	1.457	37	3,22	419	1.001	7.894



De warmtevraag van woningen waarvan het oppervlak maximaal 20% afwijkt, kan lineair geschaald worden met het oppervlak.

## 1.5 Warmtevraag op basis van huidig gasgebruik

Wanneer de warmtevraag wordt bepaald op basis van het huidige gasgebruik, zoals omschreven in paragraaf 5.2.2, wordt het standaard jaarverbruik berekend door middel van de graaddagencorrectie.

- Op de site [https://www.mindergas.nl/degree\\_days\\_calculation](https://www.mindergas.nl/degree_days_calculation) kan voor de periode die overeenkomt met de factuurperiode het aantal graaddagen worden bepaald. Het standaard aantal gewogen graaddagen per jaar is als volgt.

Tabel 6.9 Normaal aantal graaddagen per jaar (gemiddelde 2014 - 2023)

Klimaatstation	Normaal aantal graaddagen per jaar	Klimaatstation	Normaal aantal graaddagen per jaar
Arcen	2.607	Lauwersoog	2.672
Berkhout	2.697	Leeuwarden	2.794
Cabauw	2.641	Lelystad	2.679
De Bilt	2.520	Maastricht	2.611
De Kooy	2.569	Marknesse	2.723
Deelen	2.769	Nieuw Beerta	2.866
Eelde	2.853	Rotterdam	2.524
Eindhoven	2.591	Schiphol	2.564
Ell	2.625	Stavoren	2.710
Gilze-Rijen	2.588	Twenthe	2.770
Heino	2.759	Vlieland	2.579
Herwijnen	2.663	Vlissingen	2.363
Hoek van Holland	2.423	Volkel	2.641
Hoogeveen	2.822	Voorschoten	2.583
Hoorn (Terschelling)	2.733	Westdorpe	2.502
Hupsel	2.760	Wijk aan Zee	2.520
		Woensdrecht	2.591

Indien het dichtstbijzijnde klimaatstation niet bekend is, hanteer dan De Bilt.

## Bijlage 2 - Uitwerking voorbeelden $E_{HS}$

### 2.1 Contingentenaanpak

In deze aanpak start de installateur de beoordeling van de  $E_{HS}$  met het bepalen van woningtype en bouwjaar om het referentiegebouw te bepalen. Daarnaast bepaalt deze de benodigde afgiftetemperatuur (op basis van het afgiftesysteem). Op basis van deze gegevens wordt het benodigde piekvermogen, het systeemrendement en de rekenwaarde voor de rendementen van de ketel en warmtepomp bepaald. Vervolgens leest de installateur op basis van de warmtepompspecificaties af wat het aandeel in de warmtelevering wordt en bepaalt de  $E_{HS}$ .

Bijvoorbeeld: De installateur adviseert een tussenwoning uit 1980. Het piekvermogen is dan 9,6 kW (uit tabel 4.1). Op basis van dit contingent gaat de installateur uit van een benodigde aanvoertemperatuur (bij  $-10^{\circ}\text{C}$ ) van  $80^{\circ}\text{C}$ . De installateur twijfelt tussen een propaanwarmtepomp (maximale temperatuur  $75^{\circ}\text{C}$ , inzet vanaf  $-10^{\circ}\text{C}$ ) met een vermogen volgens het EU-energielabel van 4 kW of van 6 kW. Voor deze warmtepompen geldt het volgende.

- De warmtepomp van 4 kW heeft een bètafactor van 0,42. Het aandeel in de warmtelevering is 82% (figuur 6.8) en de rekenwaarde COP is 2,60 (tabel 4.9).
- De warmtepomp van 6 kW heeft een bètafactor van 0,625. Het aandeel in de warmtelevering is 96% (figuur 6.8) en de rekenwaarde COP is 2,60 (tabel 4.9).
- Rekenwaarde ketelrendement is 95% (tabel 4.9).
- Systeemrendement warmtepomp is 92,15%; voor de ketel 84,6% (standaardwaarden uit paragraaf 4.3.2).

De  $E_{HS}$  wordt dan voor de warmtepomp van 4 kW:

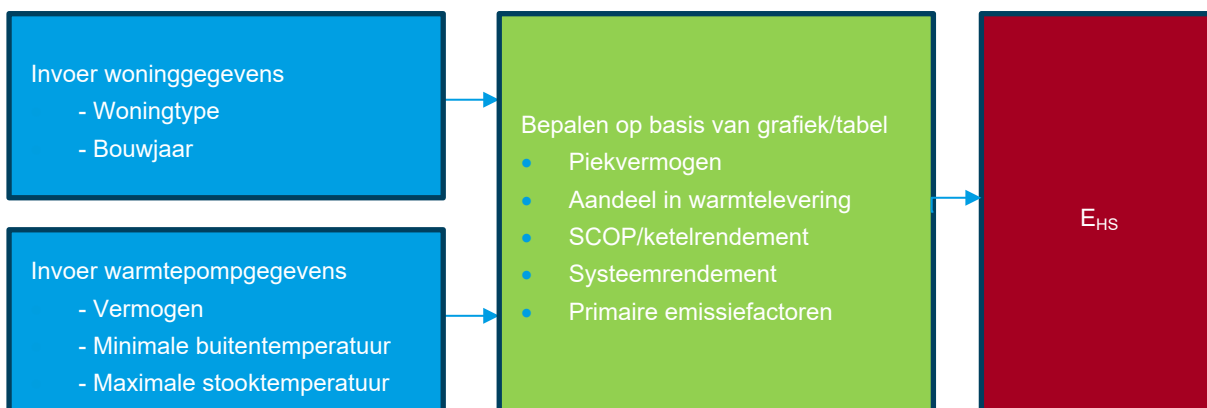
$$E_{hs} = \frac{0,82}{2,6 * 0,9215} * 1,45 + \frac{0,18}{0,95 * 0,846} * 1 = 0,72$$

De  $E_{HS}$  wordt dan voor de warmtepomp van 6 kW:

$$E_{hs} = \frac{0,96}{2,6 * 0,9215} * 1,45 + \frac{0,04}{0,95 * 0,846} * 1 = 0,63$$

Voor deze specifieke woning is de energieprestatie van de warmtepomp van 4 kW dus onvoldoende; die van 6 kW voldoet wel.

Samenvattend geldt de volgende opzet van deze aanpak.



## 2.2 Productspecifieke methode

In deze aanpak start de installateur de beoordeling van de  $E_{HS}$  met het bepalen van woningtype en bouwjaar om het referentiegebouw te bepalen. Daarnaast bepaalt deze de benodigde afgiftetemperatuur (op basis van het afgiftesysteem). Op basis van deze gegevens wordt het benodigde piekvermogen, het systeemrendement en de rekenwaarde voor het rendement van de ketel bepaald. Vervolgens leest de installateur op basis van de warmtepompspecificaties af wat het aandeel in de warmtelevering en wat het jaarrendement van de warmtepomp worden en bepaalt de  $E_{HS}$ .

Bijvoorbeeld: De installateur adviseert een tussenwoning uit 1980. Het piekvermogen is dan 9,6 kW (uit tabel 4.1). Wanneer er geen aanvullende informatie bekend is, gaat de installateur uit van een benodigde aanvoertemperatuur (bij -10°C) van 80°C. De installateur twijfelt tussen een propaanwarmtepomp (maximale temperatuur 75°C, inzet vanaf -10°C) van 4 kW of van 6 kW. Beide hebben een SCOP volgens het energielabel van 4,6 (waarde energielabel bij 35°C afgifte). Voor de warmtepompen geldt het volgende.

- De rekenwaarde voor de SCOP is  $4,6 * 64\%$  (afgiftetemperatuur > 75°C, tabel 4.10) en is gelijk aan 2,94.
- De warmtepomp van 4 kW heeft een bètafactor van 0,42. Het aandeel in de warmtelevering is 82% (figuur 6.8) en de rekenwaarde COP is 2,60 (tabel 4.9).
- De warmtepomp van 6 kW heeft een bètafactor van 0,625. Het aandeel in de warmtelevering is 96% (figuur 6.8) en de rekenwaarde COP is 2,60 (tabel 4.9).
- Rekenwaarde ketelrendement is 95% (tabel 4.9).
- Systeemrendement warmtepomp is 92,15%; voor de ketel 84,6% (standaardwaarden uit paragraaf 4.3.2).

De  $E_{HS}$  wordt dan voor de warmtepomp van 4 kW:

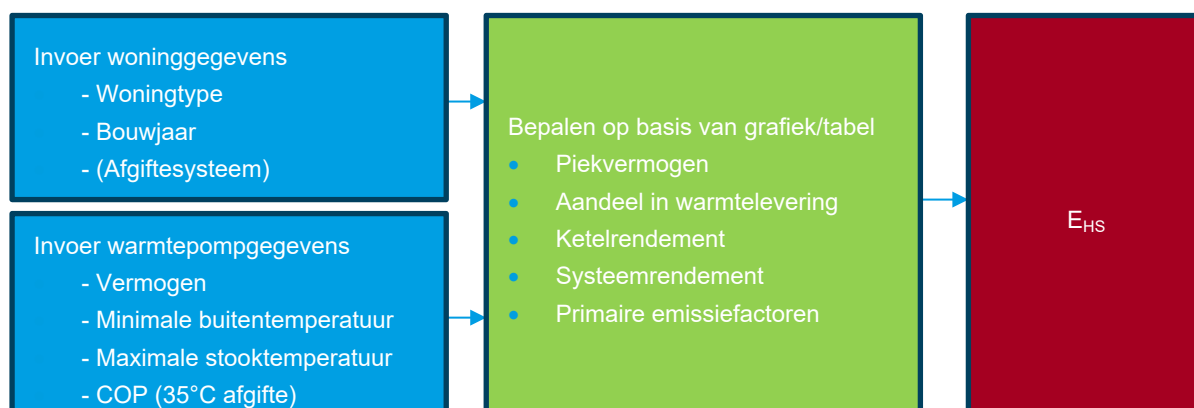
$$E_{hs} = \frac{0,82}{2,94 * 0,9215} * 1,45 + \frac{0,18}{0,95 * 0,846} * 1 = 0,66$$

De  $E_{HS}$  wordt dan voor de warmtepomp van 6 kW:

$$E_{hs} = \frac{0,96}{2,94 * 0,9215} * 1,45 + \frac{0,04}{0,95 * 0,846} * 1 = 0,56$$

Voor deze specifieke woning is de energieprestatie van beide warmtepompen dus voldoende voor toepassing.

Samenvattend geldt de volgende opzet van deze aanpak.



## 2.3 Gebouwspecifieke methode

In deze aanpak start de installateur de beoordeling van de  $E_{HS}$  met het bepalen van het woningtype, bouwjaar en de afmetingen en isolatiewaarden van de thermische schil voor een eenvoudige warmteverliesberekening. Wanneer waarden onbekend zijn, worden de standaardwaarden van de voorbeeldwoningen gehanteerd. Daarnaast bepaalt deze de benodigde afgiftetemperatuur. Op basis van deze gegevens wordt het benodigde piekvermogen, het systeemrendement en de rekenwaarde het rendementen van de ketel bepaald. Vervolgens leest de installateur op basis van de warmtepompspecificaties af wat het aandeel in de warmtelevering en wat het jaarrendement van de warmtepomp wordt en bepaalt de  $E_{HS}$ .

Bijvoorbeeld: de installateur adviseert een tussenwoning uit 1980. De standaardwaarden hiervoor zijn als volgt.

Tabel 6.10 Standaardwaarden tussenwoning (1975-1991)

		Isolatiewaarden	
		Rc [m <sup>2</sup> *K/W]	U [W/m <sup>2</sup> *K]
	Oppervlakte	Huidig	
	[m <sup>2</sup> ]	Rc [m <sup>2</sup> *K/W]	U [W/m <sup>2</sup> *K]
Begane grondvloer	49,15	0,52	
Dichte gevel	37,86	1,3	
Hellend dak	58,4	1,3	
Plat dak	0	1,3	
Raam	18,17		2,9
Deur	4,55		3,4
Kierdichting (q;v10)		Forfaitair	

De woning blijkt te zijn voorzien van HR<sup>++</sup>-glas, waardoor de U-waarde verlaagd wordt naar 1,7 W/m<sup>2</sup>K. Met deze invoergegevens wordt een eenvoudige warmteverliesberekening gemaakt waaruit blijkt dat het piekvermogen 8,9 kW is. De benodigde aanvoertemperatuur wordt door de installateur ingeschat gelijk te zijn aan 65°C.

De installateur twijfelt tussen een warmtepomp (maximale temperatuur 55°C, inzet vanaf -10°C) van 4 kW of van 6 kW. Beide hebben een SCOP volgens het energielabel van 4,6 (bij 35°C afgifte). Invoeren van deze gegevens in een eenvoudige spreadsheet leidt tot de volgende resultaten.

Tabel 6.11 Bepaling bijdrage warmtepomp (groen is invoer)

Gebouw			Warmtepomp		
Ppiek	8,9	kW	Tmax	55	°C
PWP	4,0	kW	Tmin_buiten	-10	°C
Stookgrens	18	graden			
Systeemrendement	92%	WP	<b>LuchtWP</b>		
			SCOP 7/35	4,6	
<b>Stooklijn</b>	Buiten -10	Bij stookgrens	Carnotfactor	0,56	
Taanvoer	65	42,5	DeltaT over verdamper	7	°C
Tretour	50	35	DeltaT over condensor	5	°C
Aandeel	88,8%	SCOP	3,23		

Tbuiten	P_nodig	Taanvoer	Tretour	P tot Tmax WP	P_WP	T na WP	Aantal uren	COP
-10	8,9	65	50	2,9	2,9	55	-	2,40
-9	8,6	64	50	3,2	3,2	55	3	2,43
-8	8,3	63	49	3,4	3,4	55	4	2,47
-7	7,9	63	49	3,7	3,7	55	15	2,50
-6	7,6	62	48	3,9	3,9	55	10	2,53
-5	7,3	61	47	4,1	4,0	55	29	2,57
-4	7,0	60	47	4,3	4,0	55	41	2,62
-3	6,7	59	46	4,4	4,0	54	47	2,67
-2	6,4	59	46	4,6	4,0	54	91	2,72
-1	6,0	58	45	4,7	4,0	54	134	2,77
0	5,7	57	45	4,8	4,0	53	203	2,82
1	5,4	56	44	4,9	4,0	53	301	2,87
2	5,1	55	44	4,9	4,0	53	236	2,92
3	4,8	55	43	4,8	4,0	53	304	2,98
4	4,5	54	43	4,5	4,0	53	324	3,03
5	4,1	53	42	4,1	4,0	53	402	3,08
6	3,8	52	42	3,8	3,8	52	367	3,15
7	3,5	51	41	3,5	3,5	51	463	3,25
8	3,2	51	40	3,2	3,2	51	494	3,35
9	2,9	50	40	2,9	2,9	50	398	3,45
10	2,5	49	39	2,5	2,5	49	446	3,57
11	2,2	48	39	2,2	2,2	48	415	3,69
12	1,9	47	38	1,9	1,9	47	461	3,82
13	1,6	47	38	1,6	1,6	47	431	3,96
14	1,3	46	37	1,3	1,3	46	387	4,11
15	1,0	45	37	1,0	1,0	45	419	4,28
16	0,6	44	36	0,6	0,6	44	437	4,46
17	0,3	43	36	0,3	0,3	43	387	4,66
18	-	42	35	-	-	42	365	4,88
19	-	42	35	-	-	42	266	5,12
20	-	41	34	-	-	41	200	5,39

Deze Excelsheet maakt gebruik van één invoerwaarde conform het EU-energielabel. Een alternatief is meer te rekenen volgens de EN 14825. Deze maakt gebruik van de gemeten COP's onder meerdere testcondities. Omdat deze vaak niet voor alle warmtepompen allemaal beschikbaar zijn, is bovenstaande doorrekening gebaseerd op één waarde.

Voor de warmtepompen geldt het onderstaande.

- De warmtepomp van 4 kW heeft een aandeel in de warmtelevering van 88,8% en de SCOP is 3,23.
- De warmtepomp van 6 kW heeft een aandeel in de warmtelevering van 94,6% en de SCOP is 3,17.
- Rekenwaarde ketelrendement is 95% (tabel 4.9).
- Systeemrendement warmtepomp is 92,15%; voor de ketel 84,6% (standaardwaarden uit paragraaf 4.3.2).

De  $E_{HS}$  wordt dan voor de warmtepomp van 4 kW:

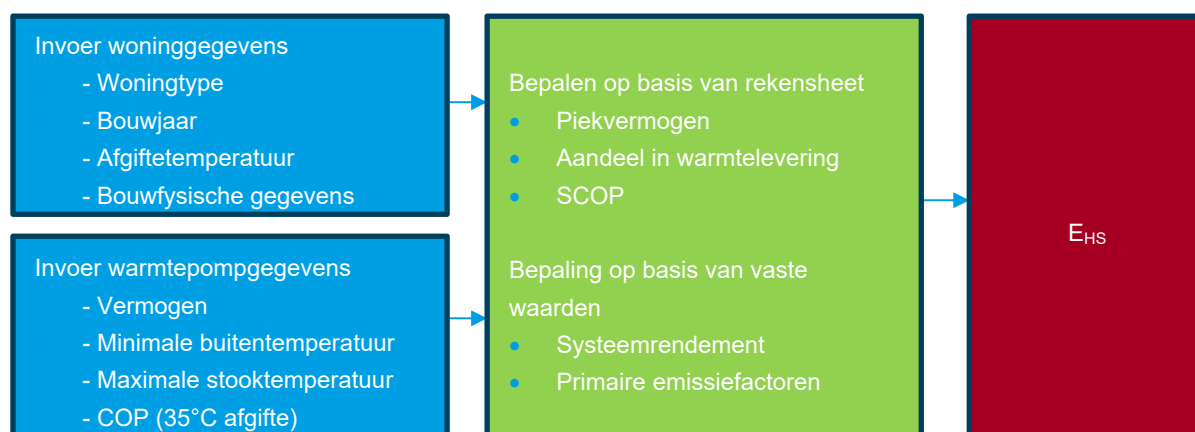
$$E_{hs} = \frac{0,888}{3,23 * 0,9215} * 1,45 + \frac{0,112}{0,95 * 0,846} * 1 = 0,57$$

De  $E_{HS}$  wordt dan voor de warmtepomp van 6 kW:

$$E_{hs} = \frac{0,946}{3,17 * 0,9215} * 1,45 + \frac{0,054}{0,95 * 0,846} * 1 = 0,54$$

Voor deze specifieke woning is de energieprestatie van beide warmtepompen dus voldoende voor toepassing.

Samenvattend geldt de volgende opzet van deze aanpak.



## 2.4 Maatwerkadvies

De methode voor het bepalen van de energieprestatie volgens het energiemaatwerkadvies is uitgewerkt in de ISSO 75 en ISSO 82.

## Bijlage 3 - Uitwerking voorbeelden terugverdientijd

### 3.1 Contingentenaanpak

Dit is een uitwerking van de gebruikersspecifieke methode die is omschreven in paragraaf 5.4.

Bij deze aanpak wordt voor de berekening van de terugverdientijd gebruikgemaakt van dezelfde gegevens als voor de contingentenaanpak van de bepaling van de energieprestatie. Aanvullend wordt gebruikgemaakt van de warmtebehoefte van referentiegebouwen en vaste energietarieven. Voor de tussenwoning uit 1980 (zie ook uitwerking energieprestatie in bijlage paragraaf 2.1) leidt dit tot de volgende terugverdientijd.

- 6 kW warmtepomp (in het rekenvoorbeeld voldeed de 4 kW warmtepomp niet aan de minimale energieprestatie): Investering € 4.166,- + € 580,- \* 6 kW = € 7.646,- -30% ISDE-subsidie = € 5.352,- meerinvestering (kostenkengetallen paragraaf 5.2.1).
- Het extra onderhoud bedraagt € 126,- per jaar (raming op basis van kentallen, paragraaf 5.2.2).
- Warmtebehoefte: 6.280 kWh (tabel 6.8).
- Energietarieven volgens PBL-prognose (tabel 5.1).
  - Aardgas € 1,43/m<sup>3</sup> en elektriciteit € 0,29/kWh.
- Aandeel energielevering conform methode voor energieprestatie (bijlage paragraaf 2.1).

Uitwerking voor de warmtepomp van 6 kW

$$\text{Voordeel energiekosten} = 6.280 \text{ kWh} * 0,96 * \left( \frac{\frac{€ 1,43}{9,77 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3}}}{0,95 * 0,846} - \frac{€ 0,29/\text{kWh}}{2,6 * 0,9215} \right) = € 383,60$$

Jaarlijks voordeel = € 383,60 – € 126,- (onderhoud) = € 257,60

Terugverdientijd = € 5.352,- / € 257,60 = 20,7 jaar

De toepassing van de warmtepomp is daarmee niet binnen zeven jaar terug verdiend.

### 3.2 Gebouwspecifieke methode

Dit is een uitwerking van de gebruikersspecifieke methode die is omschreven in paragraaf 5.4.

Bij deze aanpak wordt voor de berekening van de terugverdientijd gebruikgemaakt van dezelfde gegevens als voor de gebouwspecifieke bepaling van de energieprestatie. Aanvullend wordt gebruikgemaakt van de warmtebehoefte van referentiegebouwen en vaste energietarieven. Voor de tussenwoning uit 1980 (zie ook uitwerking energieprestatie) leidt dit tot de volgende terugverdientijd.

- Investering op basis van twee offertes van de installateur komt de meerinvestering voor de 4 kW warmtepomp uit op een bedrag van € 6.150,- met € 2.000,- ISDE-subsidie.
- Het extra onderhoud bedraagt € 140,- per jaar op basis van de offerte van de installateur.
- Warmtebehoefte: 6.280 kWh (tabel 6.8).
- Energietarieven volgens PBL-prognose (tabel 5.1).
  - Aardgas € 1,43/m<sup>3</sup> en elektriciteit € 0,29/kWh.
- Aandeel energielevering conform methode voor energieprestatie (bijlage paragraaf 2.3).

Uitwerking voor de warmtepomp van 4 kW

$$\text{Voordeel energiekosten} = 6.280 \text{ kWh} * 0,888 * \left( \frac{\frac{€ 1,43}{9,77 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3}}}{0,95 * 0,846} - \frac{€ 0,29/\text{kWh}}{3,23 * 0,9215} \right) = € 486,51$$

Jaarlijks voordeel = € 486,51 – € 140,- (onderhoud) = € 346,51

Terugverdientijd = € (6.150-2.000) / € 346,51 = 12,0 jaar

De toepassing van de warmtepomp is daarmee niet binnen zeven jaar terug verdiend.



### 3.3 Gebruikerspecifieke methode

Dit is een uitwerking van de gebruikersspecifieke methode die is omschreven in paragraaf 5.4.

Ook bij deze aanpak wordt voor de berekening van de terugverdientijd gebruikgemaakt van dezelfde gegevens als voor de gebouwspecifieke bepaling van de energieprestatie. Aanvullend wordt gebruikgemaakt van het gasgebruik van het specifieke gebouw en werkelijke energietarieven. Voor de tussenwoning uit 1980 (zie ook uitwerking energieprestatie) leidt dit tot de volgende terugverdientijd.

- Investering op basis van twee offertes van de installateur komt de meerinvestering voor de 4 kW warmtepomp uit op een bedrag van € 4.150,- met € 1.600,- ISDE-subsidie. Het extra onderhoud bedraagt € 120,- per jaar.
- Werkelijk gasgebruik bedraagt 1.225 m<sup>3</sup> over 15 oktober 2022 tot 10 oktober 2023. De locatie is gemeente Eindhoven.
- Het werkelijke zomergebruik over de maanden juli en augustus bedroeg 49 m<sup>3</sup>. In deze periode is de woning vijftien dagen niet in gebruik geweest in verband met vakantie.
- Werkelijke energietarieven bedragen € 0,32/kWh en € 1,45/m<sup>3</sup>.

Uitwerking geeft voor de warmtepomp van 4 kW:

- Aantal graaddagen in meetperiode: 2.368,1.
- Gecorrigeerd gasgebruik:  $1.225/2.368,1 \cdot 2.591 = 1.340 \text{ m}^3$ .
- Correctie tapwater en koken:  $49/(61-15) \cdot 365 = 389 \text{ m}^3$ .
- Berekend gasgebruik voor ruimteverwarming: 951 m<sup>3</sup>.
- Warmtevraag ruimteverwarming:  $951 \cdot 35,17/3,6 \cdot 0,95 \cdot 0,846 = 7.467 \text{ kWh}$ .

$$\text{Voordeel energiekosten} = 7467 \cdot 0,888 \cdot \left( \frac{1,45}{9,77} - \frac{0,32}{3,23 \cdot 0,9215} \right) = \text{€}511,57$$

Jaarlijks voordeel = € 511,57 – € 120,- (onderhoud) = € 391,57

Terugverdientijd = € (4.150-1.600) / € 391,57 = 6,5 jaar

De toepassing van de warmtepomp is daarmee binnen zeven jaar terugverdiend.

### 3.4 Grenswaarden terugverdientijd

In deze berekening wordt gerekend met de waardes die staan in paragraaf 5.6.

TVT = meerinvestering / jaarlijkse besparing

7 jaar = € 4.150,- / jaarlijks voordeel

Jaarlijks voordeel = voordeel energiekosten – extra onderhoud

Voordeel energiekosten = € 4.150,- / 7 jaar + € 110,-

Voordeel energiekosten

$$= Q_{\text{warmtelevering;extra wp}}(kWh) * \left( \frac{\text{Gasprijs} \left( \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \right)}{\frac{\text{Energie inhoud gas} \left( \frac{kWh}{\text{m}^3} \right)}{\eta_{\text{ketel}} * \text{stysteemrendement}}} - \frac{\text{Elektraprijs} \left( \frac{\text{€}}{kWh} \right)}{SCOP_{\text{wp}} * \text{stysteemrendement}} \right)$$

$$\text{Voordeel energiekosten} = Q_{\text{warmtelevering;extra wp}}(kWh) * 0,8 * \left( \frac{\frac{\text{€}1,43/\text{m}^3}{9,77}}{95\% * 84,6\%} - \frac{\text{€}0,29/kWh}{3,6 * 92,15\%} \right)$$

$$Q_{\text{warmtelevering;extra wp}}(kWh) = \frac{\frac{\text{€}4.150}{7 \text{ jaar}} + \text{€}110}{0,8 * \left( \frac{\frac{\text{€}1,43/\text{m}^3}{9,77}}{95\% * 84,6\%} - \frac{\text{€}0,29/kWh}{3,6 * 92,15\%} \right)} = 9.276,6 kWh$$

## Bijlage 4 - Rekensheet bijdrage warmtepomp

---