



## Verschuivingen Energiebelasting

verkenning effecten



**CE Delft**

Committed to the Environment

# Verschuivingen Energiebelasting

Door een fout in onze berekeningen is de versie van mei 2015 aangepast.  
De strekking van de conclusies is niet veranderd.

Delft, juni 2015

Deze notitie is opgesteld voor Eneco  
Ons kenmerk: 3.F51/FR

Opgesteld door:  
F.J. (Frans) Rooijers  
B.L. (Benno) Schepers

Publicatienummer: 15.3F51.51

CE Delft  
Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 35 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



## Samenvatting

### Huidige energiebelasting op elektriciteit is 6 keer zo hoog als op aardgas

De energiebelasting op gas en elektriciteit vormt een substantieel deel van de prijs die energiegebruikers moeten betalen. Wat daarbij opvalt is dat de belasting op elektriciteit relatief veel hoger is dan die op aardgas: 6 keer zo hoog. Voor aardgas betaalt een kleinverbruiker € 5,40 per GJ en € 33,22 per GJ elektriciteit. Het gevolg hiervan is dat de energiegebruiker wordt 'gestraft' als deze, in plaats van aardgas, elektriciteit gaat gebruiken voor bijvoorbeeld verwarming en warmwater.

Een deel van het verschil kan verklaard worden doordat bij de productie van 1 GJ elektriciteit ruim 2,3 GJ brandstof nodig is in een kolen/gascentrales. Het verschil wordt dan een factor 2,5, zoals ook het geval is als we kijken naar de CO<sub>2</sub>-emissie: € 96 per ton CO<sub>2</sub> voor aardgas en € 254 voor de huidige gemiddelde elektriciteit. Dit gaat veranderen als er veel meer hernieuwbare bronnen komen.

### Gelijkwaardige energiebelasting op gas en elektriciteit

Als de energiebelasting op aardgas net zo hoog wordt als op elektriciteit, dan leidt dat tot meer energiebesparing, meer warmtelevering en een hoger rendement voor zonneboilers, warmtepompen en elektrische auto's. De inkomsten voor het Rijk stijgen bovendien fors, wat gezien kan worden als onderdeel van de vergroening van het belastingstelsel waarbij de extra inkomsten gebruikt kunnen worden voor een lagere belasting op arbeid. Het is ook mogelijk om een deel van de extra inkomsten te gebruiken om de heffingskorting te verhogen of een energietoeslag voor lage inkomens in te voeren, om de koopkrachteffecten te beperken. Er zijn ook varianten doorgerekend waarbij de totale energiebelasting gelijk blijft door de belasting op aardgas te verhogen en die op elektriciteit iets te verlagen. Ook in die varianten worden warmtelevering, warmtepompen, zonneboilers en energiebesparende maatregelen zoals isolatie, aantrekkelijker.

Bij de keuze voor de varianten is geen rekening gehouden met politieke acceptatie, die is niet statisch. De prijs van aardgas wordt weliswaar hoog, maar in bijvoorbeeld Denemarken is de prijs voor consumenten (€ 1,10 per m<sup>3</sup>) nog hoger dan het maximum in variant 2.

Tabel 1 Effecten van de energiebelasting-varianten

2015	Energiebelasting ten opzichte van huidig		Kosten business case					
	Aardgas	Elektriciteit	HR	Warmte-pomp	Warmte-levering	Zon-PV	Zonne-boiler	Elektrische auto
Variant 1	150%	55%	+10%	-10%	0 +10%	TVT +4	TVT -4	-30%
Variant 2	265%	100%	+ 40%	Gelijk	0 + 40%	Gelijk	TVT -10	Gelijk
Variant 3	150%	55%	+10%	-10%	0 +10%	TVT +4	TVT -4	-30%
Variant 4	220%	85%	+ 30%	-5%	0 + 30%	TVT +1	TVT -8	-10%

### Variabele energiebelasting

Een interessante variant is als de energiebelasting niet meer wordt geheven als vast bedrag per kWh of m<sup>3</sup>, maar als percentage van de basisprijs van elektriciteit en aardgas. Hierdoor komen de prijsverschillen in de marktprijs van elektriciteit versterkt tot uitdrukking in de consumentenprijs. Daarmee hebben ze een sturend effect: meer verbruik als elektriciteit goedkoop is, en besparing als elektriciteit duur is



# 1 Energiebelasting op gas en elektriciteit

## 1.1 Huidige energiebelasting

Op dit moment (2015) bedraagt de energiebelasting op elektriciteit 11,96 €ct per kWh en op gas 19,11 €ct per m<sup>3</sup> (beide exclusief BTW). Dit geldt voor de eerste schijf die vooral voor de kleine energiegebruikers relevant is. Dit lijkt vergelijkbaar maar beseft moet worden dat één kubieke meter aardgas bijna tien keer meer energie-inhoud heeft dan één kWh elektriciteit. Dat betekent dat op aardgas een belasting drukt die zes keer zo laag is als de marginale belastingdruk op elektriciteit per GJ energie die de consument afneemt. Het gevolg hiervan is dat substitutie van aardgas naar elektriciteit niet wordt aangemoedigd ook al zou dat maatschappelijk gezien interessant kunnen zijn. Ook worden vergelijkbare technieken, zoals de hybride warmtepomp die op zowel aardgas als elektriciteit kan werken, ongelijkwaardig belast. Hierbij moet echter wel rekening worden gehouden dat bij de productie van elektriciteit op dit moment met veel conventionele centrales nog veel brandstof verloren gaat. Zo is voor de productie van één kWh elektriciteit gemiddeld ruim twee keer zo veel fossiele brandstof nodig doordat het gemiddelde rendement van elektriciteitsproductie iets meer dan 40% is. Maar dit zal de komende jaren door het Energieakkoord voor duurzame groei (SER-akkoord) sterk veranderen, omdat in 2023 ongeveer een derde van de elektriciteit uit hernieuwbare bronnen zoals zon en wind zal komen.

## 1.2 Aanpassingen in de energiebelasting

Eneco heeft CE Delft gevraagd om een analyse te maken van de effecten van een verschuiving van de belasting op elektriciteit naar gas, zodat een meer gelijkwaardige belasting ontstaat. Deze gelijkwaardigheid kan op verschillende manieren worden gerealiseerd:

- op basis van de energie-inhoud van een m<sup>3</sup> gas en een kWh elektriciteit;
- op basis van de CO<sub>2</sub>-emissie over de gehele energieketen;
- op basis van de commodityprijs van gas en elektriciteit.

Aanpassing van de energiebelasting grijpt op twee manieren aan. Enerzijds heeft het invloed op het gebruik van specifieke *technieken* en anderzijds op de *koopkracht* van huishoudens en daarmee het gedrag van mensen.

### Technieken

De keuze voor warmtetechnieken wordt op diverse manieren beïnvloed door veranderingen van de energiebelasting. Zo levert bijvoorbeeld een stijging van de belasting op aardgas, een rendabeler perspectief voor elektrische opties. Dit kan leiden tot substitutie van warmte met aardgasinstallaties (zoals een HR-ketel) naar warmte met elektrische installaties (zoals een warmtepomp). Daarnaast is op dit moment de energiebelasting op elektriciteit relatief hoog. Bijna tweederde van de consumentenprijs van een kWh bestaat uit energiebelasting. Dit leidt er toe dat een verandering van de kostprijs van een kWh maar een beperkt effect heeft op deze consumentenprijs. Omdat vraagsturing van elektriciteit in een duurzamer energievoorziening steeds belangrijker wordt (zonne- en windenergie zijn minder stuurbaar dan conventionele thermische centrales, wel afschakelbaar, maar niet opregelend), is een directere koppeling tussen kost- en consumentenprijs wenselijk. Zowel vraagsturing als opslag zijn beide gebaat bij significante prijsverschillen tussen momenten van overschot en momenten van tekort. Daarom wordt in dit onderzoek een variant doorgerekend (variant 4) van een procentuele energiebelasting à la BTW.



## Koopkracht

Hoewel het aanpassen van de energiebelasting met name gericht is op het stimuleren van hernieuwbare technieken, heeft het ook invloed op de koopkracht van huishoudens. Immers, het verhogen van de belasting op aardgas en verlagen van belasting op elektriciteit, kan leiden tot een hogere energierekening voor verschillende huishoudens. In deze studie wordt gekeken naar verschillende varianten van de energiebelasting. Bij een aantal varianten veranderen de inkomsten van het Rijk niet en bij een aantal stijgen deze inkomsten fors. In het laatste geval daalt voor praktisch alle huishoudens de koopkracht. In het eerste geval blijft de koopkracht voor de 'gemiddelde gebruiker'<sup>1</sup> gelijk, maar verandert deze voor de niet-gemiddelde gebruikers. In deze studie wordt daarom niet alleen aandacht gegeven aan de marginale effecten van de verandering en de invloed daarvan op techniekeuzes, maar ook naar de integrale effecten voor het huishoudboekje van de eindgebruikers in paragraaf 3.2 en in Bijlage B.

De extra inkomsten voor het Rijk kunnen gebruikt worden voor een lagere belasting op arbeid. Het is ook mogelijk om een deel van de extra inkomsten te gebruiken om de heffingskorting te verhogen of een energietoeslag voor lage inkomens in te voeren, om de koopkrachteffecten te beperken.

### 1.3 Huidige inkomsten Rijk

Met de huidige tarieven voor de energiebelasting zijn de inkomsten voor het Rijk uit de eerste schijven van elektriciteit en aardgas van de energiebelasting weergegeven in Tabel 2. Het overgrote deel van de totale inkomsten uit de energiebelasting komt uit de heffing op deze eerste schijven. De reden hiervan is dat het gebruik in de overige schijven weliswaar fors is, maar het tarief zeer laag.

Deze inkomsten zijn exclusief de BTW-inkomsten die voor huishoudens nog over de energiebelasting wordt geheven.

Tabel 2 Inkomsten Rijk uit eerste schijven energiebelasting (exclusief BTW)

	Aansluitingen	Tarief 1 <sup>e</sup> schijf (2015)	Gemiddeld verbruik	Inkomsten (mld €) (2015)
Aardgas	6,8 mln	19,11 €ct/m <sup>3</sup>	2.200 m <sup>3</sup>	€ 2,9
Elektriciteit	6,9 mln	11,96 €ct/kWh	3.950 kWh	€ 3,3
Heffingskorting		311,84 €/aansl.		-/- € 2,2
<b>Totaal 1<sup>e</sup> schijf</b>				<b>€ 4,0</b>
<i>Totaal overige schijven</i>				<i>€ 0,9</i>
<i>Totaal EB</i>				<i>€ 4,9</i>

Bron: Sleutel tabel 2015 (MinFin, 2014), Nota naar aanleiding van het verslag Belastingplan 2015 (MinFin, 2014).

Opmerking: Inkomsten voor 2015 berekend op basis van 2014 aantallen.

### 1.4 ODE-heffing

Sinds 2013 is daar de ODE-heffing aan toegevoegd op zowel aardgas als elektriciteit. De heffing voor aardgas is in 2015 € 0,26 per GJ en voor elektriciteit € 1 oftewel een factor 4; vergelijkbaar met de verhouding van de energiebelasting. In de komende jaren zal de ODE-heffing vertienvoudigen. Daarbij zijn geen regels vastgelegd voor elektriciteit en gas afzonderlijk. Zonder verdere beleidswijzigingen wordt in 2025 de energiebelasting+ ODE-heffing € 132 per ton CO<sub>2</sub> voor aardgas en € 330 per ton CO<sub>2</sub> voor elektriciteit.

<sup>1</sup> Waarbij de gebruiker zowel het gemiddelde elektriciteits- als aardgasverbruik heeft.



Dit komt mede door het grote aandeel hernieuwbare bronnen voor elektriciteitsproductie in vergelijking tot aardgas (35% respectievelijk 10%). De ODE-heffing corrigeert het verschil in belastingdruk tussen elektriciteit en aardgas niet noemenswaardig. Daarom laten we deze heffing, met uitzondering van de berekeningen van de business cases in bijlage B, verder buiten beschouwing.



## 2 Varianten voor andere energiebelasting

Om de effecten van verschuivingen in de energiebelasting tussen gas en elektriciteit te analyseren zijn vier varianten opgesteld waarbij het tarief voor elektriciteit en aardgas vergelijkbaar is gemaakt. In twee varianten zijn de inkomsten van het Rijk gelijk gehouden, zodat het tarief voor elektriciteit is verlaagd (variant 1 en 3).

**Variant 1:** Aardgas en elektriciteit worden gelijk belast qua primaire energie-inhoud, dus inclusief de verliezen bij de productie van elektriciteit. Voor 2015 wordt uitgegaan van het huidige brandstofrendement van 42% met 9% elektriciteit uit hernieuwbare bronnen. Voor 2023 wordt rekening gehouden met 35% elektriciteit uit hernieuwbare bronnen. Hierdoor is er voor 1 GJ elektriciteit 2,3 GJ (2015) respectievelijk 2,0 GJ (2023) brandstof nodig. De inkomsten voor het Rijk worden gelijk gehouden aan de huidige inkomsten.

**Variant 2:** Aardgas en elektriciteit worden gelijk belast qua primaire energie-inhoud inclusief de verliezen bij de productie van elektriciteit. De belasting op elektriciteit blijft gelijk en aardgas wordt daardoor hoger. De inkomsten voor het Rijk worden hiermee fors hoger dan de huidige inkomsten.

**Variant 3:** Aardgas en elektriciteit worden gelijk belast qua CO<sub>2</sub>-emissie die verbonden is aan het gebruik van de energiedrager, inclusief de verliezen bij productie. De inkomsten voor het Rijk worden gelijk gehouden aan de huidige inkomsten zodat een belasting geldt van ongeveer € 150 per ton CO<sub>2</sub> in 2015 en € 200 in 2023. Tabel 3 laat zien wat de huidige belasting per ton CO<sub>2</sub> is.

**Variant 4:** Zowel aardgas als elektriciteit worden belast als percentage van de kostprijs. Een energiebelasting van 165% op de basisprijs van gas en elektriciteit levert 40% hogere inkomsten op voor het Rijk. Doordat elektriciteit steeds meer spreiding in kosten krijgt in momenten van hoge en van lage productie (door meer hernieuwbare bronnen), is er de behoefte om deze volatiliteit door te geven aan de klant om daarmee zijn gebruik te sturen. Een vaste energiebelasting per kWh dempt deze volatiliteit terwijl met een percentuele energiebelasting (net zoals de BTW) de volatiliteit juist wordt versterkt.

Tabel 3 Energiebelasting-varianten, exclusief BTW

2015	Aardgas			Elektriciteit			Inkomsten Rijk
	€/m <sup>3</sup>	€/GJ	€/ton CO <sub>2</sub>	€/kWh	€/GJ	€/ton CO <sub>2</sub>	
Huidig	19,11	5,43	96	11,96	33,22	254	
Variant 1	28,59	8,13	144	6,73	18,68	143	gelijk
Variant 2	50,84	14,46	256	11,96	33,22	254	+220%
Variant 3	28,61	8,14	144	6,77	18,80	144	gelijk
Variant 4	33,83	9,62	170	9,90	27,50	211	+40%

De varianten gelden alleen voor de 1<sup>e</sup> schijf van de energiebelasting van zowel gas als elektriciteit. Dat zijn niet alleen huishoudens, ook kleine bedrijven vallen hieronder. Het aardgasverbruik loopt tot 170.000 m<sup>3</sup> en elektriciteit tot 10.000 kWh per jaar. Voor bedrijven kunnen de effecten ook groot zijn, maar die zijn niet in deze studie doorgerekend.



### 3 Effecten van andere energiebelasting

Het veranderen van de energiebelasting leidt tot veel effecten. In dit hoofdstuk wordt naar de volgende effecten gekeken:

- effecten op specifieke business cases;
- effecten op de inzet van diverse energiedragers;
- effecten voor het Rijk;
- effecten op de warmtetarieven;
- effecten op de energie-infrastructuur.

Tevens is rekening gehouden met de gedragsverandering die zal optreden als kleinverbruikers hun gebruik veranderen van gas naar elektriciteit, niet alleen door te switchen naar een andersoortige warmtelevering, maar ook energiebesparing. Daarbij moet worden beseft dat iets hogere of iets lagere kosten niet meteen leiden tot andere keuzes door de consument. Maar op de langere termijn is ook de kleine consument gevoelig voor de energiekosten als hij nieuwe apparaten aanschaft. De business case voor warmtelevering, zonneboilers, warmtepompen wordt gunstiger in vergelijking met de referentie, de aardgas HR-CV.

Om ook deze effecten in beeld te krijgen, wordt voor de effecten op inzet energiedragers, het Rijk en de energie-infrastructuur, gebruik gemaakt van het door CE Delft ontwikkelde model CEGOIA. Met dit model kan op buurtniveau worden gekeken welke warmtetechnieken de laagste integrale kosten hebben<sup>2</sup>. Per buurttype wordt zo berekend wat de *voorkeurstechneik* is voor de warmtevoorziening en waar mogelijke substitutie en besparing plaats gaat vinden. In Bijlage D wordt het model verder toegelicht. In Bijlage C staan de details en aannames voor de volgende berekeningen.

#### 3.1 Effecten voor diverse business cases

De effecten van de varianten voor verschillende situaties is doorgerekend voor een aantal business cases:

- woningverwarming met aardgas CV (HR-ketel);
- woningverwarming met elektrische warmtepomp;
- woningverwarming met collectieve warmtelevering;
- zonneboilers;
- zon-PV;
- elektrisch rijden.

In deze business cases is alleen gekeken naar de specifieke technieken voor de warmtevoorziening of de hernieuwbare, elektrische opties. In Bijlage B worden de totale veranderingen voor de huishoudens (koopkrachteffecten) weergegeven. Hierna worden de belangrijkste uitkomsten en conclusies gepresenteerd.

#### Warmtevoorziening woningen

De Nederlandse woningen zijn bijna volledig afhankelijk van aardgas als bron van warmte. Zowel direct door CV-ketels en lokale verwarming (gaskachels) als indirect door stadsverwarming op aardgas. In Figuur 1 wordt het verloop van de verschillende verwarmingstypen in Nederland weergegeven. Duidelijk zichtbaar is de dominante positie die de HR-ketel hier in neemt. Meer dan 80% van de woningen maakt hiervan gebruik voor de ruimteverwarming en warm

---

<sup>2</sup> Hiermee worden de kosten over de hele keten bedoeld: productie, distributie, consumptie en besparing van energie.



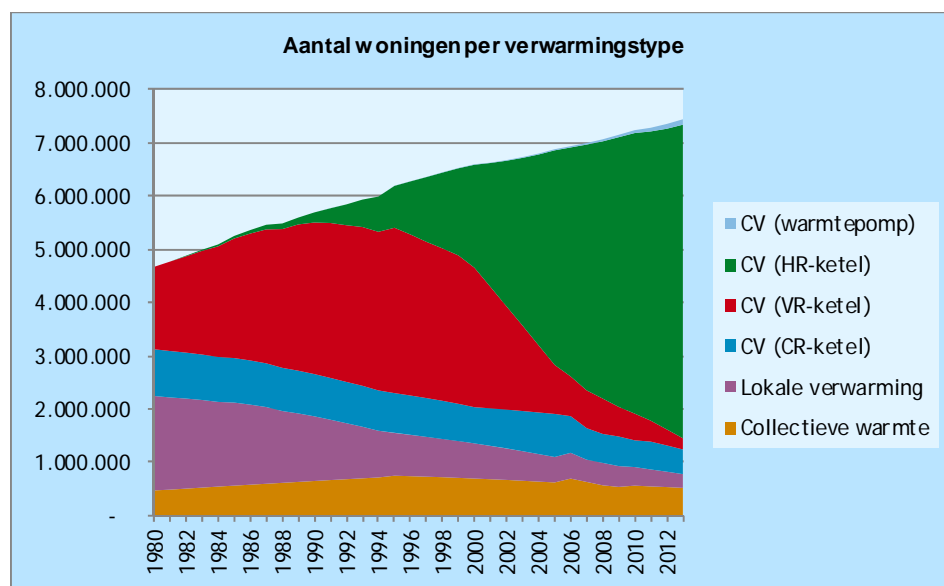


tapwater. Gevolgd door collectieve warmte (circa 10%) en andere (CV-)kachels (circa 10%). En hoewel het aantal elektrische warmtepompen de laatste jaren een sterke stijging laat zien, blijven zij steken op een aandeel van ongeveer 1% van de totale woningen.

Om een goed beeld te krijgen van de effecten van de verschillende varianten van de energiebelasting, worden drie verschillende business cases uitgewerkt, die alle drie een andere bron voor de warmte hebben:

- aardgas (HR-ketel);
- elektriciteit (warmtepomp);
- warmte (warmtewisselaar).

Figuur 1 Aantal verwarmingstypen



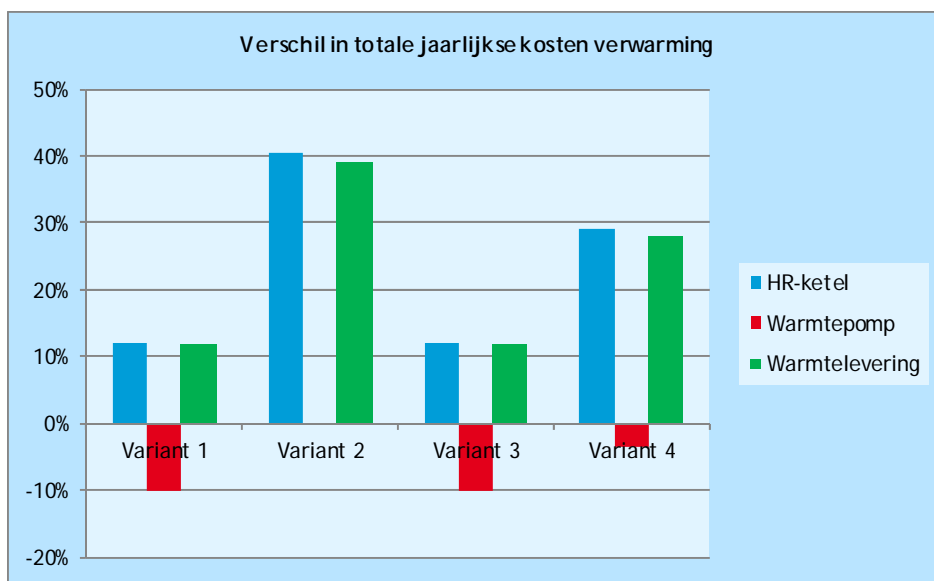
Bron: CE Delft, 2013; CBS, 2015.

In de business cases wordt voor alle situaties uitgegaan van dezelfde *functionele* energievraag van de woning. Dit is de vraag naar energie die nodig is om in de functies ruimteverwarming en warm tapwater te voorzien. Het omzettingsrendement van bijvoorbeeld de HR-ketel bepaalt vervolgens de *finale* vraag, zoals die op de energiemeter staat. Daarnaast wordt in de business case gekeken naar de volgende kosten die met de energievoorziening te maken hebben:

- netwerkkosten;
- kosten van de installatie (kapitaal en onderhoud);
- energiekosten;
- belastingen en opslagen.

De gedetailleerde uitkomsten van deze business cases staan in Bijlage C en Figuur 2 geeft de verschillen van de varianten over de diverse warmtebronnen weer.

Figuur 2 Overzicht uitkomsten business cases



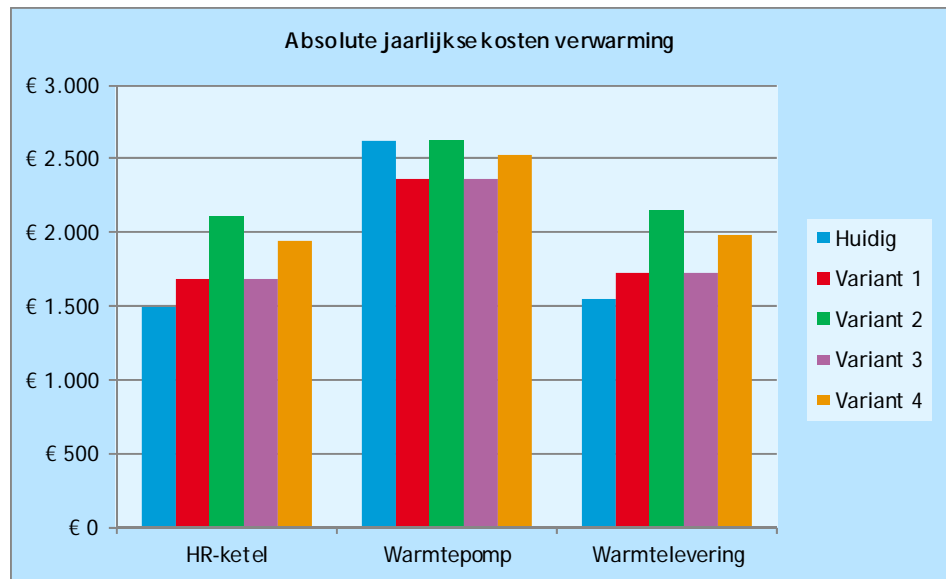
Uit de figuur is op te maken dat er grote verschillen kunnen ontstaan tussen de technieken, bij de varianten van de energiebelasting. Logischerwijs volgt uit de varianten dat de volledig elektrische optie in alle gevallen positieve effecten heeft (de kosten nemen af) en daarmee het meest gestimuleerd wordt door de aanpassing van de energiebelasting. De HR- en warmteoptie nemen in kosten toe. Voor de warmteoptie wordt dit grotendeels veroorzaakt door het *niet-meer-dan-anders*-principe van de maximumprijs (zie tekstkader).

#### De Maximumprijs van warmte

De maximumprijs is, zoals de naam al aangeeft, een maximum dat gevraagd mag worden. Dit is niet per definitie de werkelijke prijs van de warmte en staat per definitie volledig los van de werkelijke productiekosten van de warmte. Het kan dus zijn dat de maximumprijs van de warmte (veel) hoger ligt dan de productiekosten daarvan, bijvoorbeeld in variant 2. Indien dit zo is, dan kan een ander artikel van de Warmtewet in werking treden en dat is dat de warmteleverancier *slechts* een redelijk rendement op de levering mogen draaien. Dit zou kunnen betekenen dat de energieleverancier een lagere prijs in rekening moet brengen dan de maximumprijs, wat leidt tot een andere uitkomst van de business case. Dit is echter project specifiek en kan dus niet op voorhand worden gezegd.

Hoewel de verschillende varianten van de energiebelasting een voorkeur geven aan het gebruik van elektriciteit boven dat van aardgas voor de warmtevraag van een woning, moet er voor het daadwerkelijk overschakelen naar een andere energiebron ook worden gekeken naar de absolute kosten van de opties. In Figuur 3 wordt daarom een overzicht gegeven van de absolute kosten. Hieruit blijkt onder andere dat de warmtepomp in alle varianten van de energiebelasting, de duurste optie blijft. Want hoewel deze optie lagere energiekosten heeft, zijn de vaste kosten voor de installatie en netwerkkosten dermate veel hoger dat dit niet tegen elkaar opweegt. De initiële investering in de warmtepomp en de hogere netwerkkosten voor de zwaardere aansluiting zijn hiervan de belangrijkste oorzaken.

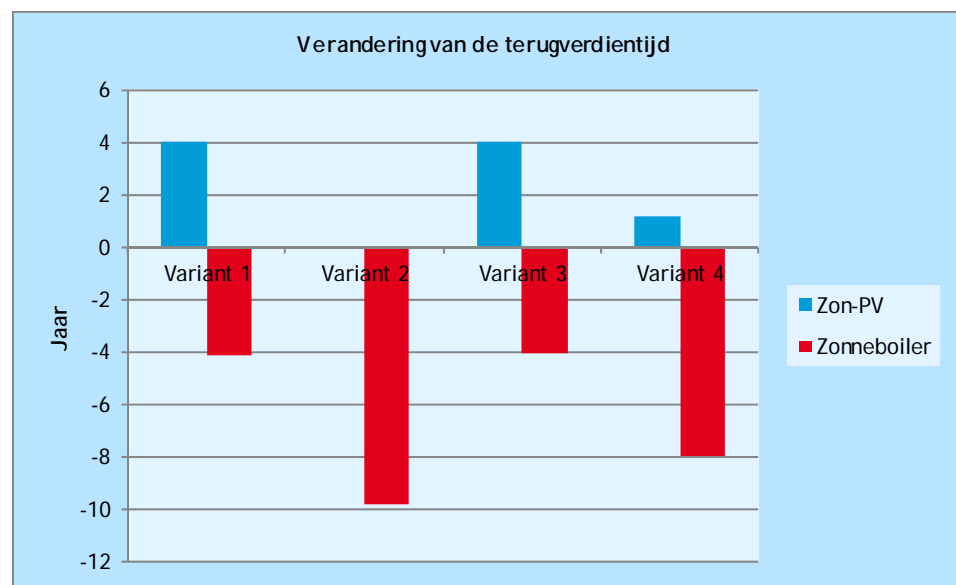
Figuur 3 Overzicht absolute kosten per variant



### Hernieuwbare technieken

Naast de voorgenoemde business cases, heeft aanpassing van de energiebelasting ook nog effecten voor specifieke technieken. In Figuur 4 en Figuur 5 worden de effecten voor zon-PV, zonneboiler en elektrisch rijden weergegeven. Voor zon-PV en zonneboiler wordt het effect van de varianten in beeld gebracht door het verschil in terugverdientijd. Voor elektrisch rijden in de verandering van de totale jaarlijkse kosten (exclusief de kosten van de auto).

Figuur 4 Verandering van de terugverdientijd van zon-PV en zonneboiler



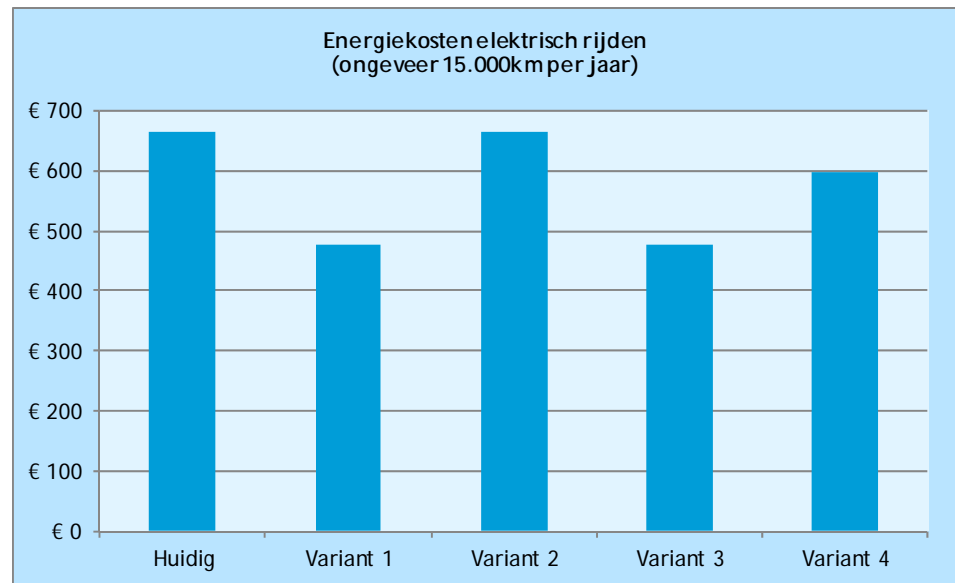
Uitleg: Berekening is uitgevoerd als eenvoudige terugverdientijd, waarbij de investeringskosten worden gedeeld door de jaarlijkse opbrengsten. Deze opbrengsten worden niet geïndexeerd. Bij zon-PV zijn de (tijdelijke) BTW-voordelen niet meegenomen.



Als gevolg van een lagere consumentenprijs van elektriciteit, neemt de terugverdientijd van zon-PV voor varianten 1, 3 en 4 toe. De geproduceerde elektriciteit is immers minder waard. Bij de zonneboiler ontstaat het tegenovergestelde effect, doordat daarbij juist de uitgespaarde kosten hoger zijn en dus de terugverdientijd aanzienlijk afneemt voor alle varianten.

De varianten geven voor elektrisch rijden gunstige effecten. Door de lagere energiebelasting op elektriciteit dalen de kosten voor het rijden met een elektrische auto. Variant 1 en 3 hebben jaarlijks bijna € 200 minder energiekosten, variant 4 meer dan € 50 en variant 2 is gelijk aan de huidige situatie.

Figuur 5 Effecten elektrisch rijden



### 3.2 Effecten op inzet diverse energiedragers

Met behulp van het gebouwde omgeving model (CEGOIA-model, zie Bijlage E), waar alle typen woningen en verwarmingswijzen inzitten, zijn de verschillende varianten doorgerekend. De vraag daarbij was welke effecten de belastingvarianten hebben voor de concurrentiepositie tussen de verschillende typen verwarming: de aardgas CV, de elektrische warmtepomp, de gasgestookte warmtepomp, grootschalige en kleinschalige warmteprojecten op basis van WKO of WKK. Alle systemen zijn in de 4 varianten vergeleken met de huidige prijzen en belastingen voor elektriciteit en gas (basis).

Daarnaast is een belangrijke variabele voor de warmtevoorziening, de aanwezigheid van een warmtebron, restwarmte of geothermie. Indien er bijvoorbeeld restwarmte beschikbaar is, die meestal goedkoper is dan warmte uit een WKK, dan zijn collectieve warmtesystemen veel eerder financieel interessant. Daarom is de analyse met CEGOIA twee keer uitgevoerd: met en zonder de aanwezigheid van een warmtebron.

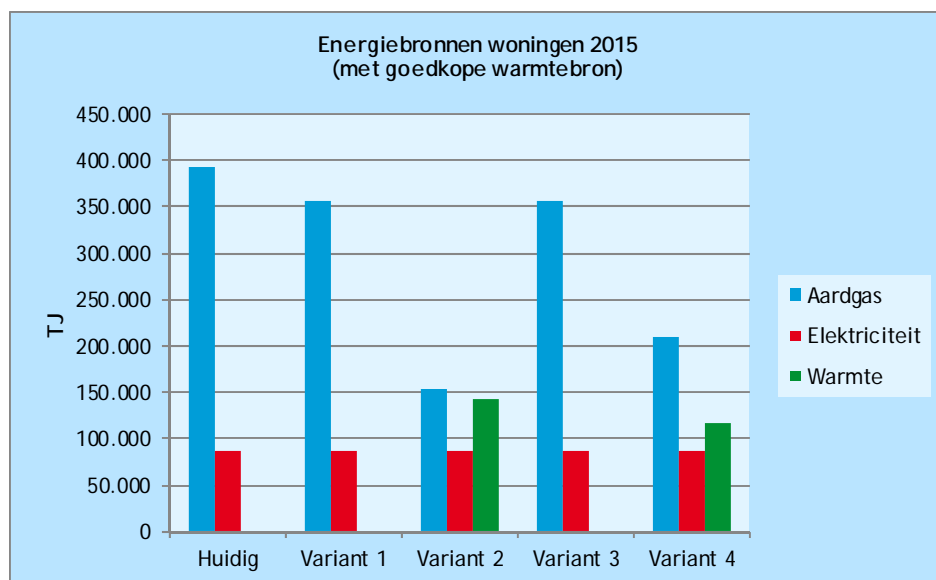
In Bijlage D zijn alle berekeningen weergegeven. Hier laten we de effecten voor 2015 zien met de aanwezigheid van voldoende restwarmtebronnen.

In variant 1 en 3 wordt fors energie bespaard, en neemt het aandeel warmtelevering iets toe. Het aandeel elektrische warmtepompen blijft

onveranderd, ondanks dat de kosten van een warmtepompsysteem met 15% afnemen.

In variant 2, en in mindere mate in variant 4, wordt zowel energie bespaard als dat er substitutie plaats vindt. Niet van aardgas CV naar de elektrische warmtepomp, maar wel van aardgas CV naar warmtelevering. In variant 2 wordt warmtelevering zelfs dominant.

Figuur 6 Uitkomsten modelruns CEGOIA - 2015 (met goedkope warmtebron)



### Energiebesparing

In alle varianten is er een prikkel om de warmtevraag te beperken doordat de marginale kosten van een extra m<sup>3</sup> of GJ warmte toeneemt. Dit leidt in alle varianten tot het treffen van extra besparende maatregelen. In CEGOIA worden drie besparingspakketten doorgerekend: beperkt, ruim en maximaal. De aanpassingen aan de energiebelasting leiden op die manier tot verschillende besparingsniveaus, omdat bij verschillende energiebelastingen op aardgas, verschillende besparingspakketten rendabel zijn. Afhankelijk van de variant van de energiebelasting, vindt er 10-20% besparing op de warmtevraag plaats.

### 3.3 Effecten voor het Rijk

Het veranderen van de energiebelasting leidt in enkele varianten tot forse veranderingen in de inkomsten van het Rijk (variant 2 en 4). Enerzijds leiden de aanpassingen tot extra inkomsten voor het Rijk, anderzijds leiden de hogere kosten voor de burger tot energiebesparing. In de onderstaande tabel zijn de effecten voor het Rijk weergegeven, wanneer er geen substitutie plaatsvindt, maar alleen besparing door de hogere kosten. Hierbij is gerekend met een prijselasticiteit voor aardgas van -0,25. Dit betekent dat als de kosten voor de eindgebruiker met 10% stijgen er 2,5% bespaard wordt. Voor elektriciteit wordt een elasticiteit van 0 aangenomen.

Tabel 4 Effecten belastingverschuiving voor de inkomsten van het Rijk (uit 1<sup>o</sup> schijf) (in mld €)

2015	Huidig	Variant 1	Variant 2	Variant 3	Variant 4
Elektriciteit	3,3	1,8	3,3	1,8	2,7
Aardgas	2,9	4,3	6	4,3	5,1
Teruggaaf	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2
<b>Totaal</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>8,7</b>	<b>4,0</b>	<b>5,6</b>
Rijk (t.o.v. huidig)		100%	220%	100%	141%

In CEGOIA is alleen gerekend voor huishoudens, niet voor alle kleinverbruikers die in schijf 1 vallen. Dit betekent dus ook dat in het geval van substitutie naar warmte uit een wijk-WKK, er wel energiebelasting wordt betaald door de wijk-WKK, maar dit valt deels in een andere categorie, waardoor deze inkomsten niet in de bovenstaande waarden zitten opgenomen. Indien de warmte uit industriële restwarmte of geothermie komt, dan ontvangt de overheid hier geen energiebelasting over.

Vervolgens is rekening gehouden met substitutie doordat een deel van de consumenten overstapt op verwarming met warmtelevering of elektrische warmtepompen.

Bij het berekenen van de effecten voor de rijksinkomsten is rekening gehouden met het feit dat ook bedrijven een deel van hun energiegebruik in deze schijf hebben en daardoor meer/minder gaan betalen.

### 3.4 Warmtetarieven

De verandering van de energiebelasting heeft grote effecten op de maximale warmteleveringstarieven (NMDA). Als de maximale warmteleveringstarieven mogen stijgen als gevolg van een verschuiving van de EB en er geen belasting wordt geheven op de levering van warmte, kan dit voor bestaande systemen tot grote positieve rendementseffecten voor de warmtebedrijven leiden en negatieve inkomenseffecten voor de afnemers (maximaal vergelijkbaar als energiegebruikers met een CV-ketel).

Warmteleveranciers mogen echter niet zomaar hun tarieven verhogen (zie Bijlage C). Als de maximumprijs van de warmte (veel) hoger ligt dan de productiekosten daarvan, bijvoorbeeld in variant 2, dan kan een ander artikel van de Warmtewet in werking treden en dat is dat de warmteleverancier slechts een redelijk rendement op de levering mogen behalen. Dit zou kunnen betekenen dat de leverancier een lagere prijs in rekening moet brengen dan de maximumprijs, wat leidt tot een andere uitkomst van de business case. Relatief ten opzichte van aardgassystemen zullen warmtegebruikers dan goedkoper uit zijn om hun woning te verwarmen.

### 3.5 Effecten op de energie-infrastructuur

In de berekeningen zijn de kosten voor de infrastructuur meegenomen. Met name als er grote substitutie van aardgas naar warmtelevering gaat plaatsvinden (variant 2 en in minder mate 4) zullen de netkosten van aardgaslevering over een kleiner aantal energiegebruikers worden omgeslagen. Met name in het transitietraject kan dit tot ongedekte kosten leiden of tot verliezen bij de netwerkbedrijven.

Bij elektrische warmtepompen is uitgegaan van extra netkosten en ook van hogere tarieven voor die energiegebruikers. De netwerkbedrijven zullen in gebieden met veel elektrische warmtepompen de netten gaandeweg moeten



verzwaren, afhankelijk van het type woning en de gelijktijdigheid van warmteproductie in die specifieke wijken.

### 3.6 Effecten op koopkracht

De kosten voor de energiegebruikers worden in de varianten 2 en 4 fors hoger, met name van systemen met een aardgas CV. Een deel van de extra inkomsten van het Rijk zouden kunnen worden teruggesluisd door de heffingskorting<sup>3</sup> te vergroten. Omdat deze bij alle energiegebruikers (via de elektriciteitsrekening) terecht komt, zal het toch betekenen dat een deel van de energiegebruikers geconfronteerd wordt met stijgende energiekosten, maar een ander deel van de gebruikers dan juist met een verlaging van de energiekosten. Het voordeel van een hogere heffingskorting is dat de prikkel om van energiedrager te veranderen, of een zonneboiler aan te schaffen, blijft, maar de koopkrachteffecten veel minder worden. Het is ook mogelijk om de koopkrachteffecten in de varianten 2 en 4 via verlaging van de arbeidskosten te compenseren.

Indien de heffingskorting zo wordt aangepast dat de kosten voor het gemiddelde huishouden gelijk blijven, dan kan de heffingskorting voor varianten 2 en 4 met respectievelijk €490 en €290 omhoog. De huishoudens met een bovengemiddeld verbruik betalen dan meer; die met een beneden gemiddeld verbruik minder.

In Bijlage B zijn voor een huishouden met een aardgas CV, een elektrische warmtepomp en een collectieve warmtevoorziening alle energiekosten, dus zowel voor de warmtevraag als de elektriciteitsvraag, vergeleken.

---

<sup>3</sup> De heffingskorting is gelijk voor alle energiegebruikers en is niet (meer) gerelateerd aan het gas- of elektriciteitsverbruik. Om praktische redenen wordt dit bedrag verrekend bij de aansluiting voor elektriciteit, omdat ieder huishouden een elektrische aansluiting heeft.



## 4 Bespiegeling

Door een gelijkwaardige belasting van aardgas vergeleken met elektriciteit neemt de concurrentiepositie van elektrische warmtepompen toe, maar doordat deze techniek nog erg duur is, leidt dat niet bij elke variant tot substantiële verschuivingen in toepassing ervan. Als aardgas zwaarder wordt belast wordt door het niet-meer-dan-anders-principe elke vorm van warmtelevering eerder rendabel en zal de penetratie van warmtelevering toenemen.

Als de extra inkomsten uit aardgasverbruik worden gebruikt om de belasting op elektriciteit te verlagen (variant 1 en 3) dan worden opties die elektriciteit gebruiken zoals de elektrische auto en warmtepomp goedkoper, maar zonnecellen minder aantrekkelijk.

Tabel 5 Effecten van de energiebelasting-varianten

2015	Energiebelasting ten opzichte van huidig		Kosten business case					
	Aardgas	Elektriciteit	HR	Warmte-pomp	Warmte-levering	Zon-PV	Zonne-boiler	Elektrische auto
Variant 1	150%	55%	+10%	-10%	+10%	TVT +4	TVT -4	-30%
Variant 2	265%	100%	0 + 40%	Gelijk	0 + 40%	Gelijk	TVT -10	Gelijk
Variant 3	150%	55%	+10%	-10%	+10%	TVT +4	TVT -4	-30%
Variant 4	220%	85%	0 + 30%	-5%	0 + 30%	TVT +1	TVT -8	-10%

De koopkrachteffecten kunnen met name in variant 2 en 4 groot zijn, maar ook in de andere varianten kunnen voor aardgasgebruikers die geen mogelijkheden hebben om hun verbruik te verminderen de effecten groot zijn. Dit kan gecompenseerd worden door (een deel van de) extra inkomsten uit de energiebelasting te gebruiken om de heffingskorting die nu € 312 (excl BTW) bedraagt, te verhogen. Een andere mogelijkheid is een energietoeslag voor lage inkomens in te voeren, om gericht de koopkrachteffecten te beperken. Het marginale tarief blijft dan prikkelen tot energiebesparing, maar de inkomenseffecten zijn beperkter.

Variant 1:  
gelijke belasting qua GJ  
EB aardgas 50% hoger  
EB elektriciteit 45% lager

De effecten van **variant 1 en 3** zijn nagenoeg gelijk, ook al is de redenering anders, de tarieven voor gas en elektriciteit van de energiebelasting (EB) veranderen in gelijk mate voor deze varianten. De energiebelasting op gas wordt anderhalve keer zo hoog en op elektriciteit 45% verlaagd. De belangrijkste effecten zijn:

Variant 3:  
gelijke belasting qua CO<sub>2</sub>  
EB aardgas 50% hoger  
EB elektriciteit 45% lager

- de kosten voor de aardgas CV wordt ruim 10% hoger, terwijl de elektrische warmtepomp 10% goedkoper wordt;
- besparing op aardgas krijgt een forse impuls;
- PV-systemen worden minder rendabel, de terugverdientijd neemt toe met 4 jaar;
- zonneboilers worden rendabeler, de terugverdientijd neemt met 4 jaar af;
- elektrisch rijden wordt substantieel goedkoper: 30%.

Variant 2:  
gelijke belasting qua CO<sub>2</sub>  
EB aardgas 165% hoger  
EB elektriciteit gelijk

De effecten van **variant 2** op de kosten van de geanalyseerde energiesystemen zijn ingrijpend doordat het volume van de energiebelasting met 120% stijgt:

- de kosten voor de aardgas CV stijgen met 40%;
- en voor warmtelevering met 0 tot 40%;
- zonneboilers worden fors rendabeler, de terugverdientijd neemt met 10 jaar af;
- energiebesparing krijgt een zeer forse impuls;





- de elektrische warmtepomp blijft even duur;
- PV-systemen blijven even rendabel;
- evenals elektrisch rijden;

Deze laatste 3 effecten doordat de prijs van elektriciteit gelijk blijft.

De maatschappelijke acceptatie van deze variant zal beperkt zijn als niet tegelijkertijd de extra inkomsten (voor een deel) worden gebruikt om de inkomenseffecten te temperen. Bijvoorbeeld door verhoging van de heffingskorting of door verlaging van de arbeidskosten. De aardgasprijs die ontstaat met deze hoge energiebelasting is vergelijkbaar met de prijs die in Denemarken wordt betaald voor aardgas, waarmee gezegd wil worden dat dit een bewuste belastingstrategie kan zijn die elders al wordt toegepast.

Variant 4:  
gelijke belasting basisprijs  
EB aardgas 120% hoger  
EB elektriciteit iets lager

De effecten van variant 4 zijn vergelijkbaar met die van de andere 3 varianten, maar iets minder geprononceerd dan variant 2. Het belangrijkste effect is dat daarnaast de variatie in prijzen doorwerkt in de belasting en zodoende het extra interessant wordt om elektriciteit te gebruiken op momenten van overvloed (lage prijzen) en te besparen op momenten van schaarste (hoge prijzen).

De verwachting is dat de basisprijs van elektriciteit in de toekomst sterker zal fluctueren door de komst van veel zon en windenergie. Met variant 4 wordt deze fluctuaties dan versterkt en worden de consumenten geprikkeld om het moment van energiegebruik te verschuiven.



## Bijlage A Toelichting op de tarieven

In de analyse is zowel de energiebelasting doorgerekend met varianten voor 2015 als voor 2023, als het SER-akkoord is uitgevoerd en er een groot aandeel hernieuwbare elektriciteit is. Hieronder is in twee tabellen aangegeven hoe de waarden in elk van de varianten tot stand is gekomen.

**Variante 1:** Aardgas en elektriciteit worden gelijk belast qua primaire energie-inhoud, dus inclusief de verliezen bij de productie van elektriciteit<sup>4</sup>. De inkomsten voor het Rijk worden gelijk gehouden aan de huidige inkomsten.

**Variante 2:** Aardgas en elektriciteit worden gelijk belast qua primaire energie-inhoud inclusief de verliezen bij de productie van elektriciteit. De belasting op elektriciteit blijft gelijk en aardgas wordt daardoor hoger. De inkomsten voor het Rijk worden hiermee hoger dan de huidige inkomsten.

**Variante 3:** Aardgas en elektriciteit worden gelijk belast qua CO<sub>2</sub>-emissie die verbonden is aan het gebruik van de energiedrager, inclusief de verliezen bij productie. De inkomsten voor het Rijk worden gelijk gehouden aan de huidige inkomsten zodat een belasting geldt van ongeveer € 150 per ton CO<sub>2</sub> in 2015 en € 200 in 2023. Tabel 6 laat zien wat de huidige belasting pr ton CO<sub>2</sub> is.

**Variante 4:** Zowel aardgas als elektriciteit worden belast als percentage van de kostprijs. Een energiebelasting van 166% op de basisprijs van gas en elektriciteit levert 50% hogere inkomsten in 2023 op voor het Rijk. Doordat elektriciteit steeds meer spreiding in kosten krijgt in momenten van hoge en van lage productie (door meer hernieuwbare bronnen), is er de behoefte om deze volatiliteit door te geven aan de klant om daarmee zijn gebruik te sturen. Een vaste energiebelasting per kWh dempt deze volatiliteit terwijl met een percentuele energiebelasting (net zoals de BTW) de volatiliteit juist wordt versterkt.

Tabel 6 Energiebelasting-varianten 2015-situatie

2015	Aardgas			Elektriciteit			Inkomsten Rijk
	€ct/m <sup>3</sup>	€/GJ	€/ton CO <sub>2</sub>	€ct/kWh	€/GJ	€/ton CO <sub>2</sub>	
2015	19,11	5,43	96	11,96	33,22	254	
Variante 1	28,59	8,13	144	6,73	18,68	143	gelijk
Variante 2	50,84	14,46	256	11,96	33,22	254	+120%
Variante 3	28,61	8,14	144	6,77	18,80	144	gelijk
Variante 4	41,50	11,80	209	9,96	27,67	212	+40%

Bij de berekeningen is uitgegaan van :

1 kWh = 3,6 MJ; = 0,47 kg CO<sub>2</sub>                      basisprijs = 6 €ct/kWh  
1 m<sup>3</sup> = 35,1 MJ; = 1,99 kg CO<sub>2</sub>                      basisprijs = 20,5 €ct/m<sup>3</sup>

In de laatste kolom is aangegeven dat de inkomsten voor het Rijk bij variant 1 en 3 gelijk zijn aan de huidige inkomsten, exclusief eventuele derving door saldering van PV-systemen achter de meter.

<sup>4</sup> Voor 2015 wordt uitgegaan van het huidige brandstofrendement van 42% en voor 2025 rekening wordt gehouden met 35% elektriciteit uit hernieuwbare bronnen.



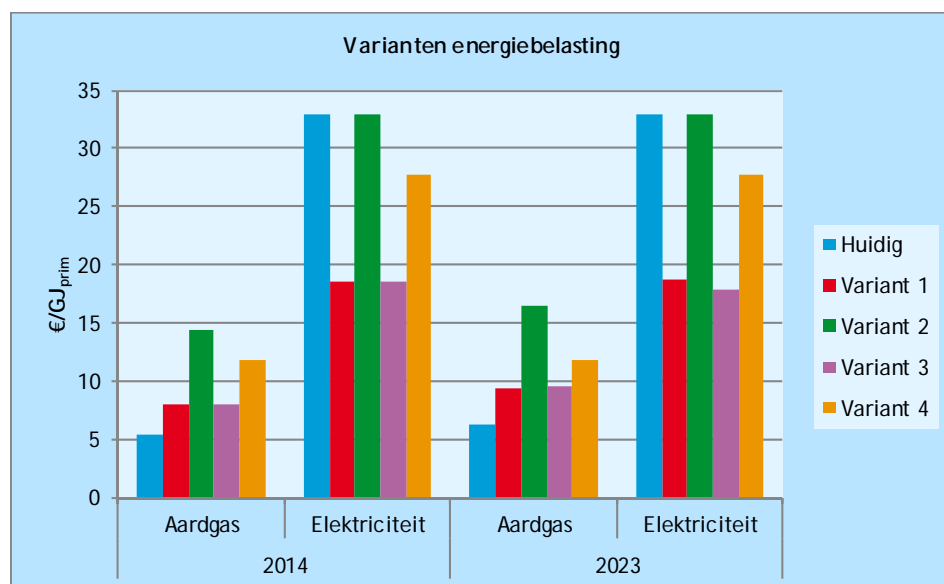
De tarieven voor 2023 zijn aangepast aan de hand van de voorgestelde wijzigingen in het SER-Energieakkoord voor duurzame groei. Voor de varianten betekenen deze wijzigingen het volgende:

- 15% volumereductie van de aardgasvraag door beoogde energiebesparing;
  - Om de inkomsten van de energiebelasting gelijk te houden tussen 2014 en 2023, wordt in de basissituatie het tarief voor aardgas gecorrigeerd voor deze volumereductie.
- 35% aandeel van hernieuwbare elektriciteit (ten opzichte van 10% nu)<sup>5</sup>;
  - Dit leidt tot een andere primaire energiefactor en de verhouding tussen de tarieven in varianten 1 en 2.
  - Dit leidt tot een andere emissiefactor voor elektriciteit waardoor variant 3 verandert.
- 10% bijmenging van groen gas (ten opzichte van 0% in 2014);
  - Dit leidt tot een andere emissiefactor voor 'aardgas' waardoor variant 3 verandert.

Tabel 7 Energiebelasting-varianten 2023-situatie

2023	Aardgas			Elektriciteit			Inkomsten Rijk €/jaar
	€/m <sup>3</sup>	€/GJ	€/ton CO <sub>2</sub>	€/kWh	€/GJ	€/ton CO <sub>2</sub>	
Basis	22,3	6,39	126	11,9	33,22	352	
Variant 1	33,7	9,60	189	6,9	19,11	203	gelijk
Variant 2	58,7	16,69	328	11,9	33,22	352	+116%
Variant 3	33,9	9,66	190	6,5	17,92	190	gelijk
Variant 4	33,8	9,62	189	9,9	27,50	292	+22%

Figuur 7 Overzicht varianten energiebelasting



<sup>5</sup> In geen van de varianten is rekening gehouden met derving van inkomsten van het Rijk door saldering van PV achter de meter.



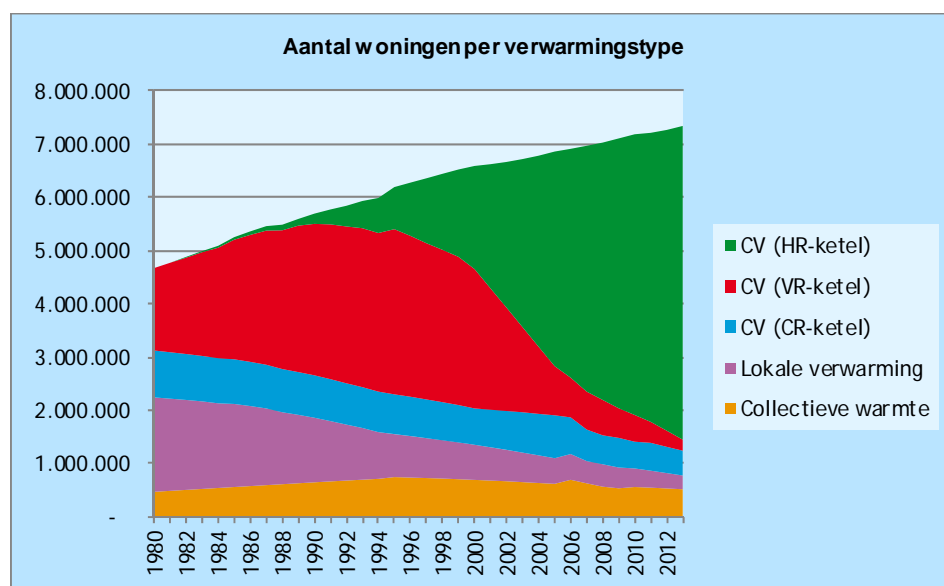
## Bijlage B Kosten per huishouden

In deze bijlage worden de totale effecten op de energierekening in beeld gebracht voor een gemiddeld huishouden. Dus zowel de kosten van aardgas als elektriciteit worden doorgerekend voor 3 typen huishoudens: met een aardgasverwarming, een elektrische warmtepomp en een warmteaansluiting.

### Huishouden met aardgas CV (HR-ketel)

Ongeveer 90% van de Nederlandse woningen is voorzien van een centrale verwarming. Hierbij wordt in meer dan 90% van de gevallen gebruik gemaakt van een HR-ketel voor de ruimteverwarming en warm tapwater.

Figuur 8 Ontwikkeling verwarmingstypen in Nederland



Bron: CE Delft, 2013.

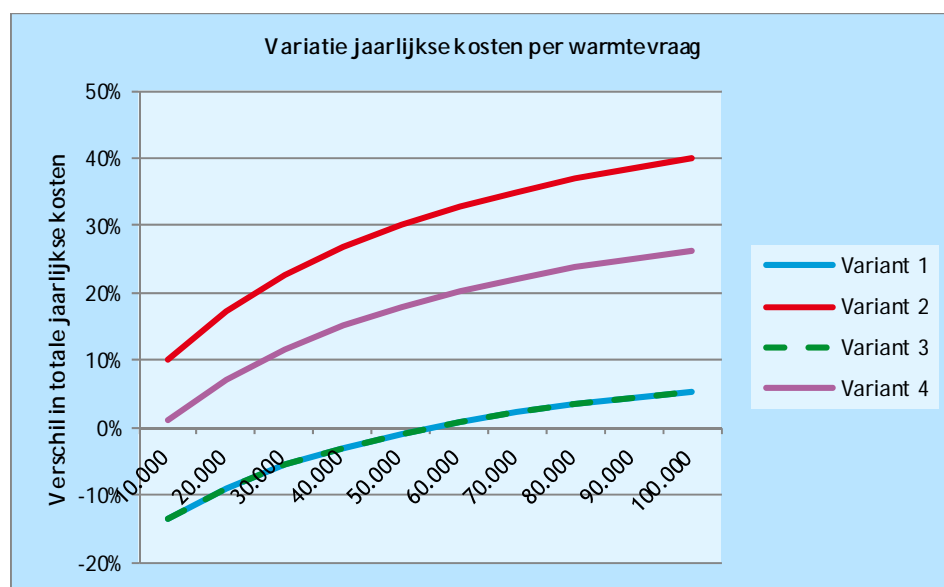
Tabel 8 geeft weer wat de effecten op de jaarlijkse kosten van zowel gas als elektriciteit (en warmte) zijn van de vier varianten van energiebelasting. Uit het overzicht blijkt dat varianten 1 en 3 een minimaal effect hebben op de totale, jaarlijkse kosten van de energievoorziening van het huishouden, ten opzichte van de huidige situatie. Dit komt door enerzijds het 'gemiddelde' energieverbruik in de berekende casus en anderzijds doordat deze opties de totale belastinginkomsten voor het Rijk gelijk houden: gas wordt duurder en elektriciteit goedkoper.

Figuur 9 is aangegeven hoe de ontwikkeling van de jaarlijkse kosten zich verhoudt ten opzichte van de warmtevraag. Hieruit blijkt dat voor alle varianten er naarmate er minder warmtevraag is (zuinigere woning, besparing), het kostenverschil relatief sneller afneemt.

Tabel 8 Kosten voor huishouden met aardgas CV

		Huidig	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
<b>Energievraag</b>						
Elektriciteit	MJ	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600
Warmte	MJ	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000
<b>Verbruik</b>						
Elektriciteit	kWh	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
Aardgas	m <sup>3</sup>	1.584	1.584	1.584	1.584	1.584
<b>Jaarlijkse 'vaste' kosten</b>						
Netwerkkosten - elektriciteit	€	€ 228	€ 228	€ 228	€ 228	€ 228
Netwerkkosten - aardgas	€	€ 163	€ 163	€ 163	€ 163	€ 163
Netwerkkosten - warmte	€	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
Aanschaf en installatie	€	€ 188	€ 188	€ 188	€ 188	€ 188
Onderhoud	€	€ 140	€ 140	€ 140	€ 140	€ 140
<b>Totaal 'vaste' kosten</b>	€	<b>€ 719</b>	<b>€ 719</b>	<b>€ 719</b>	<b>€ 719</b>	<b>€ 719</b>
<b>Jaarlijkse energiekosten</b>						
Levering - elektriciteit (incl. ODE)	€	€ 274	€ 274	€ 274	€ 274	€ 274
Levering - aardgas (incl. ODE)	€	€ 643	€ 643	€ 643	€ 643	€ 643
Levering - warmte	€	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
Energiebelasting - elektriciteit	€	€ 502	€ 283	€ 502	€ 284	€ 422
Energiebelasting - aardgas	€	€ 363	€ 544	€ 965	€ 543	€ 795
Energiebelasting - teruggaaf	€	-€ 386	-€ 386	-€ 386	-€ 386	-€ 386
<b>Totaal energiekosten</b>	€	<b>€ 1.396</b>	<b>€ 1.358</b>	<b>€ 1.999</b>	<b>€ 1.358</b>	<b>€ 1.748</b>
<b>Totale kosten huishouden</b>	€	<b>€ 2.115</b>	<b>€ 2.077</b>	<b>€ 2.718</b>	<b>€ 2.077</b>	<b>€ 2.467</b>
<b>Vershil totale kosten</b>	%		-2%	28%	-2%	17%
<b>Vershil energiekosten</b>	%		-3%	43%	-3%	25%
<i>Gemiddelde prijs elektriciteit</i>	€/kWh	€ 0,22	€ 0,16	€ 0,22	€ 0,16	€ 0,20
<i>Gemiddelde prijs aardgas</i>	€/m <sup>3</sup>	€ 0,64	€ 0,75	€ 1,02	€ 0,75	€ 0,91

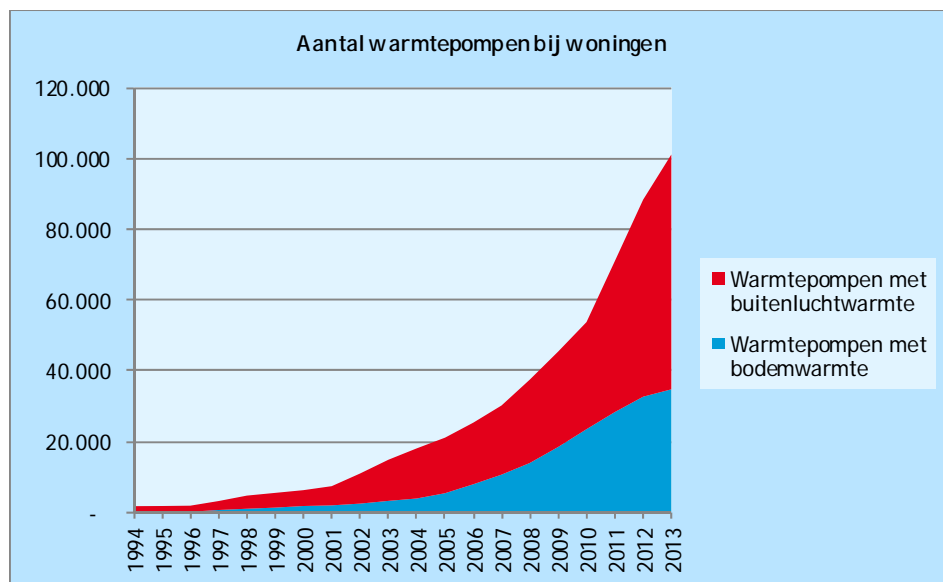
Figuur 9 Verloop jaarlijkse kosten bij variërende warmtevraag



## Huishouden met elektrische warmtepomp

Het aantal elektrische warmtepompen is de laatste jaren sterk gestegen in Nederland. Er zijn diverse typen warmtepompen, maar het meest voorkomende onderscheid is tussen elektrische warmtepompen die gebruik maken van de buitenlucht en systemen die gebruik maken van de bodem. De grafiek in Figuur 10 geeft het verloop in de laatste jaren weer. Ongeveer 1% van de woningen in Nederland is uitgerust met een warmtepomp.

Figuur 10 Aantal warmtepompen in Nederlandse woningen



Bron: CBS, 2015.

Een woning die gebruik maakt van een elektrische warmtepomp is veelal voorzien van een lage temperatuurafgiftesysteem, zoals vloerverwarming. En omdat er geen gas meer nodig is voor de verwarming en warm tapwater, is een gasaansluiting ook afwezig. Door de lage temperatuur van het verwarmingssysteem kan de warmtepomp met een hoog rendement elektriciteit omzetten in warmte. Als gevolg daarvan kan met 1 GJ elektriciteit tussen de 3-5 GJ warmte worden gemaakt (afhankelijk van het type en bron). De productiekosten van de warmte zijn dan ook relatief laag, maar daar staat tegenover dat de investering in de warmtepomp zelf relatief hoog zijn. De resulterende kosten van de warmtepomp staan in Tabel 9.

### Aanvullende kosten bij substitutie - afgiftesysteem

Het is mogelijk dat een verschil in kosten er toe leidt dat er substitutie plaats gaat vinden. Bijvoorbeeld doordat het verwarmen met een warmtepomp goedkoper wordt dan met aardgas. Dit betekent dat de HR-ketel wordt vervangen door een warmtepomp. Hieraan zijn kosten verbonden voor de aanschaf van de installatie, waarbij de HR-ketel op dit moment rond de € 2.000 ligt en de warmtepomp (l/w) rond de € 10.000. Echter, het rendement van een warmtepomp is het hoogst wanneer het afgiftesysteem werkt op lage temperatuur (zoals vloerverwarming of lage temperatuurradiatoren). Dit betekent dat bij de substitutie niet alleen de installatie, maar ook het afgiftesysteem aangepast moet worden. Dit leidt tot nog hogere kosten voor het overschakelen van gas naar elektra. In het geval van warmtelevering hoeft het afgiftesysteem niet aangepast te worden.

Tabel 9 Kosten voor huishouden met elektrische warmtepomp

		Huidig	Variant 1	Variant 2	Variant 3	Variant 4
<b>Energievraag</b>						
Elektriciteit	MJ	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600
Warmte	MJ	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000
<b>Verbruik</b>						
Elektriciteit - apparaten	kWh	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
Elektriciteit - warmte	kWh	4.167	4.167	4.167	4.167	4.167
<b>Jaarlijkse 'vaste' kosten</b>						
Netwerkkosten - elektriciteit	€	€ 852	€ 852	€ 852	€ 852	€ 852
Aanschaf en installatie	€	€ 929	€ 929	€ 929	€ 929	€ 929
Onderhoud	€	€ 140	€ 140	€ 140	€ 140	€ 140
Totaal 'vaste' kosten	€	€ 1.922	€ 1.922	€ 1.922	€ 1.922	€ 1.922
<b>Jaarlijkse energiekosten</b>						
Levering - elektriciteit (incl. ODE)	€	€ 600	€ 600	€ 600	€ 600	€ 600
Energiebelasting - elektriciteit	€	€ 1.099	€ 619	€ 1.099	€ 621	€ 924
Energiebelasting - teruggaaf	€	-€ 386	-€ 386	-€ 386	-€ 386	-€ 386
Totaal energiekosten	€	€ 1.314	€ 834	€ 1.314	€ 836	€ 1.138
<b>Totale kosten huishouden</b>	€	<b>€ 3.235</b>	<b>€ 2.755</b>	<b>€ 3.235</b>	<b>€ 2.757</b>	<b>€ 3.060</b>
Verschil totale kosten	%		-15%	0%	-15%	-5%
Verschil energiekosten	%		-37%	0%	-36%	-13%
Gemiddelde prijs elektriciteit	€/kWh	€ 0,22	€ 0,16	€ 0,22	€ 0,16	€ 0,20

In alle varianten, met uitzondering van variant 3, gaat de energiebelasting op elektriciteit omlaag. Het is dan ook niet vreemd dat de business case voor de varianten 1, 2 en 4 tot gunstige resultaten leidt. Naarmate de warmtevraag groter is, wordt het voordeel van deze opties ook groter. In variant 3 blijft de energiebelasting op elektriciteit gelijk aan huidig, dus zal daar in deze business case geen effect zijn.

### Huishouden met collectieve warmte

Uit Figuur 8 is op te maken dat ongeveer 10% van de Nederlandse huishoudens is aangesloten op een systeem voor collectieve warmte. Deze huishoudens maken dus geen gebruik van aardgas voor hun ruimteverwarming en warm tapwater (uitzonderingen daar gelaten), maar krijgen hiervoor warmte van een externe bron. Dit kan warmte uit een elektriciteitscentrale, afvalverbrander en industrie zijn, maar ook uit duurzame bronnen als geothermie. En hoewel deze warmte dus in zijn geheel niets te maken hoeft te hebben met aardgas, is de prijs van warmte in Nederland wel gekoppeld aan de prijs van aardgas, door middel van de maximumprijs-methode uit de Warmtewet. In deze berekening wordt op basis van het *niet-meer-dan-anders* principe uitgerekend, welke kosten een gebruiker op aardgas zou hebben gehad, wat als maximumprijs geldt voor een gebruiker op warmte. In deze maximumprijsberekening zit ook de energiebelasting op aardgas verwerkt en dus heeft een verandering in de energiebelasting op aardgas indirect effect op de (toegestane) prijs van warmte.

De effecten van de vier varianten zijn in de onderstaande tabel weergegeven. Door de strikte koppeling van de warmteprijs aan de gasprijs, is het logisch dat de uitkomsten van deze business case bijna volledig overeenkomen met die



van de HR-ketel. Hierbij dient echter wel een kanttekening gemaakt te worden:

Tabel 10 Kosten huishoudens met collectieve warmte

		Huidig	Variant 1	Variant 2	Variant 3	Variant 4
<b>Energievraag</b>						
Elektriciteit	MJ	12.600	12.600	12.600	12.600	12.600
Warmte	MJ	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000
<b>Verbruik</b>						
Elektriciteit	kWh	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
Warmte	MJ	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000
<b>Jaarlijkse 'vaste' kosten</b>						
Netwerkkosten - elektriciteit	€	€ 228	€ 228	€ 228	€ 228	€ 228
Netwerkkosten - warmte	€	€ 327	€ 327	€ 327	€ 327	€ 327
Aanschaf en installatie	€	€ 158	€ 158	€ 158	€ 158	€ 158
Onderhoud	€	€ 45	€ 45	€ 45	€ 45	€ 45
Totaal 'vaste' kosten	€	€ 759	€ 759	€ 759	€ 759	€ 759
<b>Jaarlijkse energiekosten</b>						
Levering - elektriciteit (incl. ODE)	€	€ 274	€ 274	€ 274	€ 274	€ 274
Levering - warmte	€	€ 1.015	€ 1.197	€ 1.618	€ 1.197	€ 1.448
Energiebelasting - elektriciteit	€	€ 502	€ 283	€ 502	€ 284	€ 422
Energiebelasting - teruggaaf	€	-€ 386	-€ 386	-€ 386	-€ 386	-€ 386
Totaal energiekosten	€	€ 1.406	€ 1.368	€ 2.008	€ 1.369	€ 1.758
<b>Totale kosten huishouden</b>	€	€ 2.165	€ 2.127	€ 2.767	€ 2.128	€ 2.517
<b>Verschil totale kosten</b>	%		-2%	28%	-2%	16%
<b>Verschil energiekosten</b>	%		-3%	43%	-3%	25%
<i>Gemiddelde prijs elektriciteit</i>	€/kWh	€ 0,22	€ 0,16	€ 0,22	€ 0,16	€ 0,20
<i>Gemiddelde prijs warmte</i>	€/GJ	€ 22,57	€ 26,60	€ 35,96	€ 26,60	€ 32,17

De maximumprijs is, zoals de naam al aangeeft, een maximum dat gevraagd *mag* worden. Dit is niet per definitie de werkelijke prijs van de warmte en staat per definitie volledig los van de werkelijke productiekosten van de warmte. Het kan dus zijn dat de maximumprijs van de warmte (veel) hoger ligt dan de productiekosten daarvan, bijvoorbeeld in variant 2. Indien dit zo is, dan kan een ander artikel van de Warmtewet in werking treden en dat is dat de warmteleverancier *slechts* een redelijk rendement op de levering mogen draaien. Dit zou kunnen betekenen dat zij een lagere prijs in rekening moeten brengen dan de maximumprijs, wat leidt tot een andere uitkomst van de business case. Dit is echter projectspecifiek en kan dus niet op voorhand worden gezegd.





## Bijlage C Gedetailleerde berekeningen business cases

In deze bijlage vergelijken we voor diverse business cases de effecten van de 4 varianten van de energiebelasting.

De volgende business cases worden geanalyseerd:

- verwarmen van een woning met een aardgas CV
- verwarmen van een woning met een elektrische warmtepomp
- verwarmen van een woning met een collectieve verwarming
- zon-PV
- zonneboiler
- elektrisch rijden.

### Aardgas CV (HR-ketel)

De onderstaande tabel geeft weer wat de effecten op de jaarlijkse kosten zijn voor het verwarmen van een gemiddelde woning voor de vier varianten van de energiebelasting. Uit het overzicht blijkt dat varianten 1 en 3 een minimaal effect hebben op de totale, jaarlijkse kosten van de energievoorziening van de woning, ten opzichte van de huidige situatie. Dit komt door enerzijds het 'gemiddelde' energieverbruik in de berekende casus en anderzijds doordat deze opties de totale belastinginkomsten voor het Rijk gelijk houden.

Tabel 11 Business case Aardgas CV (HR-ketel)

		Huidig	Variant 1	Variant 2	Variant 3	Variant 4
<b>Energievraag</b>						
Aardgas	m <sup>3</sup>	1.584	1.584	1.584	1.584	1.584
<b>Jaarlijkse 'vaste' kosten</b>						
Netwerkkosten - aardgas	€	€ 163	€ 163	€ 163	€ 163	€ 163
Aanschaf en installatie	€	€ 188	€ 188	€ 188	€ 188	€ 188
Onderhoud	€	€ 140	€ 140	€ 140	€ 140	€ 140
<b>Totaal 'vaste' kosten</b>	€	<b>€ 491</b>	<b>€ 491</b>	<b>€ 491</b>	<b>€ 491</b>	<b>€ 491</b>
<b>Jaarlijkse energiekosten</b>						
Levering - aardgas (incl. ODE)	€	€ 643	€ 643	€ 643	€ 643	€ 643
Energiebelasting - aardgas	€	€ 363	€ 544	€ 965	€ 543	€ 795
<b>Totaal energiekosten</b>	€	<b>€ 1.006</b>	<b>€ 1.187</b>	<b>€ 1.608</b>	<b>€ 1.186</b>	<b>€ 1.438</b>
<b>Totale kosten verwarmen</b>	€	<b>€ 1.497</b>	<b>€ 1.678</b>	<b>€ 2.099</b>	<b>€ 1.677</b>	<b>€ 1.929</b>
<b>Vershil totale kosten</b>	%		12%	40%	12%	29%
<b>Vershil energiekosten</b>	%		18%	60%	18%	43%

### Elektrische warmtepomp

Een woning die gebruik maakt van een elektrische warmtepomp is veelal voorzien van een lage temperatuurafgiftesysteem, zoals vloerverwarming. En omdat er geen gas meer nodig is voor de verwarming en warm tapwater, is een gasaansluiting ook afwezig. Door de lage temperatuur van het verwarmingssysteem kan de warmtepomp met een hoog rendement elektriciteit omzetten in warmte. Als gevolg daarvan kan met 1 GJ elektriciteit tussen de 3-5 GJ warmte worden gemaakt (afhankelijk van het type en bron)<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> Met de warmtepomp wordt zowel ruimteverwarming als warm tapwater gemaakt. De COP voor warm tapwater is aanzienlijk lager dan voor ruimteverwarming. In de berekening voor deze business case is dan ook gerekend met een gemiddelde COP van 3, de ondergrens van genoemde marge.



De productiekosten van de warmte zijn dan ook relatief laag, maar daar staat tegenover dat de investering in de warmtepomp zelf relatief hoog zijn. De resulterende kosten van de warmtepomp staan in de onderstaande tabel.

Tabel 12 Business case elektrische warmtepomp

		Huidig	Variant 1	Variant 2	Variant 3	Variant 4
<b>Energievraag</b>						
Elektriciteit - warmte	kWh	4.167	4.167	4.167	4.167	4.167
<b>Jaarlijkse 'vaste' kosten</b>						
Extra netwerkkosten - elektriciteit	€	€ 852	€ 852	€ 852	€ 852	€ 852
Aanschaf en installatie	€	€ 929	€ 929	€ 929	€ 929	€ 929
Onderhoud	€	€ 140	€ 140	€ 140	€ 140	€ 140
Totaal 'vaste' kosten	€	€ 1.922	€ 1.922	€ 1.922	€ 1.922	€ 1.922
<b>Jaarlijkse energiekosten</b>						
Levering - elektriciteit (incl. ODE)	€	€ 600	€ 600	€ 600	€ 600	€ 600
Energiebelasting - elektriciteit	€	€ 1.099	€ 619	€ 1.099	€ 621	€ 924
Totaal energiekosten	€	€ 1.314	€ 834	€ 1.314	€ 836	€ 1.138
<b>Totale kosten huishouden</b>	€	<b>€ 3.235</b>	<b>€ 2.755</b>	<b>€ 3.235</b>	<b>€ 2.757</b>	<b>€ 3.060</b>
Verschil totale kosten	%		-10%	0%	-10%	-4%
Verschil energiekosten	%		-28%	0%	-28%	-10%

In alle varianten, met uitzondering van variant 3, gaat de energiebelasting op elektriciteit omlaag. Het is dan ook niet vreemd dat de business case voor de varianten 1, 3 en 4 tot gunstige resultaten leidt. Naarmate warmtevraag groter is, wordt het voordeel van deze opties ook groter. In variant 2 blijft de energiebelasting op elektriciteit gelijk aan huidig, dus zal daar in deze business case geen effect zijn.

### Collectieve warmte

In deze berekening wordt op basis van het *niet-meer-dan-anders* principe uitgerekend, welke kosten een gebruiker op aardgas zou hebben gehad, wat als maximumprijs geldt voor een gebruiker op warmte. In deze maximum-prijsberekening zit ook de energiebelasting op aardgas verwerkt en dus heeft een verandering in de energiebelasting op aardgas indirect effect op de (toegestane) prijs van warmte.

Tabel 13 Business case collectieve warmte

		Huidig	Variant 1	Variant 2	Variant 3	Variant 4
<b>Energievraag</b>						
Warmte	MJ	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000
<b>Jaarlijkse 'vaste' kosten</b>						
Netwerkkosten - warmte	€	€ 327	€ 327	€ 327	€ 327	€ 327
Aanschaf en installatie	€	€ 158	€ 158	€ 158	€ 158	€ 158
Onderhoud	€	€ 45	€ 45	€ 45	€ 45	€ 45
Totaal 'vaste' kosten	€	€ 531	€ 531	€ 531	€ 531	€ 531
<b>Jaarlijkse energiekosten</b>						
Levering - warmte	€	€ 1.015	€ 1.197	€ 1.618	€ 1.197	€ 1.448
Totaal energiekosten	€	€ 1.015	€ 1.197	€ 1.618	€ 1.197	€ 1.448
<b>Totale kosten verwarmen</b>	€	<b>€ 1.547</b>	<b>€ 1.728</b>	<b>€ 2.149</b>	<b>€ 1.728</b>	<b>€ 1.979</b>
Verschil totale kosten	%		12%	39%	12%	28%
Verschil energiekosten	%		18%	59%	18%	43%



De effecten van de vier varianten zijn in tabel 13 weergegeven. Door de strikte koppeling van de warmteprijs aan de gasprijs, is het logisch dat de uitkomsten van deze business case bijna volledig overeenkomen met die van de HR-ketel. Hierbij dient echter wel een kanttekening gemaakt te worden. In de Warmtewet wordt de term maximumprijs genoemd. De maximumprijs is, zoals de naam al aangeeft, een maximum dat gevraagd mag worden. Dit is niet per definitie de werkelijke prijs van de warmte en staat per definitie volledig los van de werkelijke productiekosten van de warmte. Het kan dus zijn dat de maximumprijs van de warmte (veel) hoger ligt dan de productiekosten daarvan, bijvoorbeeld in variant 2. Indien dit zo is, dan kan een ander artikel van de Warmtewet in werking treden en dat is dat de warmteleverancier slechts een redelijk rendement op de levering mogen draaien. Dit zou kunnen betekenen dat de leverancier een lagere prijs in rekening moet brengen dan de maximumprijs, wat leidt tot een andere uitkomst van de business case. Dit is echter project specifiek en kan dus niet op voorhand worden gezegd. Door de stijging van de aardgasprijs zullen meer warmteprojecten rendabel worden en zal de penetratie van warmtelevering toenemen.

### Zon-PV

Op basis van kostengegevens van Eneco, is de onderstaande business case berekend. De business case gaat uit van een installatie van 10 panelen (ongeveer 2,4 kW<sub>p</sub>). Er zijn twee situaties doorgerekend. Eén situatie waarbij de investering wordt gedeeld door de jaarlijkse opbrengsten, zonder dat deze worden geïndexeerd. En een situatie, waarbij het huidige belastingvoordeel op de aanschaf en installatie van de panelen wordt teruggevraagd en waarbij rekening wordt gehouden met stijgende elektriciteitsprijzen.

Tabel 14 Business case zon-PV (zonder BTW-voordeel en prijsindexatie)

		Huidig	Variant 1	Variant 2	Variant 3	Variant 4
Aanschaf en installatie	€	€ 4.879	€ 4.879	€ 4.879	€ 4.879	€ 4.879
Productie	kWh	2.170	2.170	2.170	2.170	2.170
Waarde productie - levering	€	€ 170	€ 170	€ 170	€ 170	€ 170
Waarde productie - energiebelasting	€	€ 311	€ 175	€ 311	€ 176	€ 262
Waarde productie - totaal	€	€ 481	€ 345	€ 481	€ 346	€ 431
Eenvoudige terugverdientijd	jaar	10	14	10	14	11

Tabel 15 Business case zon-PV (met BTW-voordeel en prijsindexatie)

		Huidig	Variant 1	Variant 2	Variant 3	Variant 4
Bruto aanschaf en installatie	€	€ 4.879	€ 4.879	€ 4.879	€ 4.879	€ 4.879
BTW-teruggaaf	€	€ 878	€ 878	€ 878	€ 878	€ 878
Netto aanschaf en installatie	€	€ 4.001	€ 4.001	€ 4.001	€ 4.001	€ 4.001
Productie	kWh	2.170	2.170	2.170	2.170	2.170
Waarde productie - levering	€	€ 250	€ 250	€ 250	€ 250	€ 250
Waarde productie - energiebelasting	€	€ 311	€ 175	€ 311	€ 176	€ 262
Waarde productie - totaal	€	€ 561	€ 425	€ 561	€ 426	€ 511
Eenvoudige terugverdientijd	jaar	7	9	7	9	8

Opmerking: Inschatting op website Eneco is dat de gemiddelde BTW op de aanschaf en installatie uitkomt op 18% (gewogen gemiddelde tussen materiaal en arbeid).



## Zonneboiler

Op basis van kostengegevens van Eneco, is de onderstaande business case berekend. De besparingsgegevens komen van Nefit (Nefit Solarline 1-110 zonneboiler).

Tabel 16 Business case zonneboiler

		Huidig	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Aanschaf en installatie	€	€ 3.350	€ 3.350	€ 3.350	€ 3.350	€ 3.350
Onderhoudskosten	€	€ 20	€ 20	€ 20	€ 20	€ 20
Besparing	m <sup>3</sup>	250	250	250	250	250
Besparing - levering	€	€ 101	€ 101	€ 101	€ 101	€ 101
Besparing - energiebelasting	€	€ 57	€ 86	€ 152	€ 86	€ 126
Besparing - totaal	€	€ 139	€ 167	€ 234	€ 167	€ 207
Eenvoudige terugverdientijd	jaar	24	20	14	20	16

## Elektrisch rijden

De effecten van de varianten zijn enkel doorgerekend voor het elektriciteitsverbruik voor het rijden van de auto. Hierbij wordt een efficiency van de auto aangenomen van 0,2 kWh/km en jaarlijks 15.000 gereden kilometers.

Tabel 17 Business case elektrisch rijden

		Huidig	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Jaarlijks verbruik auto	kWh	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Energiekosten - levering	€	€ 235	€ 235	€ 235	€ 235	€ 235
Energiekosten - energiebelasting	€	€ 430	€ 242	€ 430	€ 243	€ 362
Energiekosten - totaal	€	€ 665	€ 477	€ 665	€ 478	€ 596
Vershil	%		-28%	0%	-28%	-10%



## Bijlage D Toelichting op berekeningen CEGOIA

In de volgende vier figuren staan de uitkomsten van de modelberekeningen. In de grafieken staan de totale energievraag van alle woningen van Nederland<sup>7</sup>. Zowel voor verwarming als apparaten, verlichting, ventilatie en koeling.

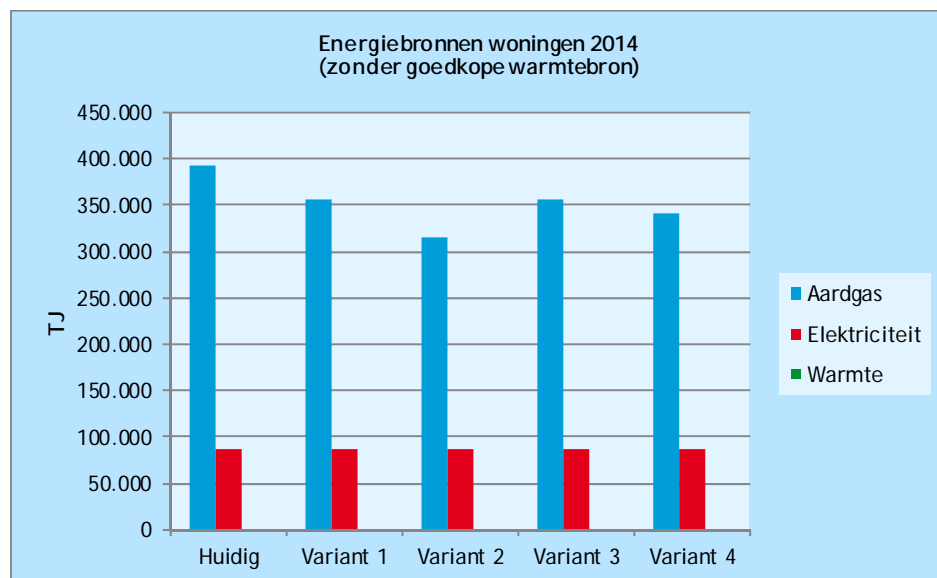
Met behulp van het gebouwde omgeving model (CEGOIA-model, Bijlage E), waar alle typen woningen en verwarmingswijzen inzitten, zijn de verschillende varianten doorgerekend. De vraag daarbij was welke effecten de belastingvarianten hebben voor de concurrentiepositie tussen de verschillende typen verwarming: de aardgas CV, de elektrische warmtepomp, de gasgestookte warmtepomp, grootschalige en kleinschalige warmteprojecten op basis van WKO of WKK. Alle systemen zijn in de 4 varianten vergeleken met de huidige prijzen en belastingen voor elektriciteit en gas (basis).

Daarnaast is een belangrijke variabele voor de warmtevoorziening, de aanwezigheid van een warmtebron, restwarmte of geothermie. Indien er bijvoorbeeld restwarmte beschikbaar is, die meestal goedkoper is dan warmte uit een WKK, dan zijn collectieve warmtesystemen veel eerder financieel interessant. Daarom is de analyse met CEGOIA twee keer uitgevoerd: met en zonder de aanwezigheid van een goedkope warmtebron.

### 2015

De eerste twee figuren laten de situatie zien met de belastingtarieven voor 2015. Indien er geen warmtebron (zoals industriële restwarmte of geothermie) beschikbaar is, dan vindt in geen van de gevallen substitutie plaats naar een andere energiedrager. In varianten 2 en 4 wordt voor een aantal buurttypen een andere techniek het goedkoopste: aardgas in combinatie met lage temperatuurverwarming (door middel van bijvoorbeeld een gaswarmtepomp).

Figuur 11 Uitkomsten modelruns CEGOIA - 2014 (zonder goedkope warmtebron)



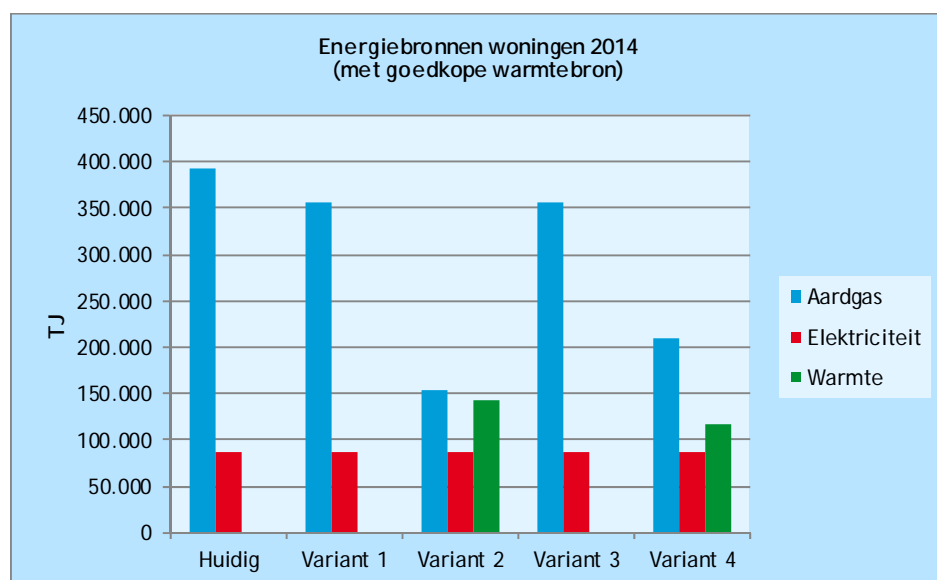
<sup>7</sup> Een standaardaanname van het CEGOIA is dat er altijd minimaal één verbeterstap van de isolatiemaatregelen wordt getroffen. Daarom is er voor iedere variant sowieso een besparing ten opzichte van huidig.

Daarnaast leidt de verandering van belastingtarieven niet tot verdergaande besparingsmaatregelen (naar label B of beter; de investeringen kosten meer dan ze opleveren).

Indien er wel een warmtebron beschikbaar is, dan verandert het beeld.

De figuur laat dan zien dat met name in varianten 2 en 4 veel substitutie plaats gaat vinden naar warmtelevering. Dit vindt plaats in de (hoog)stedelijke gebieden, waar door de hoge bebouwingsdichtheid, de warmte-infrastructuur relatief lage investeringen vergt per woning.

Figuur 12 Uitkomsten modelruns CEGOIA - 2014 (met goedkope warmtebron)



In variant 1 en 3 wordt energie bespaard, maar blijft de verdeling tussen de 3 soorten systemen onveranderd. Het aandeel elektrische warmtepompen blijft onveranderd, ondanks dat de kosten van een warmtepompsysteem met 15% afnemen.

In variant 2, en in minder mate in variant 4, wordt zowel energie bespaard als dat er substitutie plaats vindt. Niet van aardgas CV naar de elektrische warmtepomp, maar wel van aardgas CV naar warmtelevering.

## 2023

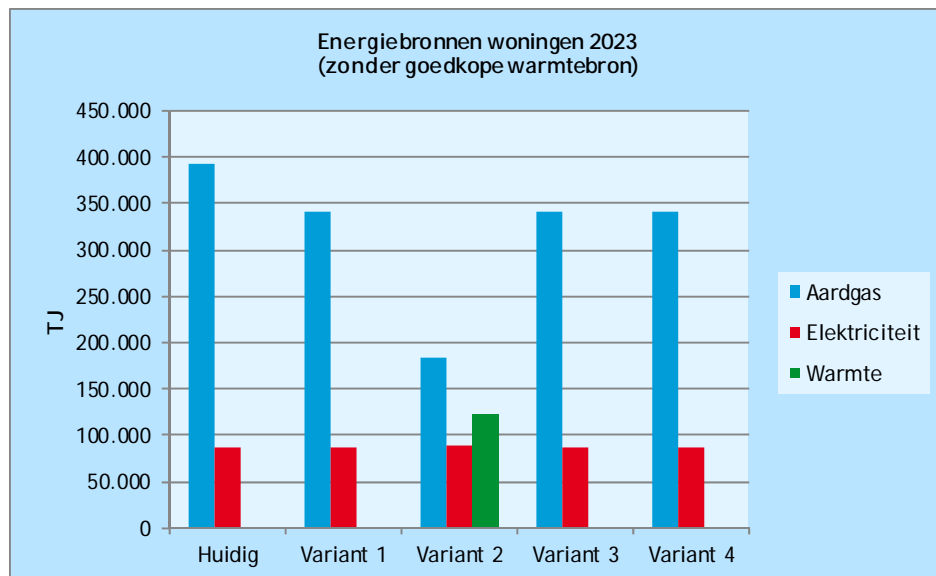
De tarieven zijn voor alle varianten in 2023 licht veranderd, zoals eerder toegelicht in Bijlage A. Dit leidt in alle gevallen tot een beperkte verandering van techniek (gaswarmtepomp met LT-warmte) en in variant 2 tot substitutie naar warmtelevering vanuit een wijk-WKK. Bij een wijk-WKK stijgen de productiekosten van de warmte wel licht, maar omdat het grootste deel van het verbruik van de wijk-WKK buiten de eerste belastingschijf valt, is deze stijging vele malen lager dan in het geval van huishoudens.

Bij de aanwezigheid van een warmtebron, vindt er nog meer substitutie plaats naar warmte. Met name bij variant 2 is de verschuiving tussen aardgas en warmte groot<sup>8</sup>.

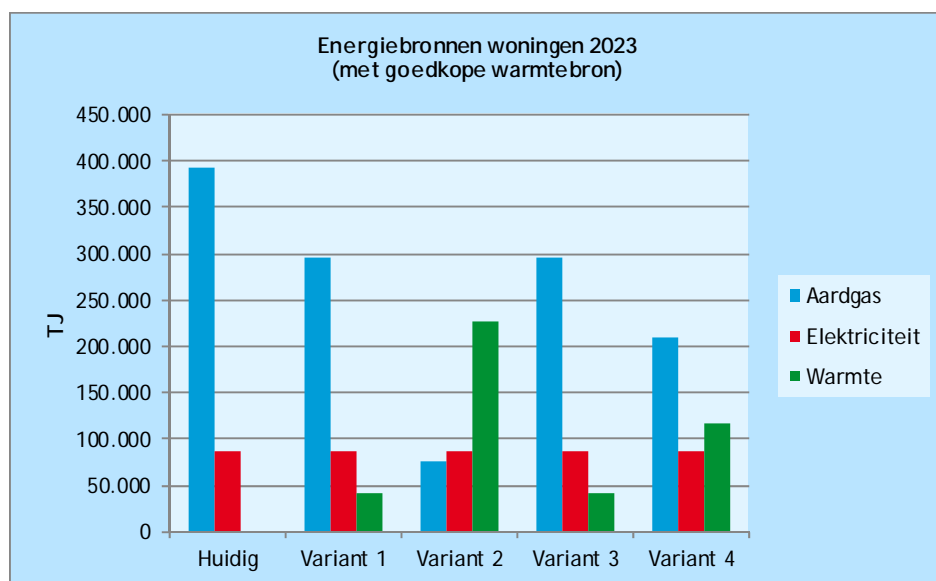
<sup>8</sup> In het model zit geen restrictie ingebouwd op de maximale hoeveelheid beschikbare goedkope warmtebronnen. In het geval van variant 2, kan het in werkelijkheid zo zijn, dat de uitkomst niet realistisch is.

In alle gevallen vindt er geen substitutie naar all electric plaats. De investeringskosten voor de installatie, het afgiftesysteem en de hogere kosten voor de verzwaarde infrastructuur, wegen niet op tegen de besparing die behaald kan worden (zie ook Tabel 9 waaruit blijkt dat de business case voor een elektrische warmtepomp in geen van de varianten gunstiger uitpakt dan de andere business cases, zie Tabel 8 en Tabel 10).

Figuur 13 Uitkomsten modelruns CEGOIA - 2023 (zonder goedkope warmtebron)



Figuur 14 Uitkomsten modelruns CEGOIA - 2023 (met goedkope warmtebron)



**Conclusies:** In variant 1 en 3 wordt fors energie bespaard, en neemt het aandeel warmtelevering iets toe. Het aandeel elektrische warmtepompen blijft onveranderd, ondanks dat de kosten van een warmtepompsysteem met 15% afnemen. In variant 2, en in minder mate in variant 4, wordt zowel energie bespaard als dat er substitutie plaats vindt. Niet van aardgas CV naar de elektrische warmtepomp, maar wel van aardgas CV naar warmtelevering. In variant 2 wordt warmtelevering zelfs dominant.

### Model op hoofdlijnen

De huidige versie van het model is opgesteld om met vijftien typische buurten (CBS-afbakening) in Nederland de berekeningen uit te voeren. Deze vijftien buurten zijn representatief voor ongeveer 95% van alle buurten in Nederland. Het wordt ook mogelijk om de berekeningen voor alle 12.000 buurten van Nederland uit te voeren.

Per buurt wordt voor drie besparingsniveaus en tien techniek(groepen) berekend wat de totale jaarlijkse ketenkosten zijn: per buurt dertig berekeningen. De uitkomst is een overzicht van de jaarlijkse kosten van alle opties voor alle buurten, gegeven de aangenomen parameters. Hierbij wordt enkel gerekend met kosten en belastingen kunnen aan/uit worden gezet.

Binnen de tien techniek(groepen) kan in het model worden gekozen voor verschillende varianten. Zo kan gekozen worden tussen een HR-ketel, micro-WKK of gaswarmtepomp of warmtelevering uit WKK, industrie of geothermie. Het toevoegen van meerdere technieken is mogelijk in het model.



### Warmtetechnieken



- Groen gas (hoge temperatuur)
- Groen gas (lage temperatuur)

Infra  
(G + E)  
(G + E)



- All electric warmtepompen
- All electric weerstandsverwarming

(2E)  
(2E)



- Warmtelevering HT (met en zonder koude)
- Warmtelevering LT
- WKO

(W + E)  
(W + E)  
(W + E)



- Centrale verwarming met houtkachel
- Lokale verwarming met houthaarden

(E + B)  
(E + B)





## Buurttypen

Naam	Inwoners [n]	Woningen [n]	Oppervlak [m <sup>2</sup> ]						
			Woon	Kantoor	Winkel	Onderwijs	Bijeenkomst	Overig	Industrie
1.Oude binnensteden	214.685	125.924	12,0	2,9	1,9	0,6	1,9	1,5	0,8
2.1e ringen, hoogstedelijk	1.823.130	901.316	90,3	7,9	5,5	4,6	4,3	5,1	6,5
3.Wederopbouw 1945-1965, hoogstedelijk	1.307.825	661.203	65,2	4,8	3,2	4,4	2,8	4,3	3,5
4.Wederopbouw 1945-1965, matig stedelijk	312.305	147.753	17,9	1,3	0,8	0,8	2,6	1,6	2,0
5.Wederopbouw 1945-1965, suburbaan	143.295	67.338	9,0	0,4	0,4	0,3	0,3	0,8	0,8
6.Bloemkoolwijk 1965-1990, hoogsted., wonen	2.106.940	970.122	105,5	2,0	2,1	2,9	2,1	3,8	2,6
7.Bloemkoolwijk 1965-1990, hoogsted., wonen & utiliteit	653.655	353.249	35,7	7,2	5,4	3,6	4,0	6,6	3,3
8.Bloemkoolwijk 1965-1990, matig stedelijk	1.798.230	788.005	99,1	3,6	3,4	3,5	2,7	9,9	6,6
9.Bloemkoolwijk, 1965-1990, suburbaan	1.889.255	823.330	114,3	4,8	6,2	2,8	3,8	5,9	12,4
10.Kantorenpark	144.230	70.000	11,4	25,2	10,5	7,5	3,3	5,0	24,3
11.Recente nieuwbouw, hoogstedelijk en matig, stedelijk	2.020.555	886.176	118,4	9,6	7,2	4,4	4,8	11,0	7,2
12.Recente nieuwbouw, suburbaan en niet stedelijk	1.007.005	422.496	72,1	3,2	2,8	1,6	2,7	6,1	13,1
13.Dorpskernen	220.705	100.630	15,1	1,7	1,0	0,6	1,1	2,7	3,5
14.Niet-stedelijk gebied	2.141.440	894.509	156,2	5,3	6,2	3,1	8,3	20,9	39,8
15.Overig	172.200	65.316	19,4	19,5	9,8	1,2	2,8	6,0	141,2
<b>Totaal</b>	<b>15.955.455</b>	<b>7.277.367</b>	<b>942</b>	<b>99</b>	<b>67</b>	<b>42</b>	<b>48</b>	<b>121</b>	<b>267</b>

## Verdeling van buurttypen over Nederland

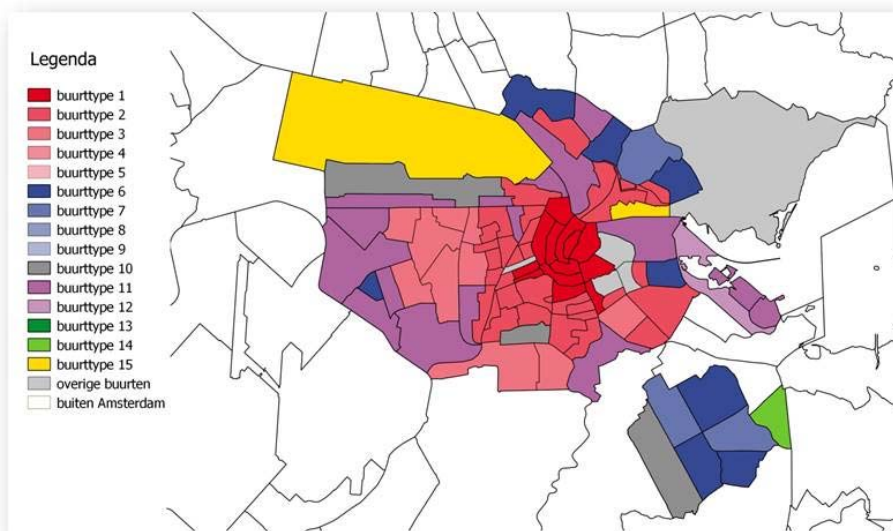
### Legenda

- buurttype 1
- buurttype 2
- buurttype 3
- buurttype 4
- buurttype 5
- buurttype 6
- buurttype 7
- buurttype 8
- buurttype 9
- buurttype 10
- buurttype 11
- buurttype 12
- buurttype 13
- buurttype 14
- buurttype 15
- overige buurten
- geen gegevens

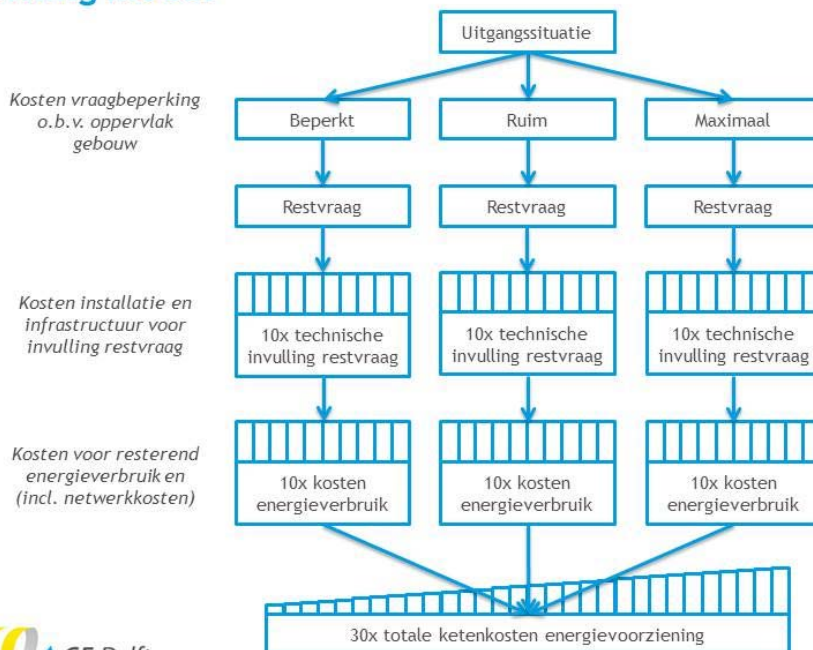


## Buurtverdeling in Amsterdam (voorbeeld)

(Rotterdam kan uiteraard ook)



## Werking model

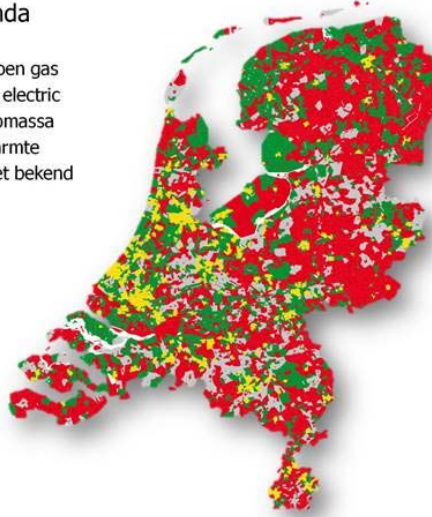


## Uitkomsten model

De uitkomsten van de berekeningen kunnen worden weergegeven in zowel Excel als GIS. Zo geeft de onderstaande figuur de goedkoopste opties weer bij een specifieke keuze van energiekosten en beschikbaarheid van groen gas.

### Legenda

- groen gas
- all electric
- biomassa
- warmte
- niet bekend



## Gebruikte gegevens

### Input

- BAG (Basisregistraties Adressen en Gebouwen, Kadaster): bouwjaar, functie, oppervlak, aantal gebouwen
- Statline (CBS): energiegebruik huishoudens op buurtniveau (is gebaseerd op Energie in Beeld), eigendomsverhouding, type bouw (gestapeld/grondgebonden)
- SWING (RVO): energiegebruik utiliteitsbouw
- Voorbeeldwoningen 2011 (RVO): kwaliteit schil woningen en besparingspotentieel woningen
- Verbetering referentiebeeld utiliteitssector (ECN, 2014): besparingspotentieel utiliteitsbouw
- Vesta (PBL/CE Delft): investeringskosten, rendementen en levensduren technieken en besparingsmaatregelen
- CE Delft: diverse gegevens/aannames gebaseerd op eerdere projecten

Zo goed als alle gebruikte parameters kunnen aangepast worden in het model, zoals rendementen, kosten en aantallen.

