
Kostenvergelijking van de alternatieven voor aardgas in nieuwbouwwoningen

Definitief

6 december 2016



Kostenvergelijking van de alternatieven voor aardgas in nieuwbouwwoningen

Datum	6 december 2016
Projectnummer	15980
Status	Definitief
Opdrachtgever	Stedin T.a.v. de heer H. Bontenbal Blaak 8 3011 TA ROTTERDAM
Uitgevoerd door	DWA Duitslandweg 4 Postbus 274 2410 AG BODEGRAVEN Telefoon 088 - 163 53 00 E-mailadres dwa@dwa.nl
Auteur	ir. P.S.J. de Bruin
Co-lezer	ing. P. Heijboer

Inhoudsopgave

1	Samenvatting	5
2	Inleiding	7
3	Uitgangspunten TCO-analyse	8
3.1	EPC-uitgangswaarde	8
3.2	Referentiewoningen	8
3.3	Algemene uitgangspunten	8
3.4	Subsidiereregelingen	9
3.5	Energietarieven	10
3.6	Financiële uitgangspunten	10
4	Omschrijving varianten	11
4.1	Energieconcepten in de vergelijking	11
4.2	Variant: Referentie 1: Gas Bouwbesluit	11
4.3	Variant Referentie 2: Gas aanvullende isolatie	11
4.4	Variant 3: Warmtepomp basis	12
4.5	Variant 4: Warmtepomp en maximaal PV	13
5	Financiële resultaten	14
5.1	Tussenwoning	14
5.2	Galerijwoning	15
5.3	Conclusie basisanalyse	16
6	Gevoeligheidsanalyse	17
6.1	Onderdelen van de gevoeligheidsanalyse	17
6.2	Resultaten gevoeligheidsanalyse	17
6.3	Conclusie gevoeligheidsanalyse	19

Bijlagen

Bijlage I	TCO15-uitkomsten voor de 5 woningtypes	20
Bijlage III	Uitkomsten alle varianten met gevoeligheidsanalyse	26

1 Samenvatting

In opdracht van Stedin heeft DWA de kosten vergeleken van nieuwbouwwoningen die op het aardgasnet worden aangesloten en woningen die als 'all-electric' worden uitgevoerd. De resultaten uit dit onderzoek dienen ter validatie van de stellingname van Stedin dat de aansluitplicht op aardgasnetten voor nieuwbouwwoningen zou kunnen vervallen. De huidige EPC-eis voor woningen van 0,40 is als uitgangspunt genomen.

In dit onderzoek zijn voor vijf standaard woningtypen van RVO EPC-berekeningen en kostenanalyses opgezet. Onderzocht zijn de tussenwoning, de twee-onder-een-kapwoning, de vrijstaande woning, de galerijflat en het appartementencomplex.

Voor deze woningtypes zijn vier varianten uitgewerkt die met elkaar vergeleken zijn:

- 1 Referentie 1: basisvariant met gasketel en schil-isolatie volgens de minimale eisen uit het Bouwbesluit, aangevuld met PV-panelen. Dit is voor ontwikkelaars de goedkoopste manier om aan de EPC-eis van 0,40 te voldoen
- 2 Referentie 2: variant met gasketel, aanvullende schil-isolatie en warmteterugwinning uit ventilatielucht, zodat een minimale hoeveelheid PV-panelen nodig is. Deze tweede referentie is toegevoegd omdat het niet altijd wenselijk of mogelijk is PV-panelen te plaatsen (bijvoorbeeld bij dakkapellen, schaduw van omliggende bebouwing, etc.). Door met twee referenties te werken, wordt de bandbreedte zichtbaar waarbinnen de kosten van de gasvarianten zich bevinden.
- 3 All-electric met een warmtepomp per woning, schil-isolatie volgens Bouwbesluit, evenveel zonnepanelen als gas-basisvariant (waardoor subsidie vanuit de ISDE-regeling op de warmtepomp kan worden verkregen).
- 4 All-electric met een warmtepomp per woning, schil-isolatie volgens Bouwbesluit aangevuld met extra PV-panelen, gericht op de laagste Total Cost of Ownership (TCO).

Daarnaast is er gekeken naar een aantal onzekerheden in een gevoeligheidsanalyse, onder andere het wegvallen van de salderingsregeling of de ISDE-subsidie.

De uitkomst van het onderzoek is dat het financieel lonend is om een warmtepomp te installeren in nieuwbouwwoningen. De Total Cost of Ownership (TCO) over een periode van 30 jaar van de warmtepompvarianten is lager dan van de beide gasvarianten. Dit geldt voor alle woningtypes en voor alle varianten uit de gevoeligheidsanalyse. Op de lange termijn is de warmtepomp dus voor alle soorten woningen de goedkoopste keuze.

Wanneer de TCO over een kortere periode van 15 jaar bekeken wordt, zorgen warmtepompen in grondgebonden woningen ervoor dat de kosten ook altijd lager zijn dan in de gasreferentie. Bij gestapelde bouw is de TCO over 15 jaar in bijna alle gevallen lager, maar niet altijd. Dit is met name het geval bij appartementen met een klein vloeroppervlak en als de ISDE-subsidie op warmtepompen wegvalt.

De aansluitplicht op aardgasnetten kan dus vervallen zonder de consument of de ontwikkelaar met een grote financiële last op te zadelen. De Rijksoverheid kan met de juiste inzet van beleidsinstrumenten (energiebelasting op aardgas, subsidie op warmtepompen) de uitkomsten van de kostenanalyses positief blijven beïnvloeden en hiermee de transitie naar een duurzame warmtevoorziening versnellen. Op termijn zullen deze stimulerende beleidsinstrumenten zichzelf overbodig maken: wanneer de vraag naar warmtepompen groeit, zullen de kosten dalen.

Toelichting

Rekenend met de huidige energietarieven en de actuele kostprijzen van de installaties leiden warmtepompen in nieuwbouwwoningen tot een lagere TCO dan gasketels. In het algemeen kan gesteld worden: hoe hoger het energieverbruik (hoe groter de woning), hoe meer het loont om een warmtepomp te installeren. Uit de analyse blijkt dat het voordeel voor de vrijstaande woning groter is dan voor de tussenwoning.

De investering in de all-electric-systemen wordt bij de bouw van de woningen gedaan door de ontwikkelaar. Bij koopwoningen zal dit in meer- of mindere mate doorberekend worden aan de koper. Dit is met name bij grondgebonden woningen geen substantieel bedrag ten opzichte van de koopprijs. De koper van een all-electric-woning kan zelf het voordeel in jaarlasten nog verder maximaliseren door extra zonnepanelen te plaatsen.

Voor gestapelde bouw geldt dat de meerinvestering een groter deel uitmaakt van de bouwkosten, dan bij grondgebonden woningen. Het is de vraag in hoeverre dit doorberekend wordt (of kan worden) aan een uiteindelijke koper. Veel gestapelde bouw wordt als huurwoning gebouwd, waardoor de lasten van de meerinvestering in een warmtepomp ten deel vallen aan de corporatie, terwijl de lasten van de lagere energierekening bij de bewoner liggen.

De analyse is gebaseerd op huidige prijzen voor warmtepompen bij een projectgrootte van circa 30 te realiseren woningen. Warmtepompen zijn op dit moment nog niet een dusdanig gangbaar product, dat er sprake is van massaproductie en de bijbehorende prijsvoordelen. Een sterke prijsdaling is dus nog mogelijk, wanneer de productie seriematig zal plaatsvinden.

2 Inleiding

Stedin heeft als beheerder van aardgasnetten de taak het netwerk in haar regio in stand te houden en het indien nodig uit te breiden. Aardgas is echter een fossiele brandstof en het gebruik zorgt voor een aanzienlijke CO₂-emissie. Het Rijk maakt momenteel beleidsplannen voor het uifasieren van aardgas in de gebouwde omgeving voor 2050. Het terugdringen van het gasverbruik bij nieuwe woningen is relatief het makkelijkste en moet daarom snel geëffectueerd worden. Er is een reëel risico dat gasnetten die nu nog in nieuwbouwwijken worden aangelegd, in 2050 en daarna niet meer (volledig) worden gebruikt. Dit leidt tot onnodige maatschappelijke kosten.

Recent was dit voor Stedin aanleiding om een oproep te doen om de aansluitplicht, zoals deze geldt bij nieuwbouwwoningen, te laten schrappen uit de Gaswet. Om de impact hiervan in beeld te brengen, wil Stedin diepgaander inzicht krijgen in de kosten van geschikte alternatieven die kunnen dienen als vervanger voor de aardgasketel.

Het doel van dit onderzoek is het inzichtelijk maken van de Total Cost of Ownership (TCO) van energieconcepten met aardgasketels en met all-electric oplossingen voor diverse typen nieuwbouwwoningen. De resultaten uit dit onderzoek dienen ter validatie van de stellingname van Stedin dat nieuwbouwwoningen prima zonder een gasaansluiting gebouwd kunnen worden. De analyse is uitgevoerd op alle vijf de genoemde typen woningen. In dit rapport zijn de uitkomsten voor de tussenwoning en de galerijwoning uitgebreid besproken. De uitkomsten voor de andere types zijn in de bijlage toegevoegd.

Hoofdstuk 3 benoemt de uitgangspunten van de analyse. Vervolgens zijn in hoofdstuk 4 de varianten gedefinieerd die doorgerekend zijn. In de hoofdstukken 5 en 6 zijn vervolgens de resultaten van het onderzoek en de uitgevoerde gevoeligheidsanalyse beschreven.

3 Uitgangspunten TCO-analyse

3.1 EPC-uitgangswaarde

In dit onderzoek is als uitgangspunt gekozen dat met alle concepten minimaal een EPC=0,40 gehaald moet worden.

3.2 Referentiewoningen

Het onderzoek is uitgevoerd voor vijf referentiewoningen die door RVO gedefinieerd zijn, te weten:

- Tussenwoning.
- Twee-onder-een-kapwoning.
- Vrijstaande woning.
- Galerijcomplex.
- Appartementencomplex.

RVO heeft deze woningen volledig gedefinieerd wat betreft o.a. afmetingen en verliesgevend oppervlak. De op te stellen EPC-berekeningen zullen uitgaan van deze definitie. Als basisvertrekpunt is verondersteld dat voor de woningen geen additionele koeling nodig is.

Hoofdkenmerken per woningtype

Tussenwoning

- Vloeroppervlak per woning: 124 m²
- Drie bouwlagen
- Zadeldak

Twee-onder-een-kapwoning

- Vloeroppervlak per woning: 148 m²
- Drie bouwlagen
- Zadeldak

Vrijstaande woning

- Vloeroppervlak per woning: 170 m²
- Drie bouwlagen
- Zadeldak

Galerijcomplex

- Vloeroppervlak per woning: 82 m²
- 5 bouwlagen
- 36 woningen per complex

Appartementencomplex

- Vloeroppervlak per woning: 102 m²
- 5 bouwlagen,
- 27 woningen per complex

3.3 Algemene uitgangspunten

De in deze paragraaf benoemde algemene uitgangspunten gelden voor alle varianten.

Oriëntatie

De oriëntatie van de woningen is zo gekozen dat dit een gemiddelde EPC geeft. De optimale oriëntatie is namelijk niet altijd haalbaar, dus dit zou het beeld vertekenen.

Tabel 3.1 Oriëntatie van de woningen

Woning	Oriëntatie voorgevel / achtergevel
Tussenwoning	Oost / West
Twee onder één kap	Oost / West
Vrijstaande woning	Noord / Zuid (dak is daardoor Oost / West)
Galerijwoning	Noordoost / Zuidwest
Appartementencomplex	Noordoost / Zuidwest

Isolatie

In de varianten 1, 3 en 4 wordt uitgegaan van de minimale eisen conform het Bouwbesluit, zie onderstaande tabel. Variant 2 gaat uit van verbeterde isolatie.

Tabel 3.2 Minimale eisen conform het Bouwbesluit

Aanvullende maatregel	Waarde
Vloerisolatie	$R_c = 3,5 \text{ m}^2\text{K/W}$
Gevelisolatie	$R_c = 4,5 \text{ m}^2\text{K/W}$
Dakisolatie	$R_c = 6 \text{ m}^2\text{K/W}$
Ramen inclusief kozijnen	$U = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
Qv10 waarde	Forfaitair

Verwarmingssysteem

De woning is in zijn geheel voorzien van laagtemperatuur vloerverwarming. Er zijn geen hoogtemperatuur-radiatoren aanwezig.

Aantal zonnepanelen

Het aantal m^2 zonnepanelen dat benodigd is om de EPC te halen is voor de woningen afgerond op een halve vierkante meter. De ingevoerde waarde voor vermogen per m^2 is 165 Wp/m^2 . Dit is een gangbare specificatie.

Lineaire koudebruggen

Er is gerekend met de nauwkeurige methode. De koudebruggen zijn ingevoerd zoals vermeld in de informatie beschikbaar gesteld door RVO, inclusief de 25% vermeerdering. Het invoeren van de lineaire koudebruggen heeft een positief effect op de EPC, maar door de 25% vermeerdering is het een veilige schatting voor wat haalbaar is.

Overstek en zonwering

Bij de galerijwoning is uitgegaan van overstek, door de galerij en door het balkon. Bij de andere woningen is er geen sprake van overstek. Ook zonwering wordt standaard niet geïnstalleerd.

3.4 Subsidiereregelingen

Voor all-electric-oplossingen zijn er verschillende subsidies. De volgende subsidies worden verwerkt in het model (zie ook de gevoeligheidsanalyse):

- ISDE subsidie voor warmtepompen
- Salderingsregeling voor lokaal opgewekte elektriciteit

De belastingvoordelen uit de EIA-regeling zijn buiten beschouwing gelaten. Om van het investeringsvoordeel van de EIA-regeling gebruik te maken, moet de exploitatie in een besloten vennootschap (bv) gezet worden, die winst maakt en minstens 5 jaar eigenaar blijft. Een VVE kan hier dus geen gebruik van maken.

3.5 Energietarieven

In de kostenberekeningen is uitgegaan van de volgende energietarieven.

Tabel 3.3 Aardgastarieven (**exclusief btw, prijspeil 2016**)

Item	Bedrag
Tarieven aardgas	
Aardgastarief totaal	€ 0,5156 per m ³ (waarvan € 0,252 energiebelasting)
Vastrecht aardgas: - periodieke aansluitvergoeding - meterhuur - vastrecht Stedin - capaciteitstarief - levering aardgas (Eneco) <i>Totaal</i>	€ 20,89 per jaar € 20,48 per jaar € 18,00 per jaar € 65,42 per jaar € 34,30 per jaar + € 159,09 per jaar
Eenmalige aansluitkosten gasnet	€ 1.084,72
Overig	
Elektriciteitstarief totaal	€ 0,1513 per kWh (waarvan € 0,106 energiebelasting)
Vastrecht elektriciteitsaansluiting	€ 223,- per jaar
Heffingskorting	€ 310,81 per jaar

3.6 Financiële uitgangspunten

In onderstaande tabel zijn de financiële uitgangspunten weergegeven die als basis zijn gehanteerd.

Tabel 3.4 Financiële uitgangspunten

Item	Waarde
Inflatie (gemiddelde CPI over de afgelopen 10 jaar)	1,5%
Prijsstijging aardgas (inclusief energiebelasting en inflatie)	2,5%
Prijsstijging elektriciteit (inclusief energiebelasting en inflatie)	2,0%
Hypotheekrente woningeigenaar (na belastingaftrek)	2,0%

4 Omschrijving varianten

4.1 Energieconcepten in de vergelijking

Voor de vijf woningtypes zijn vier varianten uitgewerkt die met elkaar vergeleken worden:

- 1 Referentie 1 met gasketel, isolatie volgens Bouwbesluit, aangevuld met PV-panelen. Dit is voor ontwikkelaars de goedkoopste manier om aan de EPC-eis van 0,40 te voldoen.
- 2 Referentie 2 met gasketel, aanvullende isolatie / warmteterugwinning en minimale hoeveelheid PV-panelen. Deze tweede referentie is toegevoegd omdat het niet altijd wenselijk of mogelijk is PV-panelen te plaatsen (bijvoorbeeld bij dakkapellen, schaduw van omliggende bebouwing, etc.). Door met twee referenties te werken, wordt de bandbreedte zichtbaar waarbinnen de kosten van de gasvarianten zich bevinden.
- 3 All-electric met warmtepomp, isolatie volgens Bouwbesluit, evenveel zonnepanelen als gas-basisvariant (waardoor ISDE-subsidie op de warmtepomp kan worden verkregen).
- 4 All-electric met warmtepomp, isolatie volgens Bouwbesluit aangevuld met extra PV-panelen, gericht op de laagste TCO.

Per woning zijn pakketten met energiemaatregelen samengesteld die minimaal aan het Bouwbesluit voldoen, praktisch inpasbaar zijn en tevens het meest kosteneffectief zijn. We maken daarbij gebruik van door bureau CRG beschikbaar gestelde kwaliteitsverklaringen.

4.2 Variant: Referentie 1: Gas Bouwbesluit

In deze variant is de woning volgens bouwbesluit gebouwd, zonder extra's voor energiezuinigheid. Het verwarmingssysteem is een gasketel. Voor de ventilatie is natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (met CO₂-sturing in de woonkamer) geïmplementeerd. De EPC wordt hiermee niet gehaald, daarvoor is aanvullend een hoeveelheid zonnepanelen benodigd.

Tabel 4.1 Uitskomsten variant 1: Gas Bouwbesluit

Woning	Aanvullende maatregelen	m ² zonnepanelen	EPC
Tussenwoning	Geen	12 m ²	0,394
Twee onder één kap	Geen	16 m ²	0,397
Vrijstaande woning	Geen	19,5 m ²	0,400
Galerijwoning	Geen	180 m ² (5,0 per woning)	0,398
Appartementencomplex	Geen	210 m ² (7,8 per woning)	0,397

4.3 Variant Referentie 2: Gas aanvullende isolatie

In deze variant is, in tegenstelling tot Gas Bouwbesluit, wel een pakket van aanvullende maatregelen getroffen voor energiezuinigheid. Hierdoor vermindert het aantal benodigde PV-panelen.

Tabel 4.2 Aanvullende isolerende maatregelen

Aanvullende maatregel	Waarde
Vloerisolatie	R _c = 5 m ² K/W
Gevelisolatie	R _c = 6 m ² K/W
Dakisolatie	R _c = 7 m ² K/W
Triple glas ramen	U = 1,1 W/m ² K
Qv10 waarde	Woningen: 0,4, appartementen: 0,25
Warmteterugwinning douche	Nefit Douche WTW
Balansventilatie	Zehnder WHR 930 met CO ₂ sturing op afvoer

Tabel 4.3 Uitkomsten variant 2: Gas met extra isolatie

Woning	Aanvullende maatregelen	m ² zonnepanelen	EPC
Tussenwoning	Ja	3 m ²	0,399
Twee onder één kap	Ja	1,5 m ²	0,397
Vrijstaande woning	Ja	4,5 m ²	0,400
Galerijwoning	Ja	10 m ² (0,28 per woning)	0,400
Appartementencomplex	Ja	75 m ² (2,8 per woning)	0,400

4.4 Variant 3: Warmtepomp basis

Deze variant gaat uit van schilisolatie conform de minimale eisen uit het Bouwbesluit. In plaats van een aardgasketel worden warmtepompen per woning toegepast. Het type warmtepompsysteem is voor de grondgebonden woningen anders uitgevoerd dan in de gestapelde woningen:

- In de grondgebonden woningen wordt een lucht-/waterwarmtepomp geplaatst met een individuele buitenluchtunit. Deze all-electric variant is dus volledig individueel.
- In de gestapelde woningen wordt een water-/waterwarmtepomp geplaatst met een collectieve bodemlus. De warmtepomp wordt hier eveneens individueel in de woning geplaatst en aangesloten op het collectieve bronwaternet in de complexen.

Wat betreft investeringskosten en energiekosten ontlopen de twee warmtepomp-typen elkaar niet veel. De keuze tussen warmtepompen met buitenlucht of de bodem als bron zou dus ook anders gemaakt kunnen worden, zonder groot effect op de uitkomsten. De analyse is gebaseerd op huidige prijzen voor warmtepompen bij een projectgrootte van circa 30 te realiseren woningen.

Tot 31 december 2020 kan voor individuele warmtepompen een investeringssubsidie bij RVO aangevraagd worden (ISDE-regeling). Om voor deze subsidie in aanmerking te komen, geldt als voorwaarde dat de toepassing van de warmtepomp moet leiden tot een verlaging van de wettelijke EPC-eis van 0,40. Om die reden zijn in deze variant evenveel zonnepanelen geplaatst als in variant 1. De EPC-waarden waar variant 3 met warmtepomp dan op uitkomt, zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 4.4 Uitkomsten variant 3: warmtepomp basis

Woning	Aanvullende maatregelen	m ² zonnepanelen	EPC
Tussenwoning	Nee	12 m ²	0,281
Twee onder één kap	Nee	16 m ²	0,273
Vrijstaande woning	Nee	19,5 m ²	0,263
Galerijwoning	Nee	180 m ² (5,0 per woning)	0,269
Appartementencomplex	Nee	210 m ² (7,8 per woning)	0,223

De woningen hebben in deze variant 3 dus evenveel zonnepanelen als in variant 1 "Gas Bouwbesluit". Dit geeft een eerlijke vergelijking tussen aardgasketel en de warmtepomp, omdat de zonnepanelen in beide varianten een even groot exploitatievoordeel opleveren voor de bewoners.

4.5 Variant 4: Warmtepomp en maximaal PV

Deze variant is een uitbreiding op variant 3 met warmtepomp. Hier is er extra PV geplaatst, zoveel als op één dakhelft past, om zo de TCO te verbeteren. Omdat de warmtepomp elektriciteit verbruikt voor de verwarming, komt de opgewekte hoeveelheid zonnestroom niet boven het eigen verbruik uit, waardoor de volledige opbrengst gesaldeerd mag worden. Zie hiervoor ook de gevoeligheidsanalyse.

Tabel 4.5 Uitkomsten variant 4: Warmtepomp en maximaal PV

Woning	Aanvullende maatregelen	m ² zonnepanelen	EPC
Tussenwoning	Nee	24 m ²	0,097
Twee onder één kap	Nee	24 m ²	0,184
Vrijstaande woning	Nee	24 m ²	0,216
Galerijwoning	Nee	306 m ² (8,5 per woning)	0,170
Appartementencomplex	Nee	297 m ² (11 per woning)	0,150

5 Financiële resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten besproken van twee van de vijf woningen, namelijk de tussenwoning en de galerijwoning. De uitkomsten voor de andere woningtypes zijn weergegeven in bijlage 1 en 2.

Alle genoemde bedragen zijn **exclusief btw**.

5.1 Tussenwoning

De tussenwoning is het meest voorkomende woningtype in Nederland. De uitkomsten hiervan zijn dus heel relevant voor de vraag of het geoorloofd is om de gas-aansluitplicht voor nieuwbouw te laten vervallen.

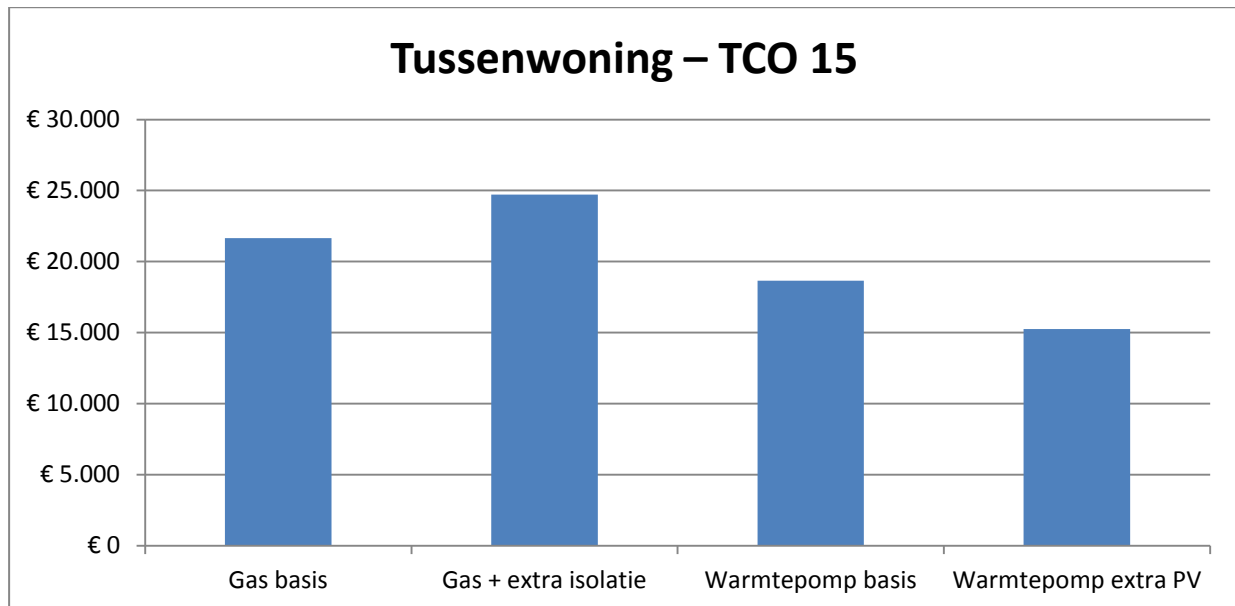
In onderstaande tabel staan de uitkomsten van de vier onderzochte varianten. Weergegeven zijn:

- De jaarlasten voor de bewoner. Deze bestaan uit:
 - Energiekosten (vaste en variabele kosten voor gas- en elektriciteit). Hierin is uitgegaan van volledige saldering van de door de PV-panelen opgewekte elektriciteit.
 - Onderhoudskosten voor de ketel, warmtepomp en ventilatiesysteem en de zogenoemde instandhoudingskosten (sparen voor benodigde herinvestering na 15 jaar).
 - Extra hypotheeklasten. Wanneer er een meerinvestering is ten opzichte van referentie 1: Basis Gas gaan we ervanuit dat koopprijs van de woning verhoogd wordt met deze meerinvestering.
- Initiële investering voor de ontwikkelaar. Hierin is het voordeel van de ISDE subsidie al verrekend.
- De Total Cost of Ownership (TCO) genomen over een periode van 15 jaar en over 30 jaar. Daarin is de initiële investering opgenomen en de jaarlijkse energie- en onderhoudskosten. In de TCO over een periode van 30 jaar zijn ook de benodigde herinvesteringen opgenomen in verband met de levensduur van de componenten in de verschillende energieconcepten.

Tabel 5.1 Financiële resultaten voor de tussenwoning

Item	Eenheid	Basis Gas (bouwbesluit)	Gas met aanvullende isolatiemaatregelen	Basis met lucht/water warmtepomp	lucht/water warmtepomp met extra zonnepanelen
Totaal jaarlasten	€/jaar	€ 1.161	€ 1.317	€ 1.161	€ 858
Vershil t.o.v. basis	€/jaar	0	€ 156	€ 0	-€ 303
Totaal investering	€/woning	€ 5.111	€ 6.879	€ 7.076	€ 9.452
Meerprijs tov basis	€/woning	0	€ 1.768	€ 1.965	€ 4.341
Total cost of ownership volgens TCO-factoren					
TCO over 15 jaar (geïndexeerd, met verdiscontering)	€	€ 21.656	€ 24.722	€ 18.647	€ 15.260
TCO over 30 jaar (geïndexeerd, met verdiscontering)	€	€ 40.318	€ 44.406	€ 34.211	€ 25.034
Vershil in TCO 15 t.o.v. basis	€	€ 0	€ 3.066	-€ 3.009	-€ 6.396
Vershil in TCO 30 t.o.v. basis	€	€ 0	€ 4.088	-€ 6.107	-€ 15.284

De variant Basis Gas is de referentie voor de andere opties. Te zien is dat de investering voor de warmtepompvarianten zowel als voor de extra geïsoleerde gasvariant beduidend hoger ligt dan de referentie. Voor de warmtepompvarianten geldt echter dat de jaarlijkse lasten lager zijn. Daardoor komt de TCO van de warmtepompvarianten lager uit dan de TCO van de gasvarianten. De variant met extra PV-panelen laat zien dat de jaarlasten en de TCO nog fors verbeterd kunnen worden ten opzichte van de basis.



De variant met extra PV-panelen heeft de laagste jaarlasten, en daardoor ook de laagste TCO. Dit komt onder andere door de salderingsregeling voor de door PV-panelen opgewekte elektriciteit. Hier is een gevoeligheidsanalyse op uitgevoerd, zie hoofdstuk 6.

5.2 Galerijwoning

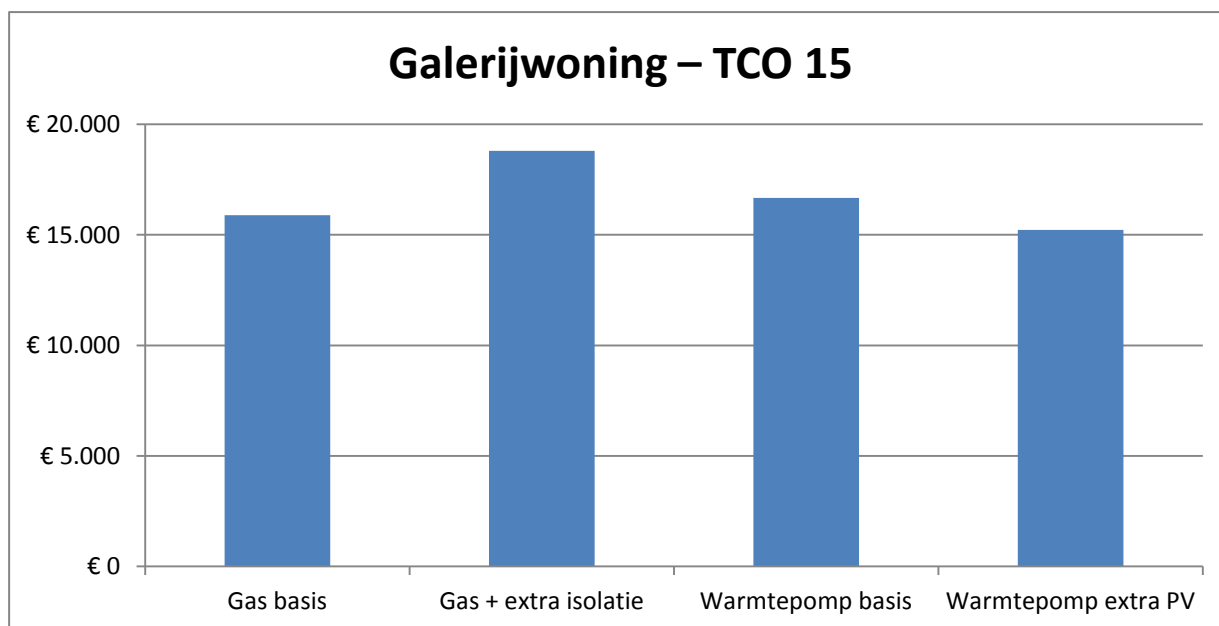
De galerijwoning kenmerkt zich door een klein woonoppervlak, een klein verliesoppervlak en een klein beschikbare dakoppervlak voor PV. De energieverbruiken zijn lager dan in een normale rijwoning.

In onderstaande tabel staan de uitkomsten voor jaarlasten, initiële investering en TCO genomen over 15 jaar en over 30 jaar (inclusief herinvestering) voor de galerijwoning.

Tabel 5.2 Financiële resultaten voor de galerijwoning

Item	Eenheid	Basis Gas (bouwbesluit)	Gas met aanvullende isolatiemaatregelen	Basis met water warmtepomp	water/water warmtepomp met extra zonnepanelen
Totaal jaarlasten	€/jaar	€ 861	€ 1.005	€ 917	€ 798
Vershil t.o.v. basis	€/jaar	€ 0	€ 143	€ 55	-€ 63
Totaal investering	€/woning	€ 3.925	€ 5.690	€ 7.690	€ 8.383
Meerprijs tov basis	€/woning	0	€ 1.765	€ 3.765	€ 4.458
Total cost of ownership volgens TCO-factoren					
TCO over 15 jaar (geïndexeerd, met verdiscontering)	€	€ 15.879	€ 18.798	€ 16.662	€ 15.226
TCO over 30 jaar (geïndexeerd, met verdiscontering)	€	€ 29.762	€ 33.630	€ 28.028	€ 24.454
Vershil in TCO 15 t.o.v. basis	€	€ 0	€ 2.919	€ 783	-€ 654
Vershil in TCO 30 t.o.v. basis	€	€ 0	€ 3.868	-€ 1.734	-€ 5.309

Hier is een zelfde effect te zien als voor de tussenwoning. De investering ligt voor alle varianten hoger dan de gasreferentie. Voor de warmtepompvarianten geldt hier dat de jaarlasten ook hoger liggen, tenzij veel PV-panelen geplaatst worden. De TCO15 van de basisvariant is daardoor € 783,- hoger dan die van de basisvariant met gasketel, de variant met extra zonnepanelen komt € 654,- gunstiger uit dan de basisvariant met gasketel. In de basisvariant van de warmtepomp is de TCO 30 wel lager dan die van de gasketel; dit is een effect van de hogere indexatie voor gaskosten dan voor elektriciteit (2,5% t.o.v. 2%). De TCO's van de beide warmtepomp-varianten zijn in alle gevallen lager dan in de gasvariant met extra isolatiemaatregelen.



5.3 Conclusie basisanalyse

De resultaten van de overige woningen komen subtiel verschillend uit, maar het algemene beeld is hetzelfde als bij de tussenwoning voor grondgebonden woningen, en hetzelfde als de galerijwoning voor gestapelde bouw. Het loont om een warmtepomp te installeren, want de TCO 15 is in veel gevallen lager. De TCO 30 is in alle gevallen lager. In het algemeen kan gesteld worden: hoe hoger het energieverbruik is (hoe groter de woning), hoe meer het loont om een warmtepomp te installeren. In de bijlage is te zien dat voor de vrijstaande woning het voordeel in de TCO15 al heel hoog is ten opzichte van de referentie, om deze reden.

De hoge initiële investering is een drempel, met name voor de gestapelde bouw. Niet alleen zijn de meerkosten hier hoger, maar het is ook waarschijnlijk dat de totale bouwprijs per woning lager ligt dan bij de grondgebonden woningen. Met andere woorden, de meerprijs is procentueel een veel groter deel van de bouwkosten in de gestapelde bouw, dan bij de grondgebonden woningen. Daarnaast zijn de jaarlasten hoger of iets lager de basis-gasvariant, afhankelijk van de hoeveelheid PV-panelen. Het voordeel van het gebruik van een warmtepomp laat hier langer op zich wachten.

In het volgende hoofdstuk wordt gekeken naar de gevoeligheden van deze conclusies.

6 Gevoeligheidsanalyse

Een TCO-berekening kijkt ver in de toekomst. Er zijn een aantal onzekere factoren onderzocht, die de uitkomst hiervan beïnvloeden. De analyses zijn uitgevoerd voor alle vijf woningtypes.

6.1 Onderdelen van de gevoeligheidsanalyse

De gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd voor de volgende vier parameters:

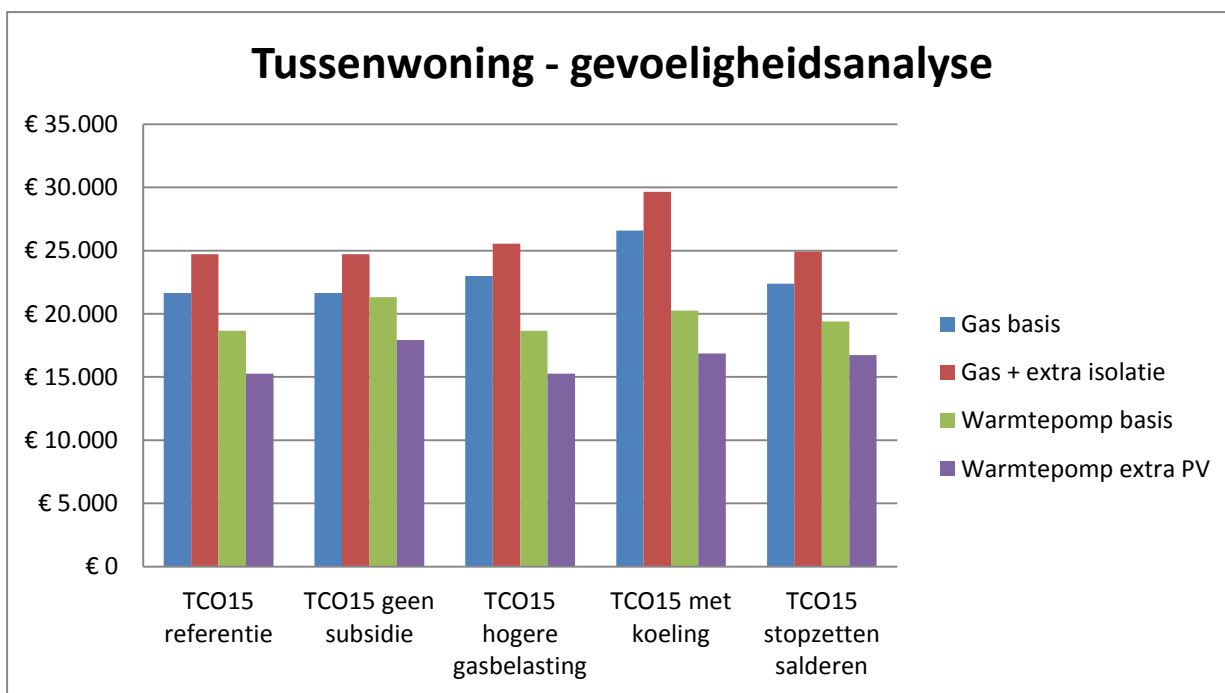
- 1 Wegvallen van de ISDE subsidie op warmtepompen** (circa € 2.300,- per warmtepomp).
 Deze subsidie drukt de benodigde initiële investering. Deze regeling loopt in ieder geval tot 31 december 2020, maar bij overvragen van het budget kan de jaarlijkse subsidiepot in de loop van het jaar leeg zijn. Ook is het mogelijk dat de subsidie op termijn afgeschaft of verlaagd wordt. In deze gevoeligheidsanalyse wordt gekeken wat het resultaat is als de subsidie volledig wegvalt.
- 2 De belasting op aardgas wordt verhoogd**
 De Nederlandse overheid ontwikkelt momenteel beleid om de gebouwde omgeving in Nederland versneld aardgasloos te maken. Het Rijk zou deze transitie kunnen versnellen door middel van een extra belasting op aardgas. In deze gevoeligheidsanalyse is de energiebelasting op aardgas met € 0,10 per m³ verhoogd.
- 3 Koeling gewenst in de woning**
 Voor het luxere segment woningen ontstaat steeds meer behoefte aan comfortkoeling. Dit kost ook energie en geld. Daarom hebben wij een scenario opgenomen waarin de koelvraag meegenomen is. Daarbij is aangenomen dat er in de gassituatie gekoeld wordt met een koelunit (airco). In de all-electric concepten levert de warmtepomp de benodigde koude. We rekenen met:
 - Investeringskosten koelunit (airco): € 2.500,-/woning.
 - Jaarlijkse energielasten koeling (reservering vervangingsinvestering, elektriciteitskosten, onderhoud): € 200,-/jaar (op basis van 500 kWh verbruik).
 - In de all-electric concepten levert de warmtepomp de benodigde koude. Hiervoor wordt dan het extra elektraverbruik opgenomen, maar geen extra onderhoudskosten. Wel wordt bij de luchtwarmtepompen een kleine meerinvestering gerekend voor het geschikt maken van de warmtepomp voor koudelevering.
- 4 De salderingsregeling voor zonnestroom verdwijnt.**
 De continuïteit van de salderingsregeling voor zonnestroom is onzeker na 2020. Er is een gerede kans dat deze afgeschaft wordt. In deze gevoeligheidsanalyse veronderstellen we dat 30% van de elektriciteit die de zonnepanelen produceren, direct in de woning gebruikt wordt. Elektriciteit die direct gebruikt kan worden levert € 0,15 per kWh (exclusief btw) op. Het overige deel wordt teruggeleverd aan het elektriciteitsnet tegen een tarief van € 0,10 per kWh. Hierdoor komt het gemiddelde tarief voor de zonnestroom op € 0,115 per kWh.

6.2 Resultaten gevoeligheidsanalyse

De resultaten van de gevoeligheidsanalyse zijn voor de tussenwoning en de galerijwoning weergegeven in onderstaande grafieken en tabellen. Weergegeven is de TCO over 15 jaar.

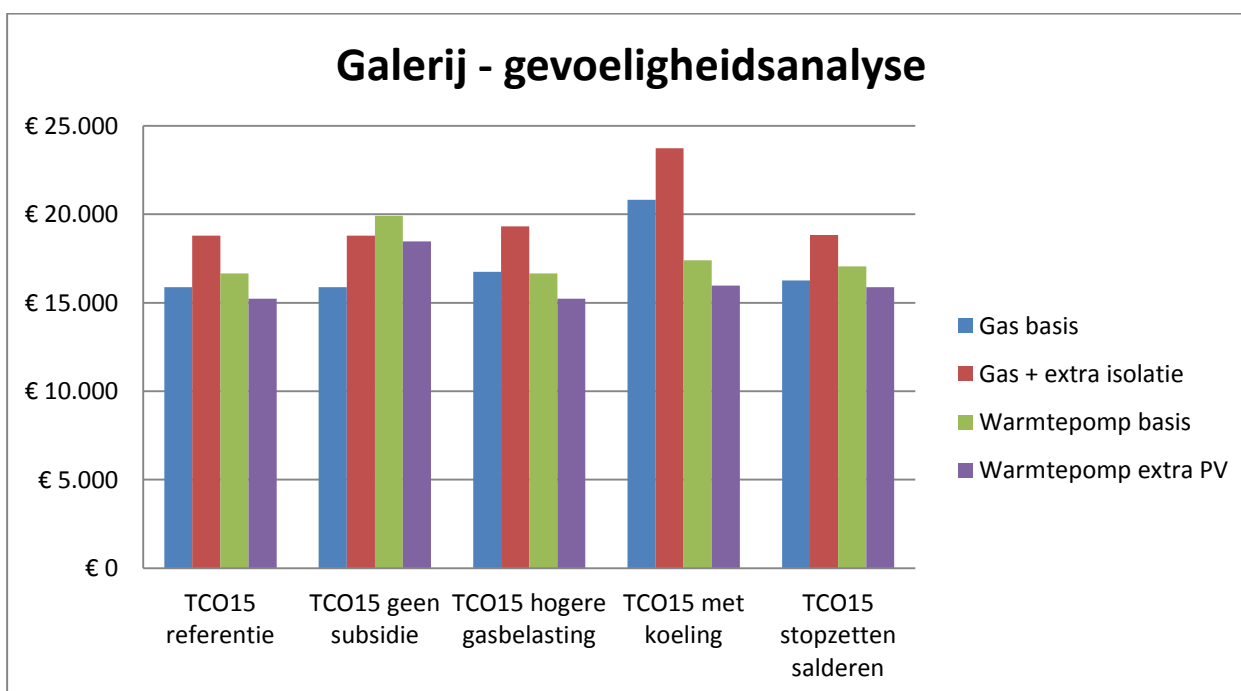
Tabel 6.1 Gevoeligheidsanalyse voor de **tussenwoning** (weergegeven is de TCO over 15 jaar)

Tussenwoning	Gas basis	Gas + extra isolatie	Warmtepomp basis	Warmtepomp extra PV
TCO15 referentie	€ 21.656	€ 24.722	€ 18.647	€ 15.260
TCO15 geen ISDE subsidie	€ 21.656	€ 24.722	€ 21.313	€ 17.926
TCO15 hogere gasbelasting	€ 23.001	€ 25.546	€ 18.647	€ 15.260
TCO15 met koeling	€ 26.589	€ 29.655	€ 20.253	€ 16.866
TCO15 stopzetten salderen	€ 22.393	€ 24.906	€ 19.384	€ 16.733



Tabel 6.2 Gevoeligheidsanalyse voor de galerijwoning (weergegeven is de TCO over 15 jaar)

Galerijwoning	Gas basis	Gas + extra isolatie	Warmtepomp basis	Warmtepomp extra PV
TCO15 referentie	€ 15.879	€ 18.798	€ 16.662	€ 15.226
TCO15 geen ISDE subsidie	€ 15.879	€ 18.798	€ 19.908	€ 18.471
TCO15 hogere gasbelasting	€ 16.744	€ 19.321	€ 16.662	€ 15.226
TCO15 met koeling	€ 20.812	€ 23.731	€ 17.399	€ 15.963
TCO15 stopzetten salderen	€ 16.263	€ 18.820	€ 17.046	€ 15.878



Tussenwoning

Te zien is dat de TCO 15 van de varianten met warmtepomp voor de tussenwoning in alle gevallen lager zijn dan, of vergelijkbaar zijn met, de gasvariant. Een hoger gastarief heeft een duidelijk effect voor de gasvarianten. Te zien is dat het stopzetten van de saldering van zonnestroom geen dramatisch effect heeft op de TCO. Ook dan zijn de jaarlasten lager dan bij de gasvariant, waardoor de TCO ondanks de meerinvestering goed uitvalt. Het wegvallen van de ISDE subsidie zorgt ervoor dat de TCO 15 van basisvariant met warmtepomp hetzelfde wordt als in de gasvariant. Zelfs dan is de TCO 15 dus niet hoger.

Galerijwoning

Bij de galerijwoning zijn grotere effecten zichtbaar. In veel gevallen heeft de warmtepomp alleen een lagere TCO dan de basis-gasvariant als er extra PV geplaatst wordt. Als er geen ISDE subsidie toegekend wordt, wordt de warmtepompvariant duurder dan de gasvarianten. Daarbij moet gezegd worden dat warmtepompen op dit moment nog niet een dusdanig gangbaar product zijn, dat er sprake is van massaproductie en de bijbehorende prijsvoordelen. Een sterke prijsdaling is dus nog mogelijk, wanneer de productie seriematig kan plaatsvinden. Deze prijsdaling zal het wegvallen van de ISDE subsidie moeten opvangen. Wanneer koeling financieel gewaardeerd wordt of de gasbelasting hoger wordt, is te zien dat de warmtepompvarianten een duidelijk voordeel krijgen.

6.3 Conclusie gevoeligheidsanalyse

De conclusies die getrokken zijn in paragraaf 5.3 zijn robuust te noemen. In vrijwel alle scenario's is de warmtepomp een goed alternatief voor de gasketel. Aandachtspunt is de gestapelde bouw, waarin het all-electric scenario pas significant lagere jaarlasten heeft wanneer veel PV-panelen worden geplaatst.

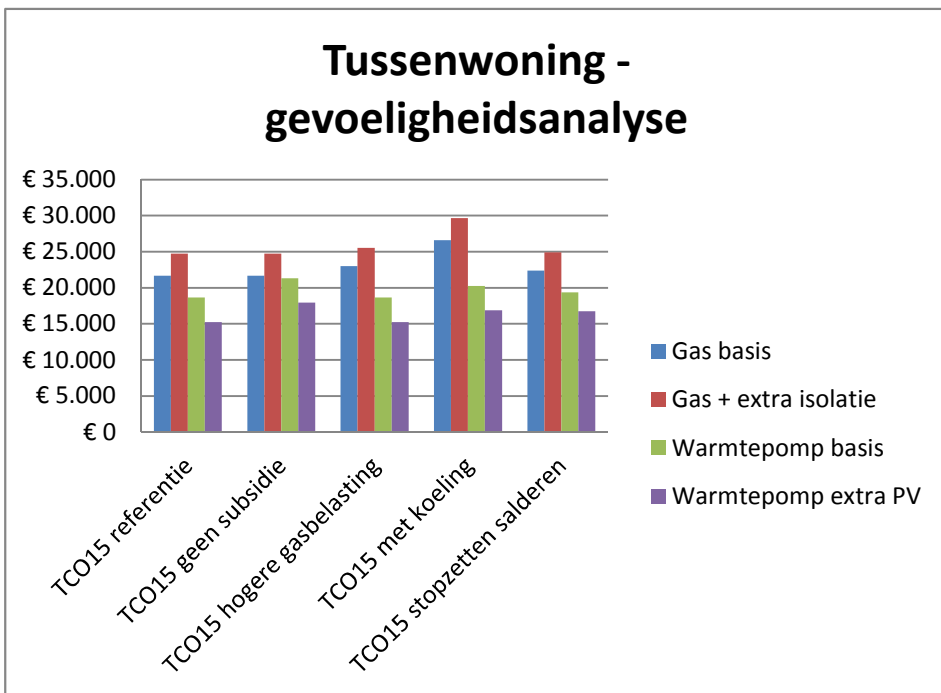
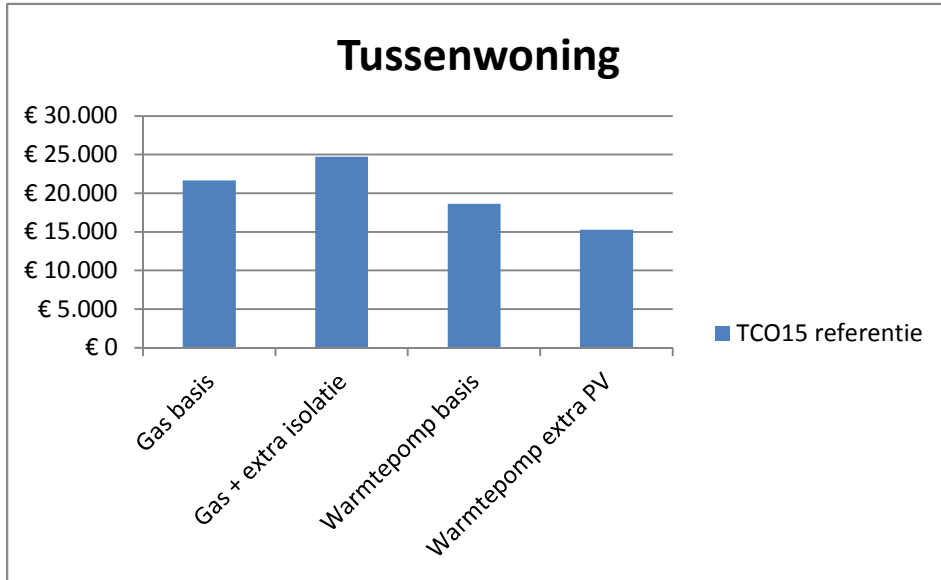
De Rijksoverheid kan met de juiste inzet van financiële beleidsinstrumenten (subsidie, energiebelasting) de uitkomsten van de TCO-analyses positief beïnvloeden en hiermee de transitie naar een duurzame warmtevoorziening bevorderen.

In deze gevoeligheidsanalyse is geen rekening gehouden met een toekomstige prijsdaling van warmtepompen. Wanneer deze veel meer toegepast gaan worden, is een prijsdaling te verwachten, die de financiële beleidsinstrumenten overbodig kan maken.

Bijlage I TCO15-uitkomsten voor de 5 woningtypes

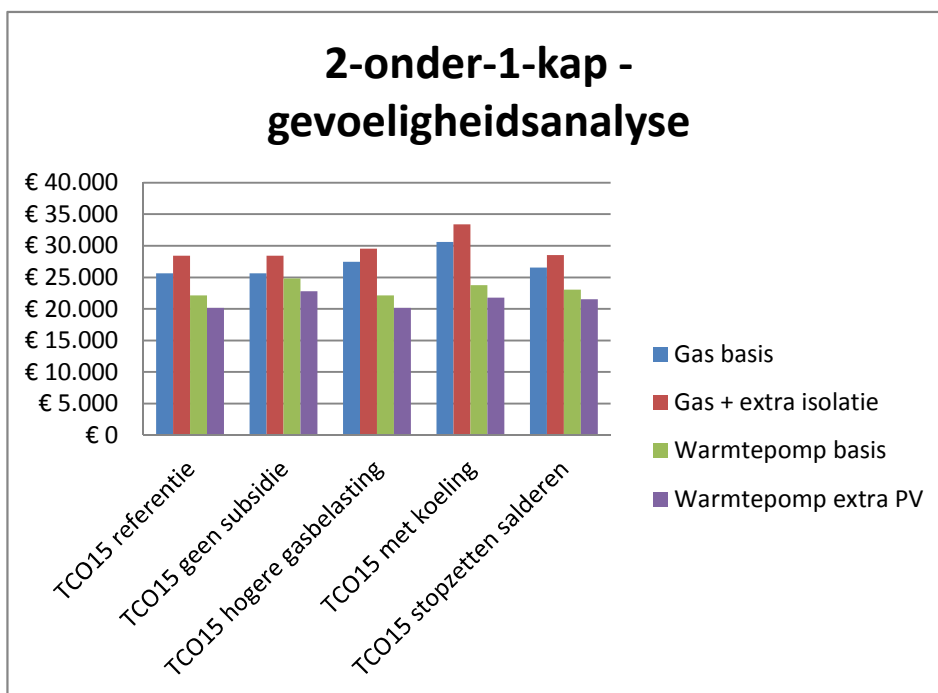
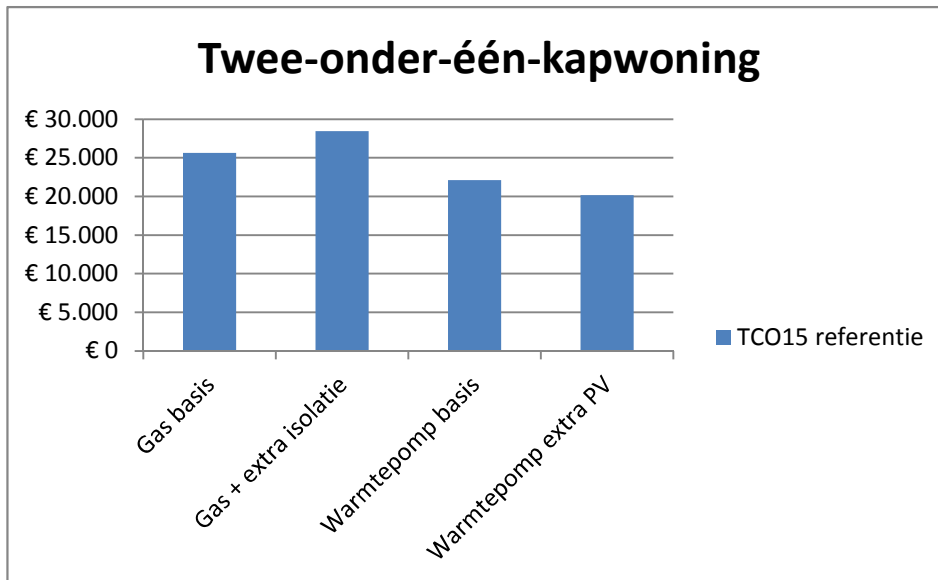
Tussenwoning

	Gas basis	Gas + extra isolatie	Warmtepomp basis	Warmtepomp extra PV
TCO15 referentie	€21.656	€24.722	€18.647	€15.260
TCO15 geen subsidie	€21.656	€24.722	€21.313	€17.926
TCO15 hogere gasbelasting	€23.001	€25.546	€18.647	€15.260
TCO15 met koeling	€26.589	€29.655	€20.253	€16.866
TCO15 stopzetten salderen	€22.393	€24.906	€19.384	€16.733



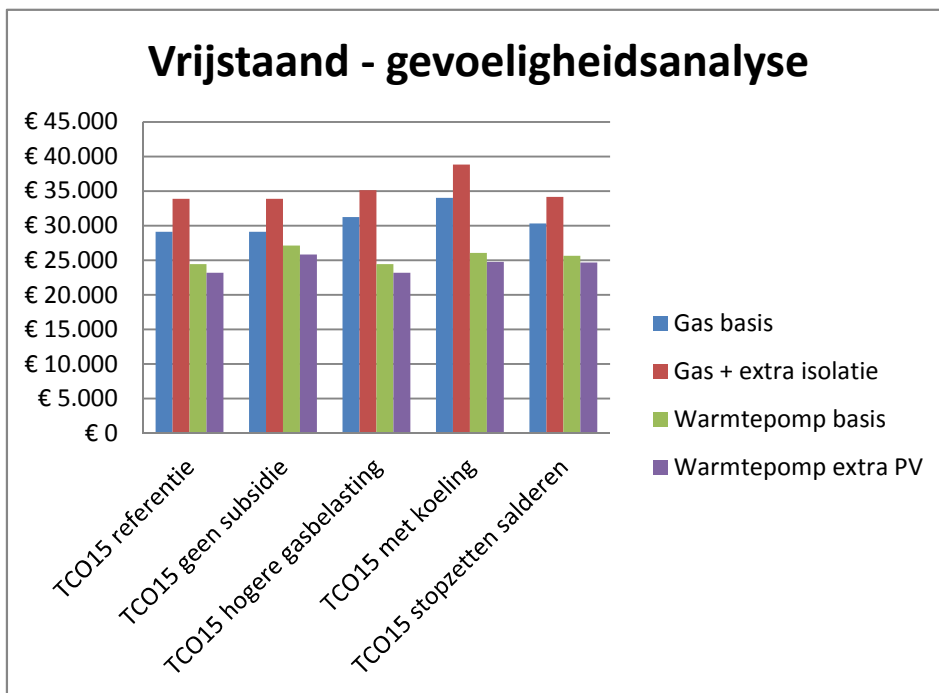
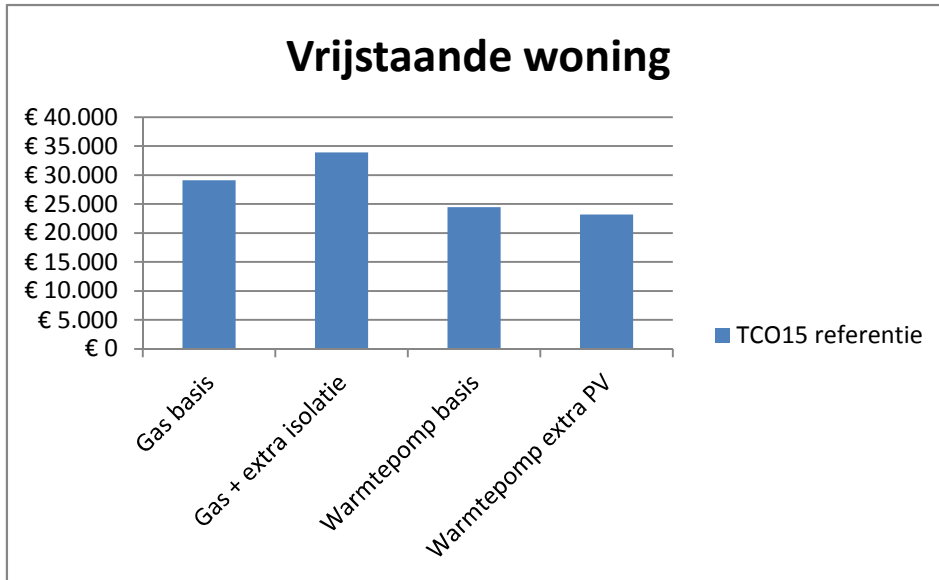
Twee-onder-één-kapwoning

	Gas basis	Gas + extra isolatie	Warmtepomp basis	Warmtepomp extra PV
TCO15 referentie	€25.652	€28.444	€22.134	€20.148
TCO15 geen subsidie	€25.652	€28.444	€24.800	€22.814
TCO15 hogere gasbelasting	€27.477	€29.548	€22.134	€20.148
TCO15 met koeling	€30.585	€33.377	€23.741	€21.755
TCO15 stopzetten salderen	€26.569	€28.530	€23.051	€21.524



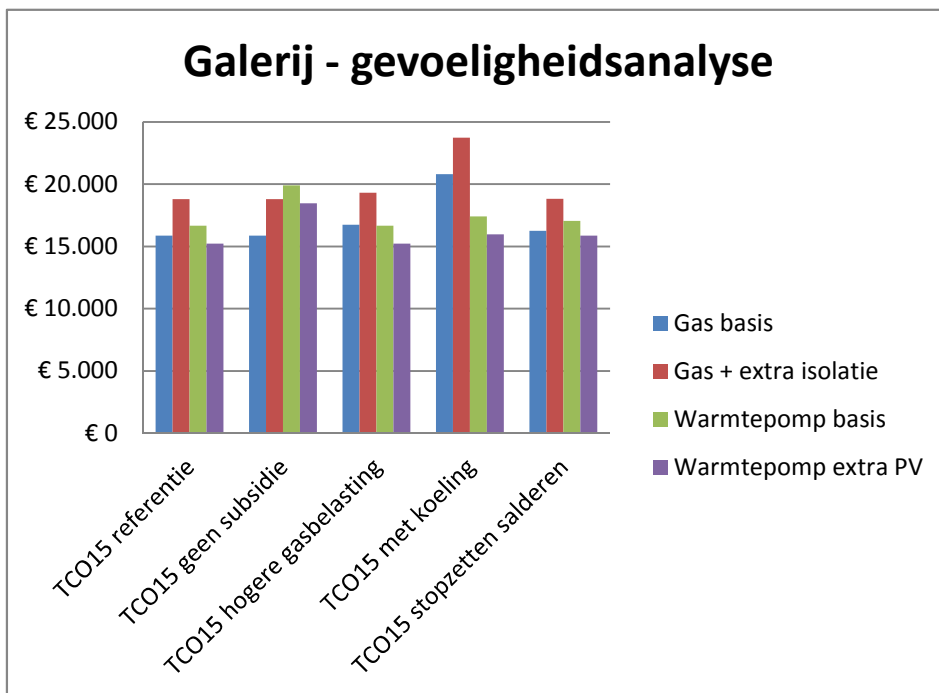
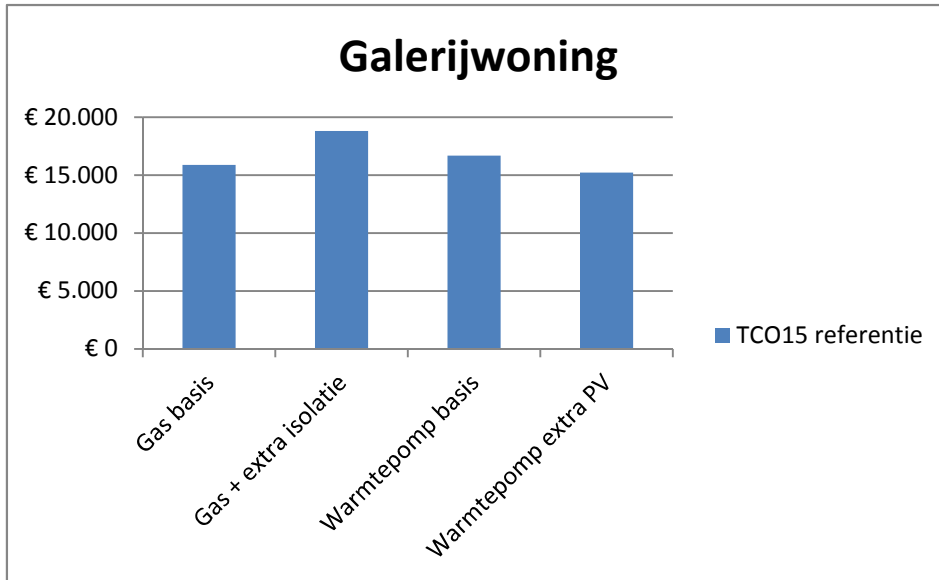
Vrijstaande woning

	Gas basis	Gas + extra isolatie	Warmtepomp basis	Warmtepomp extra PV
TCO15 referentie	€29.100	€33.883	€24.451	€23.182
TCO15 geen subsidie	€29.100	€33.883	€27.117	€25.848
TCO15 hogere gasbelasting	€31.230	€35.121	€24.451	€23.182
TCO15 met koeling	€34.033	€38.816	€26.057	€24.789
TCO15 stopzetten salderen	€30.298	€34.159	€25.648	€24.656



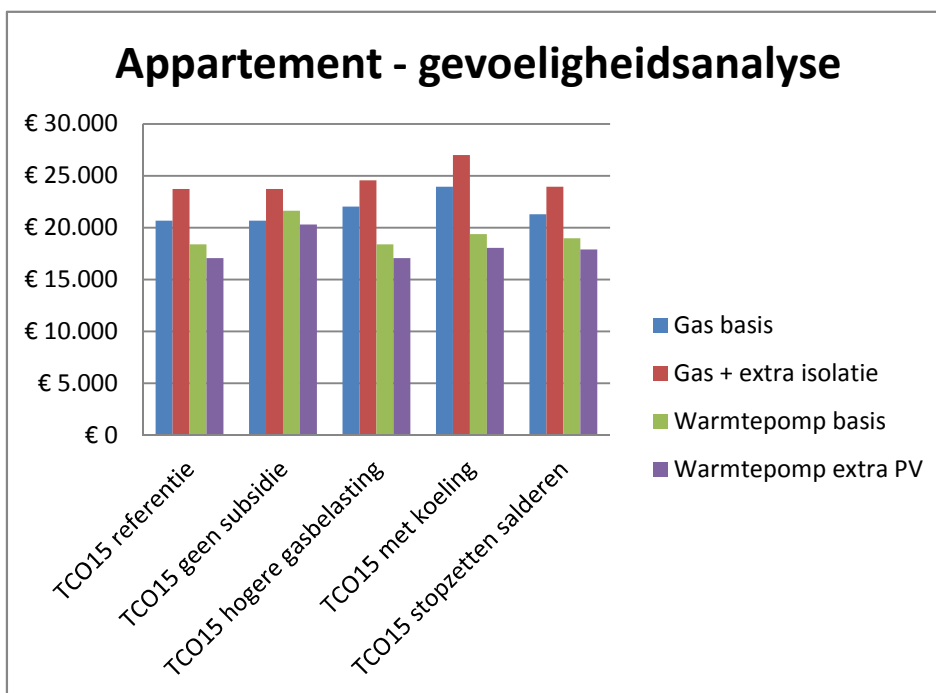
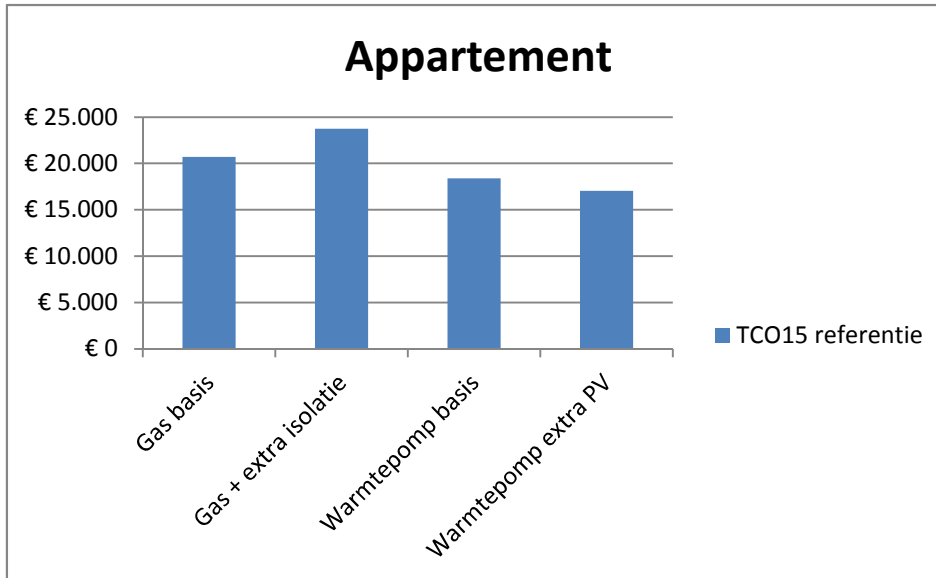
Galerijwoning

	Gas basis	Gas + extra isolatie	Warmtepomp basis	Warmtepomp extra PV
TCO15 referentie	€ 15.879	€ 18.798	€ 16.662	€ 15.226
TCO15 geen subsidie	€ 15.879	€ 18.798	€ 19.908	€ 18.471
TCO15 hogere gasbelasting	€ 16.744	€ 19.321	€ 16.662	€ 15.226
TCO15 met koeling	€ 20.812	€ 23.731	€ 17.399	€ 15.963
TCO15 stopzetten salderen	€ 16.263	€ 18.820	€ 17.046	€ 15.878



Appartement

	Gas basis	Gas + extra isolatie	Warmtepomp basis	Warmtepomp extra PV
TCO15 referentie	€20.691	€23.737	€18.385	€17.062
TCO15 geen subsidie	€20.691	€23.737	€21.631	€20.308
TCO15 hogere gasbelasting	€22.036	€24.561	€18.385	€17.062
TCO15 met koeling	€23.954	€27.000	€19.388	€18.065
TCO15 stopzetten salderen	€21.288	€23.950	€18.982	€17.907



Bijlage III Uitkomsten alle varianten met gevoeligheidsanalyse

Jaarlijkse lasten, initiële investering bij de bouw, TCO 15 en TCO 30 voor alle varianten, inclusief gevoeligheidsanalyse.

