



Planbureau voor de Leefomgeving

Voorbeeldberekeningen MAIS Vesta

Resultaten doorrekening WLO-scenario's

Concept 27 september 2016

Ruud van den Wijngaart, Steven van Polen en Bas van Bemmelen

CONCEPT

Contents

1. Inleiding.....	4
2. Scenario's en uitgangspunten.....	6
3. Rekenvarianten en beleidsinstrumenten.....	9
A.1 Energiebelasting en CO2-heffing	10
A.2 Subsidie op de investering.....	11
A.3 Subsidie op de geproduceerde warmte	12
A.4 Vaste warmteprijs voor de eindgebruiker.....	12
A.5 Lagere rendementseis voor publiek-private investeringen.....	12
A.6 Verplichte energieprestatie woningen en utiliteit	13
A.7 Warmte goedkoper dan aardgas (warmte 15% per geleverde eenheid goedkoper dan aardgas)	14
4. Resultaten op hoofdlijnen.....	15
4.1 Verhoging energiebelasting op aardgas (set 1)	15
4.1.1 Energiegebruik in GO in periode 2013 – 2050	15
4.1.2 Energiegebruik in GO in zichtjaar 2050.....	18
4.1.3 Warmtegebruik woningen in periode 2013 – 2050.....	20
4.1.4 Warmtegebruik woningen in periode 2013 – 2050, variant verhoging energiebelasting aardgas 0,50 euro/m3.....	22
5. Kosten actoren	27
5.1 Verhoging energiebelasting op aardgas (set 1)	27
5.1.1. Uitgaven eindgebruikers (inclusief gebouweigenaren) 2050	28
5.1.2 Uitgaven bestaande woninggebruiker 2050 (incl. Vergoeding renovatie en huurverlaging)	30
5.1.3 Uitgaven en inkomsten bestaande woningeigenaar 2050	32
5.1.4 Uitgaven bestaande woningen 2050 (totaal van woningeigenaren en –gebruikers.....	34
5.1.5 Uitgaven en inkomsten warmteleverancier 2050	36
5.1.6 Uitgaven en inkomsten gasnet periode 2013 – 2050, rekenvariant 0,50 euro/m3	38
5.1.7 Uitgaven en inkomsten elektriciteitsnet periode 2013 – 2050, rekenvariant 0,50 euro/m3	40
5.1.8 Inkomsten overheid 2050	42
6. Schilverbeteringen bestaande woningen	44
7. Aansluitingen warmtevoorziening bestaande woningen	48
Bijlage Specifieke kosten actoren	54

1. Inleiding

Met het Vesta model kunnen verkenningen worden gemaakt voor nationale en regionale beleidsmakers voor het vormgeven van nieuw beleid om de gebouwde omgeving te verduurzamen. Onder de gebouwde omgeving vallen onder meer woningen, kantoren, winkels en ziekenhuizen. In het MAIS project is op verzoek van het Ministerie van Economische Zaken het Vesta model verder ontwikkeld in samenwerking met stakeholders die opereren en besluiten nemen over energiebesparing en binnen de 'warmtemarkt'. Eén van de belangrijkste doelen van het MAIS project is om met het MAIS Vesta model de effecten van beleidsinstrumenten op actoren te kunnen bestuderen. Belangrijke actoren die worden onderscheiden zijn producenten, transporteurs, distributeurs, leveranciers, financiers alsmede eigenaren en gebruikers van gebouwen. Het MAIS Vesta model brengt het potentieel in kaart van gebouw- en gebiedsmaatregelen; rekent de effecten van beleidsinstrumenten door op de nationale kosten, het energieverbruik en de CO₂-en luchtmissies; brengt de business case van warmtebedrijven en gebouw-eigenaren in beeld alsmede de financiële gevolgen van de gebruikers van energie; tenslotte schets het model de gevolgen voor de infrastructuur van het warmte, gas- en elektriciteitsnet. Het model rekent zowel nationaal als regionaal en houdt rekening met lokale omstandigheden. Daarbij maakt het gebruik van ruimtelijke gegevensbestanden op gebouwniveau zoals de Basisregistratie Adressen en Gebouwen en het gecertificeerde energielabel van gebouwen van RVO en op gebiedsniveau over de lokale aanwezigheid van warmtebronnen.

Het MAIS Vesta model dat in eigendom is van PBL is gereed gekomen in september 2016. Het functioneel ontwerp is beschreven door CE Delft (CE Delft, 2016). De software is ontwikkeld door ObjectVision (ObjectVision, 2016). Er wordt momenteel gewerkt aan een expertschil zodat het model door deskundigen van stakeholders en advies- en onderzoeksbureaus kan worden gebruikt. De expertschil wordt financieel mede mogelijk gemaakt door NetbeheerNederland.

In de voorliggende notitie worden de resultaten van Voorbeeldberekeningen gepresenteerd die het nut en de werking van het MAIS Vesta model demonstreren. Deze kunnen dienen om onderzoeksvragen op te stellen ten behoeve van nieuwe beleidsvorming onder andere van de binnenkort te verschijnen Energieagenda.

Leeswijzer

Het Vesta model kan rekening houden met toekomstige economische, demografische en ruimtelijke ontwikkelingen. De projectgroep MAIS heeft er voor gekozen om hiervoor de scenario's van de CPB/PBL studie Welvaart en Leefomgeving (WLO) te gebruiken. Met behulp van de WLO uitgangspunten is een Referentiepad van de WLO scenario's vastgesteld in hoofdstuk 2. Vervolgens zijn rekenvarianten opgesteld waarmee beleidsinstrumenten worden doorgerekend. Deze worden beschreven in hoofdstuk 3. De resultaten worden op hoofdlijnen in hoofdstuk 4 gepresenteerd. Hierbij worden de effecten van de beleidsinstrumenten op de nationale kosten, de uitgaven aan energie, het energielabel van gebouwen, het energieverbruik en de CO₂- en luchtmissies toegelicht. De kosten van actoren worden in meer detail uitgewerkt in hoofdstuk 5. Deze geven inzicht in de relevante kostenposten en opbrengsten voor de businesscase van warmtebedrijven en gebouw-eigenaren en –gebruikers. Ook de financiële gevolgen voor de gas- en elektriciteitssector komen hier aan bod. Daarbij komen ook de kosten in beeld van het verwijderen van gasnetten

vanwege het verminderde gasgebruik en het verzwaren van de elektriciteitsnetten vanwege de toename van de elektrische warmtepompen.

DISCLAIMER

De Voorbeeldberekeningen van het MAIS Vesta model zijn - zoals eerder gezegd - bedoeld om het nut en de werking van het model te demonstreren. De notitie heeft als doel om een indruk te geven van de mogelijkheden van het model als analysetool voor verkenningen van en onderzoek naar de verduurzaming van de gebouwde omgeving. Het zijn echter NIET de resultaten van een studie met een bepaalde onderzoeksvraag en er kunnen daarom geen conclusies voor aanbevelingen omtrent de effectiviteit van beleidsinstrumenten worden getrokken. De notitie kan wel aanleiding zijn om onderzoeksvragen op te stellen die met het model kunnen worden onderzocht.

CONCEPT

2. Scenario's en uitgangspunten

Met het MAIS Vesta model worden verkenningen uitgevoerd voor de verduurzaming van de gebouwde omgeving en glastuinbouw. Voor de rekenvarianten met beleidsinstrumenten - die worden beschreven in het volgende hoofdstuk - zijn uitgangspunten nodig ten aanzien van toekomstige economische, demografische en ruimtelijke ontwikkelingen. Door een rekenvariant met nieuw (of verandert) beleid te vergelijken met een referentiep pad zonder het nieuwe (of veranderde) beleid kan het beleidseffect worden bepaald. De resultaten hiervan worden besproken in hoofdstuk 4 en 5. De rekenvariant en het referentiep pad moeten dan wel dezelfde uitgangspunten van de toekomstige economische, demografische en ruimtelijke ontwikkeling hanteren. De uitgangspunten en scenario's die hierbij zijn gebruikt worden in dit hoofdstuk besproken.

De projectgroep MAIS heeft er voor gekozen om uit te gaan van de ontwikkelingen van de scenario's van de CPB/PBL studie Welvaart en Leefomgeving (WLO). In de WLO kijken het CPB en het PBL vooruit naar de jaren 2030 en 2050. Hierbij zijn demografische en economische trends in beeld gebracht en ontwikkelingen in de fysieke leefomgeving geanalyseerd.

-----Tekstbox-----

De WLO-scenario's omvatten de belangrijkste onzekerheden op het gebied van klimaat en energie. Naast het mondiale klimaatbeleid zijn dat het luchtbeleid, de omvang van de voorraden fossiele brandstoffen, de technologische ontwikkeling, de aan- of afwezigheid van geopolitiek spanningen en daarmee de energievoorzieningszekerheid, de acceptatie van nieuwe technologie door de samenleving en de economische ontwikkeling. Van al deze onzekerheden is het mondiale klimaatbeleid in de WLO-studie de dominante onzekerheid: zonder mondiaal klimaatbeleid zal de emissie van broeikasgassen blijven stijgen en zal het aandeel van CO₂-arme energietechnologie miniem blijven; met klimaatbeleid zal wereldwijd de emissie van broeikasgassen dalen en kan CO₂-arme technologie de dominante vorm van energieopwekking worden.

De WLO-scenario's sluiten aan bij mondiale klimaatscenario's die op lange termijn leiden tot een mondiaal gemiddelde temperatuurstijging van 2,5-3 graden in het WLO-scenario Hoog en 3,5-4 graden in het WLO-scenario Laag. Het scenario Hoog veronderstelt dat alle toezeggingen in de VN-klimaatonderhandelingen van Parijs 2015 worden waargemaakt. Het streefdoel dat in Parijs is afgesproken gaat echter verder namelijk naar een beperkte stijging van 1,5 graad met als maximum toelaatbaar 2 graden.

-----einde tekstbox-----

Belangrijke trends en bevindingen van de WLO zoals over economische groei, bevolkingsgroei, temperatuurstijging door klimaatverandering en energieprijzen zijn uitgangspunt voor de MAIS berekeningen. In de WLO zijn twee referentiescenario's ontwikkeld: Laag en Hoog. Daarnaast is in de WLO voor het thema Klimaat en Energie een tweegradenvariant van het scenario Hoog ontwikkeld.

Belangrijke uitgangspunten voor de Referentiepaden van de scenario's Laag en Hoog in de Voorbeeldberekeningen die – tenzij anders vermeld - zijn overgenomen uit de WLO zijn:

- De ruimtelijke ontwikkeling van de woningvoorraad en de utiliteitsgebouwen. Onder invloed van de groei van de economie en de bevolking worden er woningen gesloopt en bijgebouwd. Door verandering van bedrijfsactiviteiten vindt er verandering plaats van de omvang en plaats van utiliteitsgebouwen. Speciaal voor de Voorbeeldberekeningen zijn de sloop en

nieuwbouw ruimtelijk geïmplementeerd in de geografische bestanden van het MAIS Vesta model. Nieuwbouw van gebouwen voldoet aan de eisen van bijna-energieneutrale gebouwen (BENG) zoals die zijn aangekondigd door de overheid onder invloed van het EU-beleid. De glastuinbouw is constant gehouden;

- De energieprijzontwikkeling van fossiele brandstoffen, biomassa en elektriciteit is overgenomen van de WLO;
- De CO₂-prijs die van toepassing is op de elektriciteitssector is overgenomen van de WLO.
- De huidig vastgestelde energiebelastingen zijn geldig in de gehele periode tot 2050. De opslag duurzame energie is tot 2030 overgenomen uit de NEV2015 en in de periode daarna constant gehouden;
- Voor de elektriciteit die wordt ingekocht van de elektriciteitssector wordt de CO₂-emissiefactor uit het WLO scenario gehanteerd. Deze neemt in het scenario Hoog sterker af dan in Laag omdat in het scenario Hoog een stringenter klimaatdoel wordt nagestreefd en gerealiseerd.
- Tevens wordt er rekening gehouden met een verminderde energievraag vanwege de stijging van de temperatuur door de klimaatverandering.

Tabel Uitgangspunten van de Referentiepaden van de WLO-scenario's in de Voorbeeldberekeningen

	WLO scenario	
	Laag	Hoog
Economische groei	laag	hoog
Bevolkingsgroei	laag	hoog
Temperatuurstijging	3,5 à 4	2,5 à 3
Energieprijzen (wereldhandel)	hoog	laag
Energieheffingen en -belastingen	vastgesteld beleid	
Stijging CO ₂ -prijs	klein	groot
Afname emissiefactor elektriciteit	klein	groot

In de WLO studie is met diverse modellen de energievraag en het –aanbod doorgerekend opdat de gekozen klimaatambitie wordt gerealiseerd. De WLO-studie beschouwde de omvang van de energievraag en de op hoofdlijnen de technieken van het energieaanbod. Er werd geen klimaat- en energiebeleid geanalyseerd waarmee de energiebesparingen en –technieken tot stand kwamen. In de Voorbeeldberekeningen wordt met het Vesta model nagegaan wat het effect van beleidsinstrumenten is op de energievraag en de technieken. Een essentieel verschil met de WLO is is dat in het Referentiepad van de Voorbeeldberekeningen alleen rendabele energiemaatregelen worden genomen. Met de rekenvarianten van de beleidsinstrumenten kan worden nagegaan in hoeverre zij kunnen bijdragen aan de realisatie van de klimaatambities. Voorbeelden van rekenvarianten die worden uitgewerkt in het volgende hoofdstuk zijn het verhogen van de energiebelastingen, een CO₂-heffing van toepassing op aardgas, subsidies, het verlagen van de rentevoet en het verplichten van een energiestaat van dienst. Bedacht moet echter worden dat het steeds om het technisch en/of economisch potentieel gaat. Er zijn geen gedragsreacties meegenomen.

Tenzij anders vermeld worden in de rekenvarianten de volgende maatregelen genomen indien ze rendabel zijn:

- Gebouwopties: rendabele maatregelen aan de schil van het gebouw (isolatie) en elektrische warmtepomp;
- Gebiedsopties: rendabele warmtenetten van geothermie, restwarmte, bio-WKK en WKO.

Voor sommige van deze maatregelen is ook nagegaan wat het effect is als ze sowieso worden genomen dat wil zeggen ongeacht of ze rendabel zijn of niet. Dat is ook gedaan voor de hybride warmtepomp, de zonneboiler en zonnecellen.

CONCEPT

3. Rekenvarianten en beleidsinstrumenten

Eén van de belangrijkste doelen van het MAIS project is om met het MAIS Vesta model de effecten van beleidsinstrumenten te kunnen doorrekenen. Ter illustratie van het beleid dat met het Vesta model kan worden doorgerekend zijn de volgende hoofdvarianten in overleg met het kernteam MAIS bepaald:

- A. Energiebelasting en CO₂-heffing
- B. Investeringsubsidie
- C. Subsidie warmteproductie
- D. Vaste warmteprijs
- E. Lagere discontovoet
- F. Verplichte energieprestatie woningen
- G. Warmteprijs lager dan aardgasprijs

Extra: hybride warmtepomp, zonneboiler en zon-PV (8)

Totaal 26 varianten (WLO scenario Laag en Hoog)

Waaronder Referentiescenario (= rendabel)

	Beleidsinstrument	Stimulans en evaluatie-inzicht
A	Energiebelasting en CO ₂ -heffing	Stimulans voor vermindering aardgasgebruik door energiebesparing en alle alternatieven voor warmtetechnieken zoals warmtepomp en warmtenetten
B	Investeringsubsidie	Stimulans voor investeringen op gebouwmaatregelen, warmtebronnen en warmtenetten
C	Subsidie warmteproductie	Stimulans voor warmteproductie door warmtebron, vergelijkbaar met subsidie duurzame energie (SDE)
D	Vaste warmteprijs	Geeft aan wat potentieel gebiedsopties is indien vaste warmteprijs voor eindgebruiker geldt
E	Lagere discontovoet	Geeft aan wat potentieel is indien investeerder lagere rentevoet hanteert vanwege structurele en duurzaamheidsoverweging en publiek-private financiering
F	Verplichte energieprestatie gebouwen	Stimulans voor energiebesparing door gebouweigenaren
G	Warmteprijs lager dan aardgas	De aansluiting op een warmtenet kan financieel aantrekkelijker worden gemaakt door de warmteprijs lager te maken dan de aardgasprijs
H	Diverse extra runs	Bepalen technisch potentieel en kosten hybride warmtepomp, zonneboiler en zonnecellen; daarnaast enkele gevoeligheidsanalyses

Voor iedere hoofdvariant zijn één of meerdere rekenvarianten doorgerekend, zie onderstaande tabel.

Hoofdvariant	Subvariant	Set
A Energiebelasting verhoging en CO2-heffing		
1	Verhoging energiebelasting op aardgas met € 0,25	1
2	Verhoging energiebelasting op aardgas met € 0,50 (op voorstel RVO)	1
3	Verhoging energiebelasting op aardgas met € 1,00 (op voorstel RVO)	1
4	Verhoging energiebelasting op aardgas met € 1,50 (op voorstel RVO)	1
5	Verhoging energiebelasting op aardgas met € 0,25 en een verlaging op elektriciteit met € 0,12	2
6	Invoering van een CO2 heffing op aardgas	2
B Subsidie op investering		
7	Subsidie van 40% op investeringskosten van schilverbetering door gebouweigenaar	3
8	Subsidie van 40% op investeringskosten warmteproducent	3
9	Subsidie van 40% op investeringskosten van transport en distributienetten	3
C Subsidie op de geproduceerde warmte		
10	Een vast subsidiebedrag (€ 5/GJ) per geleverde eenheid warmte aan de producent	3
D Vaste warmteprijs voor eindgebruiker		
11	Tarief van 63,2 €/GJ (komt overeen met 2 euro/m3)	10
E Lagere rendementeis voor publiek-private investeringen		
12	Rentevoet van 0 % i.p.v. 6 % voor warmtetransport en distributie	4
F Verplichte energieprestatie opleggen voor Woningen en Utiliteit		
13	Verplichting 'Hoog-niveau+elektrische Warmtepomp' (Nul op de Meter)	5
14	Geen verplichting, met warmtenet	5
15	Verplichting 'Midden-niveau' overeenkomend met voorheen E-label B, met warmtenet	5
16	Verplichting 'Hoog-niveau' overeenkomend met voorheen E-label A+, met warmtenet	5
G Warmte goedkoper dan aardgas (warmte 15% per geleverde eenheid goedkoper dan aardgas)		
17	Idem bij verhoging energiebelasting op aardgas met € 0,25 (op voorstel RVO)	6
18	Idem bij verhoging energiebelasting op aardgas met € 0,50 (op voorstel RVO)	6
19	Idem bij verhoging energiebelasting op aardgas met € 1,00 (op voorstel RVO)	6
20	Idem bij verhoging energiebelasting op aardgas met € 1,50 (op voorstel RVO)	6
Extra		
21	Variant A2 (verhoging met € 0,50/m3) waarbij restwarmte als 1e prioriteit wordt geselecteerd	7
22	Rentevoet bedrijven en eindgebruikers is 2% lager dan default	4
23	Nummer 15 met de aanpassing dat in 2020 de hWP aan gaat voor alle labels	8
24	Nummer 16 met de aanpassing dat in 2020 de hWP aan gaat voor alle labels	8
25	Nummer 14 met zon-PV aan, waarbij in 2020 0.25 tot 1 in 2050	9
26	Nummer 14 met zonneboiler aan, waarbij in 2020 0.25 tot 1 in 2050	9
27	Variant A2 (verhoging met € 0,50/m3) waarbij WKO als 1e prioriteit wordt geselecteerd	7

A.1 Energiebelasting en CO2-heffing

De energiebelasting en de CO2-heffing kunnen een grote impact hebben op het verminderen van het aardgasgebruik door energiebesparing en de overschakeling van gasketels naar warmtepompen en warmtenetten. Om het effect te bepalen zijn zes rekenvarianten opgesteld:

- in vier varianten wordt de energiebelasting op aardgas stapsgewijs tot en met 2050 verhoogd, zie onderstaande tabel. De verhoging geldt voor alle schijven van het aardgasgebruik dwz zowel het kleinverbruik als het midden- en grootgebruik;

Tabel Verhoging van de energiebelasting op aardgas (euro/m3).

	Verhoging energiebelasting (euro/m3)			
variant	2020	2030	2040	2050
1	0,05	0,10	0,20	0,25
2	0,10	0,20	0,40	0,50
3	0,20	0,40	0,80	1,00
4	0,30	0,60	1,20	1,50

- b) in één variant wordt de energiebelasting deels verschoven dwz een verhoging van de energiebelasting op aardgas en een verlaging op elektriciteit, zie onderstaande tabel. De verschuiving geldt voor alle schijven van het aardgasgebruik dwz zowel het kleinverbruik als het midden- en grootgebruik;

Tabel Aardgas- en elektriciteitsprijzen (incl BTW) en – belasting (excl BTW) kleinverbruik in 2016, wijziging van de energiebelasting (exclusief BTW)

Variant 5		Prijs incl BTW (Milieucentraal, prijspeil 2016)	Energiebelasting exclusief BTW (prijspeil 2010)	
		2010	Referentie	Verschuiving
Aardgas	Euro/m ³	0,65	0,23	+0,25
Elektriciteit	Euro/kWh	0,19	0,09	-0,06

- c) tenslotte wordt in de zesde variant een CO₂-heffing op aardgas ingevoerd. De CO₂-heffing komt overeen met de CO₂-prijs van de ETS-sector. De CO₂-prijs van de WLO scenario's staat in onderstaande tabel.

	CO ₂ -prijs ETS sector (euro/ton)	
	WLO Laag	WLO Hoog
2015	4	4
2030	15	40
2050	40	160

Voor de volledigheid vermelden we dat in het WLO tweegradenscenario de CO₂-prijs toeneemt tot 100 – 500 euro per ton CO₂ in 2030 en 200 – 1000 euro per ton CO₂ in 2050. Volgens de inzichten van de auteurs van de WLO passen de CO₂-prijzen aan de onderkant van deze bandbreedte waarschijnlijk het best bij een Nederlandse en Europese CO₂-reductiedoelstelling van 80 procent in 2050. Prijzen aan de bovenkant van de bandbreedte komen in beeld als de emissies vanaf 2050 omlaag moeten met 95v procent en meer.

A.2 Subsidie op de investering

Subsidie kan worden gegeven op de investeringen van de gebouw- en gebiedsmaatregelen. Bij de gebouwmaatregelen kan onderscheid worden gemaakt in schilverbeteringen, zonPV en zonneboiler. Bij de gebiedsmaatregelen kan onderscheid worden gemaakt in warmtebron, warmtetransport, warmtedistributie en in pandige investeringen. Bij de opwekking van warmte kan desgewenst nog onderscheid worden gemaakt naar warmtebron te weten restwarmte, geothermie, WKO, bio-WKK en wijk-WKK.

Als voorbeeld zijn de volgende varianten doorgerekend:

- de subsidie van 40% op de investering in schilverbetering van het gebouw (variant nummer 7). Het betreft de isolatiemaatregelen van de schil en elektrische warmtepomp;
- de subsidie van 40% op de investering in de warmtebron (nummer 8). Hierbij komen alle warmtebronnen voor subsidie in aanmerking;

- c) de subsidie van 40% op de investeringen in de transport- en distributienetten (nummer 9).

A.3 Subsidie op de geproduceerde warmte

Op de geproduceerde warmte door de warmtebron bijvoorbeeld geothermie kan subsidie worden verleend op de geleverde warmte. De subsidie is een vast bedrag per geleverde eenheid warmte (euro/GJ) aan het warmtenet. In de Voorbeeldberekeningen wordt een subsidiebedrag van 5 euro/GJ gegeven voor de warmte geleverd door de warmtebronnen geothermie, restwarmte en bio-WKK (variant nummer 10).

A.4 Vaste warmteprijs voor de eindgebruiker

Standaard wordt de warmteprijs, die de eindgebruiker betaald, bepaald door het Vesta model op basis van het (niet-meer-dan-anders (NMDA) principe. Als alternatief voor het NMDA tarief kan de gebruiker van het Vesta model een vaste warmteprijs opgeven waartegen de eindgebruikers de warmte uit het warmtenet moet inkopen. In de Voorbeeldberekeningen is in een variant (nummer 11) de vaste warmteprijs voor de eindgebruiker doorgerekend met het tarief van 63,2 euro/GJ. Dit komt overeen met een equivalent aardgastarief van 2 euro/m³, zie onderstaande tabel. Om de warmteprijs te vergelijken met de aardgasprijs in kubieke meters is de warmteprijs tevens gegeven in euro per kubieke meter equivalent.

Tabel Equivalente tarieven van aardgas en warmte geleverd door een warmtenet.

Aardgas	euro/m ³	0,8	0,9	1,0	2,0
Warmte	euro/GJ	25,3	28,4	31,6	63,2

A.5 Lagere rendementseis voor publiek-private investeringen

Vanwege enerzijds structurele en duurzaamheidsoverwegingen en anderzijds publiek-private financiering kunnen in de praktijk een lagere rentevoet door investeerders worden gebruikt dan in het Vesta model standaard wordt aangenomen. Het Vesta model houdt rekening met de rentevoet voor discontering van investeringen in de rentabiliteitsberekeningen en de bepaling van de maatschappelijke- en eindgebruikerskosten. De volgende discontovoeten worden gehanteerd, conform de VROM-methodiek [Ref]:

Voor bepaling van eindgebruikerskosten:

Opwekker:	6%
Transporteur:	6%
Distributeur (in-/uitpandig):	6%
Leverancier:	6%
Gebouweigenaar	
Huishouden:	5,5%
Utiliteit:	8%
Glastuinbouw:	8%
Gebouwgebruiker	
Huishouden:	5,5%
Utiliteit:	8%
Glastuinbouw:	8%

Voor bepaling van de nationale kosten: 4%.

De bovenstaande discontovoeten zijn door de gebruiker van het Vesta model desgewenst te variëren. Merk overigens op dat de energiebedrijven bij de afweging van warmte- en koudenetten op een default-discontovoet van 6% is gebaseerd. Dat is gebaseerd op discussies rond het 'redelijk rendement' op dit soort laag-risico-investeringen in netwerk-projecten voor gebonden klanten. Als default in de VROM-methodiek wordt voor zakelijke investeringen een discontovoet van 8% aangehouden, daarvan wordt hier bewust afgeweken; in runs kan deze default, zoals gezegd, worden gewijzigd door de gebruiker van het model.

In de Voorbeeldberekeningen is een variant (nummer 12) doorgerekend met een rentevoet van 0% voor zowel transport- als distributienet.

A.6 Verplichte energieprestatie woningen en utiliteit

In voorgaande varianten zijn schilverbeteringen van gebouwen genomen en de vervanging van de gasketel door de elektrische warmtepomp is gedaan bij alle gebouwen waarbij dit rendabel is. In de volgende varianten wordt de schilverbetering van het gebouw en de overstap naar de elektrische warmtepomp opgelegd om het technisch potentieel en de kosten van een verplichting te berekenen. Voor de schil van het gebouw (vloer, gevel en dak) is isolatie mogelijk dat leidt tot een middelmatige of hoge energiebesparing. Het laatste geval kan worden aangevuld met een elektrische warmtepomp. Dit komt overeen met de volgende niveaus:

1. Het 'midden' niveau komt overeen met de isolatiewaarde van gemiddeld $R_c = 2,5$ tot à $3,0 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ voor vloer, gevel en dak ($EPC \approx 0,8$; $EI = 1,1$ tot $1,5$; voorheen energielabel B).
2. Het 'hoog' niveau komt overeen met de isolatiewaarde van gemiddeld $R_c = 5,0 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ voor vloer, gevel en dak; $EPC \leq 0,4$; $EI \leq 0,5$; voorheen energielabel A++).
3. Het 'hoog met elektrische warmtepomp' niveau vult het 'hoog' niveau aan met een elektrische warmtepomp. Deze gebouwen worden daarbij geschikt gemaakt voor ruimteverwarming met een elektrische warmtepomp door het vervangen van de bestaande radiatoren door een laag temperatuur afgiftesysteem.

In onderstaande tabellen staan de energieprestatie en de varianten met verplichte energieprestatie en het jaar waarop de verplichting ingaat.

Tabel Energieprestaties

Energieprestatie	Afkorting
Midden	Label B
Hoog	Label A+
Hoog met elektrische warmtepomp	Label A+/eWP

Tabel Varianten verplichte energieprestatie met periode waarop verplichting ingaat.

	2020	2040
Verplicht midden (variant 13)	Label B	Label B
Verplicht hoog (variant 15)	Label B	Label A+
Verplicht hoog met eWP (variant 16)	Label B	Label A+/eWP

Het model legt op alle gebouwen de verplichte energieprestatie op. Bovendien wordt het warmtenet aangelegd als het rendabel is. Bij de variant 'hoog met elektrische warmtepomp' (Label

A+/eWP) wordt echter geen warmtenet aangelegd om het effect te laten zien als alle gebouwen een elektrische warmtepomp krijgen.

A.7 Warmte goedkoper dan aardgas (warmte 15% per geleverde eenheid goedkoper dan aardgas)

Om de aansluiting op een warmtenet financieel aantrekkelijker te maken voor de gebruiker zijn Voorbeeldberekeningen (varianten nummer 17 t/m 20) uitgevoerd waarbij de warmteprijs 15% voordeliger is dan aardgas, het zogenoemde NMDA tarief. Dit is gedaan terwijl ook de energiebelasting van aardgas wordt verhoogd. De verhoging van de energiebelasting is hetzelfde als in de varianten 1 t/m 4 (zie onderdeel A.1.a) waarbij de energiebelasting van aardgas stapsgewijs wordt verhoogd variërend van 0,25 euro/m³ tot 1,50 euro/m³ in 2050.

4. Resultaten op hoofdlijnen

Resultaten op hoofdlijnen worden in dit hoofdstuk gegeven voor de uitgaven van eindgebruikers, nationale kosten, energievraag en-aanbod en CO₂-emissie van de gebouwde omgeving. Als voorbeeld wordt in sommige gevallen voor woningen apart informatie gegeven. De eerste set die is doorgerekend betreft de verhoging van de energiebelasting. Voor deze set bespreken we de resultaten op hoofdlijnen in paragraaf 4.1. Van de overige sets worden de hoofdpunten besproken in paragraaf 4.2.

4.1 Verhoging energiebelasting op aardgas (set 1)

De resultaten op hoofdlijnen zijn weergegeven in vier figuren.

In de eerste drie figuren worden alle rekenvarianten uit set 1 met elkaar vergeleken. In de laatste figuur wordt ingezoomd op deelindicatoren van één rekenvariant.

1. energiegebruik in GO in periode 2013 – 2050

De eerste figuur schetst de ontwikkeling van het energiegebruik in de periode 2013 – 2050. Dit wordt gedaan voor de nationale kosten, uitgaven, energievraag en CO₂-emissie van het energiegebruik;

2. energiegebruik in GO in zichtjaar 2050

De tweede figuur schetst de samenstelling van het energiegebruik in het zichtjaar 2050. Dit wordt gedaan voor de uitgaven, energievraag en CO₂-emissie van het energiegebruik;

3. warmtegebruik woningen in periode 2013 – 2050

De derde figuur schetst de ontwikkeling van het warmtegebruik van woningen in de periode 2013 – 2050. Hierbij komen achtereenvolgens aan bod: de warmtevraag van alle woningen en alleen bestaande woningen en het gasgebruik respectievelijk de warmtelevering door warmtenetten van (alle) woningen;

4. warmtegebruik woningen in periode 2013 – 2050, variant verhoging energiebelasting aardgas 0,50 euro/m³

De laatste figuur schetst de ontwikkeling van het warmtegebruik van woningen in de periode 2013 – 2050 voor de rekenvariant verhoging energiebelasting aardgas met 0,50 euro/m³. Hier worden de warmtevraag, de warmtelevering door gebiedsopties en het warmteaanbod geschetst.

4.1.1 Energiegebruik in GO in periode 2013 – 2050

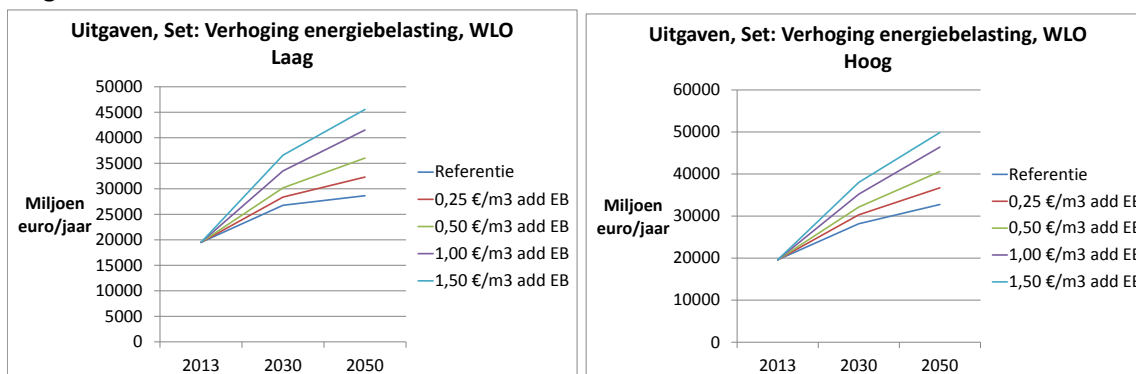
Resultaten op hoofdlijnen voor de volgende grootheden:

- Uitgaven
 - *Referentiepad*: De uitgaven van de eindgebruikers nemen in het Referentiepad toe van 20 miljard euro in het startjaar naar circa 29 tot 32 euro miljard euro in 2050. De kostentoeename wordt veroorzaakt door de stijging van de energieprijzen in het scenario WLO-Laal. In het scenario WLO-Hoog neemt daarnaast de warmte- en elektriciteitsvraag toe waardoor de kosten extra stijgen;
 - *Verhoging energiebelasting*: De kosten van de eindgebruikers nemen extra toe naarmate de energiebelasting op aardgas hoger wordt;
- Nationale kosten

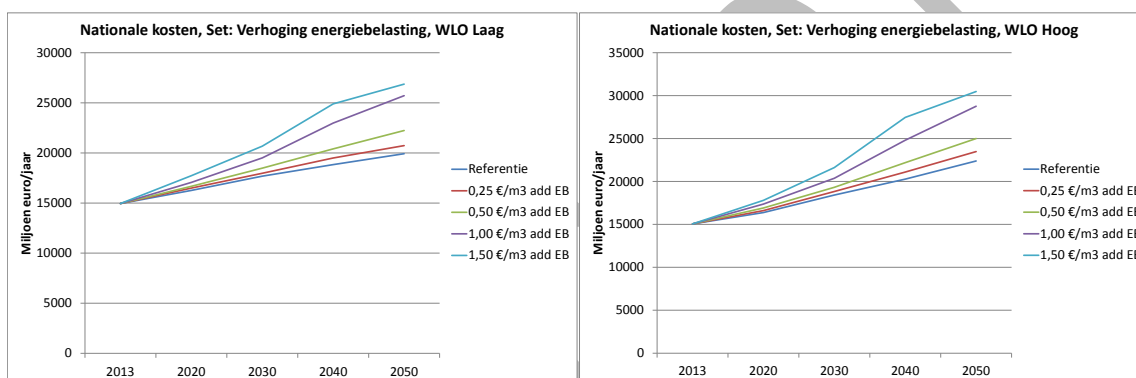
- *Referentiepad:* De nationale kosten nemen evenals de kosten van de eindgebruikers toe in het Referentiepad om dezelfde redenen (stijging van de energieprijzen en volumegroei in het scenario WLO-Hoog).
- *Verhoging energiebelasting:* De nationale kosten in de varianten met de verhoging van de energiebelasting zijn hoger dan in het Referentiepad omdat duurdere energiemaatregelen voor de eindgebruiker rendabel worden bij hogere energiebelasting.
- Warmte- en elektriciteitsvraag
 - *Referentiepad:* De warmte- en elektriciteitsvraag neemt af in het Referentiepad van het scenario WLO-Laaag doordat energiebesparing rendaler wordt vanwege de stijging van de aardgasprijs. In het Referentiepad van het scenario WLO Hoog neemt de warmtevraag toe omdat er minder energie wordt bespaard vanwege de minder grote stijging van de aardgasprijs dan in Laag. Bovendien is de volumegroei groter dan in Laag. De volumegroei wordt veroorzaakt door de grotere groei van de bevolking en de economie waardoor het aantal woningen en utiliteitsgebouwen meer toeneemt dan in Laag. De elektriciteitsvraag voor apparaten en verlichting per volume-eenheid (woning, bvo m2 voor utiliteit en hectare glastuinbouw) is in beide scenario's gelijk gehouden.
 - *Verhoging energiebelasting:* Naarmate de energiebelasting op aardgas hoger is, is de warmte- en elektriciteitsvraag minder. De hogere energiebelasting op aardgas heeft geen effect op de elektriciteitsvraag van apparaten en verlichting.
- CO2-emissie
 - *Referentiepad:* De CO2-emissie van woningen, utiliteit en glastuinbouw neemt in het Referentiepad van de scenario's Laag en Hoog af van 55 Mton CO2 in het startjaar tot 28 Mton in Laag respectievelijk 23 Mton in Hoog. In het scenario WLO Laag wordt de CO2-emissiedaling veroorzaakt door zowel een daling van de energievraag als het schoner worden van de elektriciteit. In beide scenario's is de elektriciteit al flink schoner in 2030 dan in het startjaar. In het scenario Hoog is de daling van de CO2-emissie groter dan in Laag ondanks het feit dat de energievraag groeit. De sterkere CO2-emissiedaling wordt dan ook volledig veroorzaakt door de zeer schone elektriciteit in het scenario WLO-Hoog, waar de klimaatambitie het hoogst is. Het schoonmaken van elektriciteit is namelijk één van de goedkoopste CO2-reductiemaatregelen vergeleken met maatregelen van andere sectoren.
 - *Verhoging energiebelasting:* In de varianten met een verhoging van de energiebelasting op aardgas neemt de CO2-emissie verder af naarmate de verhoging groter is. Naast de vermindering van de warmtevraag speelt de vervanging van aardgas door elektrische warmtepompen en warmtenetten een belangrijke rol. Bij een verhoging van de energiebelasting met 1,50 euro/m3 neemt de CO2-emissie af van 55 Mton in het startjaar tot 13 Mton in 2050 in het scenario WLO Laag en 8 Mton in het scenario WLO Hoog. Het verschil tussen Laag en Hoog wordt vooral veroorzaakt door de schonere elektriciteit in Hoog.

Figuur energiegebruik in GO in periode 2013 – 2050

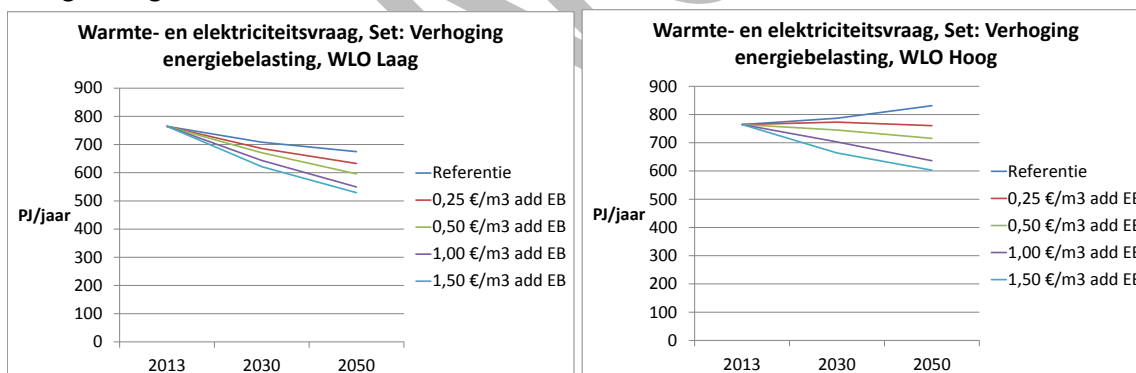
Uitgaven



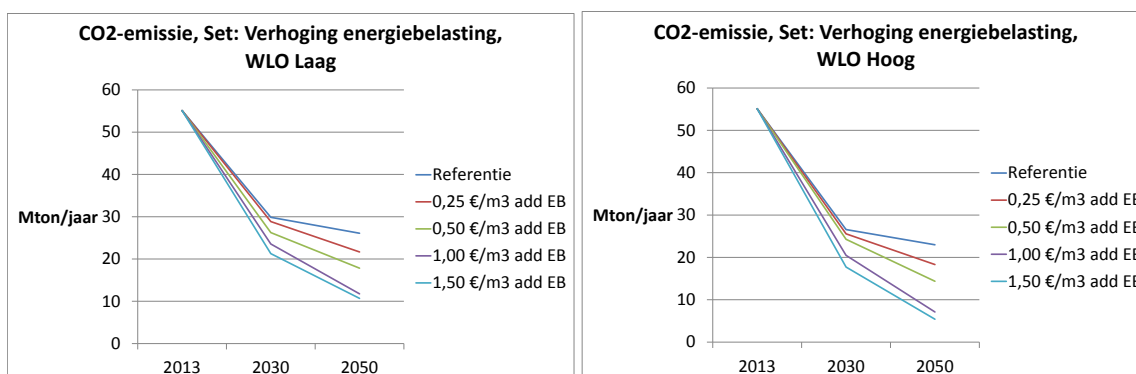
Nationale kosten



Energievraag



CO2-emissie



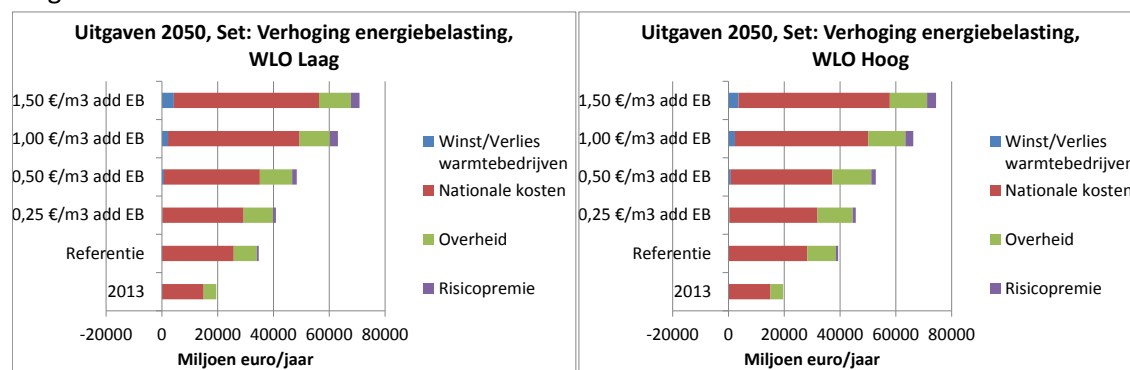
4.1.2 Energiegebruik in GO in zichtjaar 2050

Resultaten op hoofdlijnen voor de samenstelling van grootheden:

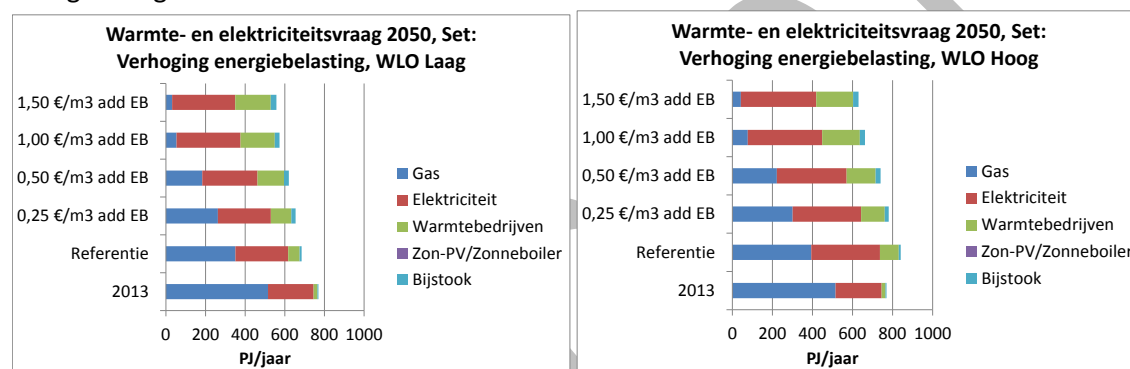
- Uitgaven
 - *Referentiep道*: De uitgaven van de eindgebruikers in 2050 zijn substantieel hoger dan in het startjaar vanwege de groei van het volume zoals hierboven is besproken. De nationale kosten en uitgaven aan de overheid zijn in gelijke mate toegenomen.
 - *Verhoging energiebelasting*: hoe groter de verhoging van de energiebelasting hoe hoger de uitgaven van de eindgebruikers. Zowel de nationale kosten als de uitgaven aan de overheid nemen toe. De toename van de nationale kosten wordt veroorzaakt door de investeringen in de energiemaatregelen. De toename van de uitgaven aan de overheid bestaat uit de hogere energiebelasting op aardgas. Bij de grootste verhogingen wordt de risicopremie van de energiemaatregelen zichtbaar vanwege de grote omvang van de investeringen in energiebesparing en warmtenetten. De risicopremie is de rentetoeslag die investeerders (gebouweigenaren en warmtebedrijven) betalen bovenop de nationale kosten. Tenslotte wordt ook de winst van de warmtebedrijven zichtbaar bij de grootste verhogingen van de energiebelasting. De hoge winst wordt veroorzaakt doordat de warmte wordt verkocht tegen het aardgastarief volgens het NMDA principe. Doordat de energiebelasting sterk is verhoogd, is het aardgastarief dus sterk gestegen terwijl op de geleverde warmte geen energiebelasting wordt geheven. Het verhoogde tarief werkt op deze manier in het voordeel van de warmtebedrijven.
- Warmte- en elektriciteitsvraag
 - *Referentiep道*: In het Referentiep道 van de scenario's WLO Laag en WLO Hoog neemt de elektriciteitsvraag toe vanwege de volumegroei. Opvallend is dat de gasvraag in beide scenario's afneemt hetgeen wordt veroorzaakt door enerzijds rendabele energiebesparing en anderzijds toename van warmtenetten.
 - *Verhoging energiebelasting*: Naarmate de verhoging van de energiebelasting op aardgas groter is, is het gasgebruik van de eindgebruikers lager. Dit wordt veroorzaakt door een toename van zowel energiebesparing als warmtenetten. Voor een deel wordt het lagere gasgebruik van de eindgebruikers teniet gedaan door een toename van de bijstook van warmtenetten. Ook de elektriciteitsvraag neemt in sommige gevallen toe vanwege de toename van elektrische warmtepompen en WKO.
- CO2-emissie
 - *Referentiep道*: In het Referentiep道 van zowel Laag als Hoog is de CO2-emissie in 2050 substantieel lager dan in het basisjaar. Belangrijkste oorzaak is het schoner worden van de elektriciteit, zie vorige paragraaf. Daarnaast is de gasvraag van eindgebruikers afgenomen, zie vorige punt.
 - *Verhoging energiebelasting*: Naarmate de verhoging van de energiebelasting op aardgas groter is, is de CO2-emissie in 2050 lager door het lagere gasgebruik van de eindgebruikers. De gebiedsopties hebben bijna geen CO2-emissie behalve de bijstook van de warmtenetten.

Figuur energiegebruik in GO in zichtjaar 2050

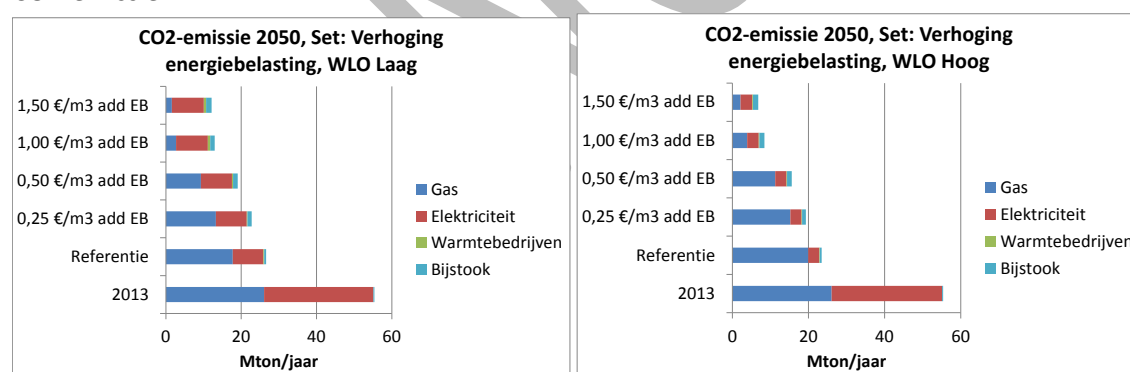
Uitgaven



Energievraag



CO2-emissie



4.1.3 Warmtegebruik woningen in periode 2013 – 2050

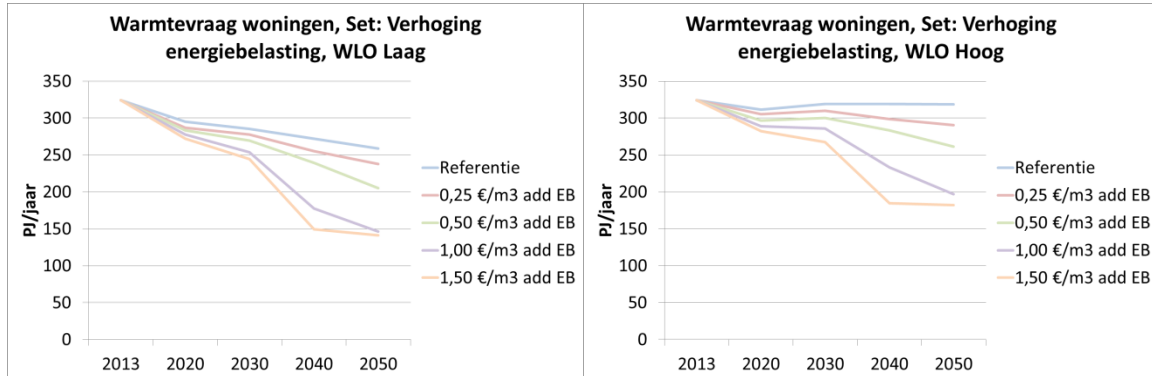
We zoomen nu in op de woningen voor de ontwikkeling in de periode van het startjaar (2013) tot 2050:

- **Warmtevraag**
 - *Referentiepads:* In het Referentiepads van scenario WLO Laag neemt de warmtevraag van woningen in de periode van het startjaar tot 2050 af door sloop en energiebesparing van bestaande woningen. De totale woningvoorraad neemt wel toe door energiezuinige nieuwbouw. In WLO Hoog blijft de warmtevraag tot 2050 min of meer op het niveau van het startjaar. De warmtevraag van bestaande woningen in Hoog is nagenoeg gelijk aan Laag. Weliswaar is de sloop groter in Hoog maar er wordt door de resterende woningen minder energie bespaard vanwege de minder gestegen aardgasprijs in Hoog ten opzichte van Laag. Ondanks het feit dat de nieuwbouw energiezuinig is, komen er zo veel nieuwe woningen bij in de periode tot 2050 dat zij de afname van de warmtevraag van de bestaande woningen te niet doen.
 - *Verhoging energielasting:* Naarmate de verhoging van de energielasting groter is, is de warmtevraag minder door grotere energiebesparing. Het verschil tussen de verhoging van 1 euro/3 en 1,50 euro/m³ is gering omdat veel woningen de maximale energiebesparing hebben gerealiseerd bij de verhoging met 1 euro/m³.
- **Gasverbruik**
 - *Referentiepads:* Door de toename van warmtenetten en met name WKO in de nieuwbouw neemt het gasverbruik meer af dan de warmtevraag in WLO Laag. Opvallend is de daling van het gasverbruik in de periode tot 2050 in WLO Hoog terwijl in dit scenario de warmtevraag niet afneemt tot 2050. Dit komt door het grote aandeel nieuwbouw met WKO.
 - *Verhoging energielasting:* Naarmate de verhoging van de energielasting groter is, is het gasverbruik lager. Oorzaken zijn de afname van de warmtevraag (zie vorige punt), de toename van warmtenetten en de elektrische warmtepomp. Bij de verhoging van 1,50 euro/m³ is er vrijwel geen gasverbruik meer in 2050.
- **Warmtelevering gebiedsopties**
 - *Referentiepads:* In het Referentiepads verdrievoudigd de warmtelevering van warmtenetten aan woningen in het scenario WLO Laag en verzesvoudigd het in WLO Hoog. Het grootste aandeel van de warmtelevering wordt geleverd door WKO in de nieuwbouw. Daarnaast is er een bescheiden toename van restwarmte, geothermie en bioWKK ten opzichte van het startjaar.
 - *Verhoging energielasting:* De verhoging van de energielasting op aardgas met 0,50 euro/m³ zorgt voor een toename van de warmtelevering door de gebiedsopties in WLO Laag. In WLO Hoog leidt de verhoging van de energielasting echter niet of nauwelijks tot extra warmtelevering vergeleken met het Referentiepads. Door de verhoging van de energielasting in dit scenario vindt wel extra uitbreiding van warmtenetten plaats maar wordt er ook meer energie bespaard waardoor de levering per woning minder is. De warmtelevering is bij de verhoging van 1,50 euro/m³ ongeveer hetzelfde als bij 1,00 euro/m³. Weliswaar is in meer gebieden een warmtenet rendabel bij de grootste verhoging van de energielasting maar is

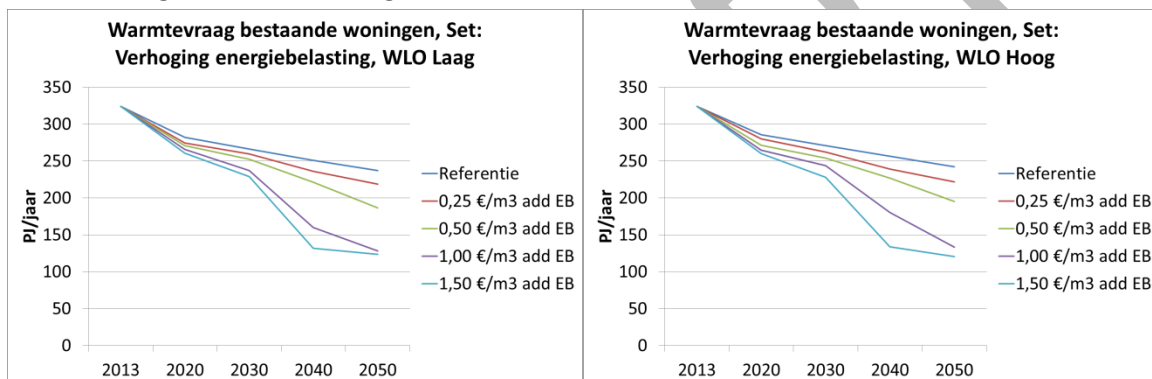
de warmtelevering per gebied kleiner omdat er meer energie wordt bespaard en er meer woningen een elektrische warmtepomp krijgen.

Figuur warmtegebruik woningen in periode 2013 – 2050

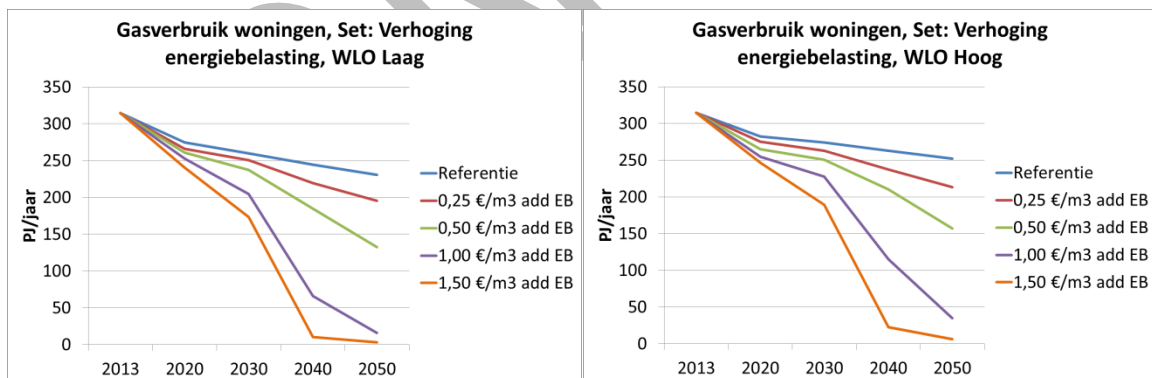
Warmtevraag



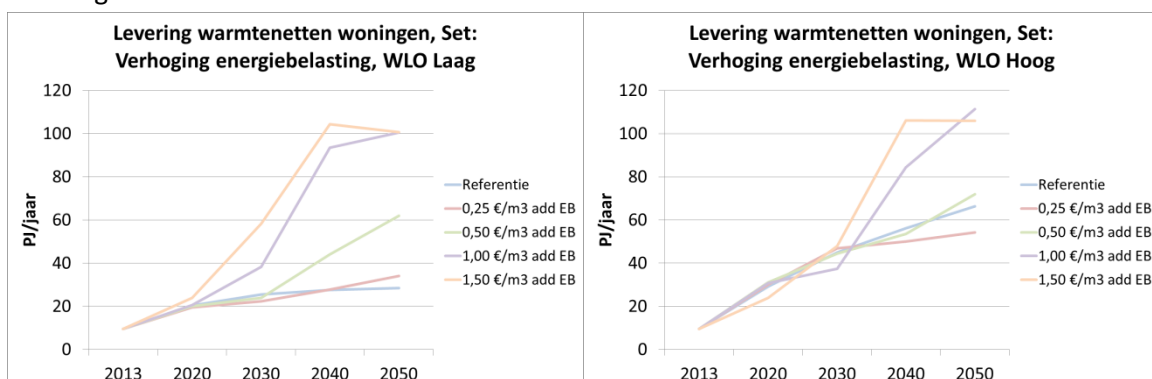
Warmtevraag bestaande woningen



Gasverbruik



Levering warmtenetten



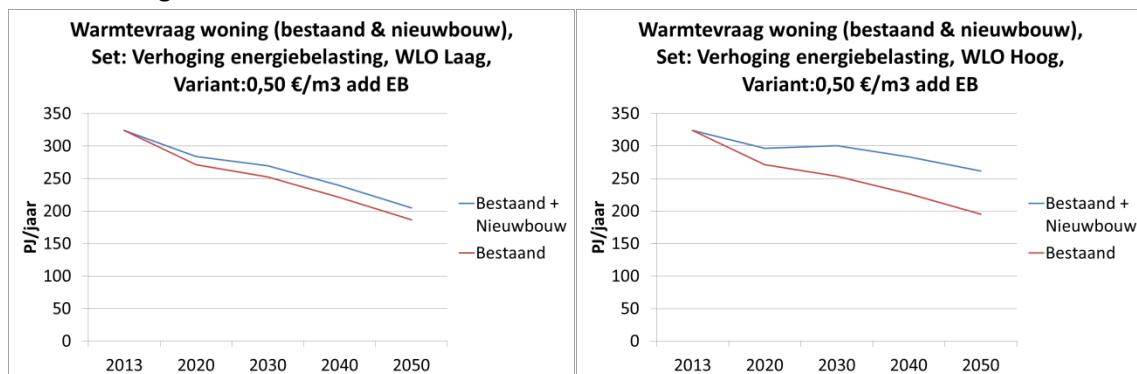
4.1.4 Warmtegebruik woningen in periode 2013 – 2050, variant verhoging energiebelasting aardgas 0,50 euro/m³

Hieronder wordt voor één variant ingezoomd op de ontwikkeling van deelindicatoren in de periode van het startjaar tot 2050:

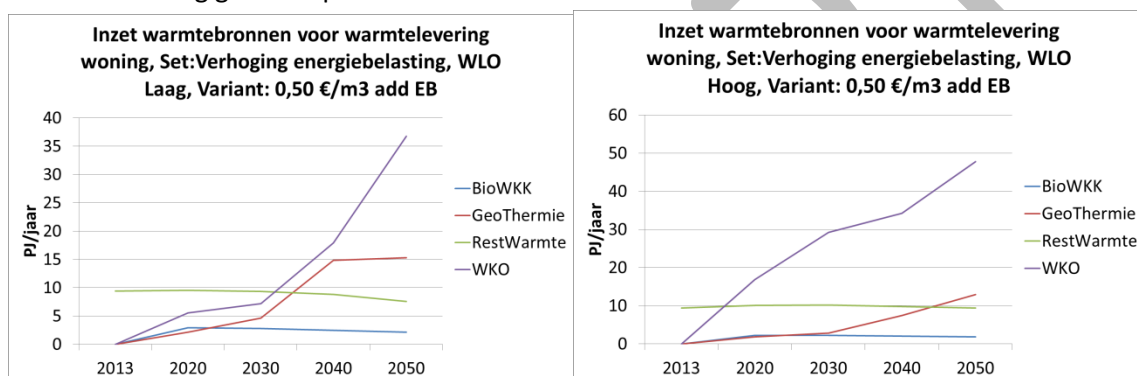
- **Warmtevraag**
 - De warmtevraag van bestaande woningen in 2050 is in WLO Laag ongeveer hetzelfde als in WLO Hoog. De sloop is in WLO Hoog groter maar de energiebesparing is kleiner vanwege de lagere aardgasprijs.
 - De warmtevraag van bestaand en nieuwbouw samen is in WLO Hoog groter in 2050 vanwege het grotere volume van de nieuwbouw.
- **Warmtelevering gebiedsopties**
 - De warmtelevering van WKO neemt in WLO Hoog sterker toe dan in WLO Laag vanwege de grotere volumegroei van nieuwbouw in WLO Hoog.
 - De warmtenetten van restwarmte breiden noch in WLO Laag noch in WLO Hoog uit. Maar de warmtelevering neemt in WLO Laag iets meer af omdat door de hogere aardgasprijs er meer energie wordt bespaard in WLO Laag.
 - De warmtelevering van geothermie groeit in WLO Laag sterker in dan in WLO Hoog vanwege de hogere aardgasprijs in WLO Laag.
 - De warmtenetten van BioWKK breiden na 2020 niet meer uit vanwege de stijging van de biomassaprijs.
- **Warmteaanbod**
 - De woningvoorraad wordt energiezuiniger in de periode tot 2050 waardoor - ondanks de toename van het aantal woningen - de warmtevraag afneemt. In het scenario WLO Hoog is de warmtevraag groter dan in WLO Laag (zie hierboven).
 - Het gasgebruik wordt deels vervangen door elektrische warmtepompen en warmtelevering van gebiedsopties. In het WLO Hoog scenario nemen de elektrische warmtepompen en de warmtenetten meer toe vanwege de grotere omvang van de nieuwbouw. De warmtenetten van de bestaande bouw nemen ook in WLO Hoog meer toe omdat er minder energie wordt bespaard door de lagere aardgasprijs in WLO Hoog dan in WLO Laag.

Figuur warmtegebruik woningen in periode 2013 – 2050, variant verhoging energiebelasting aardgas 0,50 euro/m3

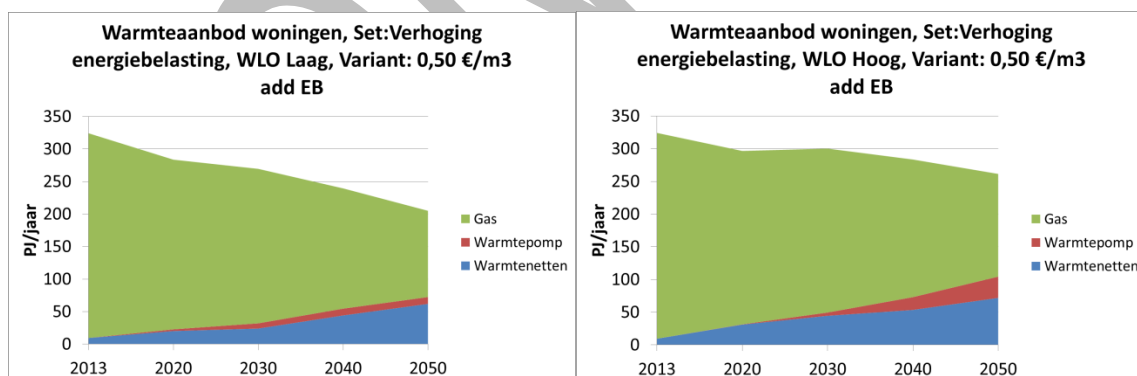
Warmtevraag



Warmtelevering gebiedsopties



Warmteaanbod



4.2 Overige beleidsinstrumenten

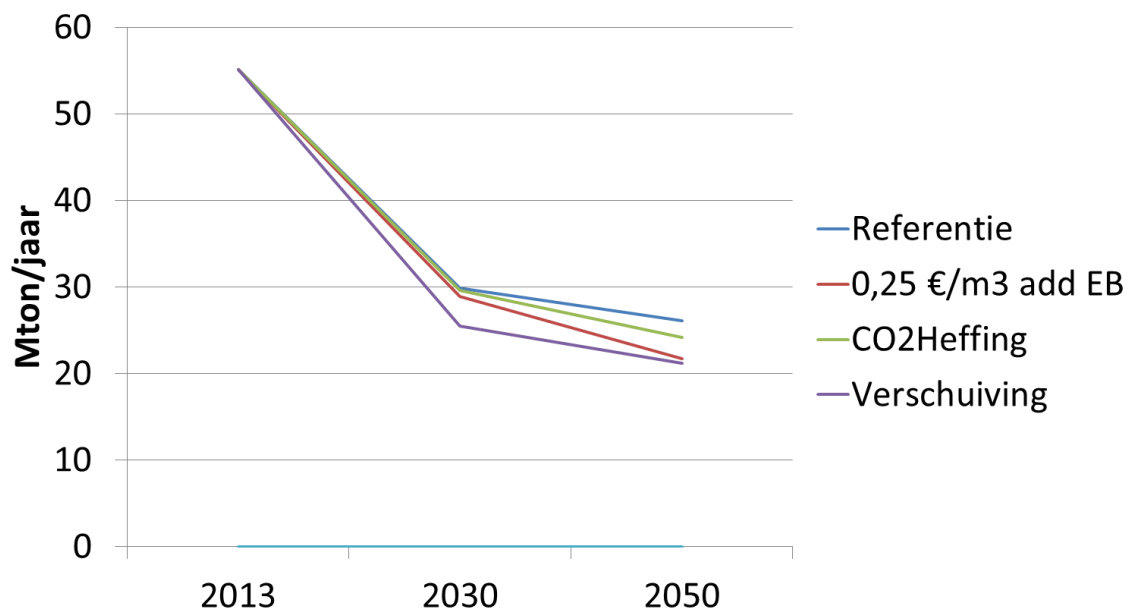
Voor de rekenvarianten van de overige beleidsinstrumenten behandelen we enkele resultaten die sterk afwijken van de vorige paragraaf of om andere redenen illustratief zijn. (Andere voorbeelden worden later toegevoegd)

4.2.1 Verschuiving energielasting en CO₂-heffing

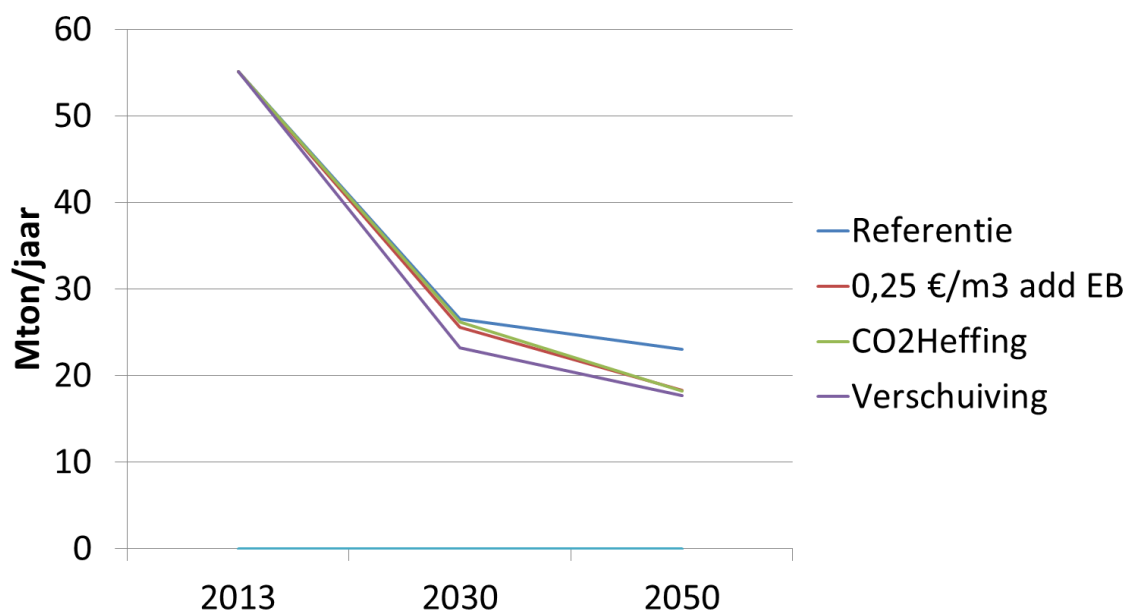
De verschuiving van de energielasting van elektriciteit (verlaging met -0,06 euro/kWh) naar aardgas (verhoging met 0,25 euro/m³) heeft een groter effect op de CO₂-emissie in 2030 en 2050 dan de verhoging van de energielasting met 0,25 euro/m³ en de CO₂-heffing op aardgas. Het verschil wordt veroorzaakt doordat de verschuiving al plaatsvindt in 2020 en de verhoging geleidelijk oploopt in de periode tot 2050. Daarnaast zorgt de verschuiving iets voor een grotere toename van het aantal elektrische warmtepompen.

In het scenario WLO Hoog is het effect van de CO₂-heffing groter dan in WLO Laag omdat de CO₂-heffing hoger is in WLO Hoog.

CO2-emissie, Set: Verschuiving energie- en klimaatbelasting, WLO Laag

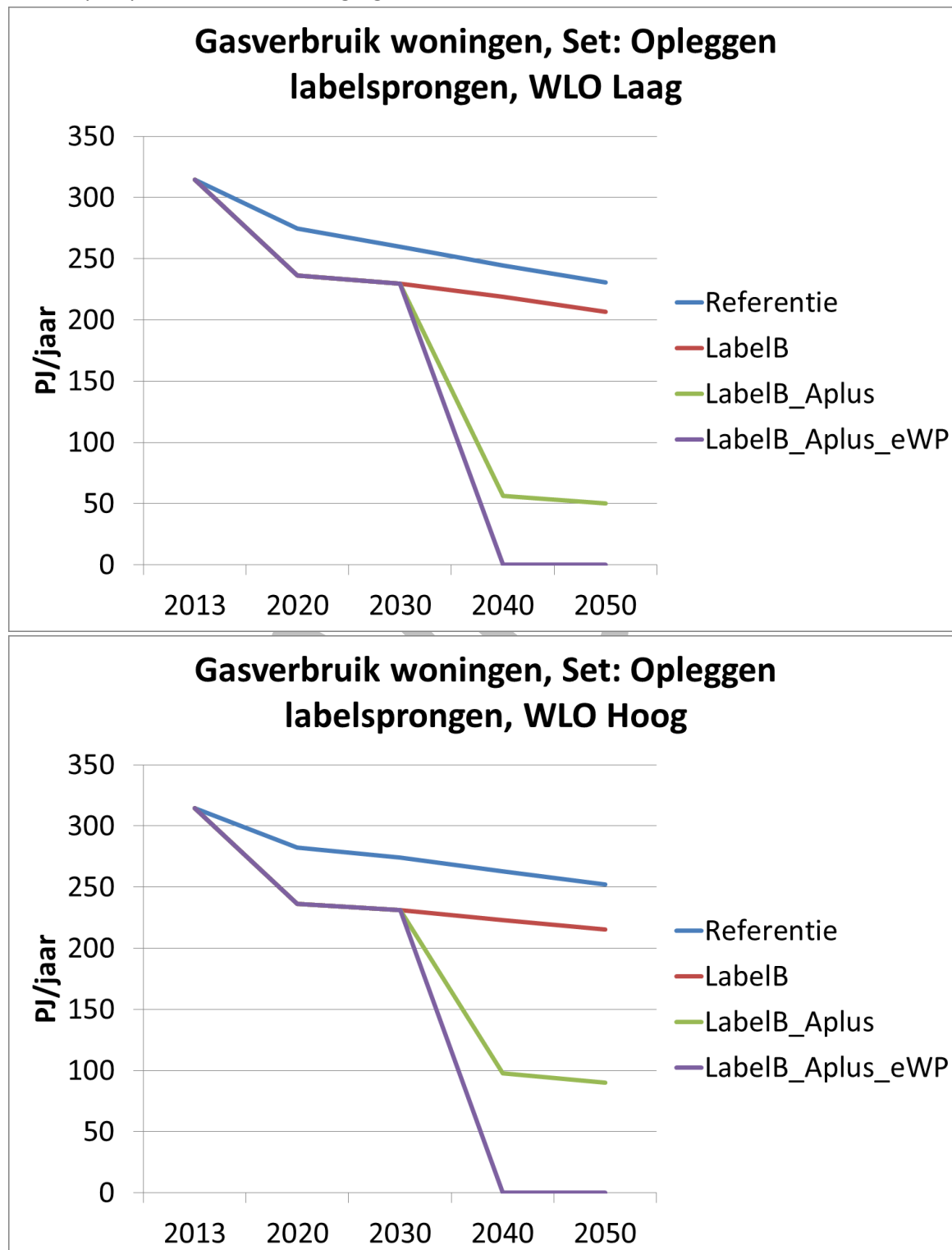


CO2-emissie, Set: Verschuiving energie- en klimaatbelasting, WLO Hoog



4.2.2 Verplichte energieprestatie opleggen voor woningen en utiliteit

In deze rekenvarianten wordt een verplichte energieprestatie opgelegd om te voldoen aan energielabel B in 2020. De verplichting om naar label Aplus te gaan in 2040 zorgt voor een substantiele daling van het gasgebruik. Indien de woningen verplicht worden om ook een elektrische warmtepomp te nemen daalt het gasgebruik tot nul.



5. Kosten actoren

In het vorige hoofdstuk werden de resultaten op hoofdlijnen besproken. Daarbij kwamen ook de uitgaven van het energiegebruik aan bod. In dit hoofdstuk gaan we verder in op de kosten van de verschillende actoren die bij het energiegebruik in de GO betrokken zijn.

Evenals in het vorige hoofdstuk wordt de eerste set met de verhogingen van de energiebelasting behandeld in de eerste paragraaf. Van de overige sets worden dan weer de hoofdpunten besproken in de tweede paragraaf. In de bijlage Specifieke kosten actoren worden sommige posten in nog meer detail gepresenteerd.

5.1 Verhoging energiebelasting op aardgas (set 1)

Voor de kosten van actoren komen de verschillen tussen de rekenvarianten het meest tot uiting in het zichtjaar 2050. We beperken ons daarom tot dit zichtjaar met uitzondering de uitgaven en inkomsten van het gas- en elektriciteitsnet waarvoor wel de ontwikkeling in periode van het startjaar (2013) tot 2050 is gegeven. De kosten van actoren zijn gegeven in de volgende figuren:

1. Uitgaven eindgebruikers (inclusief gebouweigenaren) 2050

Deze figuur schetst de verandering van de uitgaven van de eindgebruikers. Het laat zien bij welke actoren de uitgaven van de eindgebruikers terecht komen;

2. Uitgaven bestaande woninggebruiker 2050 (incl. Vergoeding renovatie en huurverlaging)

Deze figuur schetst de uitgaveposten van de bestaande woninggebruiker;

3. Uitgaven en inkomsten bestaande woningeigenaar 2050

Deze figuur schetst de uitgaven en inkomstenposten van de bestaande woningeigenaar. Hierbij kan gekeken worden of de uitgave en inkomsten in evenwicht zijn;

4. Uitgaven bestaande woningen 2050 (totaal van woningeigenaren en –gebruikers)

Deze figuur schetst de uitgaveposten die aan bestaande woningen worden gedaan door woninggebruiker en –eigenaar gezamenlijk. Eventuele overdrachten tussen gebruiker en eigenaar vallen daarbij tegen elkaar weg;

5. Uitgaven en inkomsten warmteleverancier 2050

Deze figuur schetst de uitgaven en inkomstenposten van de warmteleverancier. Hierbij kan gekeken worden of de uitgave en inkomsten in evenwicht zijn;

6. Uitgaven en inkomsten gasnet periode 2013 – 2050, rekenvariant 0,50 euro/m³

Deze figuur schetst de uitgaven en inkomstenposten van het gasnet. Hierbij wordt zichtbaar of de inkomsten teruglopen vanwege de vermindering van het gasgebruik terwijl de afschrijvingskosten doorlopen en de verwijderingskosten van lege gasnetten toenemen. Hierdoor zijn de uitgaven en inkomsten mogelijk niet in evenwicht;

7. Uitgaven en inkomsten elektriciteitsnet periode 2013 – 2050, rekenvariant 0,50 euro/m³

Deze figuur schetst de uitgaven en inkomstenposten van het elektriciteitsnet. Hierbij wordt zichtbaar of de inkomsten van extra aansluitingen door de nieuwbouw van gebouwen voldoende toenemen om de extra kosten van netverzwaring die nodig is voor de elektrische warmtepomp te compenseren;

8. Inkomsten overheid 2050

Deze figuur schetst de inkomsten van de overheid.

5.1.1. Uitgaven eindgebruikers (inclusief gebouw eigenaren) 2050

De figuur van deze paragraaf schetst de verandering van de uitgaven van de eindgebruikers indien de energiebelasting op aardgas wordt verhoogd. In de figuur staat bij welke actoren de uitgaven van de eindgebruikers terechtkomen. Als eindgebruikers zijn woningen, utiliteit en glastuinbouw beschouwd. In de figuur staat bij welke actoren de uitgaven die zij doen uiteindelijk terecht komen. Als actoren worden onderscheiden;

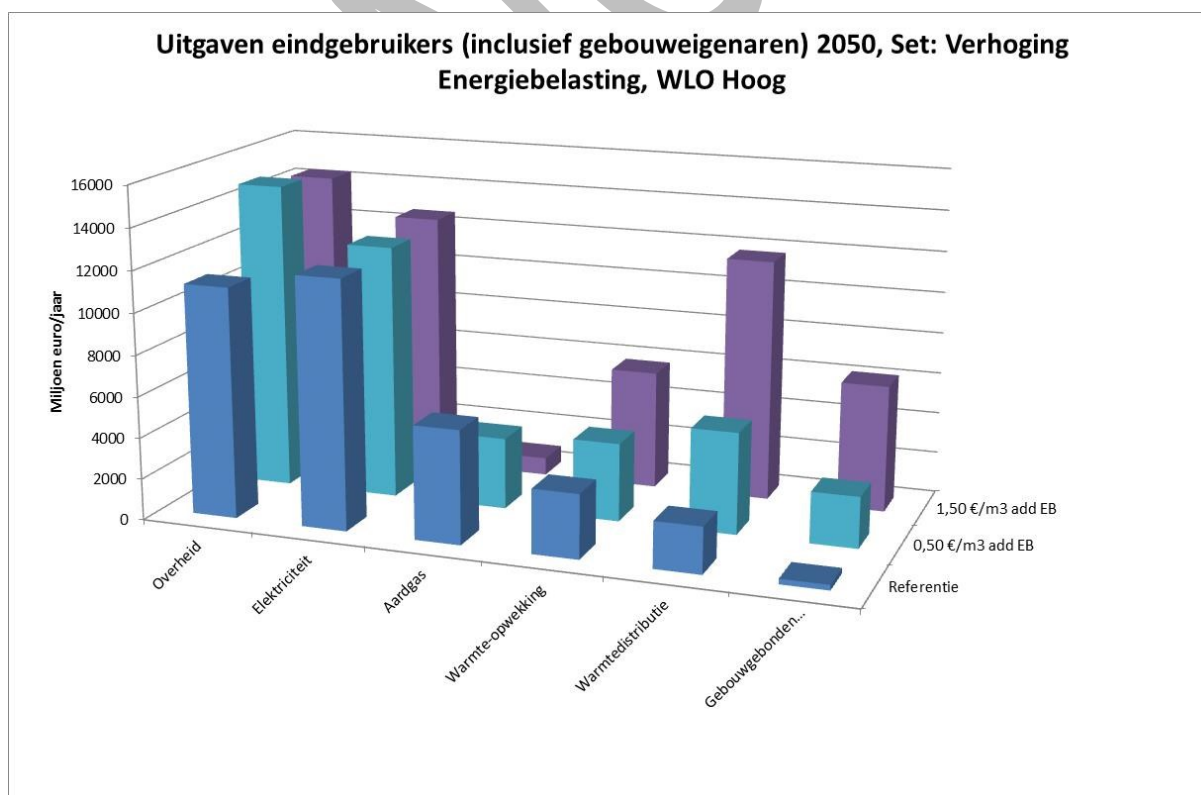
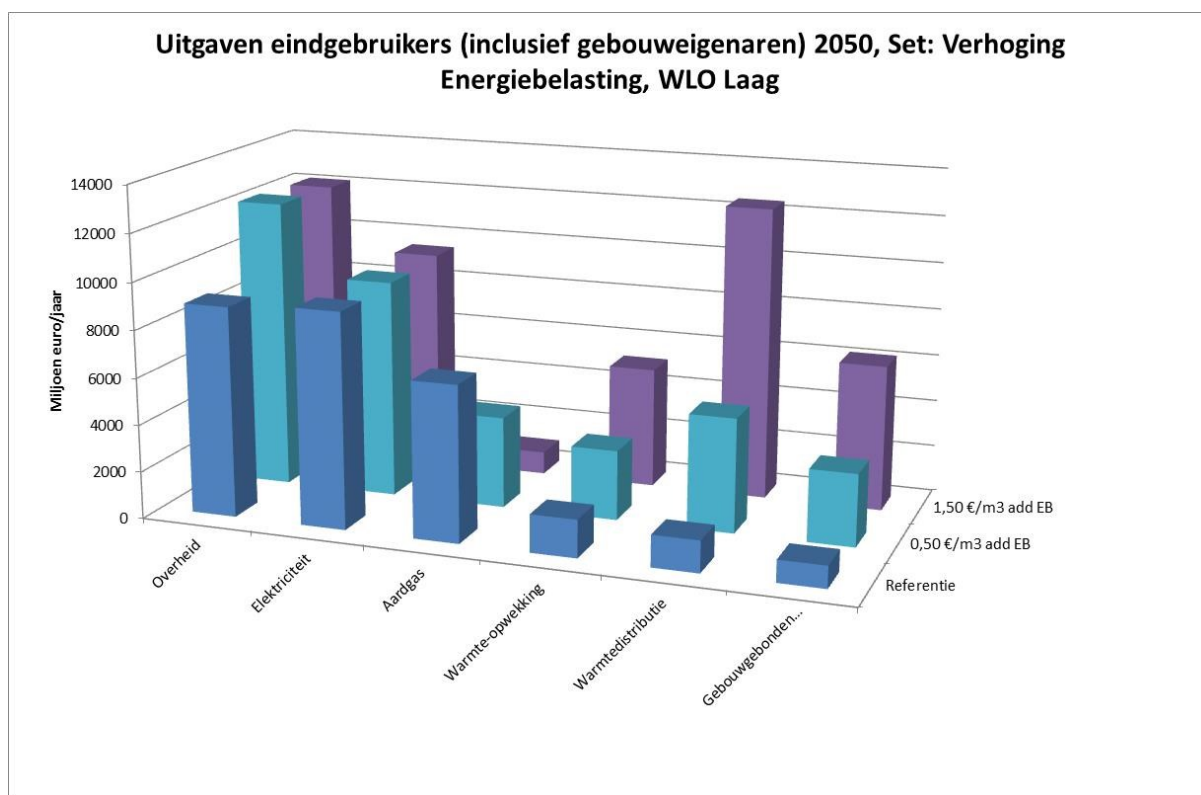
- *Overheid*: De uitgaven aan de overheid zijn alle inkomsten die de overheid ontvangt ten gevolge van het energiegebruik van de eindgebruikers. Ze bestaan uit BTW, energieheffing (dit is het totaal van de energiebelasting en de opslag duurzame energie) van de eindgebruikers, elektriciteit-, gas- en warmtebedrijven; precario van warmtenetten en CO2-heffing op elektriciteit en aardgas maar zijn exclusief subsidie;
- *Elektriciteit en aardgas*: De uitgaven van eindgebruikers aan elektriciteit en aardgas betreffen zowel de levering van de hoeveelheid energie als de infrastructuur. Ze zijn exclusief de uitgaven die direct en indirect naar de overheid gaan en exclusief subsidie;
- *Warmte-opwekking en warmtedistributie*: De uitgaven van eindgebruikers voor warmte via de warmtenetten zijn opgesplitst in de warmte-opwekking aan de bron en de warmte-distributie inclusief transport en bijstook van aardgas in hulpketels. Bij WKO is geen onderscheid gemaakt en vallen alle uitgaven in de categorie warmtedistributie.
- *Gebouwgebonden maatregelen*: Tenslotte worden de uitgaven van de eindgebruikers in beeld gebracht voor de gebouwgebonden maatregelen zoals energiebesparing via isolatie en installaties zoals elektrische warmtepompen, zonneboiler en zonnecellen.

Resultaten kosten actoren

- *Algemeen*: In het vorige hoofdstuk was al zichtbaar dat de uitgaven van het energiegebruik toenamen naarmate de verhoging van de energiebelasting van aardgas groter is. In de eerste figuur van deze paragraaf zien we dat de kosten van het energiegebruik ook voor een groot deel verschuiven van aardgas naar investeringen in gebouwmaatregelen en de warmtelevering door warmtenetten.
- *Referentiepado*: In het Referentiepado van WLO Laag zijn de uitgaven van eindgebruikers aan gebouwgebonden maatregelen in 2050 hoger dan in WLO Hoog omdat de aardgasprijs sterker is gestegen in WLO Laag. In WLO hoog zijn de uitgaven aan warmtenetten hoger dan in WLO Laag omdat er minder energie wordt bespaard waardoor meer warmtenetten rendabel zijn en omdat er meer nieuwbouw is waar WKO wordt toegepast;
- *Overheid*: De uitgaven aan de overheid nemen toe bij de verhoging van de energiebelasting met 1,00 euro/m³ waarna ze iets afnemen indien de verhoging verder stijgt naar 1,50 euro/m³.
- *Elektriciteit*: De uitgaven van de eindgebruikers aan elektriciteit (exclusief WKO) blijven van dezelfde orde van grootte indien de energiebelasting op aardgas hoger wordt;
- *Aardgas*: De uitgaven aan aardgas verschuiven naar de gebouwgebondenmaatregelen en warmtenetten naarmate de verhoging van de energiebelasting op aardgas groter is.
- *Warmte-opwekking en warmtedistributie*: Naarmate de energiebelasting op aardgas hoger is, nemen de uitgaven aan warmtedistributie meer toe dan de warmteopwekking. Dit komt

door de extra grote toename van WKO waarbij alle investeringen onderdeel zijn van de warmtedistributie.

Figuur Uitgaven eindgebruikers (inclusief gebouweigenaren) 2050



5.1.2 Uitgaven bestaande woninggebruiker 2050 (incl. Vergoeding renovatie en huurverlaging)

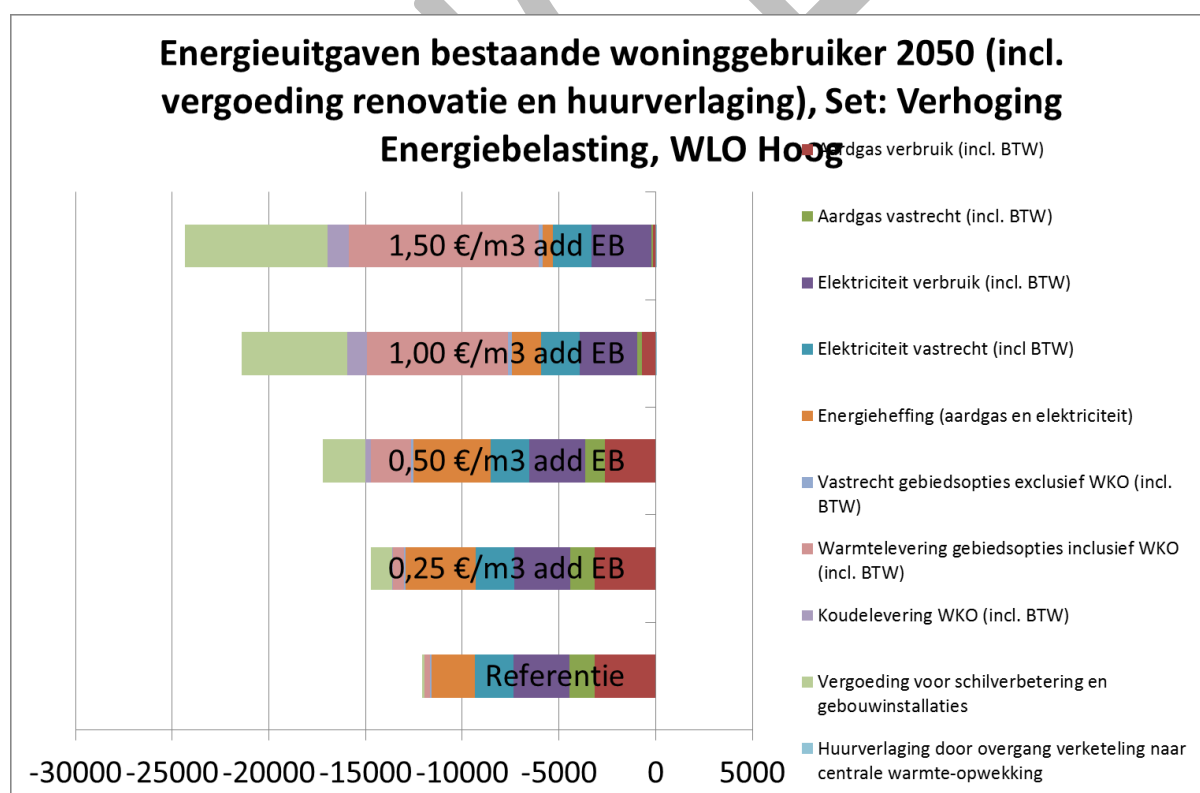
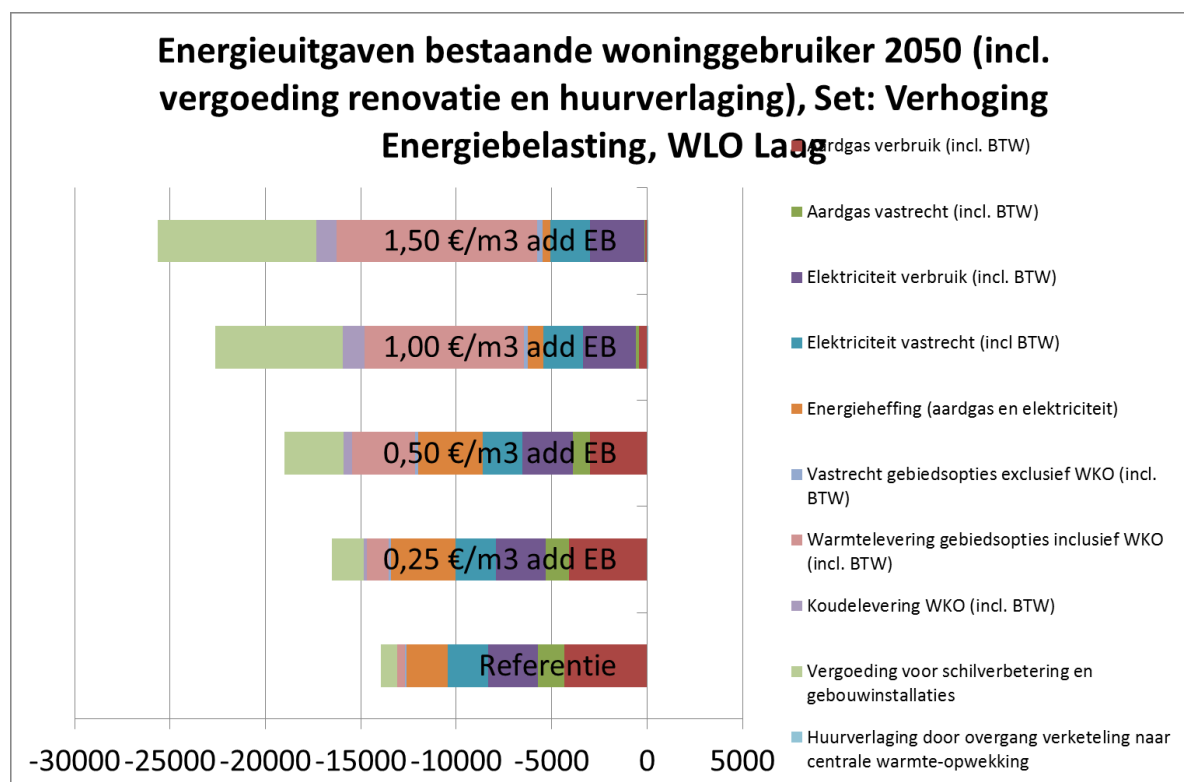
De figuur in deze paragraaf schetst de uitgaveposten van de bestaande woninggebruiker in 2050.

Resultaten uitgaven

Naarmate de verhoging van de energiebelasting groter is:

- Zijn de totale uitgaven van de bestaande woninggebruiker hoger;
- Het sterkst nemen de uitgaven aan warmtelevering van gebiedsopties toe, gevolgd door de gebouwgebonden maatregelen;
- De uitgaven aan aardgas (vastrecht en gebruik) dalen en verdwijnen bij de grootste verhoging van de energiebelasting op aardgas;
- De uitgaven aan de energieheffing (energiebelasting op aardgas en elektriciteit; en opslag duurzame energie) dalen eveneens tot nul.

Figuur Uitgaven bestaande woninggebruiker 2050 (incl. Vergoeding renovatie en huurverlaging)



5.1.3 Uitgaven en inkomsten bestaande woningeigenaar 2050

De figuur in deze paragraaf schetst de uitgaven en inkomstenposten van de bestaande woningeigenaar. Hierbij kan gekeken worden of de uitgave en inkomsten in evenwicht zijn.

Resultaat uitgaven en inkomsten

- Naarmate de verhoging van de energiebelasting groter is, zijn de inkomsten van de woningeigenaar groter dan de uitgaven. Dit wordt veroorzaakt door de vergoeding voor schilverbetering en gebouwinstallaties (zie toelichting).

Vergoeding voor schilverbetering en gebouwinstallaties

In de rekenvarianten van de Voorbeeldberekeningen betaalt de bewoner van een bestaande woning mee aan gebouwmaatregelen. Hij betaalt hiervoor jaarlijks een vergoeding aan de eigenaar. De relatie tussen bewoner en eigenaar is in dit geval een conceptueel verband. De eigenaar kan de verhuurder zijn maar kan ook de bewoner zelf zijn. Op basis van de vergoeding gaat de eigenaar na of de gebouwmaatregel rendabel is. Alleen indien de maatregel rendabel is wordt deze genomen. De vergoeding is in dit voorbeeld vastgesteld op 80% van de opbrengst die de nieuwe installatie of de besparingsmaatregel geacht wordt op te leveren dat wil zeggen als het gedrag niet wijzigt van de bewoner. Uit onderzoek blijkt dat in de werkelijkheid de opbrengst van besparingsmaatregelen veelal lager is met name omdat de bewoner zijn gedrag aanpast. De thermostaat wordt een graadje hoger gezet en meer kamers worden verwarmd dan voor het nemen van de besparingsmaatregelen. Dit wordt het rebound effect genoemd. In het Vesta model wordt dit als comfortverbetering aangemerkt en als baat meegeteld bij de nationale kosten. Het betekent echter ook dat de energieuitgaven hoger zijn dan zonder gedragswijziging. In dit voorbeeld is gewerkt met een reboundfactor van 50% hetgeen betekent dat 50% van de besparing ten goede komt aan comfortverbetering.

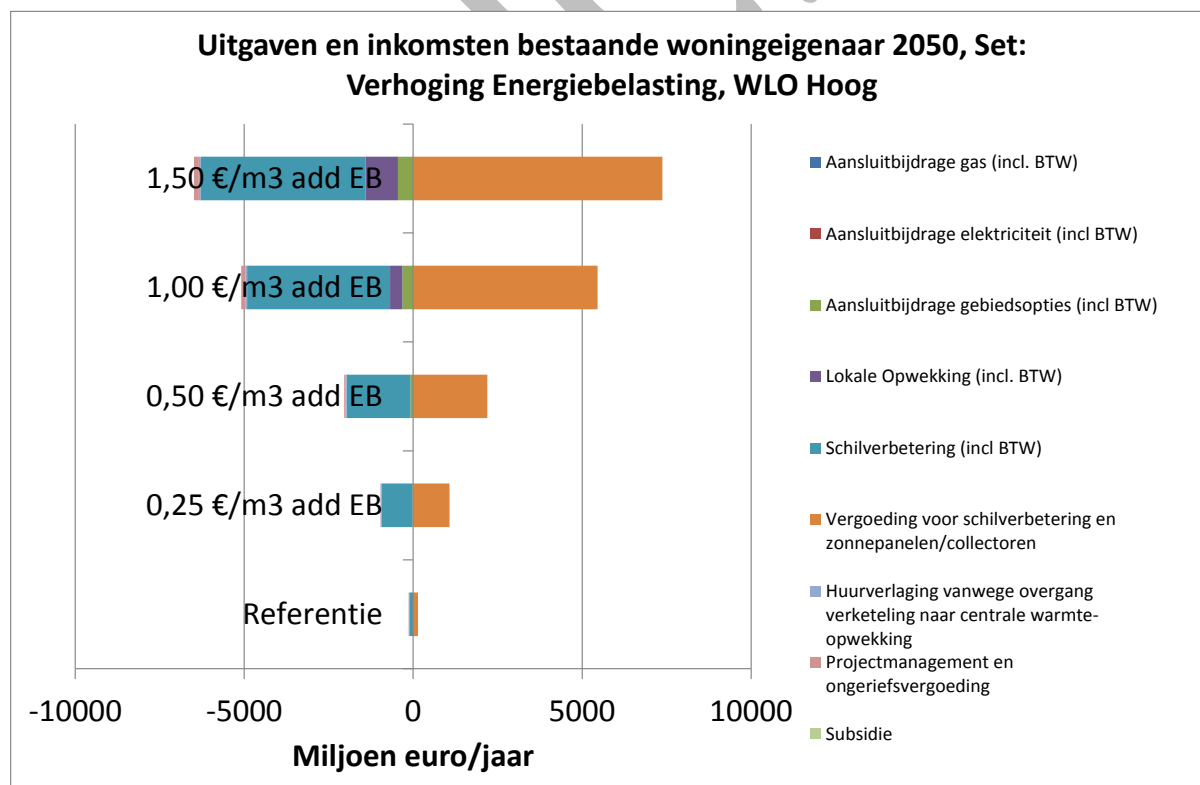
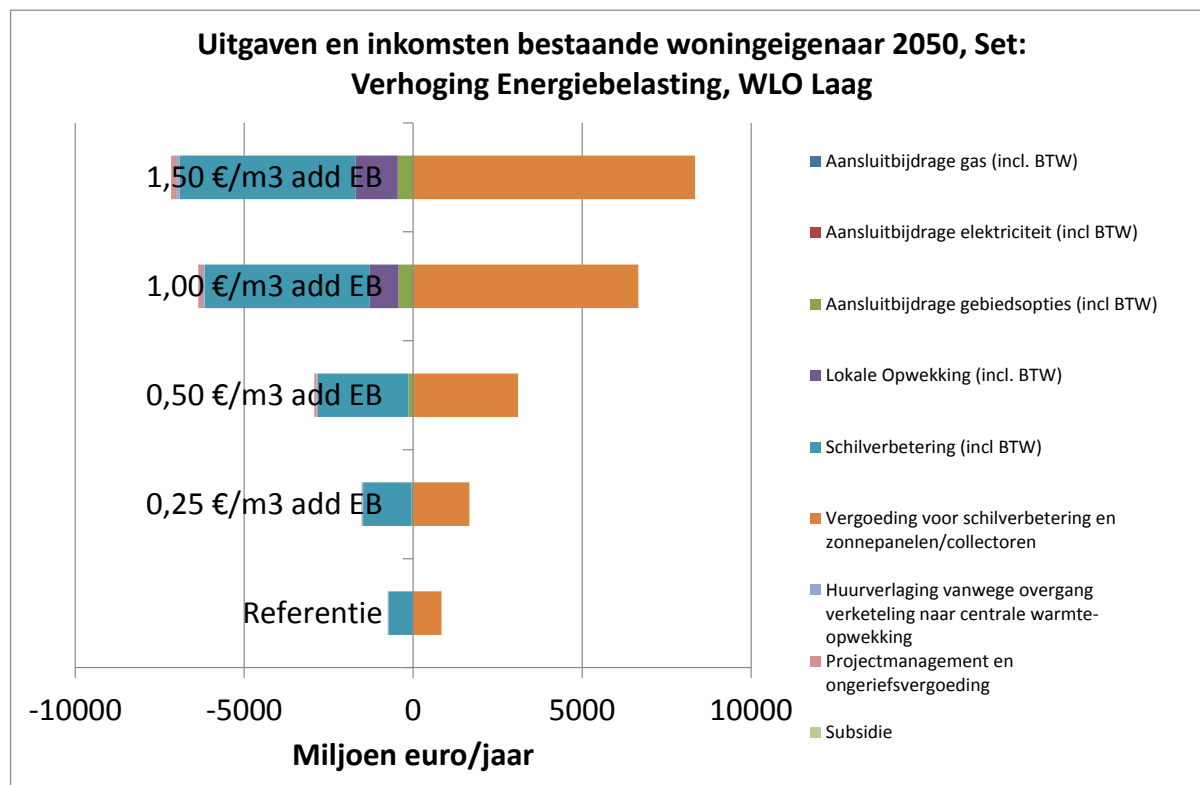
Bovenstaande leidt tot de volgende berekening in het Vesta model. De theoretische energiebesparing is tweemaal zo groot als de werkelijke energiebesparing. Van de theoretische opbrengst krijgt de eigenaar 80%. Op basis hiervan wordt de maatregel genomen indien deze rendabel is. Het feitelijke energiegebruik en de kosten daarvan worden berekend met de warmtevraag na de rebound. Dientengevolge ontvangt de eigenaar in dit voorbeeld een hogere vergoeding dan de bewoner feitelijk bespaard op het energiegebruik. Dit is de reden waarom in de figuur "Uitgaven en inkomsten bestaande woningeigenaar 2050" de inkomsten hoger zijn dan de uitgaven. Dit geldt in alle getoonde varianten en is beter te zien naarmate de verhoging van de energiebelasting op aardgas groter is.

Huurverlaging door overgang van individuele ketels naar centrale warmte-opwekking

Bij de overgang van individuele ketels naar een collectief verwarmingssysteem daalt de maximale huur die een verhuurder mag vragen. In veel gevallen wordt de maximale huur al niet gevraagd en zal er geen huurverlaging plaatsvinden. In dit voorbeeld is een jaarlijkse huurverlaging van 75 euro toegepast per bestaande woning die overgaat op een collectief warmtenet. Voor WKO en meergezinswoningen is geen huurverlaging toegepast.

In nevenstaande figuur is te zien dat alleen bij de verhoging van de energiebelasting met 1,50 euro/m³ de huurverlaging tot een substantieel bedrag leidt voor alle bewoners gezamenlijk. De reden is dat alleen in deze variant er een substantiële uitbreiding is van het warmtenetten van geothermie, restwarmte en bioWKK (zie elders).

Figuur Uitgaven en inkomsten bestaande woningeigenaar 2050



5.1.4 Uitgaven bestaande woningen 2050 (totaal van woningeigenaren en -gebruikers)

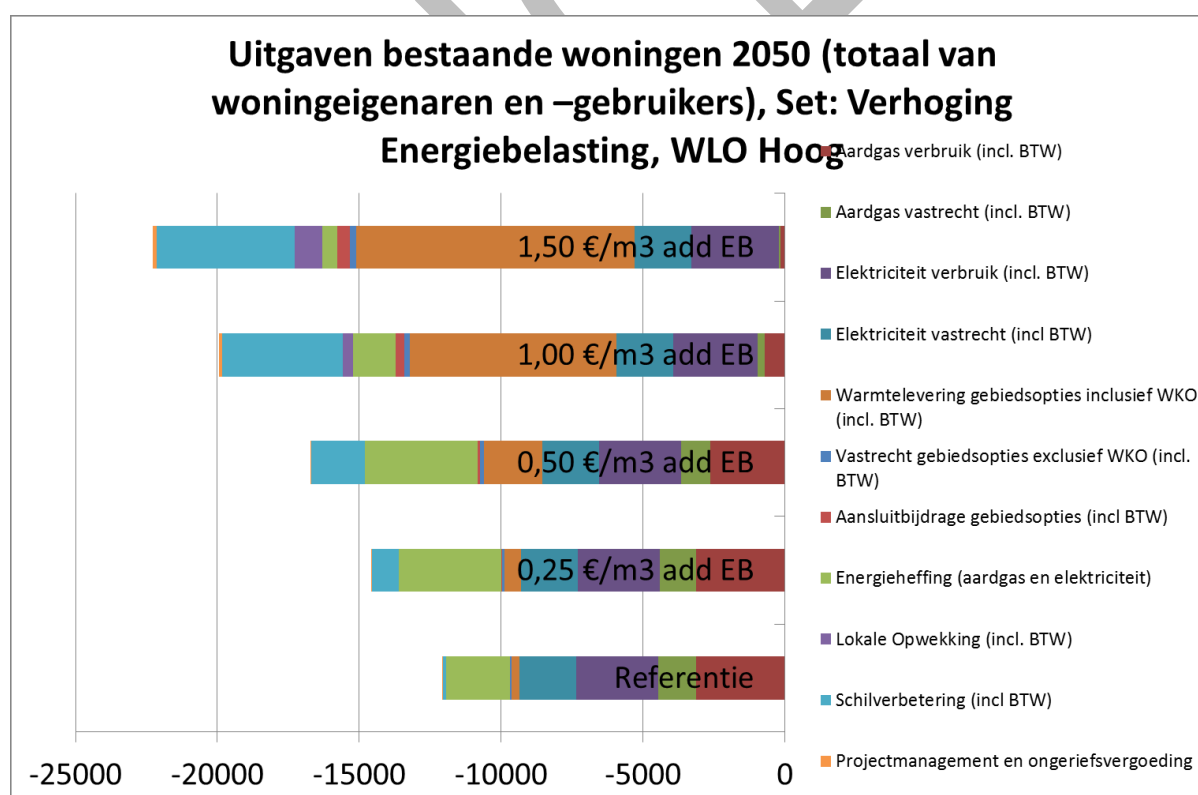
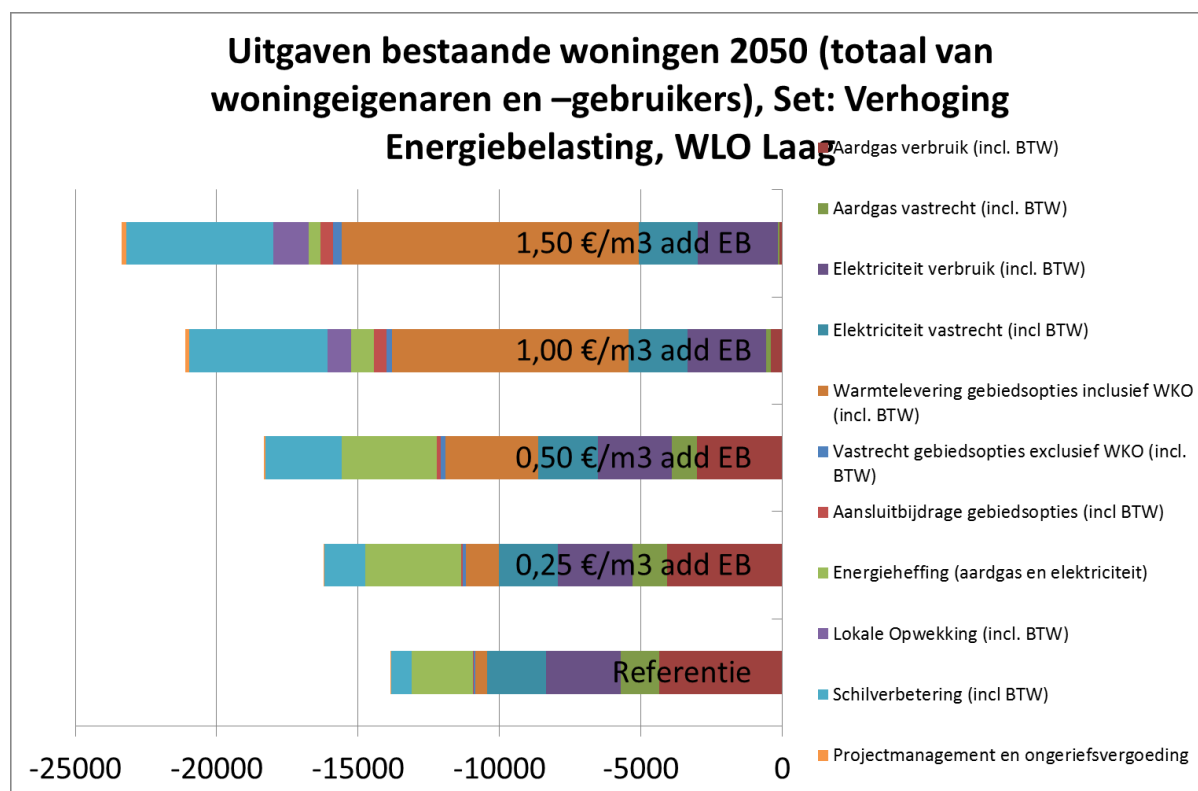
De figuur in deze paragraaf schetst de uitgaveposten die aan bestaande woningen worden gedaan door woninggebruiker en – eigenaar gezamenlijk. Het is de optelsom van de vorige twee figuren. Eventuele overdrachten tussen gebruiker en eigenaar vallen daarbij tegen elkaar weg.

Resultaten uitgaven

Naarmate de verhoging van de energiebelasting groter is:

- Zijn de totale uitgaven van bestaande woningen hoger;
- Het sterkst nemen de uitgaven aan warmtelevering van gebiedsopties toe, gevolgd door de gebouwgebonden maatregelen;
- De uitgaven aan aardgas (vastrecht en gebruik) dalen en verdwijnen bij de grootste verhoging van de energiebelasting op aardgas;
- De uitgaven aan de energieheffing (energiebelasting op aardgas en elektriciteit; en opslag duurzame energie) dalen eveneens tot nul.

Figuur Uitgaven bestaande woningen 2050 (totaal van woningeigenaren en –gebruikers)



5.1.5 Uitgaven en inkomsten warmteleverancier 2050

De figuur in deze paragraaf schetst de uitgaven en inkomstenposten van de warmteleverancier. Hierbij kan gekeken worden of de uitgaven en inkomsten in evenwicht zijn.

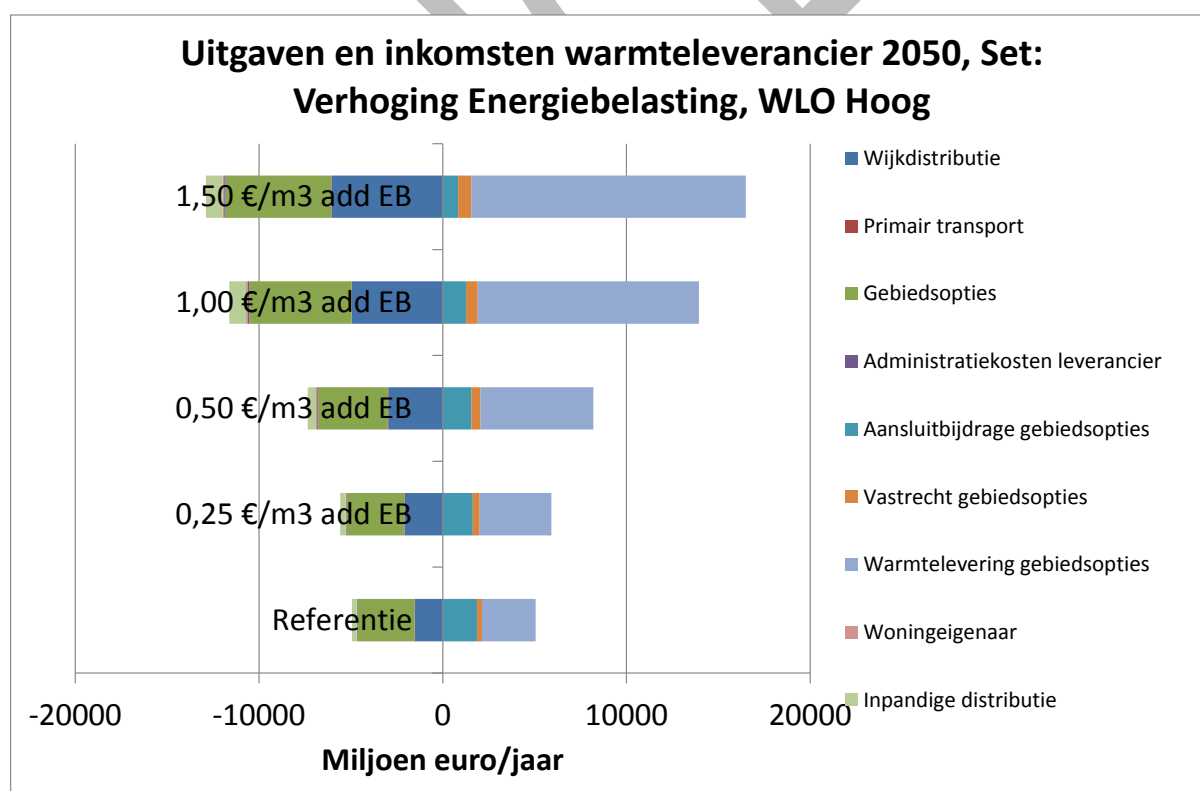
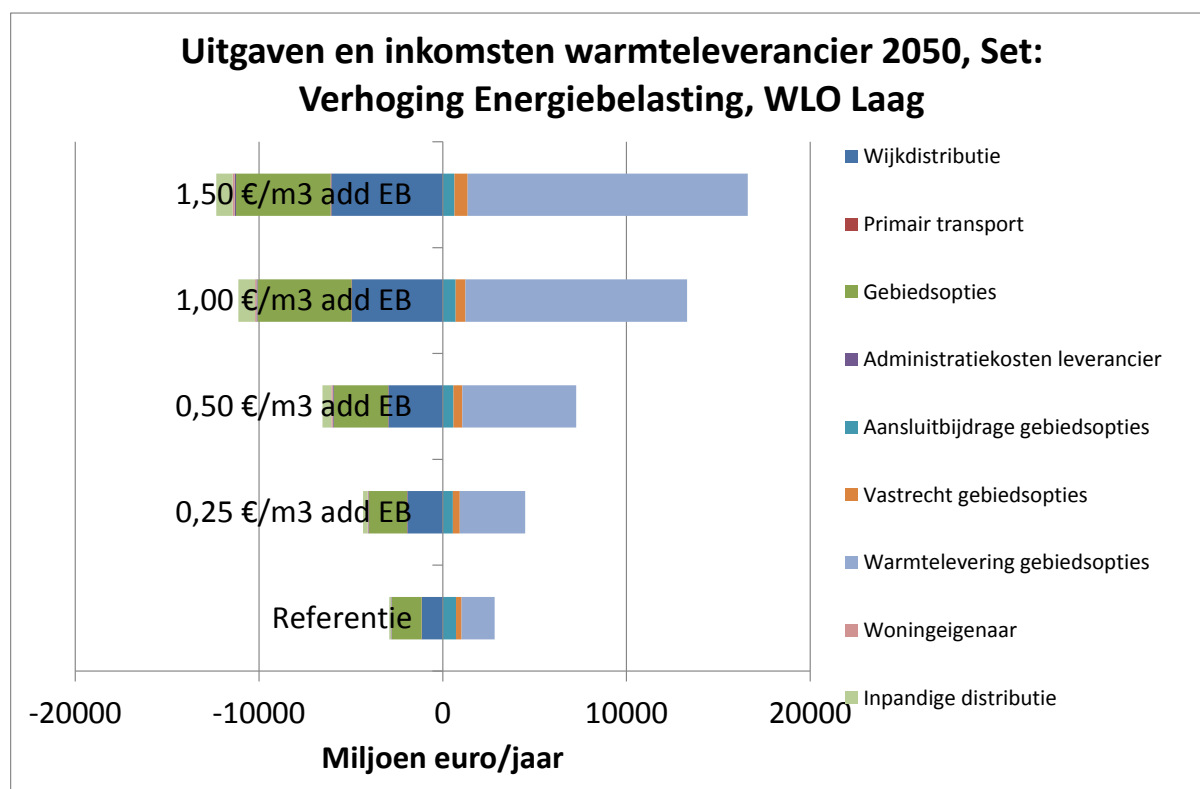
Resultaten uitgaven en inkomsten

Naarmate de verhoging van de energiebelasting groter is:

- Nemen de uitgaven en inkomsten van de warmteleverancier toe;
- Worden de inkomsten hoger dan de uitgaven.

CONCEPT

Figuur Uitgaven en inkomsten warmteleverancier 2050



5.1.6 Uitgaven en inkomsten gasnet periode 2013 – 2050, rekenvariant 0,50 euro/m³

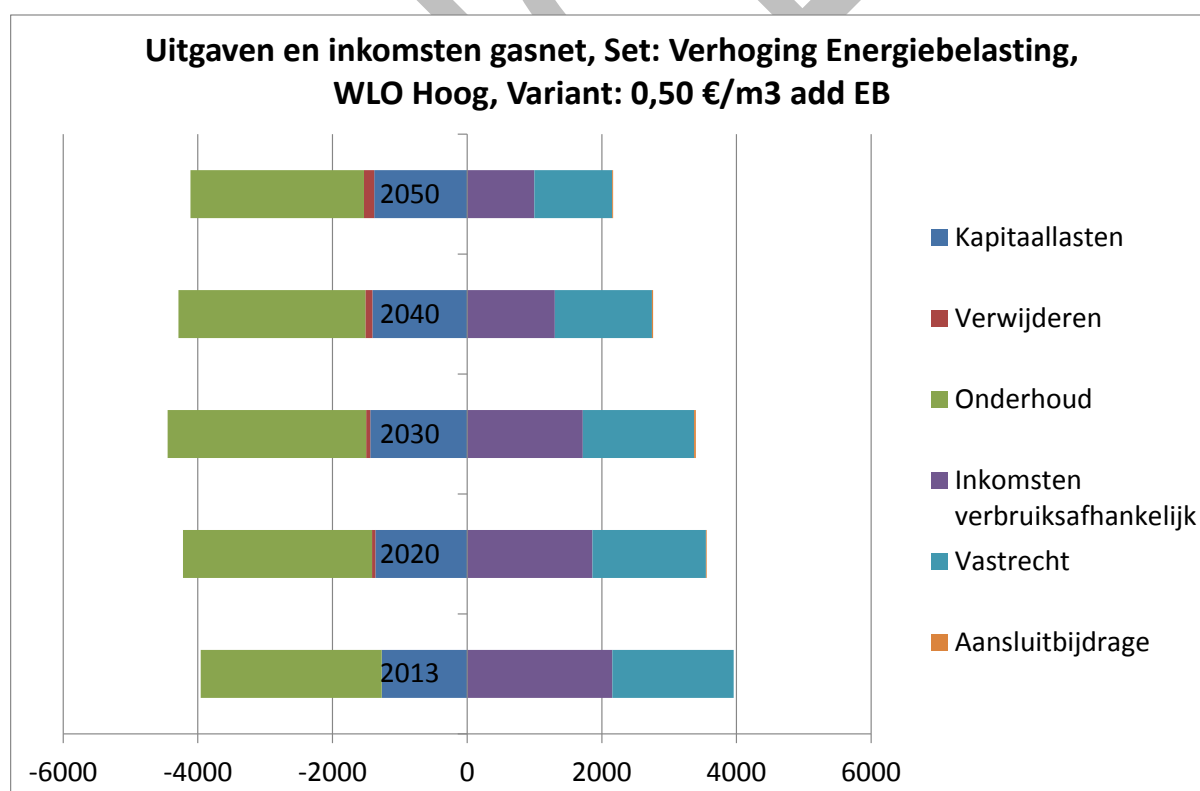
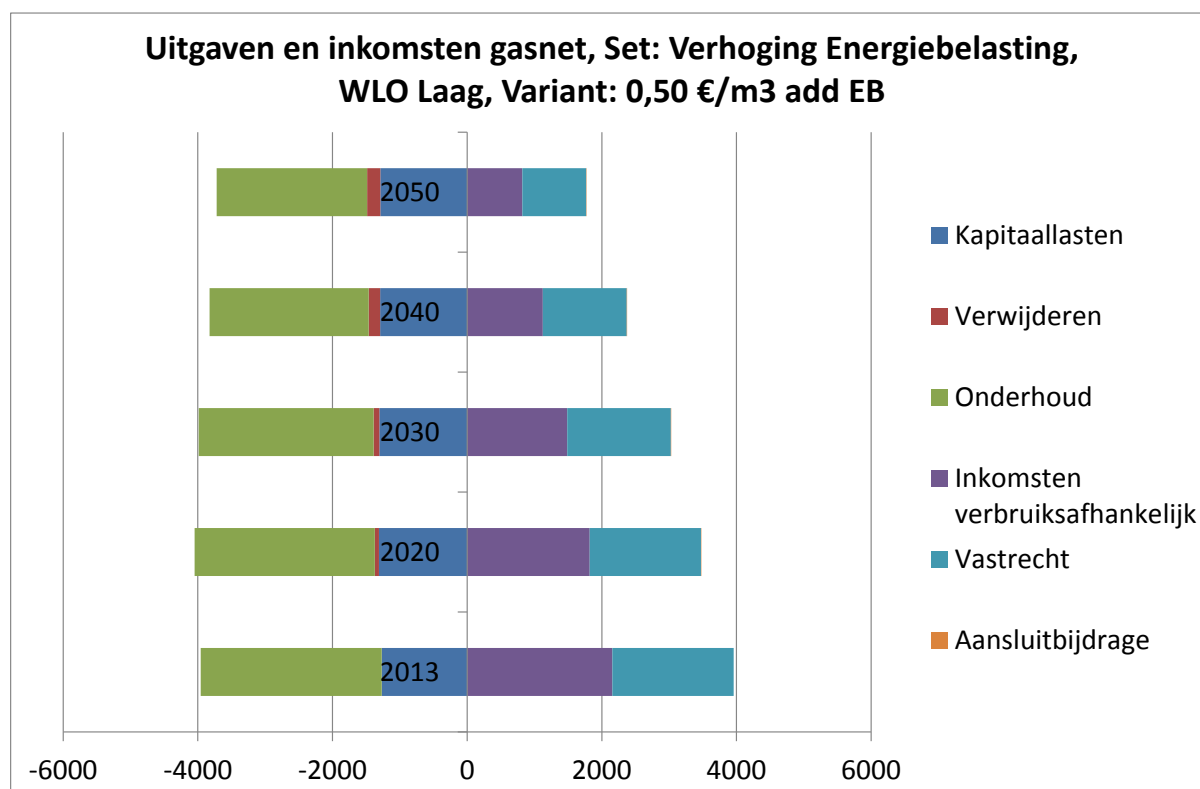
De figuur in deze paragraaf schetst de uitgaven en inkomstenposten van het gasnet. Hierbij wordt zichtbaar of de inkomsten teruglopen vanwege de vermindering van het gasgebruik terwijl de afschrijvingskosten doorlopen en de verwijderingskosten van ongebruikte gasnetten toenemen. Hierdoor zijn de uitgaven en inkomsten mogelijk niet in evenwicht.

Resultaten uitgaven en inkomsten

Naarmate de het zichtjaar later is:

- Zijn de inkomsten geringer dan de uitgaven;
- Nemen de inkomsten sterk af door de energiebesparing op het gasgebruik en minder vastrecht door de overgang van gasaansluitingen naar warmtelevering van warmtenetten en de elektrische warmtepomp;
- Nemen de uitgaven aan het gasnet licht toe tot 2020 in WLO Laag en tot 2030 in WLO Hoog om daarna licht te dalen tot 2050. De stijging wordt veroorzaakt door de volumegroei van het aantal woningen en utiliteitsgebouwen. De daling wordt veroorzaakt door minder uitgaven aan onderhoud omdat minder gasnetten worden gebruikt. Gasnetten die niet meer worden gebruikt moeten worden verwijderd. De toename van de verwijderingskosten doen de daling van de onderhoudsuitgaven voor een deel teniet.

Figuur Uitgaven en inkomsten gasnet periode 2013 – 2050, rekenvariant 0,50 euro/m3



5.1.7 Uitgaven en inkomsten elektriciteitsnet periode 2013 – 2050, rekenvariant 0,50 euro/m3

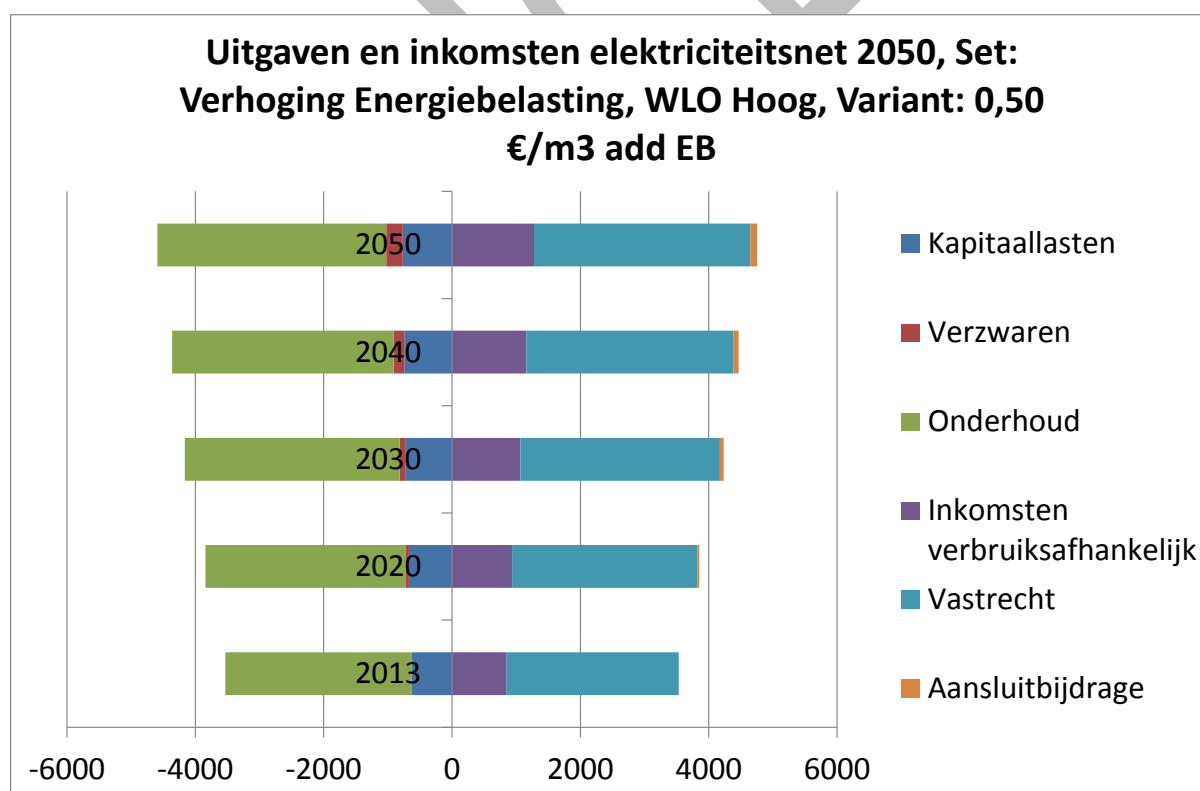
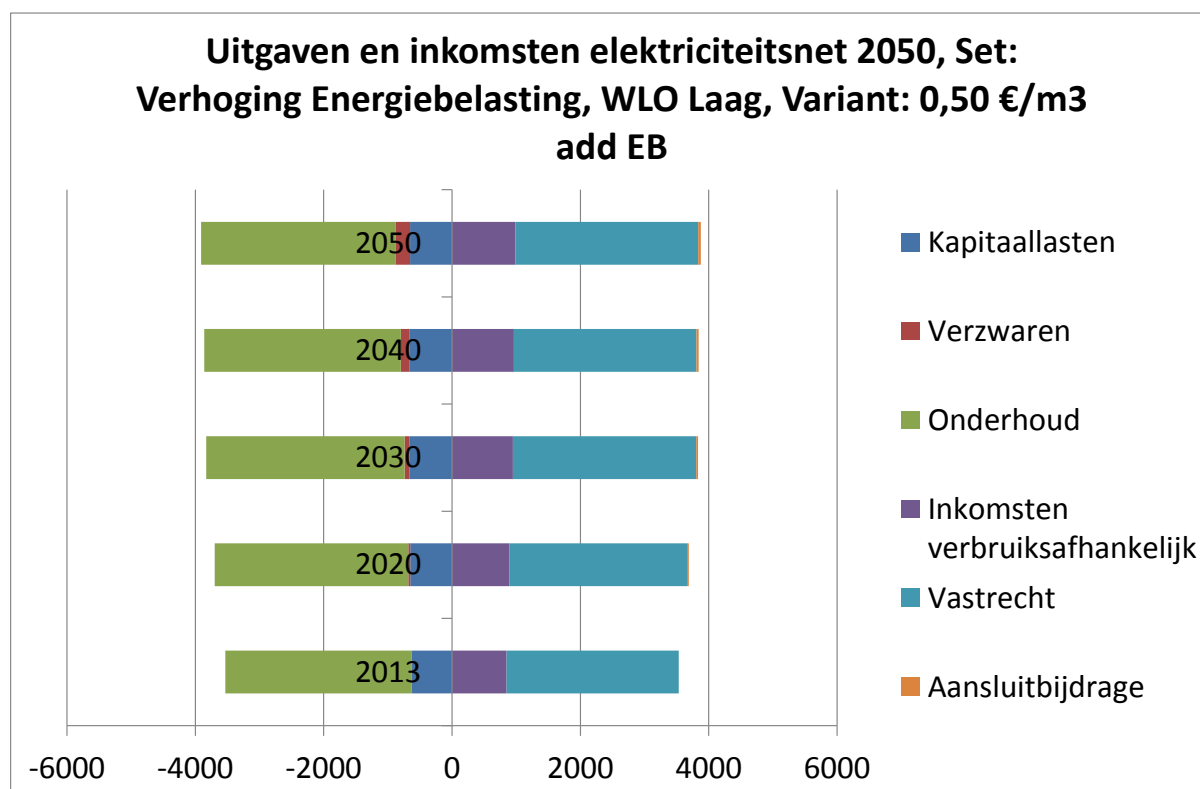
Deze figuur schetst de uitgaven- en inkomstenposten van het elektriciteitsnet. Hierbij wordt zichtbaar of de inkomsten van extra aansluitingen door de nieuwbouw van gebouwen voldoende toenemen om de extra kosten van netverzwaring die nodig is voor de elektrische warmtepomp te compenseren.

Resultaten uitgaven en inkomsten

Naarmate het zichtjaar later is:

- Blijven de inkomsten en uitgaven vrijwel aan elkaar gelijk in WLO Laag en worden de inkomsten iets groter dan de uitgaven in WLO Hoog;
- De uitgaven en inkomsten stijgen in WLO Hoog meer dan in WLO Laag als gevolg van de grotere volumegroei van het aantal woningen en utiliteitsgebouwen;
- De toename van het aantal elektrische warmtepompen leidt tot een geringe stijging van de uitgaven aan verzwaring van het elektriciteitsnet.

Figuur Uitgaven en inkomsten elektriciteitsnet periode 2013- 2050, rekenvariant 0,50 euro/m3



5.1.8 Inkomsten overheid 2050

De figuur in deze paragraaf schetst de inkomsten van de overheid.

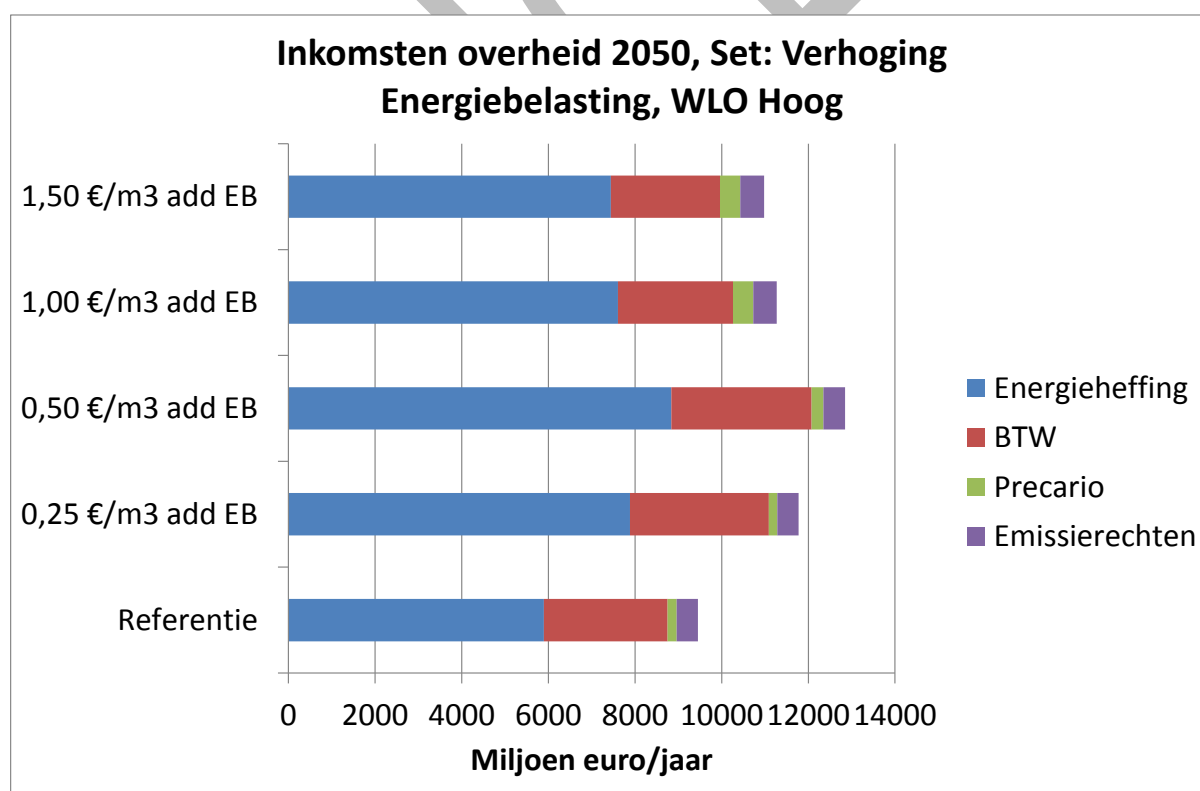
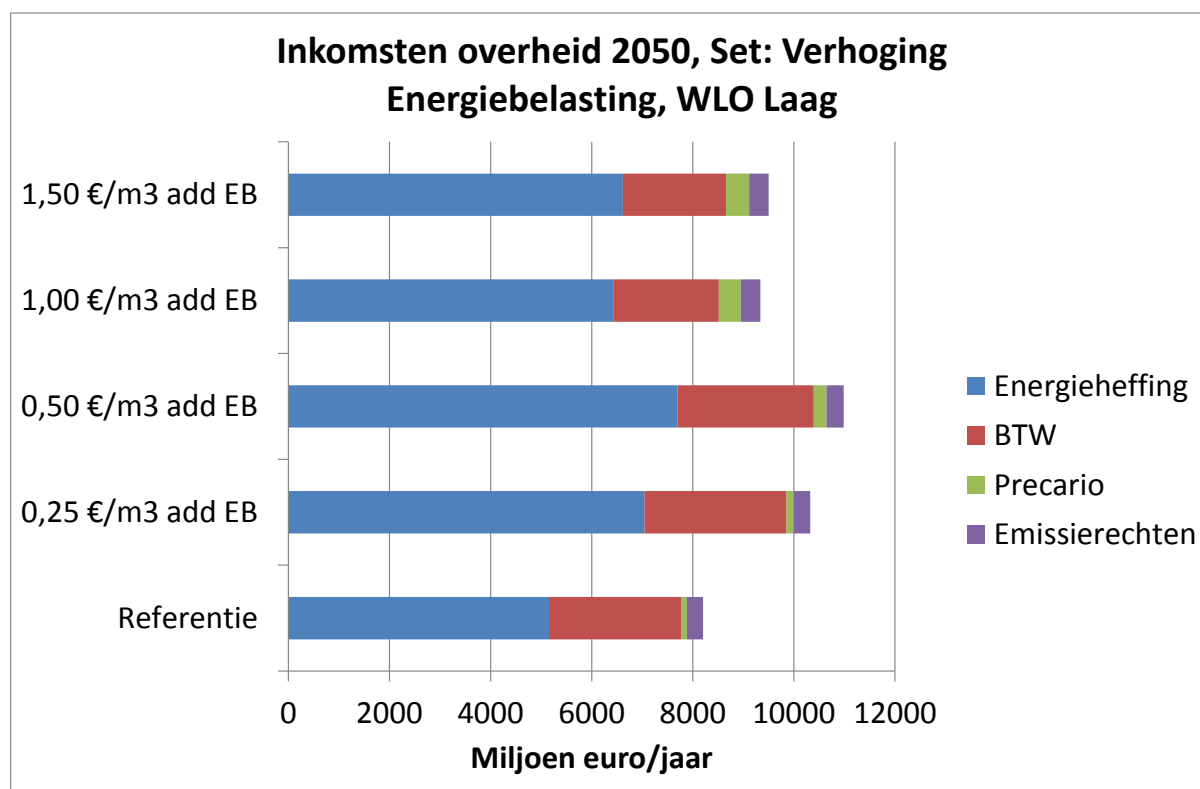
Resultaten inkomsten

Naarmate de verhoging van de energiebelasting groter is:

- Nemen de inkomsten van de overheid toe tot een verhoging van de energiebelasting op aardgas met 0,50 euro/m³. Bij een grotere verhoging worden de inkomsten lager maar wel substantieel hoger dan zonder verhoging (Referentiepad);
- De toename van de inkomsten wordt in sterke mate veroorzaakt door de energieheffing en in geringe mate door precario.

In de bijlage zijn figuren opgenomen met de ontwikkeling van de opbouw van energieheffing en BTW.

Figuur Inkomsten overheid 2050



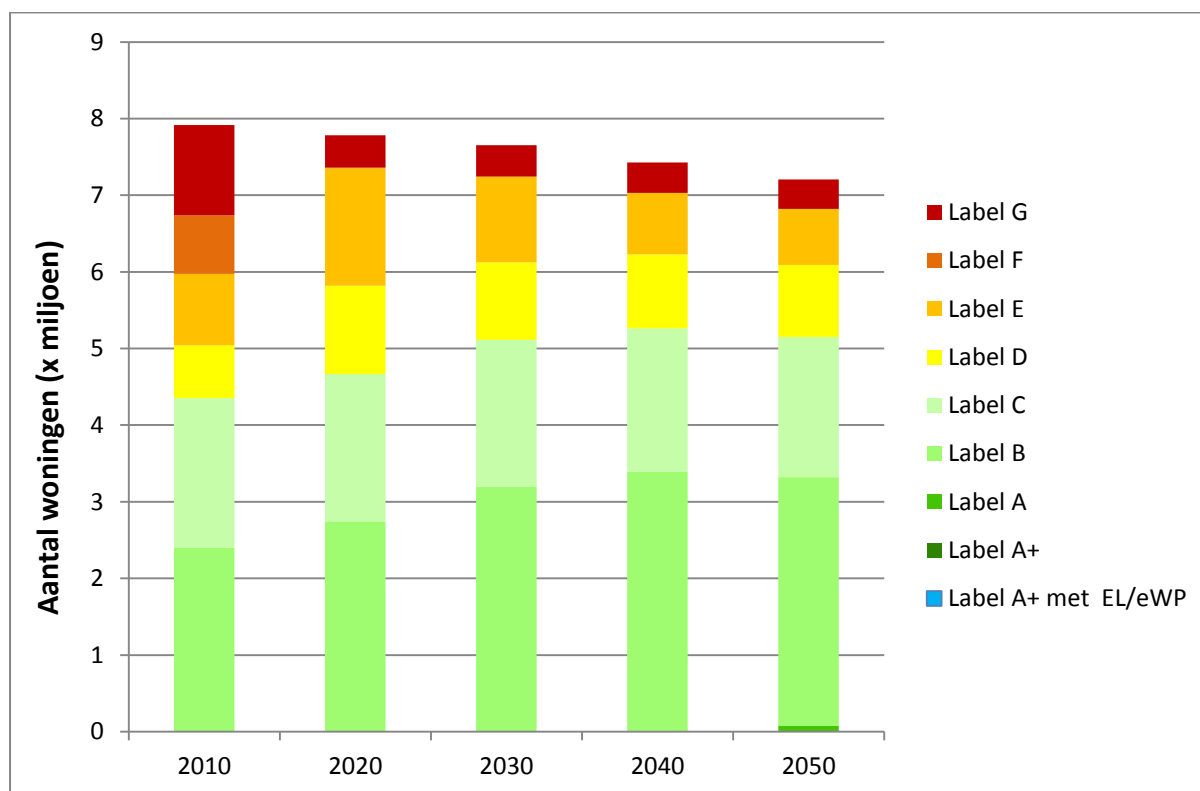
6. Schilverbeteringen bestaande woningen

In dit hoofdstuk laten we zien hoe de schil van woningen zich kan ontwikkelen. De schilverbeteringen hebben in deze notitie betrekking op de energieprestatie van het gebouw en worden uitgedrukt in energielabel. Deze kan verbeteren door isolatie van vloer, gevel en dak en beter isolerend glas in ramen.

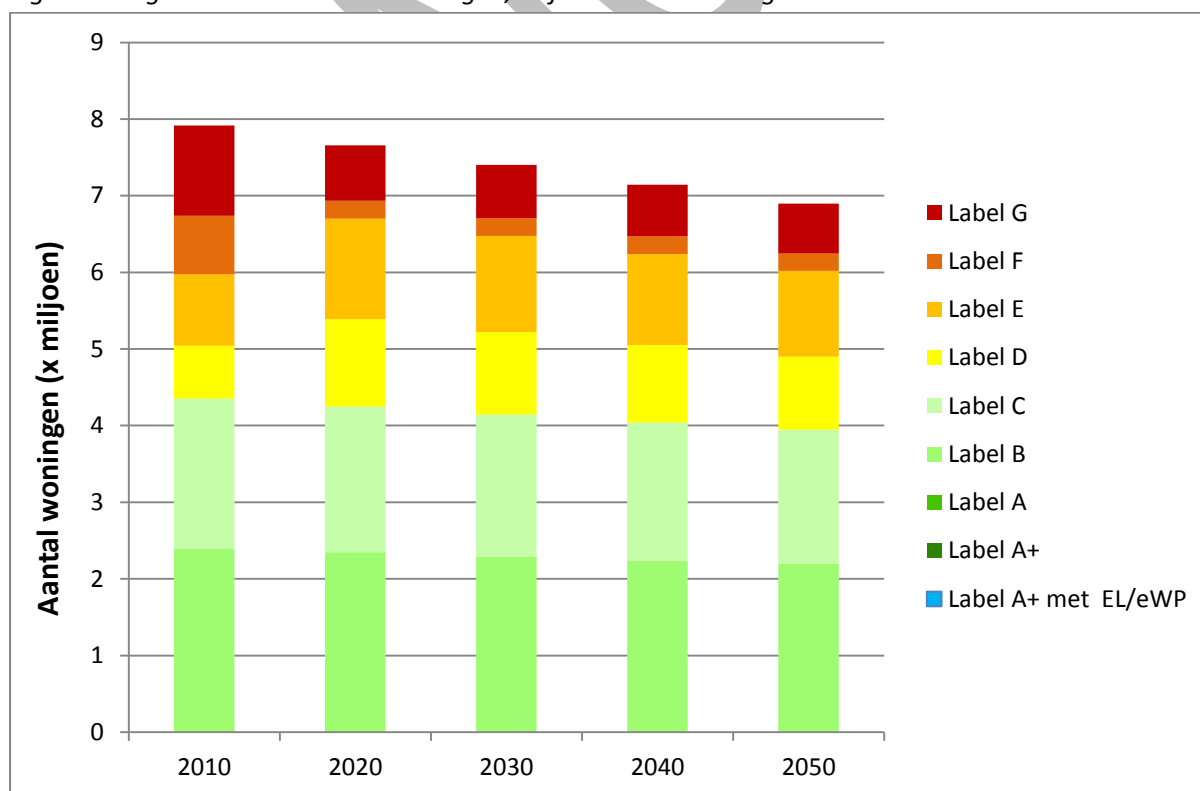
Als voorbeeld is de ontwikkeling gegeven van het energielabel (schilverbetering) van bestaande woningen in de periode van het startjaar (2010/2013) tot 2050 in het referentiep pad en de rekenvarianten met verhoging van de energiebelasting op aardgas met 0,50 euro/m³ en 1,50 euro/m³.

CONCEPT

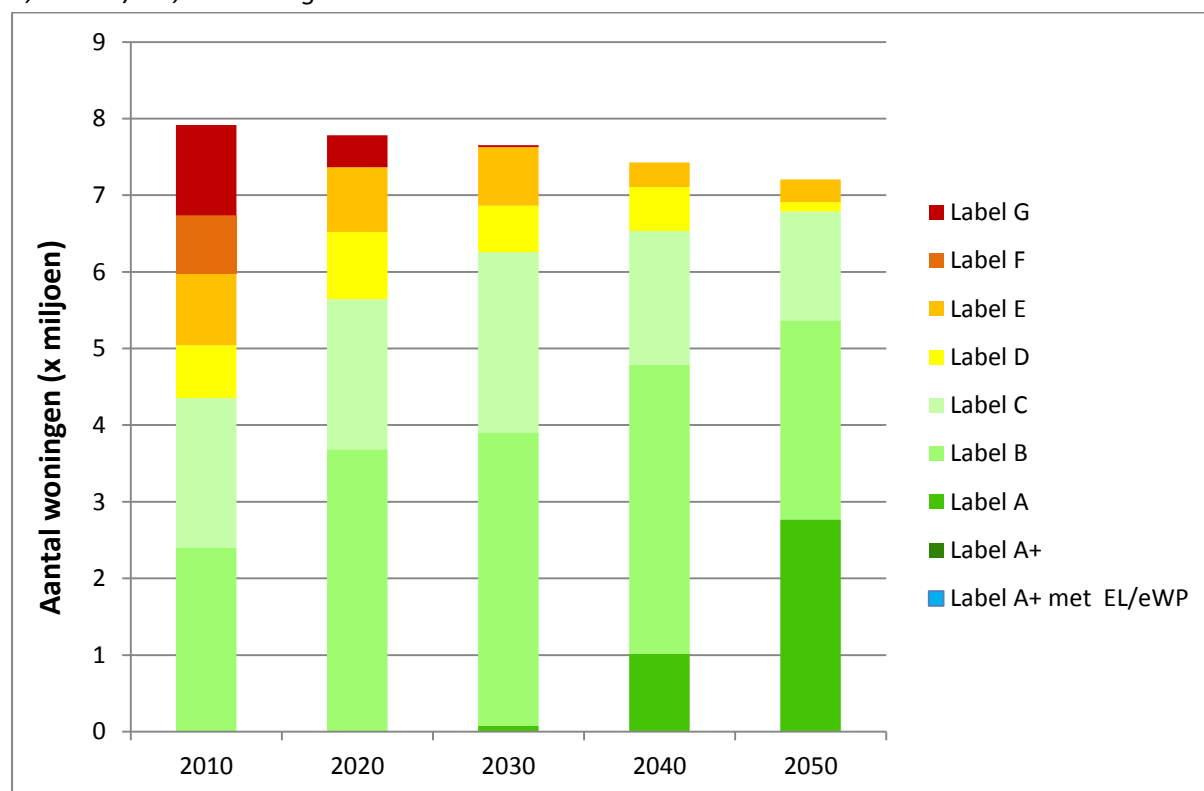
Figuur Energielabels bestaande woningen, Referentie WLO Laag



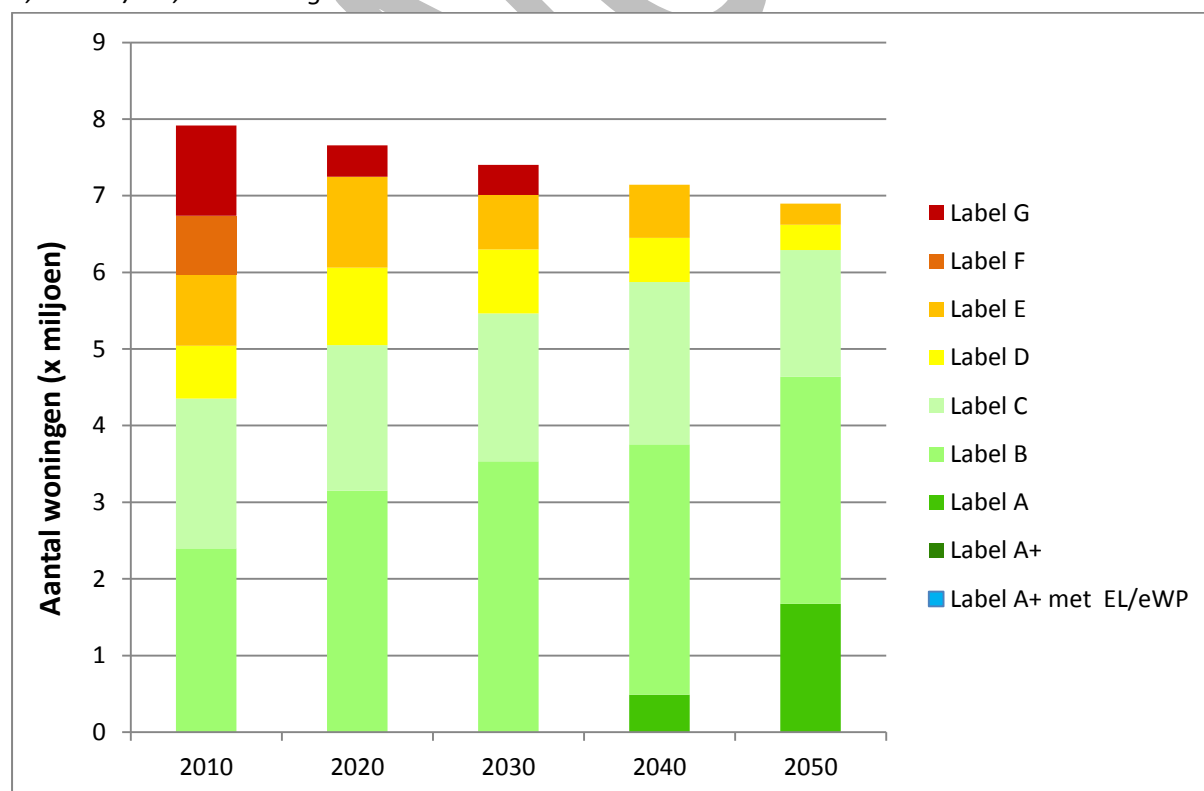
Figuur Energielabels bestaande woningen, Referentie WLO Hoog



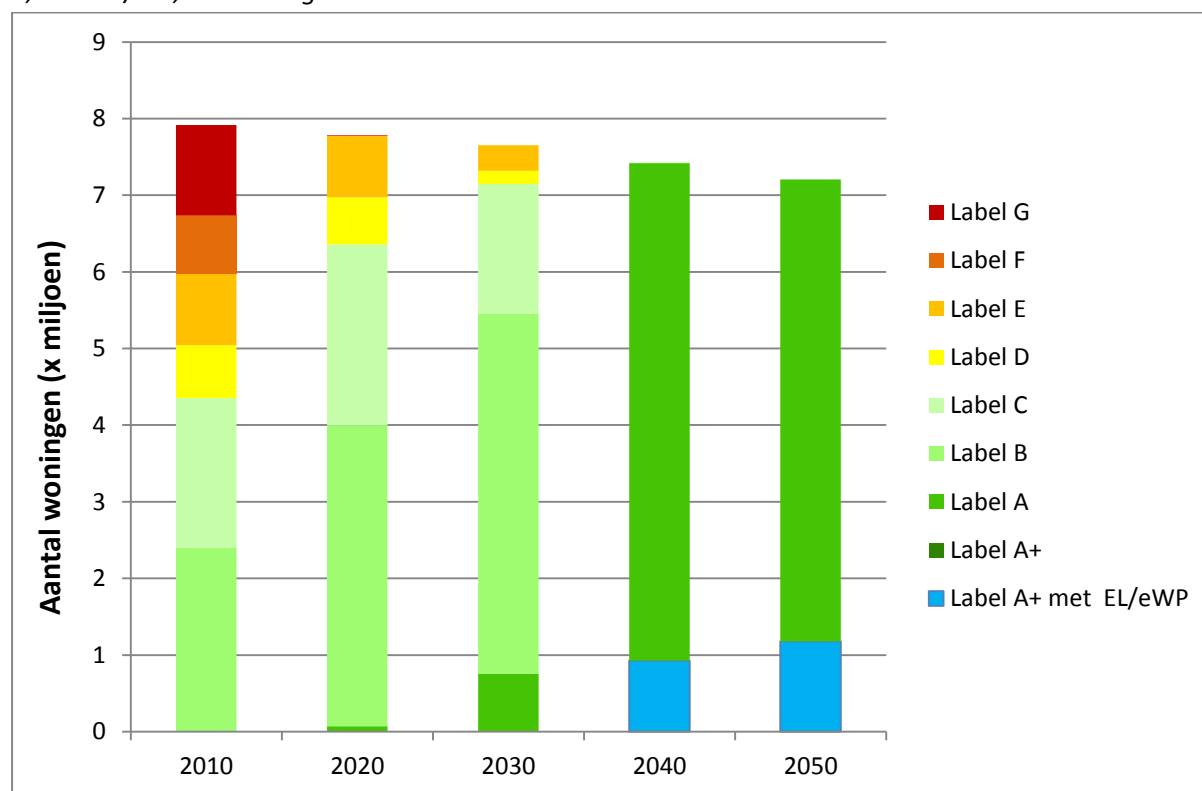
Figuur Energielabels bestaande woningen, Rekenvariant verhoging energiebelasting op aardgas met 0,50 euro/m3, WLO Laag



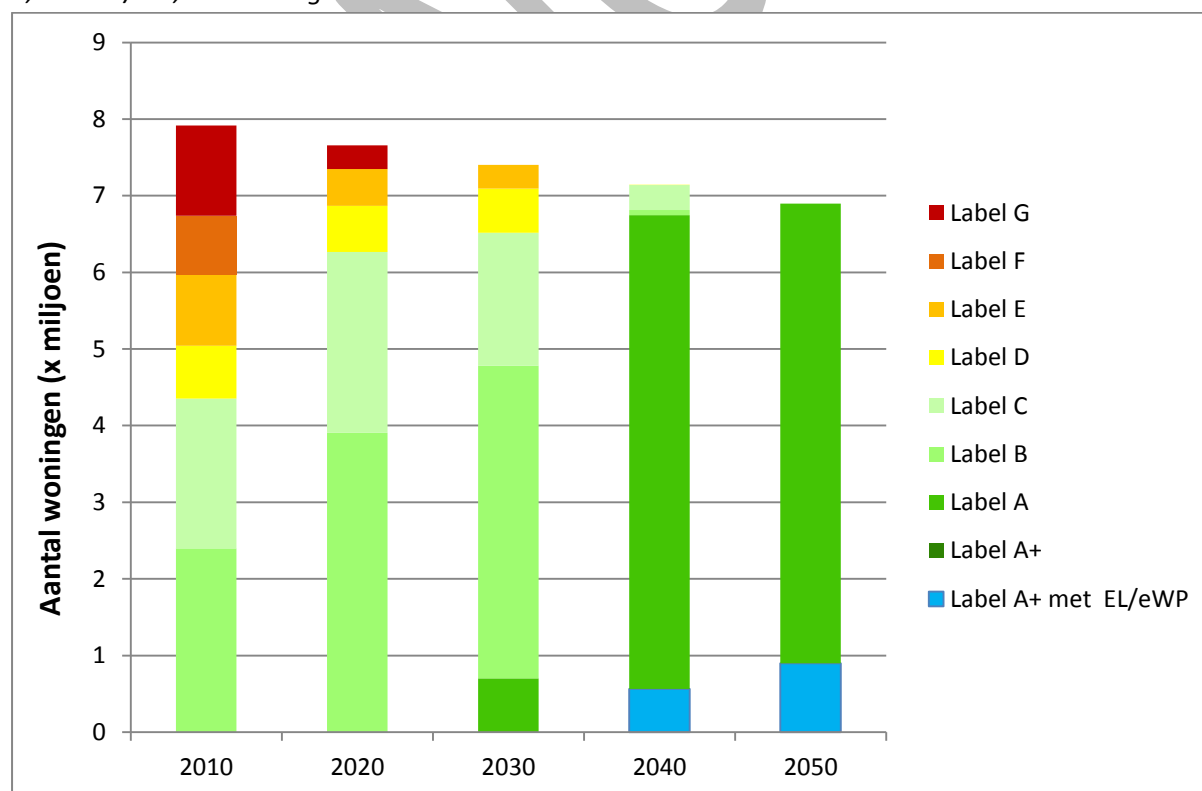
Figuur Energielabels bestaande woningen, Rekenvariant verhoging energiebelasting op aardgas met 0,50 euro/m3, WLO Hoog



Figuur Energielabels bestaande woningen, Rekenvariant verhoging energiebelasting op aardgas met 1,50 euro/m3, WLO Laag



Figuur Energielabels bestaande woningen, Rekenvariant verhoging energiebelasting op aardgas met 1,50 euro/m3, WLO Hoog

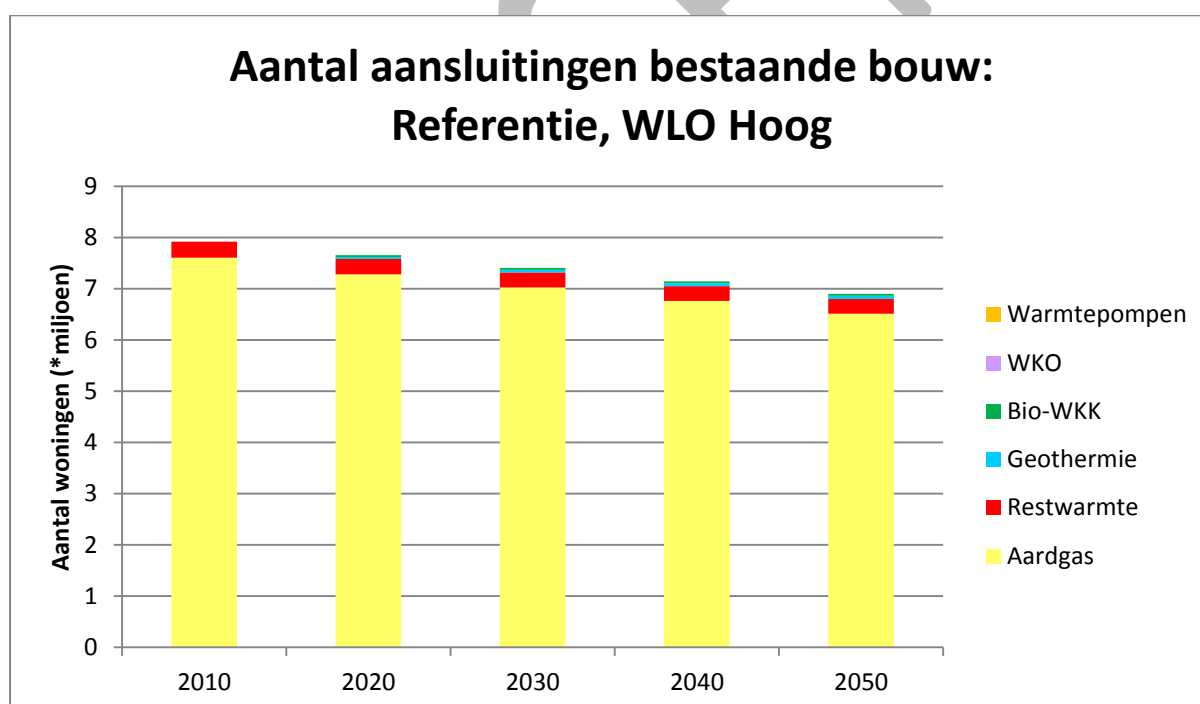
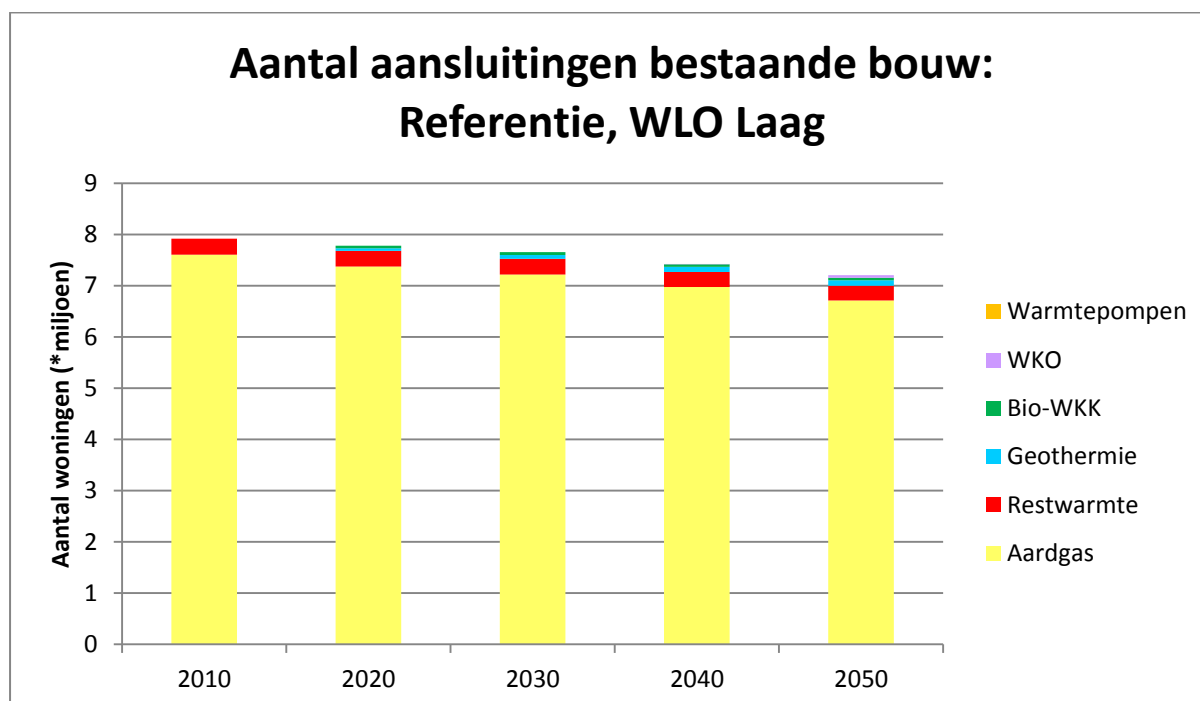


7. Aansluitingen warmtevoorziening bestaande woningen

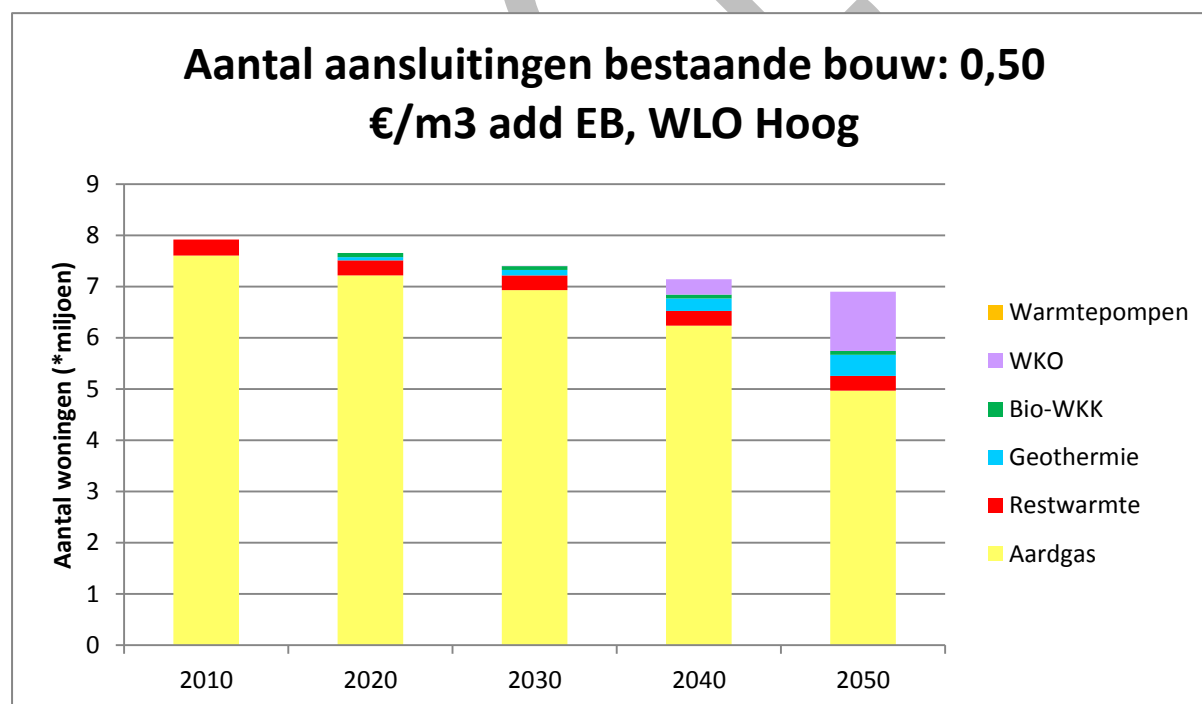
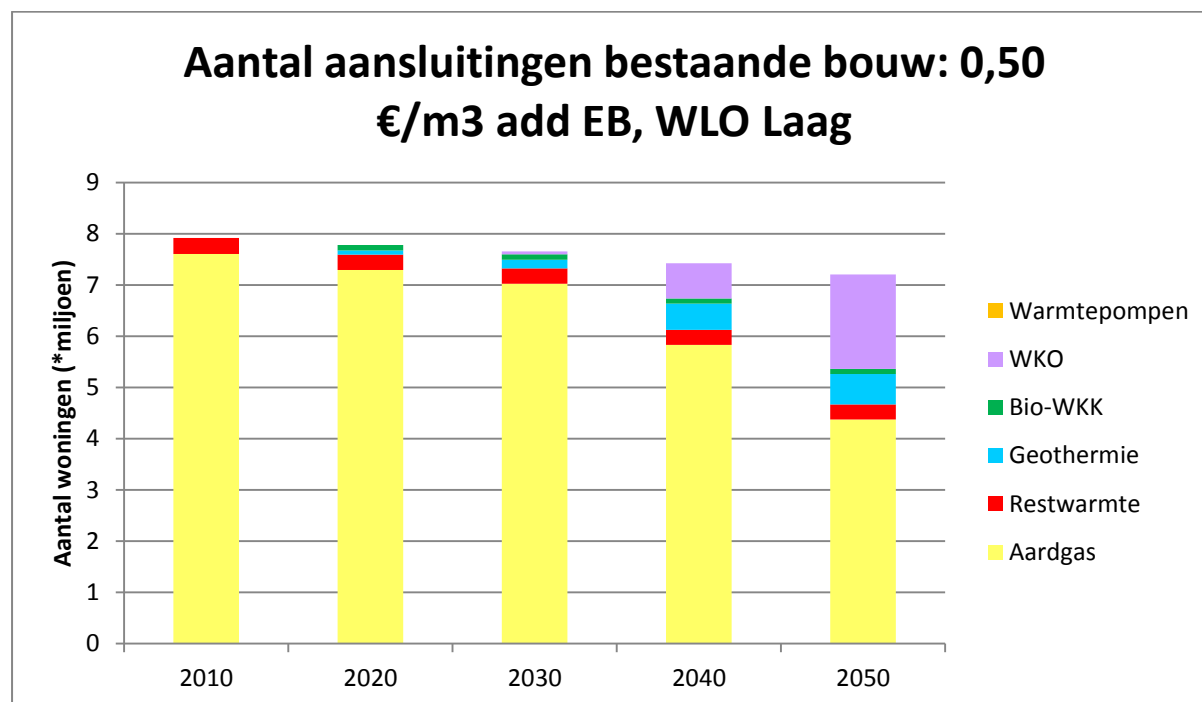
Dit hoofdstuk laat zien hoe het aanbod van de warmtevoorziening zich ontwikkelt van het startjaar (2010/2013) tot 2050. De volgende figuren geven het aantal woningen met een warmtepomp of een aansluiting op het aardgasnet, WKO-net en ander warmtenet. Hierbij is te zien hoe de aansluitingen op het aardgasnet worden vervangen door warmtepompen, WKO en andere warmtenetten. Dit is gedaan voor het referentiepado en de rekenvarianten met verhoging van de energiebelasting op aardgas met 0,50 euro/m³ en 1,50 euro/m³.

CONCEPT

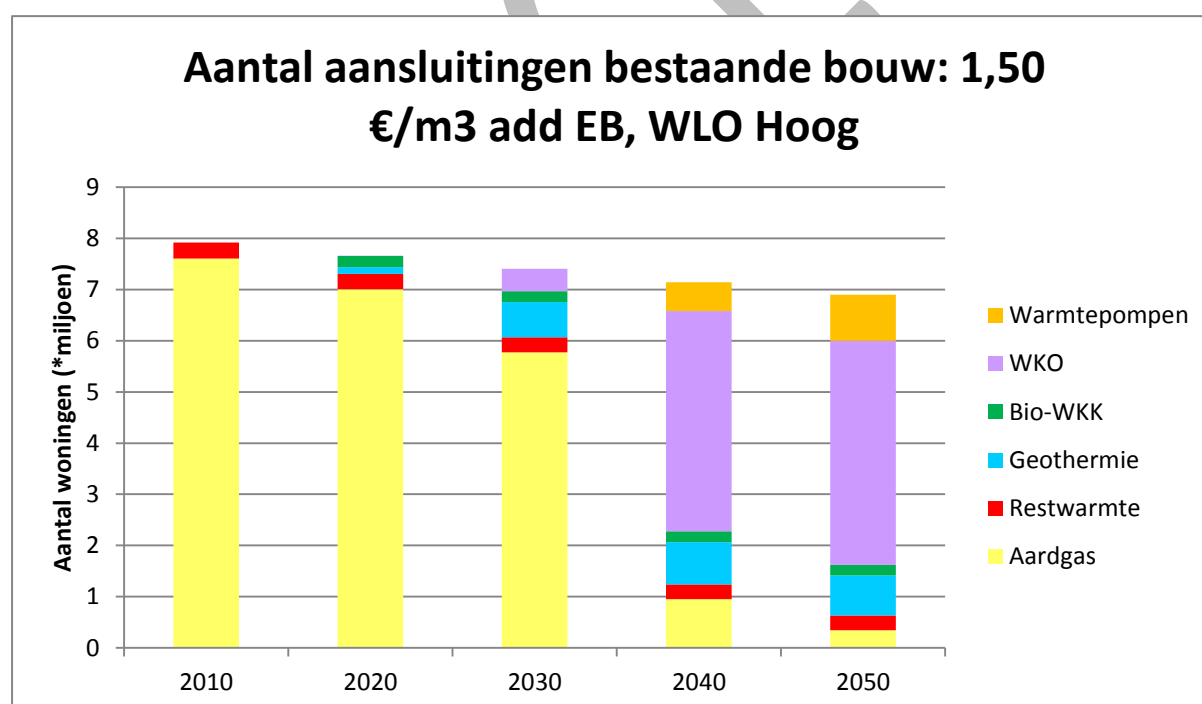
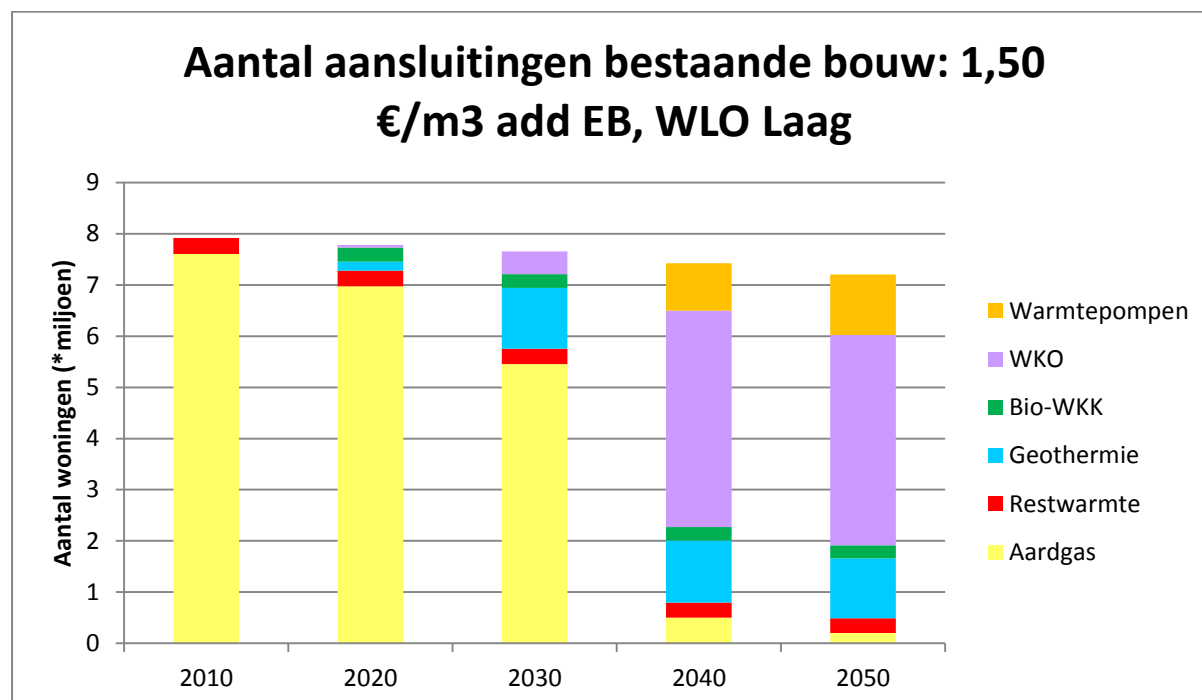
Figuur Aansluitingen warmtevoorziening bestaande woningen Referentiepad



Figuur Aansluitingen warmtevoorziening bestaande woningen, Rekenvariant verhoging energiebelasting op aardgas met 0,50 euro/m3

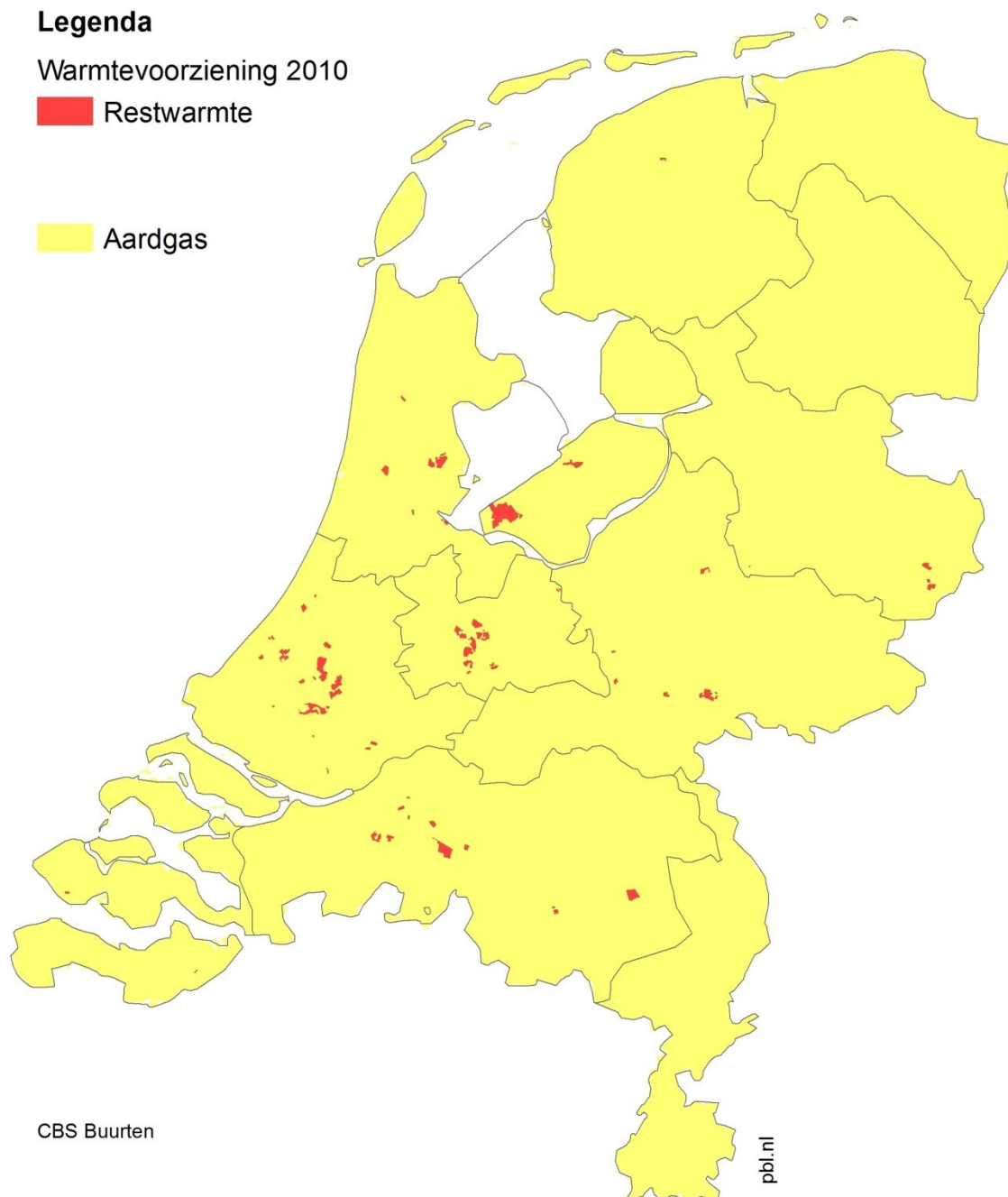


Figuur Aansluitingen warmtevoorziening bestaande woningen, Rekenvariant verhoging energiebelasting op aardgas met 1,50 euro/m3



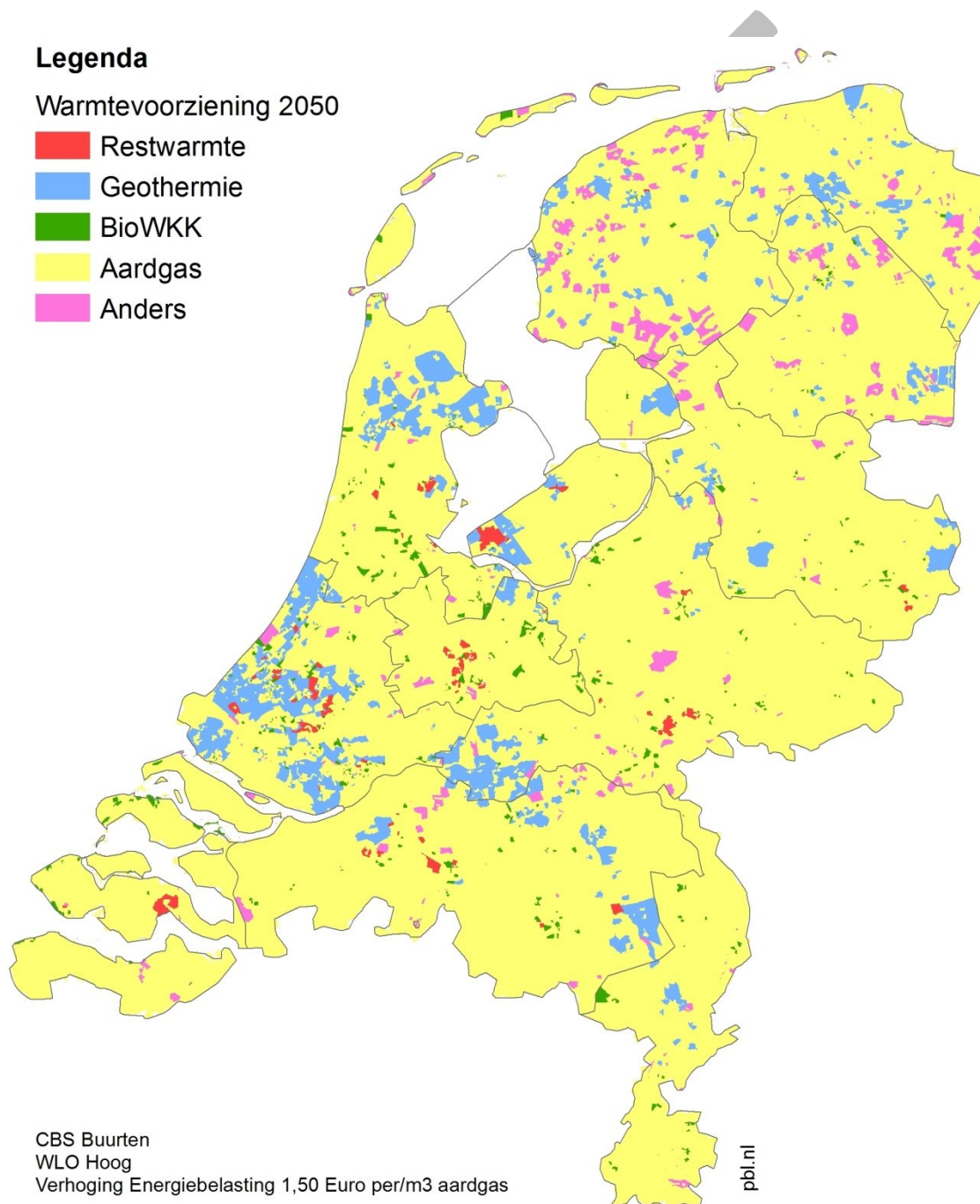
De onderstaande figuur geeft de geografische kaart van de gebieden waar in het startjaar (2010/2013) overwegend een warmtenet is voor de gebouwde omgeving (woningen, utiliteit en glastuinbouw).

Figuur Infrastructuur warmtevoorziening gebouwde omgeving in startjaar (2010/2013)



De onderstaande figuur geeft de geografische kaart van de infrastructuur van de warmtevoorziening in WLO Hoog in 2050 voor de rekenvariant verhoging energiebelasting op aardgas met 1,50 euro/m³. Het gebied gemarkeerd met 'Anders' wordt de warmte voorzien door uitsluitend elektrische warmtepompen en/of WKO. In alle overige gebieden is het mogelijk dat naast de gepresenteerde warmtevoorziening er ook gebouwen zijn die worden verwarmd met een warmtepomp of WKO.

Figuur Infrastructuur warmtevoorziening gebouwde omgeving in WLO Hoog in 2050, Rekenvariant verhoging energiebelasting op aardgas met 1,50 euro/m³. In alle buurten zijn mogelijk ook gebouwen met warmtepomp of WKO-installatie.



Bijlage Specifieke kosten actoren

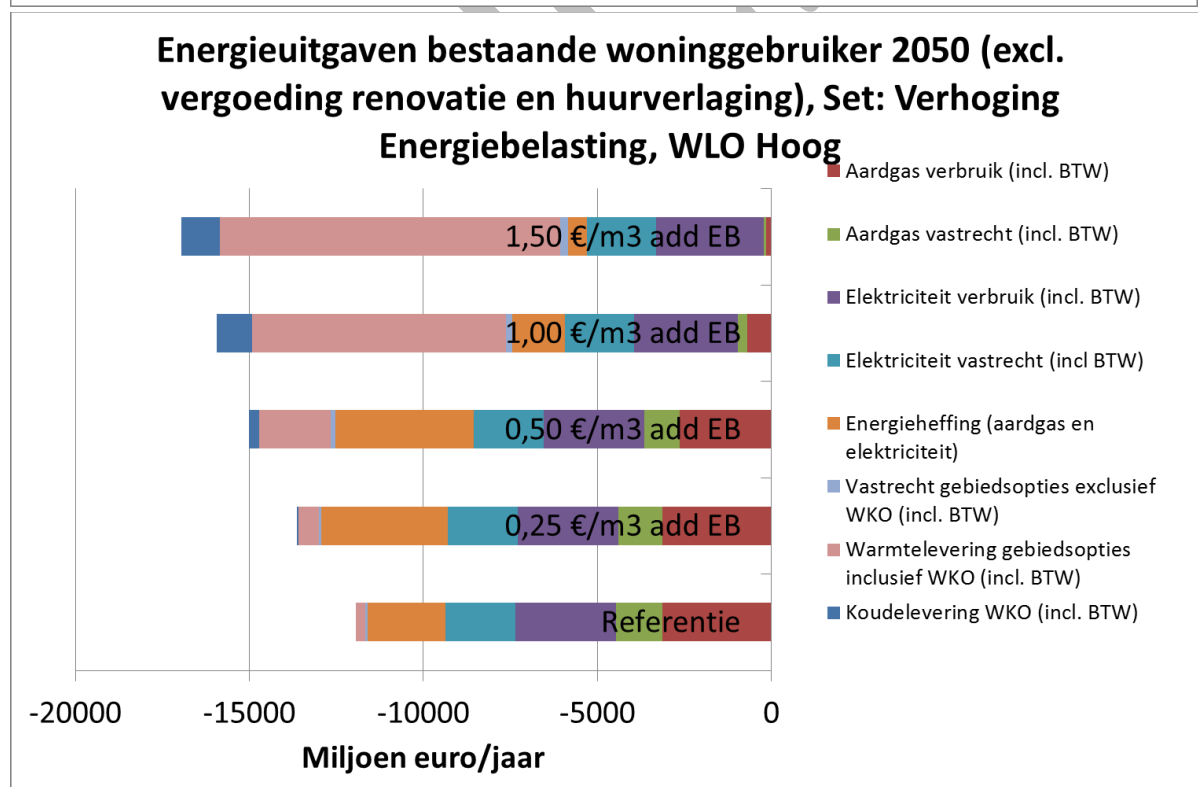
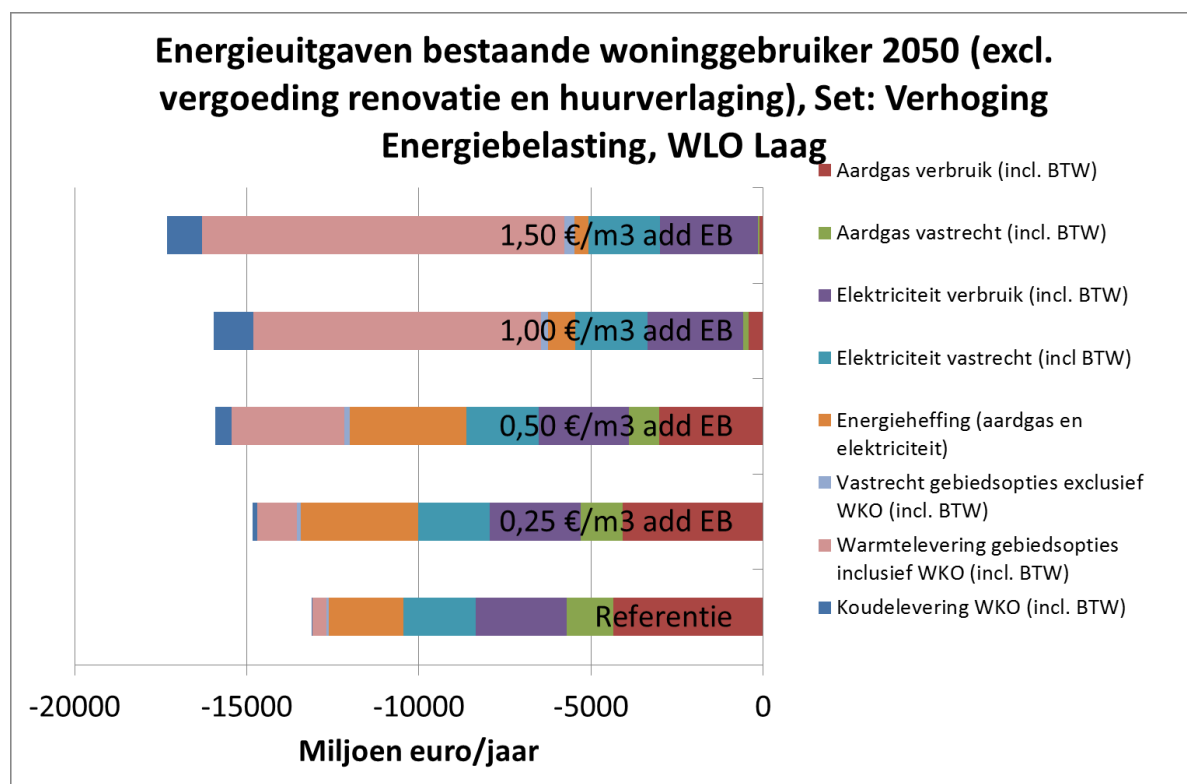
De kosten van sommige actoren zijn in nog meer detail weergegeven in deze bijlage. Hiermee kan nauwkeuriger worden nagegaan wat de ontwikkeling is van diverse posten en in hoeverre zij relevant zijn voor de business case van actoren.

Achtereenvolgens worden figuren gepresenteerd voor:

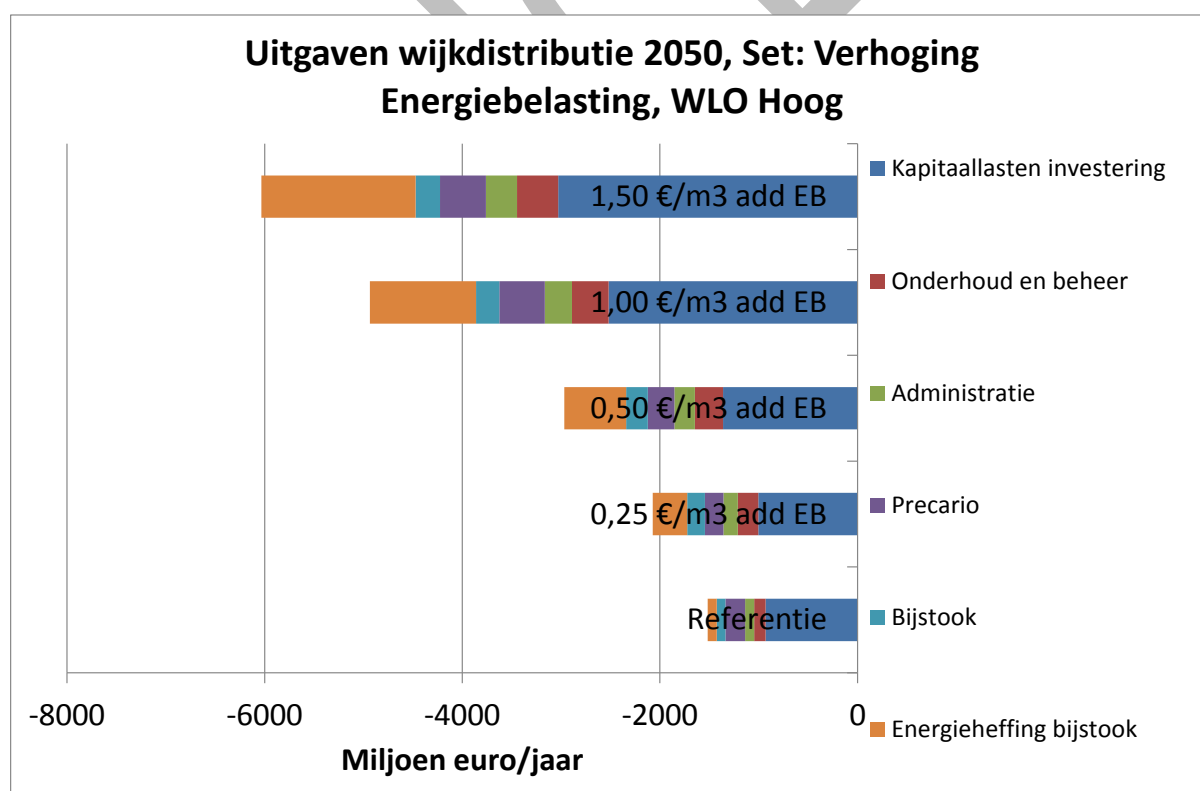
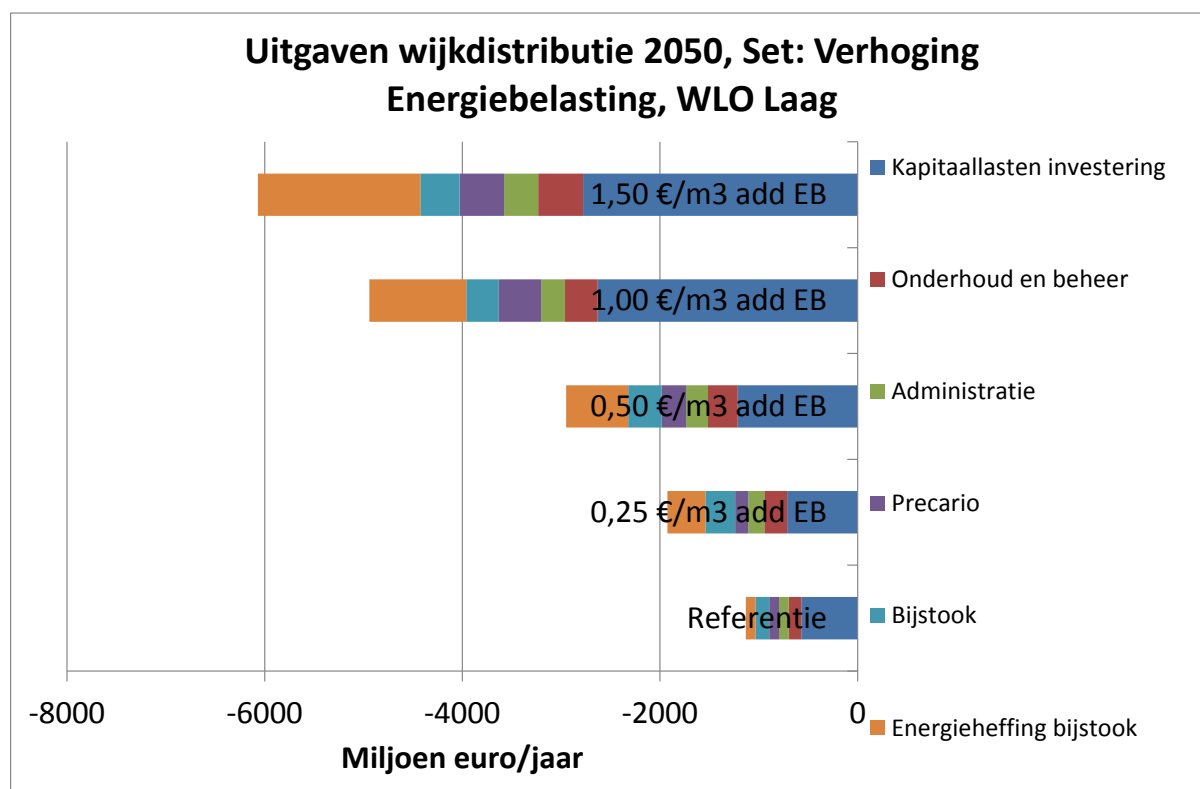
- Uitgaven bestaande woninggebruiker 2050 (excl. Vergoeding renovatie en huurverlaging;
- Uitgaven wijkdistributie 2050;
- Uitgaven gebiedsopties 2050;
- Inkomsten aardgassector 2050;
- Inkomsten elektriciteitssector 2050;
- Inkomsten energieheffing 2050;
- Inkomsten BTW 2050.

CONCEPT

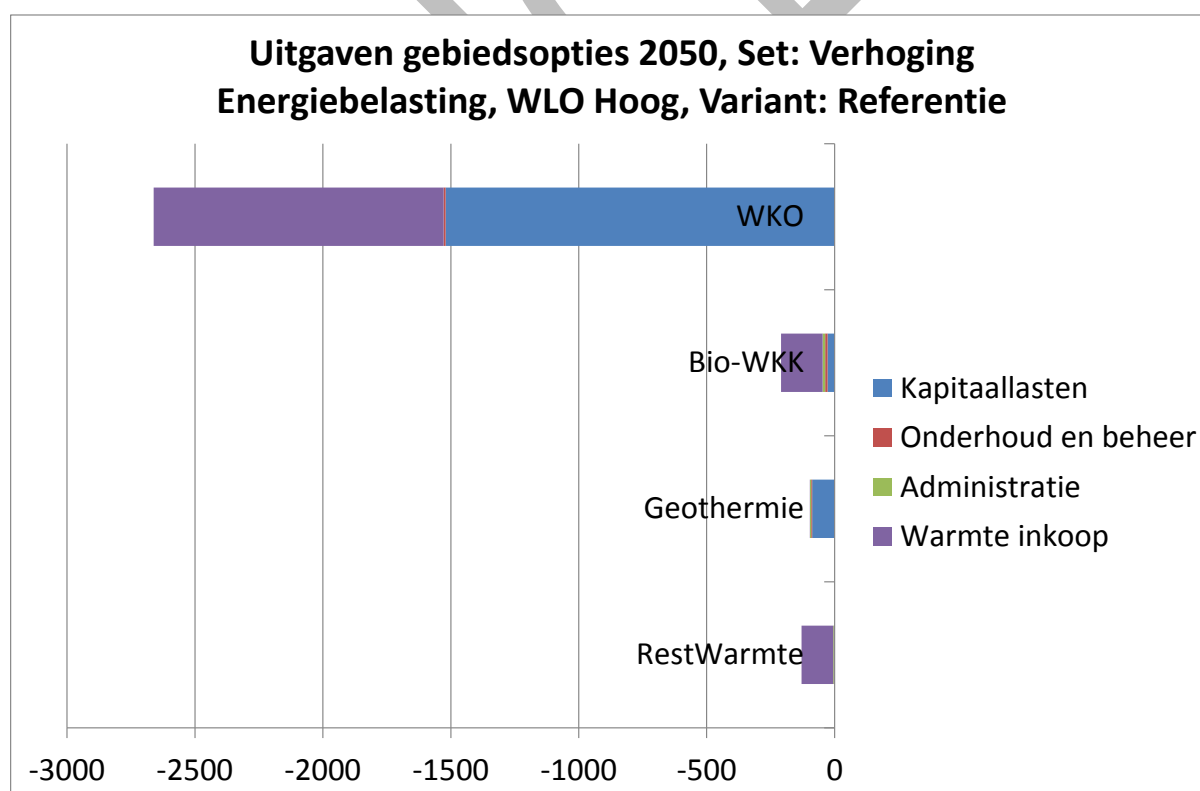
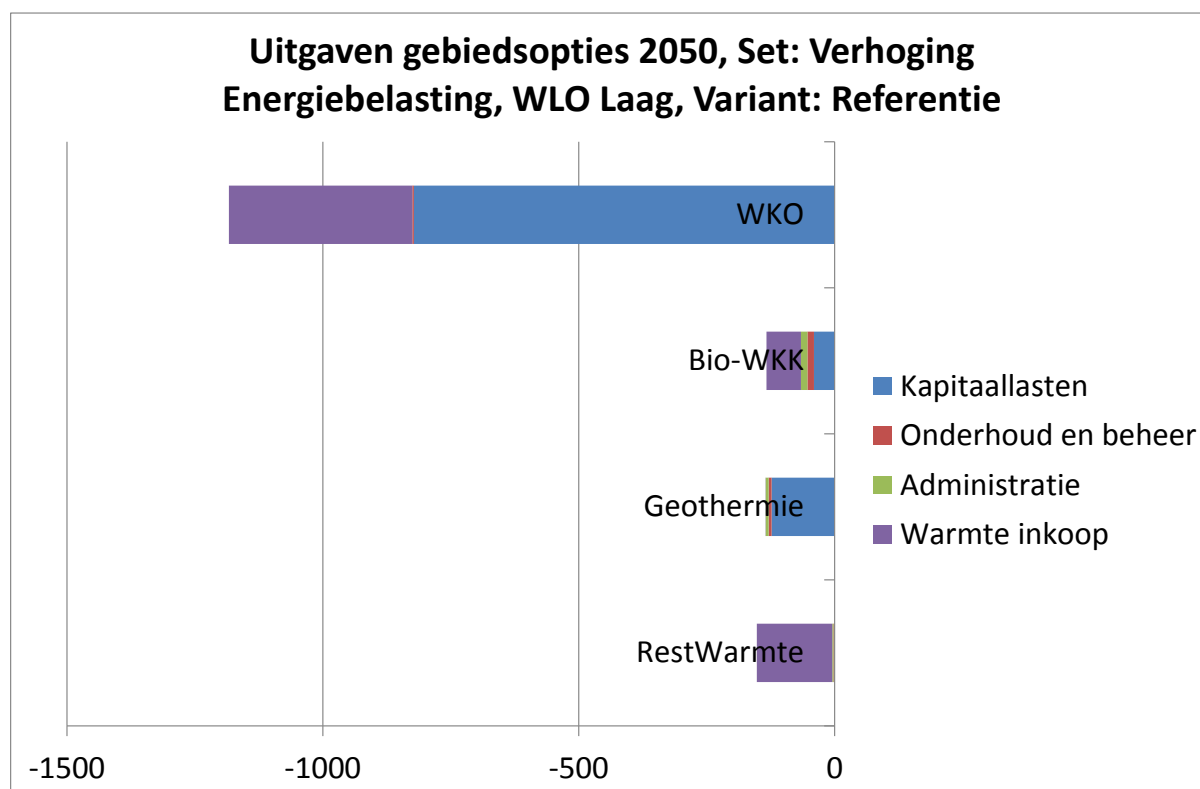
Figuur Energieuitgaven bestaande woninggebruiker 2050 (excl. Vergoeding renovatie en huurverlaging)



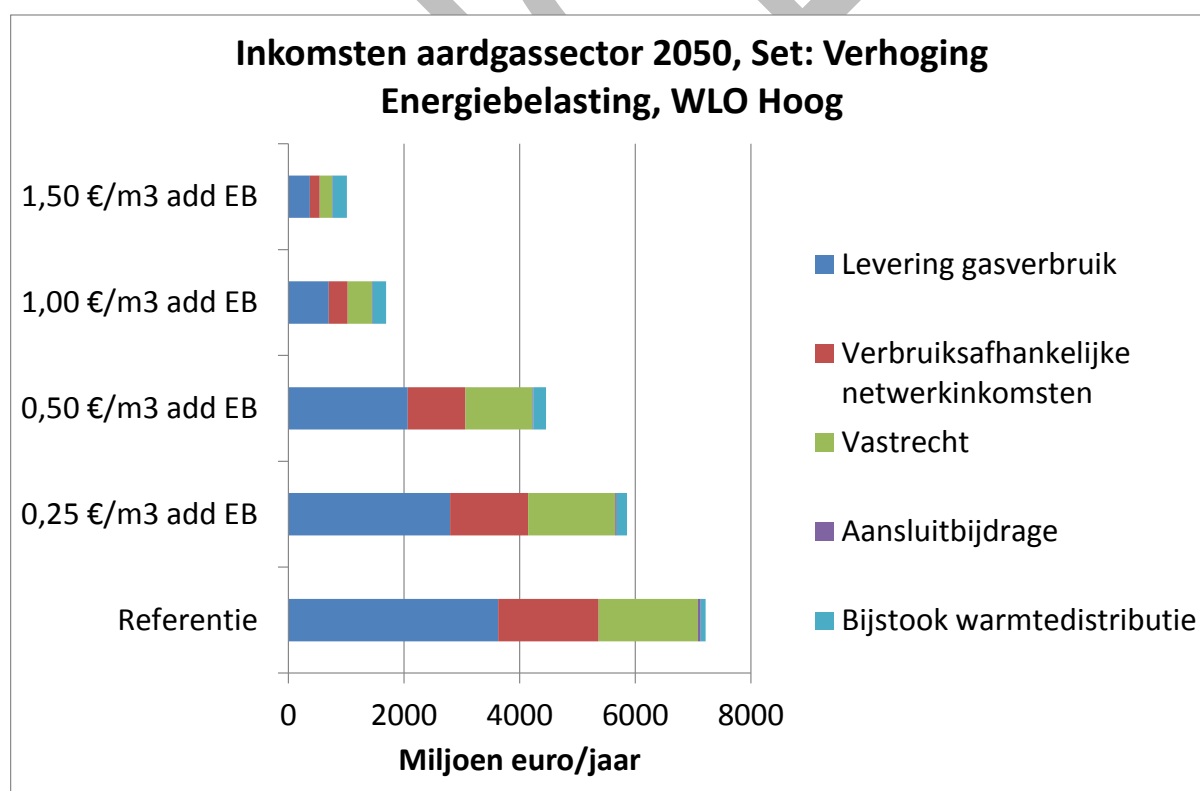
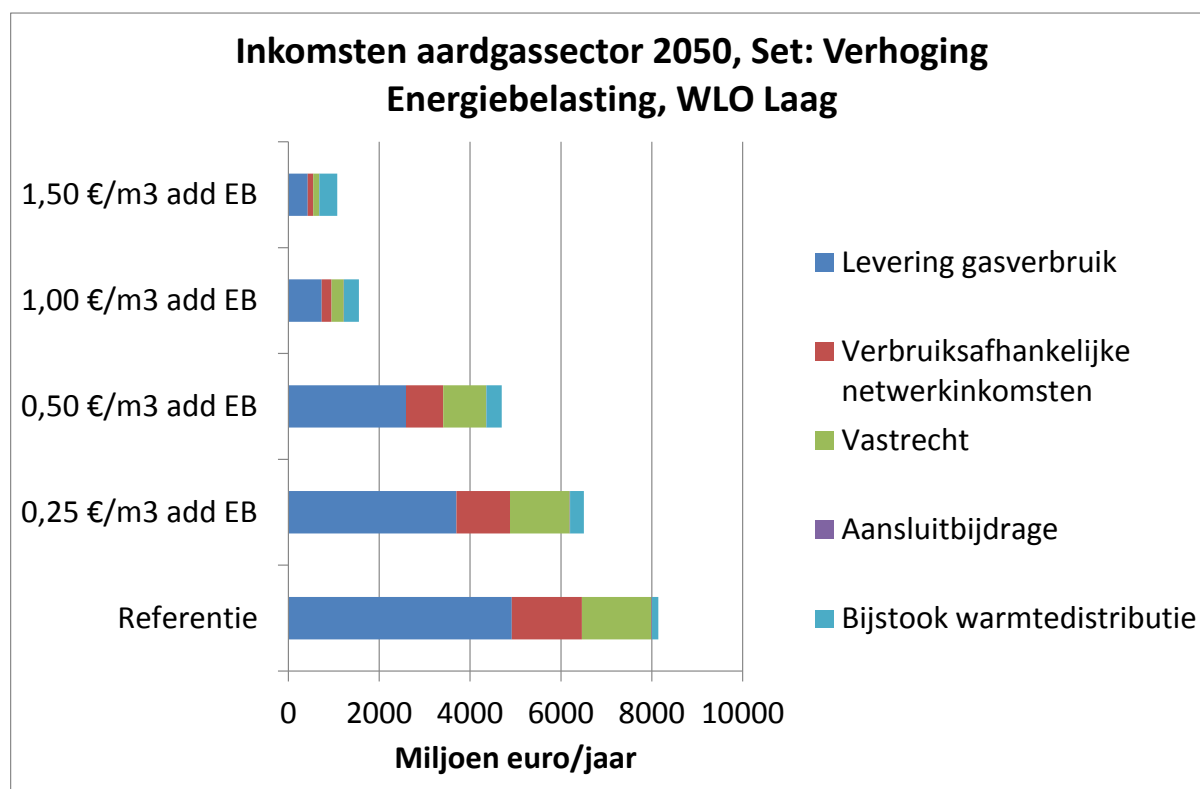
Figuur Uitgaven wijkdistributie 2050



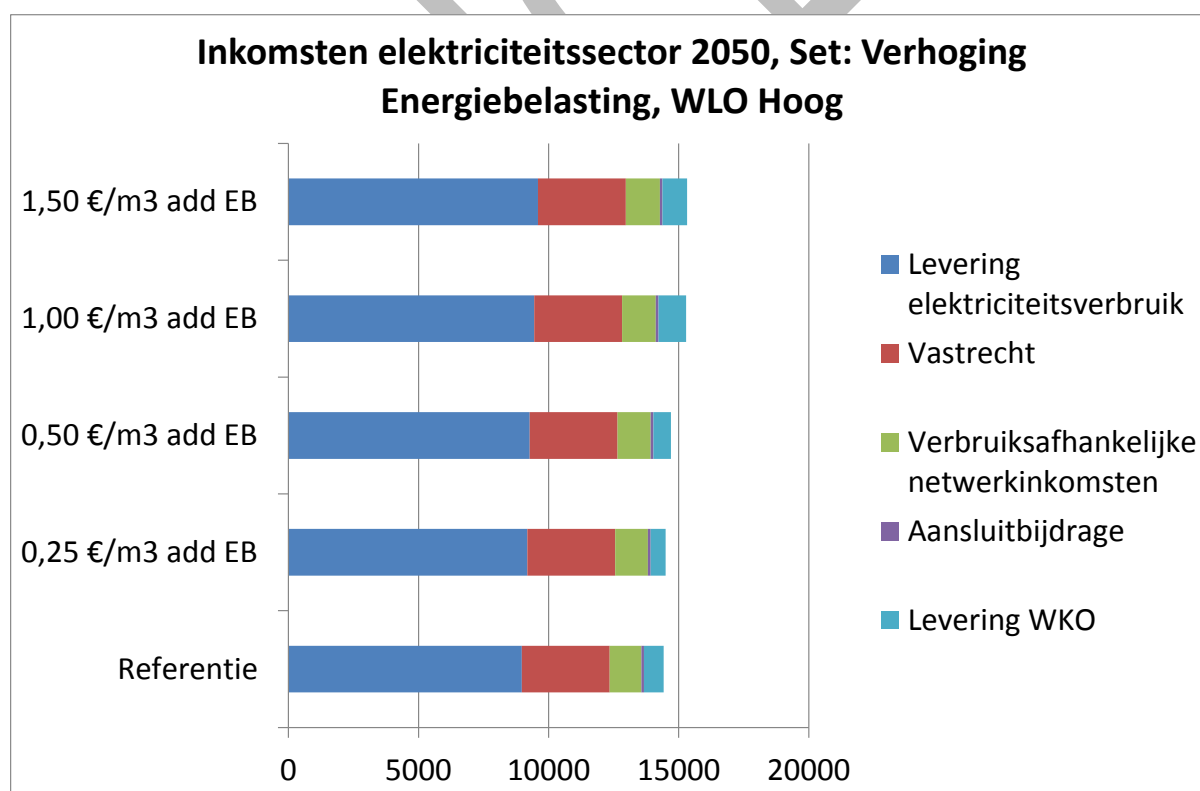
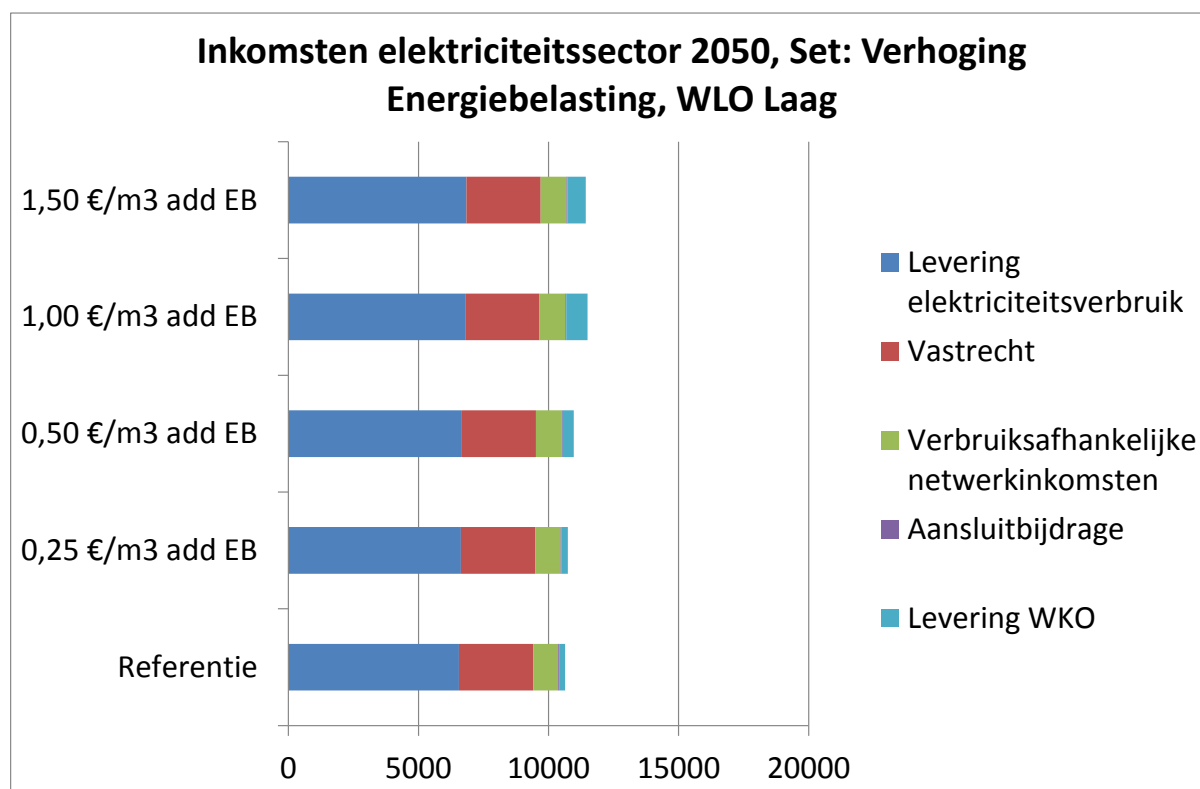
Figuur Uitgaven gebiedsopties 2050



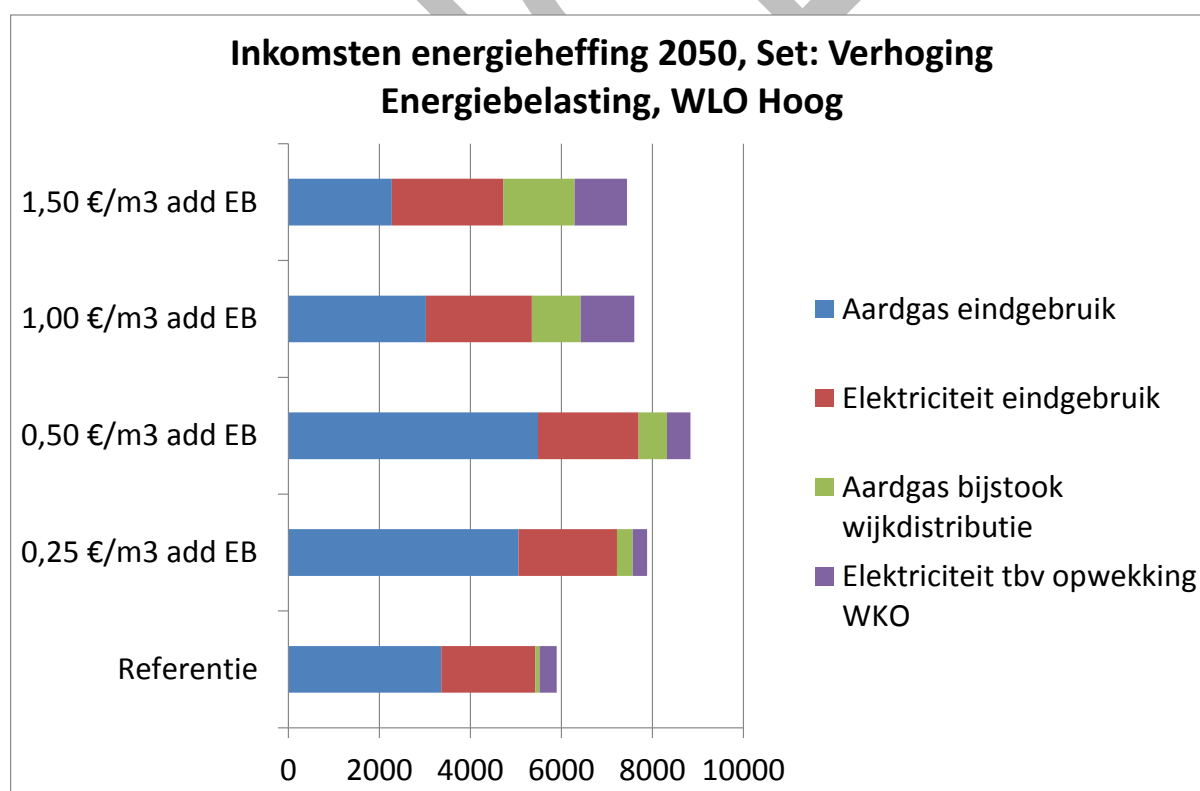
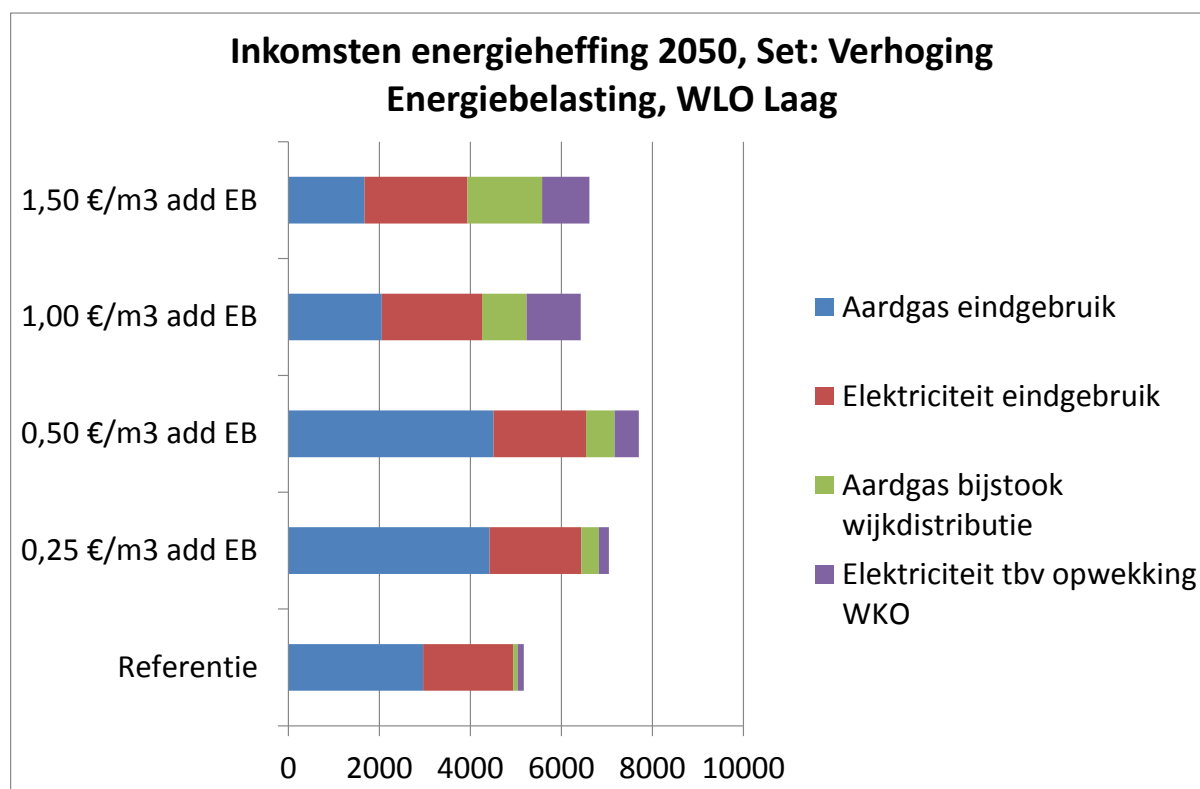
Figuur Inkomsten aardgassector 2050



Figuur Inkomsten elektriciteitssector 2050



Figuur Inkomsten energieheffing



Figuur Inkomsten BTW 2050

