



Maatschappelijk acceptabele kosten analyse een eerste verkenning

Willem D. Hazenberg - STORK

31 jan 2018

Maatschappelijke Acceptabele Kosten Analyse



De kosten van de energietransitie zitten in 3 blokken.

1. Wat zijn de bespaarde kosten t.o.v. klimaatbeleid
 1. VB dijkverhoging Milieu - ziektekosten ed.
2. Wat zijn de directe kosten aan netwerk
3. Wat zijn de directe kosten bij woonhuis

Kosten klimaat en uitstoot



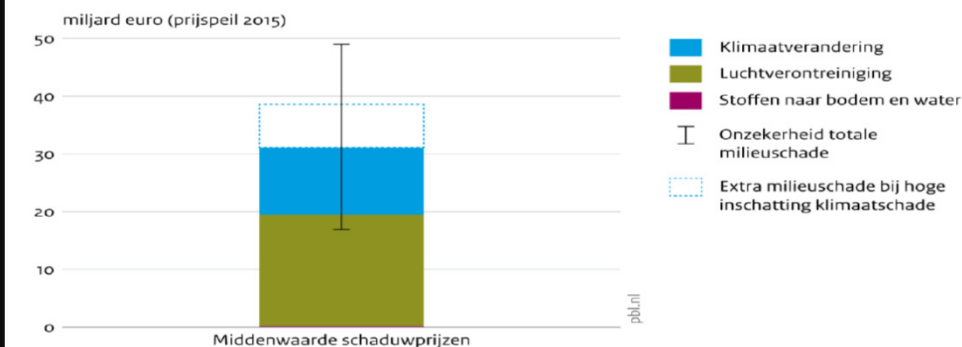
- OA.

- Luchtverontreiniging NL 33 Miljard

- <https://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2018-monetaire-milieuschade-in-nederland-3206.pdf>

- 7.4 Miljard dijkverhogingsprogramma (DvhN 13-10-2018)

Monetaire milieuschade per veroorzakende stof, 2015



Planbureau voor de Leefomgeving

Onderwerpen Over het PBL

Home > Nieuws > Nieuwsberichten > 2018 > Milieuschade kost samenleving jaarlijks 31 miljard euro

Nieuwsbericht | 21-06-2018

Milieuschade kost samenleving jaarlijks 31 miljard euro

De milieuschade die Nederland oploopt door de uitstoot van schadelijke stoffen naar bodem, water en lucht bedraagt jaarlijks € 31 miljard. Dit welvaartsverlies voor de Nederlandse samenleving staat gelijk aan 4,5% van het bruto binnenlands product (bbp).

> naar de publicatiepagina

De berekende milieuschade komt voor 98% voort uit de uitstoot van broeikasgassen en luchtverontreinigende stoffen naar de lucht. Ondanks 50 jaar milieubeleid heeft Nederland nog steeds een hardnekkig milieuprobleem.

Dit concluderen onderzoekers van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) in de policy brief *Monetaire Milieuschade in Nederland – Een verkenning*. In deze studie heeft het PBL cijfers over de jaarlijkse fysieke uitstoot van schadelijke stoffen gecombineerd met informatie over de momenteel gehanteerde milieuprijzen. Daarmee kan worden berekend wat de waarde is van de totale monetaire milieuschade in Nederland.

Milieuschade bedraagt 4,5% van het BBP

Netwerkkosten



- Bij een meer elektrisch oplossing zullen de netwerkkosten verder stijgen.

NU Woensdag 30 januari 2019 | Het laatste nieuws het eerst op NU.nl

Voorpagina [NU.nl](#) > [Economie](#) > [Duurzaam](#)

Net binnen
Algemeen
Economie
Sport
Tech
Entertainment
Uit
Overig
Video's
Podcast
Regionaal
Adverteerders



TenneT verwacht 28 miljard te moeten investeren in verduurzaming

23 februari 2018 09:04
Laatste update: 23 februari 2018 09:08

Hoogspanningsnetbeheerder TenneT verwacht de komende tien jaar ongeveer 28 miljard euro te moeten investeren om ontwikkelingen op het gebied van verduurzaming bij te houden.

[f](#) [t](#) [in](#) [e](#)

Omrop Fryslân

NIJS & SPORT RADIO TV UTSTJOERING MIST LIVE SKOAL.TV ADVERTISEARJE

Liander investeert miljoenen in Friese elektriciteitsnet

22 jan 2019 - 12:01 • [Frysk](#) • [Lees voor](#)

Netbeheerder Liander investeert dit jaar 85 miljoen euro om het elektriciteitsnet in Fryslân te vergroten. Dat blijkt uit het [jaarplan van Alliander](#), het netwerkbedrijf waar Liander onderdeel van is. Dinsdag werden de activiteiten gepresenteerd die voor 2019 op de agenda staan.



Liander - Foto: ANP

In het plan staat dat Liander doorgaat met het project om op 310 daken van boerderijen in totaal 416.000 zonnepanelen aan te sluiten. Daarnaast heeft Liander vergaande plannen om een nieuw elektriciteitsverdeelstation in de regio Bolsward-Zurich neer te zetten.

Oplossingen van knelpunten

Momenteel werkt Liander in Fryslân onder andere aan de uitbreiding van de verdeelstations Oosterwolde en Wolvega. Daarnaast is de netbeheerder bezig met oplossingen van de

Alliander investeert 844 Miljoen in Energienet



Samen investeren de
Netbeheerders meer dan
2 miljard / jaar in het
elektriciteitsnet
(bron DvhN 13-10-2018)

ALLIANDER INVESTEERT FORS IN ENERGIENTET

23 JANUARI 2019



Netwerkbeheerder Alliander investeert komend jaar 844 miljoen euro in versterking van de energienetten. Dat is nodig om de energievoorziening voor bedrijven en bewoners betrouwbaar te houden, stelt de netwerkbeheerder in zijn dinsdag gepubliceerde Jaarplan 2019.

[Read this article in English](#)

Volgens Alliander blijft de vraag naar nieuwe aansluitingen op het elektriciteitsnet fors toenemen. Maar daarnaast vormt de energietransitie een aanslag op de bestaande netten. De opmars van de elektrisch vervoer heeft er in 2018 toe geleid dat het aantal laadpalen in de verzorgingsgebieden van Alliander met 20 procent is toegenomen tot meer dan 4350.

ARTIKELEN

FLEXMARKET
NIJMEGEN-
30 NOVEMBER

PLEIDOOI VAN
ENERGIEOP
18 OKTOBER

ENERGIE-IN-
MEEWERKEN
UITSTOOT
16 JUNI 2019

AA
DIGI

12



ZIE OOK

Energie kengetallen



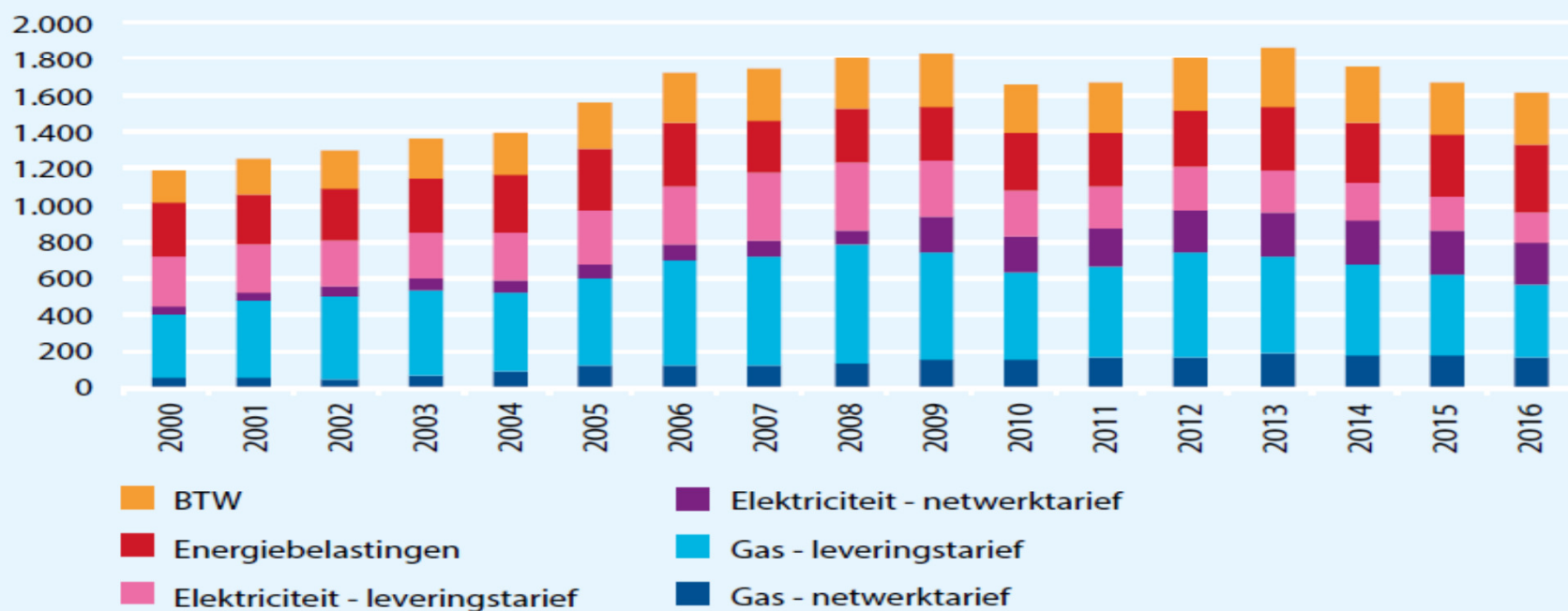
- Trade-off vervangen gas / vervangen elektriciteit tot de volgende kengetallen:
- | | | |
|-------------------------------|---|--------------------|
| - Transport van elektriciteit | : | 16.000 euro/MW/km, |
| - Transport van warmte | : | 1.500 euro/MW/KM, |
| - Transport van gas | : | 50 euro/MW/km/ |
| -Transport van olie | : | 4 euro/MW/km |
- Bron: Wouter Gerards, omgevingsmanager van Enpuls (Enexis)
- [Bron: https://tvvlconnect.nl/groep/19-waterstof-community/prikbord/37#comment-28](https://tvvlconnect.nl/groep/19-waterstof-community/prikbord/37#comment-28)

Historisch overzicht netwerkkosten – Bron ECN (2016)



Bron: Agentschap NL, ECN

Energierekening gemiddeld huishouden

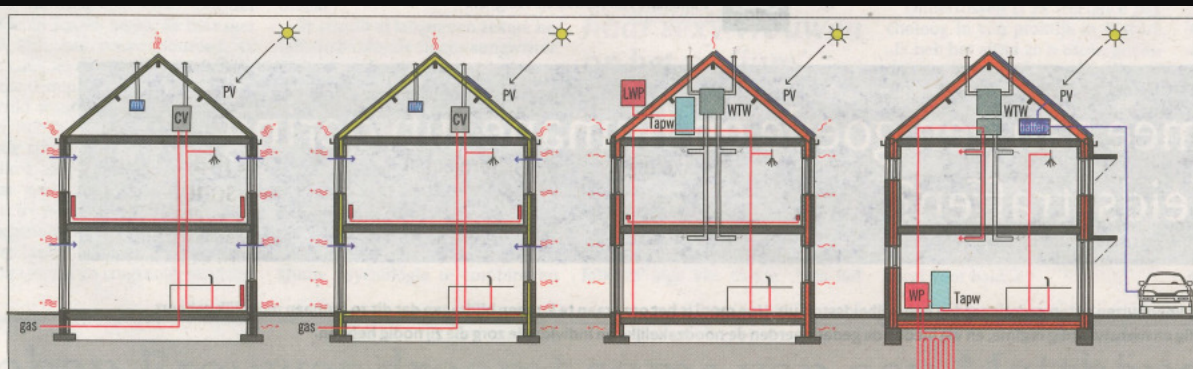


Uitgangspunten Huis



- Er vindt geen aanvullende isolatie aan huis plaats
- Netwerkkosten stroomnet niet meegenomen
- 3 * 25A aansluiting voor warmtepomp aanwezig

Type huizen en energieverbruik



	1990	2018	2020	2025
Prestatie Eis	NEN 1068	EPC 0,4	BENG	PASSIEF
<i>Isolatiewaarden</i>				
● Gevel	1,3 m2.K/W	4,5 m2.K/W	6,0 m2.K/W	9,0 m2.K/W
● Vloer	1,3 m2.K/W	3,5 m2.K/W	6,0 m2.K/W	7,0 m2.K/W
● Dak	1,3 m2.K/W	6,0 m2.K/W	7,0 m2.K/W	9,0 m2.K/W
● Kozijn	1,3 W/m2.K	1,2 W/m2.K	1,0 W/m2.K	0,8 W/m2.K
● Kierdichting	-	0,6 Qvkar	0,3 Qvkar	0,15 Qvkar
● Vloeroppervlak	150 m2	150 m2	150 m2	150 m2
● Verwarmen per m2	200 kWh/m2	60 kWh/m2	30 kWh/m2	15 kWh/m2
● Verwarmen per jaar	18000 kWh/jaar	7200 kWh/jaar	4500 kWh/jaar	2250 kWh/jaar
● Energiedrager	gas	gas	elektrisch - rendement WP 3,0	elektrisch - rendement WP 4,0
● Energie verwarmen per jaar	1800 m3 gas	720 m3 gas	1500 kWh	563 kWh
● Energiekosten verwarmen per jaar	€ 1.170,-	€ 468,-	€ 315,-	€ 118,-
● Meerkosten bouwkundig	-	-	€ 10.000	€ 15.000
● Meerkosten installaties	-	-	€ 15.000	€ 10.000
● Totale meerkosten	-	-	€ 25.000	€ 25.000

© DvhN 290918 | hrdH | Bron: Boom-Schäfer

Uitgangspunten investering



- Investering Warmtepomp incl. installatie 20.000 Euro. (in 2025 scenario – 30%)
- Investering Waterstof CV ketel incl. installatie 2.500 Euro.
- Er wordt gebruik gemaakt van de Energie bespaarlening (Drenthe) met maximale looptijd.

Prijs opbouw aardgas



- PBL - Nationale Energieverkenning 2017
 - (Gasprijs 2010-2035)
 - http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2017-nationale-energieverkenning-2017_2625.PDF
- Tarief Duurzame Energie Opslag ODE (2018-2023)
<https://www.gaslicht.com/nieuws/opslag-duurzame-energie-stijgt-fors-de-komende-jaren>
- Ontwerp-Klimaatakkoord optie B gasprijs stijging 2020-2029
- <https://www.klimaatakkoord.nl/documenten/publicaties/2018/12/21/ontwerp-klimaatakkoord>

Meegenomen in algehele kosten Onderhoud



- G-H-CV
 - 24/7 service, periodieke inspectie/ onderdelen tot 250 euro vallen onder contract
 - Onderdelen buitencontract is 250 euro meegenomen (=10% investering)
- Warmtepomp
 - 24/7 service, periodieke inspectie
 - Voor onderdelen is gedurende loop van het contract 1.100 euro meegenomen (=5.5% investering)

Prijs opbouw Waterstof



- Startprijs 7 euro/Kg productie
- Prijs en rendementsdaling genoemd zoals in het Waterstof Manifest 2018 voor periode 2020-2030
- https://www.vno-ncw.nl/sites/default/files/manifest_waterstof_coalitie.pdf

Lening details bewoner voor in huisverwarming installatie



Omschrijving	Leenbedrag in euro's	Looptijd in Maanden	Rente %	Kosten totaal
Warmtepomp	20.000	180	2.3%	23.668
Waterstof CV-ketel	2.500	84	1.5%	2.636

<https://www.energiebespaarlening.nl/drenthe/>

Niet meegenomen in kosten berekening

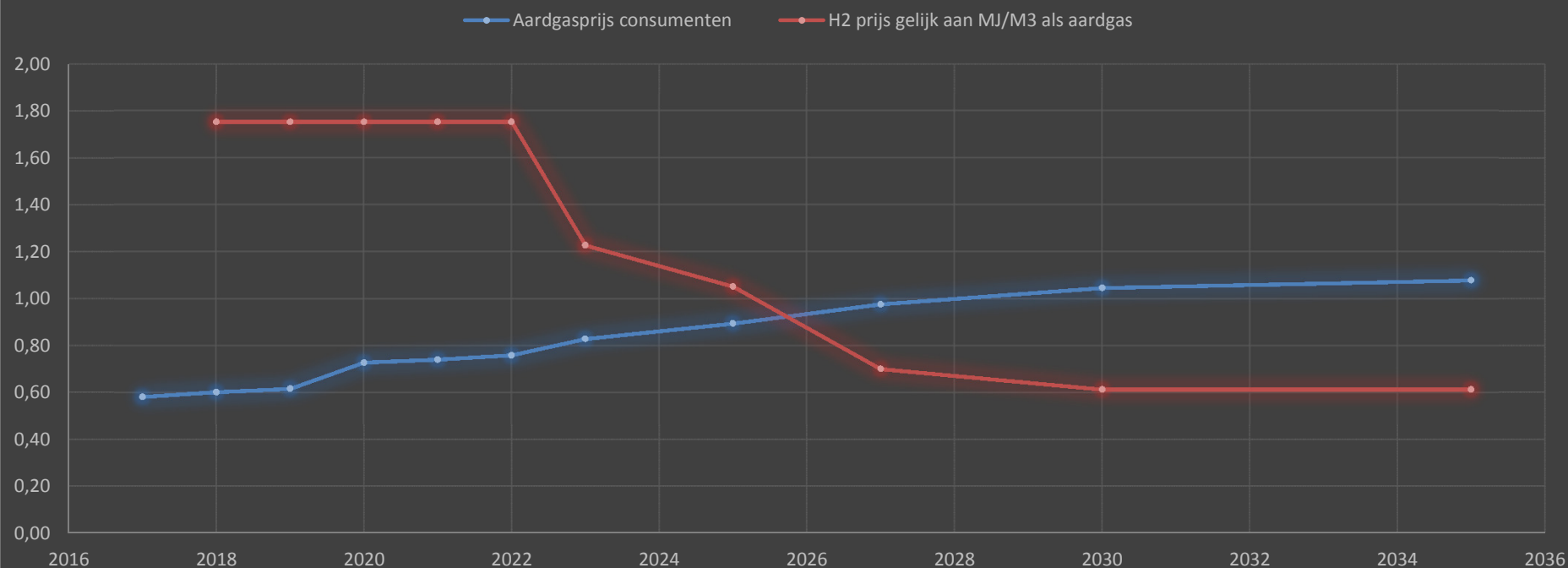


- Energiebesparing op woningen tot 2030 tussen 15-50%
 - Reden hebben hetzelfde effect op beide opties in verbruik
- Inflatie
 - Reden hebben hetzelfde effect op beide opties in kosten.
- Energiebelasting
 - Reden is voor Waterstof nog niet bepaald.
- Stijging woningwaarde en zodoende hogere WOZ waarde en daarmee samenhangende belasting aanslagen

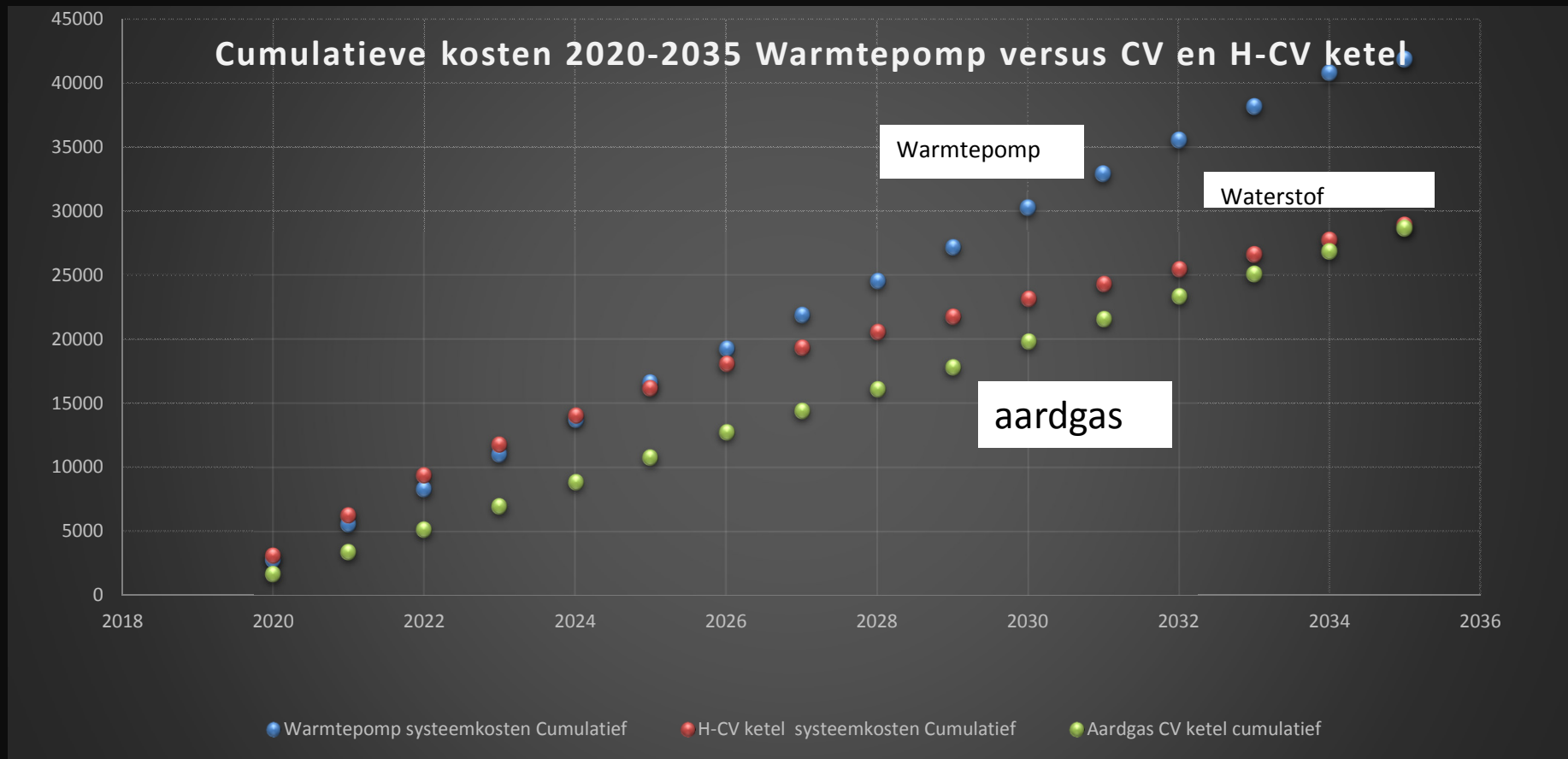
Waterstofprijs 2020: 8 euro/kg prijsontwikkeling



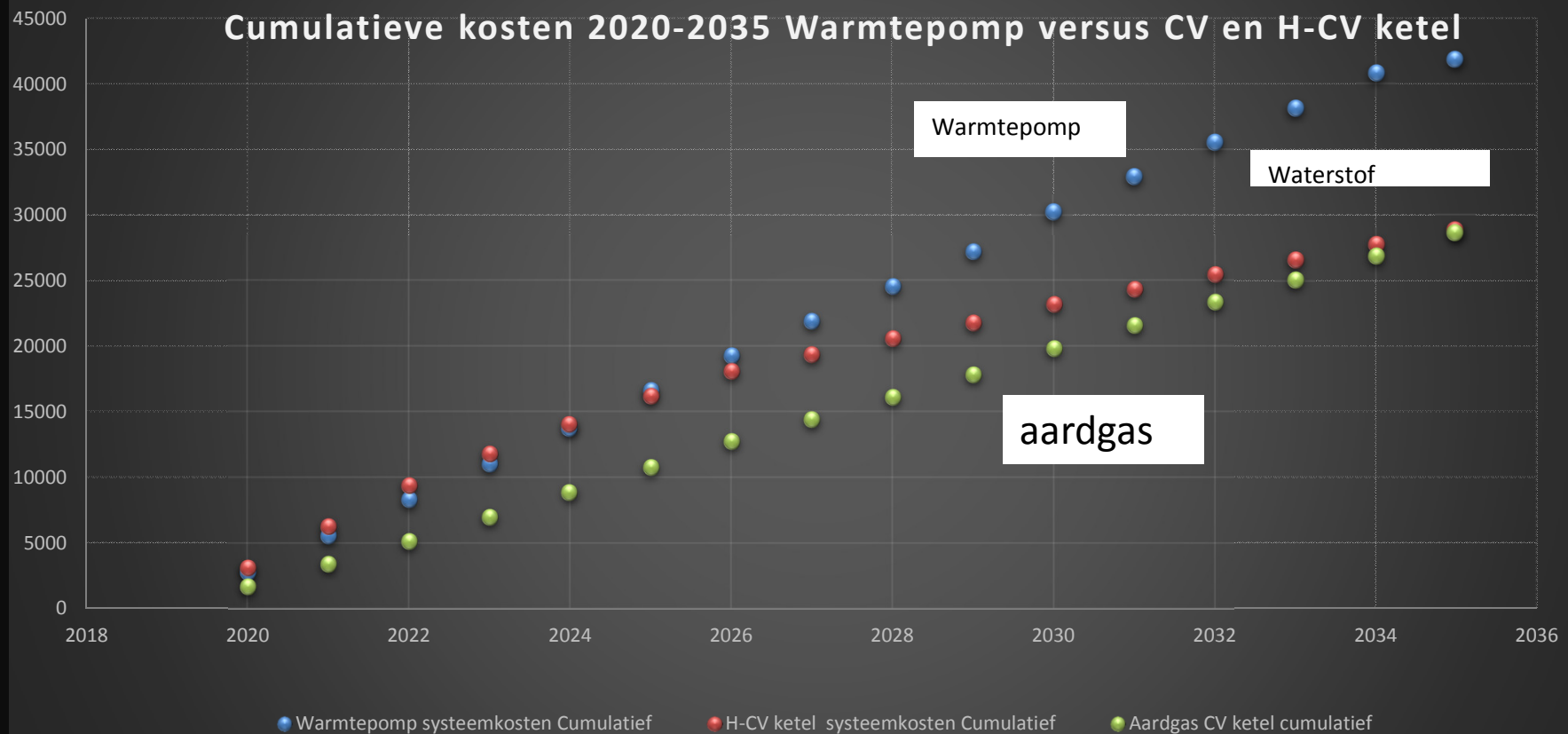
Prijs G-Gas versus Waterstofprijs voor consumenten bij 35.17 MJ/M3 aardgas als referentie prijs is in Euro



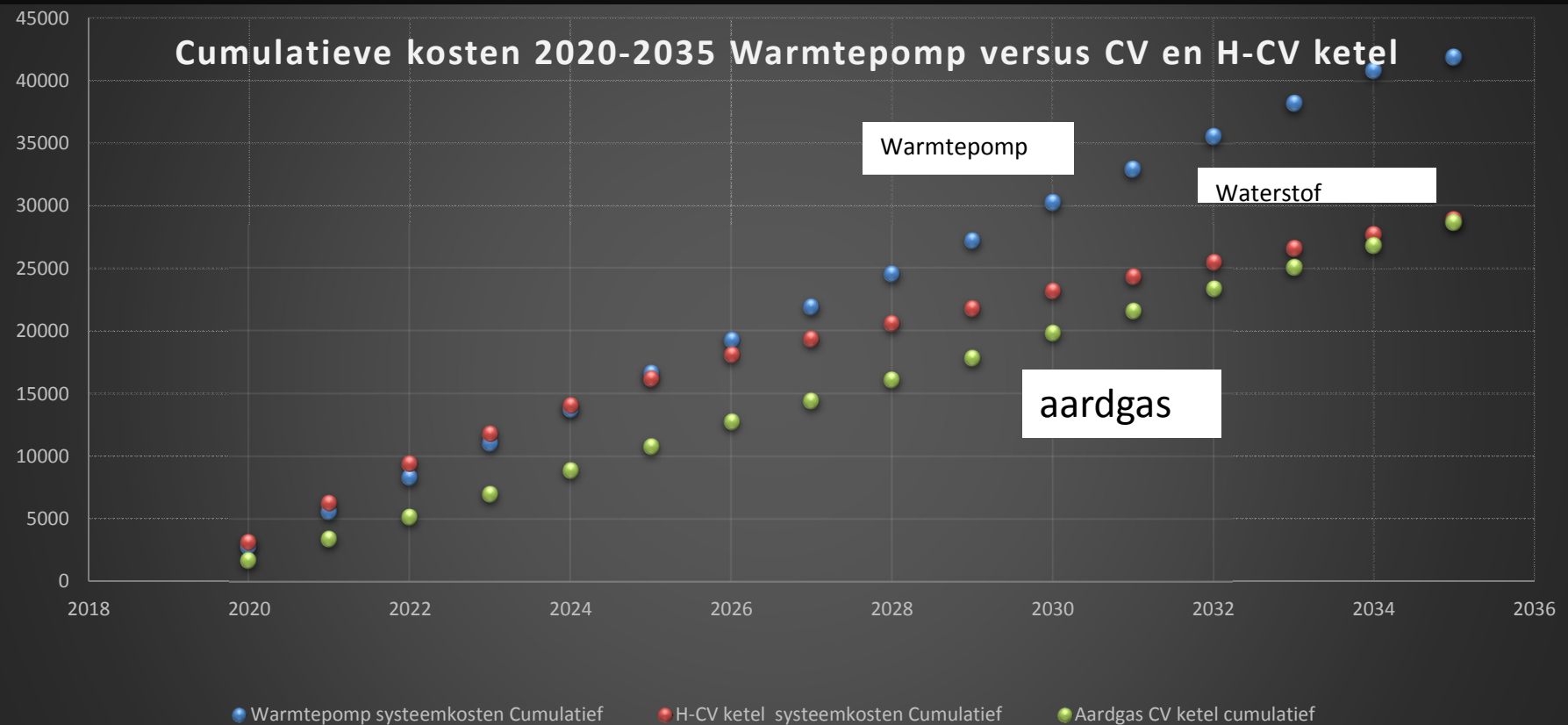
H2 Prijs 8 euro/kg in 2020



H2 Prijs 7 euro/kg 2020



H2 Prijs 6 euro/kg 2020



H2 Prijsverwachting is die correct?

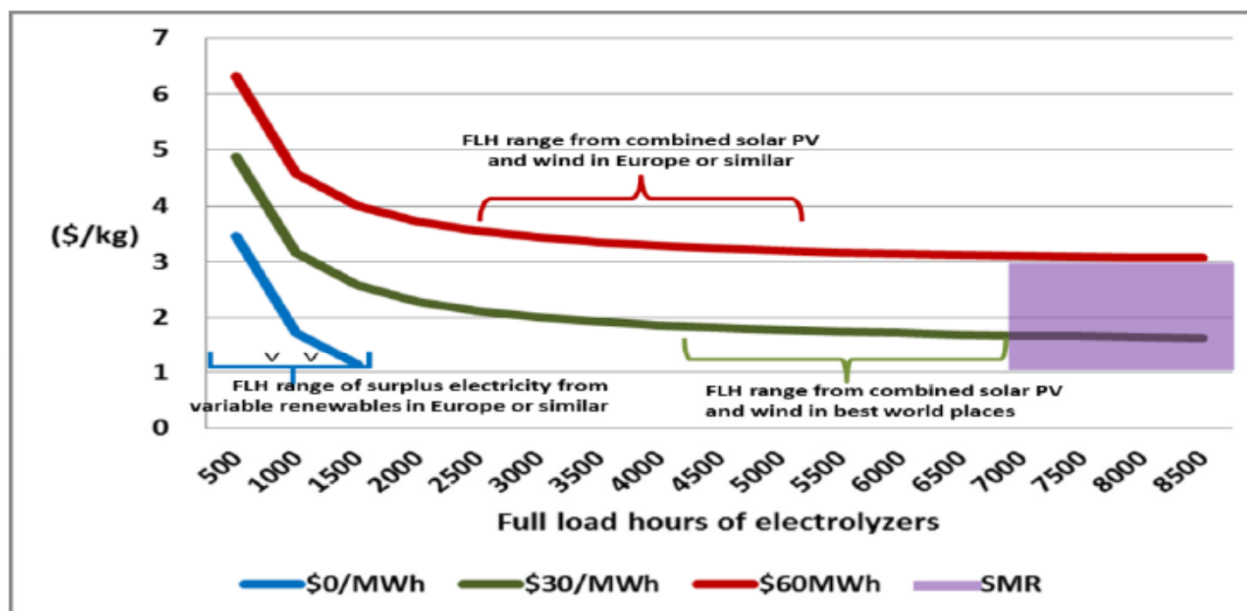


- In model is uitgegaan van de resp. 6 of 7 Euro in 2020 dan zou de prijs in 2025 in resp. 3,6- 4,2 euro zijn.
- 2013 KPMG ging uit van 9,90 euro in 2025 en 5,1 euro
- 2018 TNO-DNVGL rapport – “In 2025 zou een productieprijs tussen de 2,40 en 2,70 euro per kg mogelijk moeten zijn”
- <https://www.gawalo.nl/energie/artikel/2018/12/waterstof-als-brandstof-over-de-energiedichtheid-en-kostprijs-1016909>

IEA rapport 2017 - Waterstofprijis



Figure 1: Cost of hydrogen from electrolyzers at USD 450/kW Capex for different electricity costs and load factors.



Assumptions: Capex of electrolyzers \$ 450/kW (NEL 2017), WACC 7%, lifetime 30 years, efficiency 70% (IEA 2015); cost of hydrogen from SMR \$ 1 to 3/kg H_2 depending on natural gas prices.

https://www.iea.org/media/news/2017/Fertilizer_manufacturing_Renewables_01102017.pdf

FCH – Ronald Berger EU studie 2018



E.1 Power-to-hydrogen



The cost of electricity is the largest cost component of the cost of green hydrogen production

Indicative cost break-down

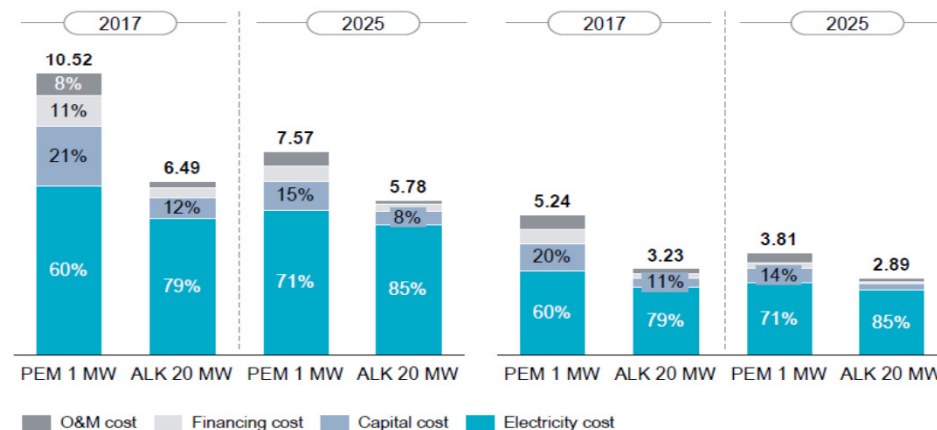
Indicative/Simplified

@ 2,500 hrs FTE p.a. [EUR/kg]

@ 7,000 hrs FTE p.a. [EUR/kg]

... @ 10 ct/kWh effective electricity cost

... @ 5 ct/kWh effective electricity cost



- > Cost of electricity makes up the largest part of the cost of production, followed by capital cost
- > Hence, the effective price of electricity is the key driver of any green hydrogen business case (on the cost side) – dep. on marginal cost of electricity, taxes, levies, surcharges, etc.
- > Structural cost reductions come from lower CAPEX, higher efficiencies and longer stack lifetimes
- > Please note: cost reductions through the provisions of grid services are not included yet

Source: FCH2 JU, Roland Berger

164

<https://www.rolandberger.com/en/Publications/The-Economics-of-Fuel-Cell-and-Hydrogen-Technology-Applications.html>

H2 Prijsdaling Warmtepompen



- Dutch Heat Pump Association (DHPE) verwacht tot 30% prijsdaling tot 2030.

-

- <https://www.installatieprofs.nl/nieuws/verwarming/warmtepompen/remeha-topman-warmtep>

Remeha topman: 'Warmtepomp wordt heus niet goedkoper'

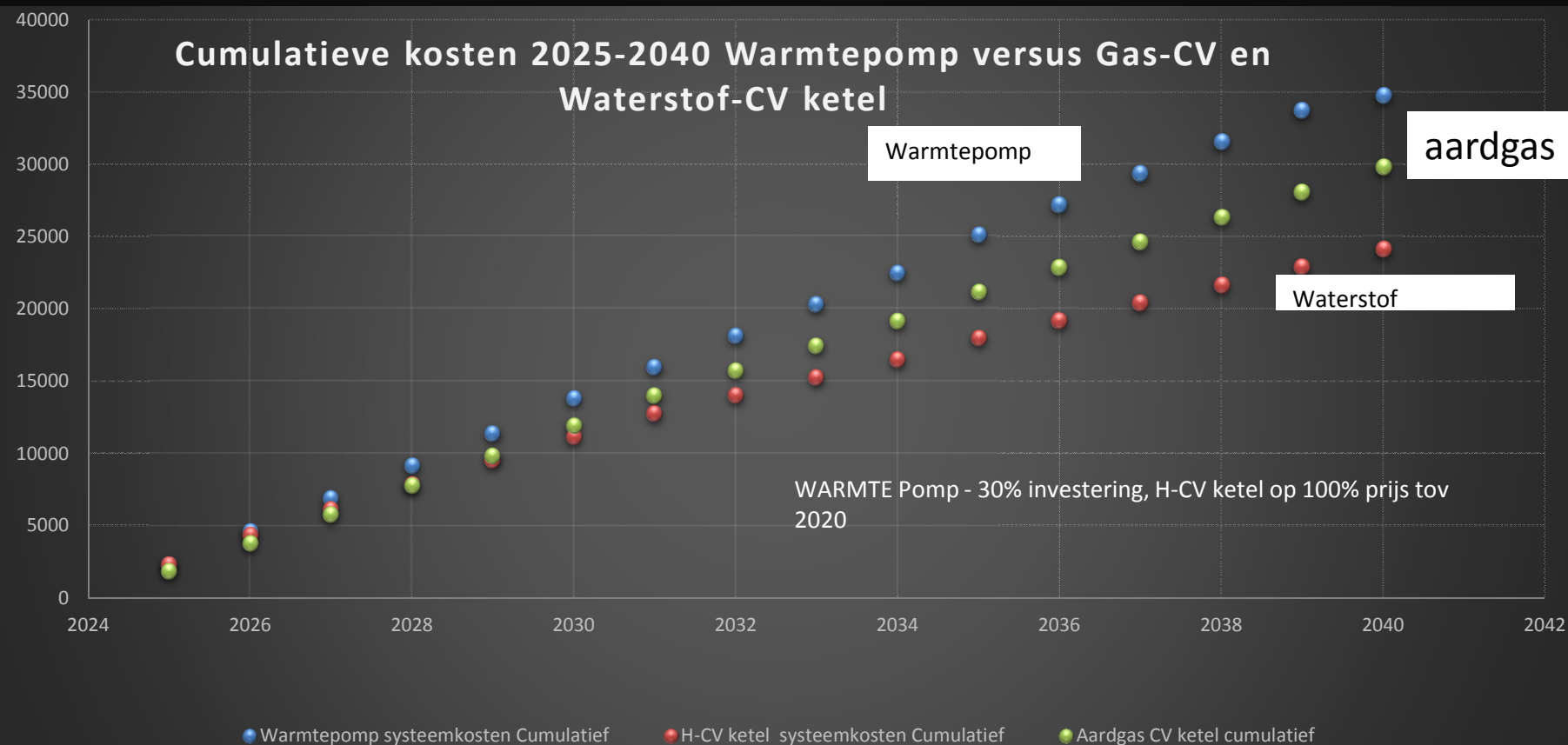
Geplaatst op 15 januari 2019 [Warmtepompen](#)



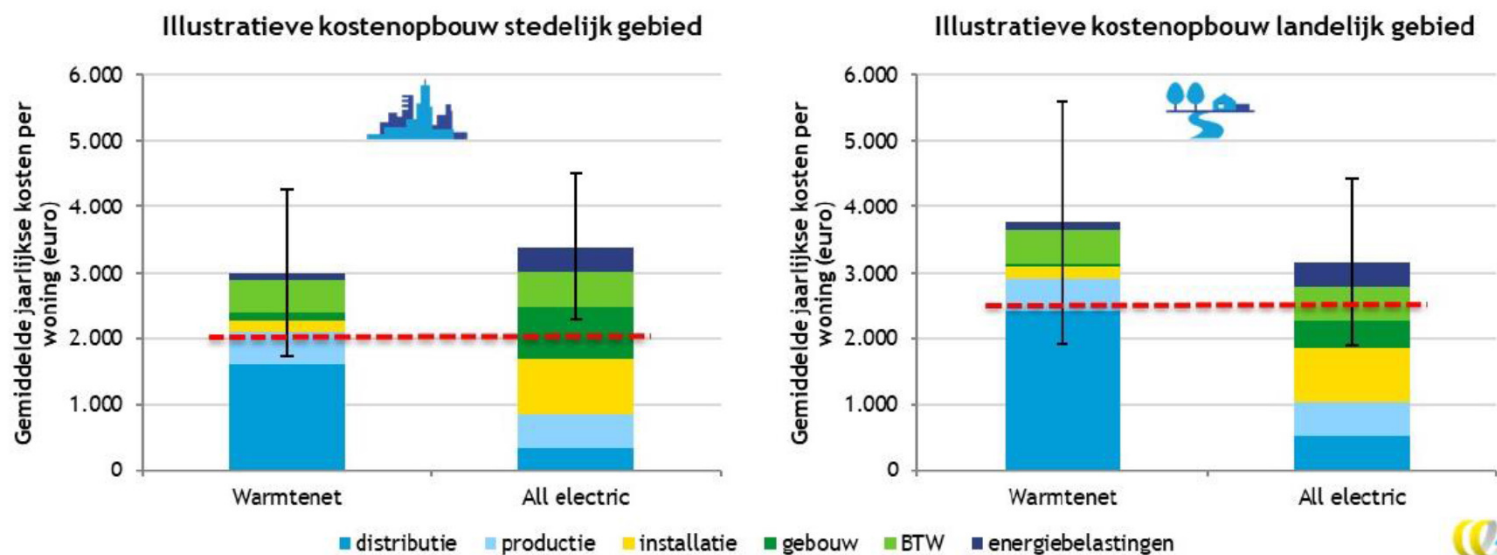
Tekst: Mari van Lieshout. Beeld: Persbericht Remeha (ondertekening overname Techneco door Remeha)

Was de berichtgeving van deze week toeval of was het moment bewust gekomen? Op de dag dat de Apeldoornse ketelfabrikant Remeha bekend maakte dat het de ontwikkelaar en producent van warmtempen Techneco overnam, liet Arthur van Schayk, ceo van Remeha, in de Volkskrant optekenen dat we er rekening mee moeten houden dat de warmtepomp voorlopig nog flink aan de prijs blijft.

Start 2025 – Warmtepomp -30% investering



Berenschot rapport 2018 alternatieven



Figuur 4.12 | Indicatieve verschillen tussen collectieve en individuele technieken in stedelijk en landelijk gebied

Berenschot- CE-Delft - IF, dec 2018- Rapport: opschaling aardwarmte in Warmtenetten

Voorlopige conclusie



- H-CV Ketel biedt ten opzichte van een Warmtepomp een financieel voordeel.
- Bij invoering na 2025 is het zelf goedkoper als aardgas en Warmtepompen.
- Zeker vanuit financieel uitgangspunt een goede reden om te overwegen.

Opslagkosten Batterij



Merk	Range	Prijs	Prijs/kwh	Status
Tesla Powerwall 2	14 kwh	7000 euro	500 euro/kwh	beschikbaar
LG Chem	6,6 kwh	5500 euro	833 euro/kwh	beschikbaar
LG Chem	9,3 kwh			beschikbaar
Suwotec	1 MW	125.000 euro	125 euro/kwh	plan

- Bron: <https://www.dvhn.nl/economie/Revolutionaire-bio-accu-van-Suwogie-tec-komt-dankzij-kijken-naar-de-natuur-24142483.html>

Ontwikkelingen – Huisapparatuur – Waterstof CV



ds DE STENTOR Regio Algemeen Sport Video Koken & Eten
Zwolle Apeldoorn Deventer Zutphen Kampen Veluwe Achterhoek Salland Vechtdal F

Energietransitie zonder CO₂
Waterstof

Remeha
binnen-ke-
haalbaar
stair maken

Waterstof

Kachelproducent uit Apeldoorn: cv-ketel op waterstof duurzamer én goedkoper dan warmtepomp

Niet alleen een warmtepomp kan verwarming op aardgas vervangen. De waterstofketel komt eraan. Goedkoper én duurzamer, zegt kachelproducent Remeha uit Apeldoorn.

Niek Megens 07-02-19, 08:00 Laatste update: 09:38

SPECIAL BURNERS

For heating on 100% hydrogen, a boiler was needed with modified burners due to the different calorific value of the hydrogen gas. Remeha and Bekaert Heating each supplied such a hydrogen boiler. Van der Molen: 'Both companies deserve a compliment for offering these units.' Existing burners can cope with up to 30% blended hydrogen.



The Bekaert hydrogen boiler.

Anderen die hier al aan werken zijn:

- Nefit samen met moederbedrijf Bosch
- Giacomini (UK)

Anderen die hier al aan na kijken zijn:

- Valliant groep

Bron De Stentor: <https://www.destentor.nl/apeldoorn/kachelproducent-uit-apeldoorn-cv-ketel-op-waterstof-duurzamer-en-goedkoper-dan-warmtepomp-br~a5671fab/>

Bron De Ingenieur: <https://www.deingenieur.nl/artikel/apartment-complex-heated-using-hydrogen>

Waterstofbrandstofcel voor woonhuizen



Bloomberg

terence

Climate Changed

Hydrogen for Home Heating Gets A Push in Europe From Panasonic

By Chisaki Watanabe

16 juni 2017 08:26 Updated on 16 juni 2017 10:18

- Sales through German partner scheduled to begin in August
- Germany was first overseas market for home fuel cells

LIVE ON BLOOMBERG

Watch Live TV >

Listen to Live Radio >

Bloomberg
television



A Panasonic Corp. residential fuel cell unit. Photographer: Daniel Ackley/Bloomberg

Panasonic Corp. will begin selling its residential fuel-cell systems in the U.K. and Austria this year as it seeks to solidify its lead in a product category that

Most Read

BUSINESS

U.S. Banks Win \$21 Billion Trump Tax Windfall Then Cut Staff, Loaned Less

MARKETS

Wall Street Veteran Says U.S.-China Deal Will Be Sell Trigger

BUSINESSWEEK

The Big Democratic Fight Over How to Tax the Rich

MARKETS

Thorburn Quits as National Australia Bank CEO After Inquiry Lashing

MARKETS

This Is What It Takes to Be in the 1% Around the World

EU Nominale investeringskosten EU studie 2018

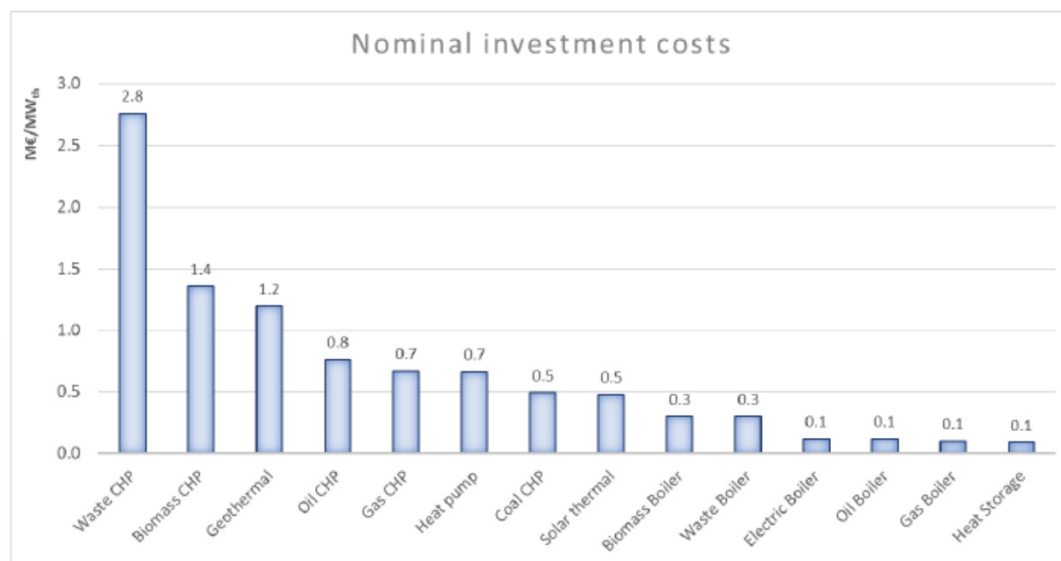
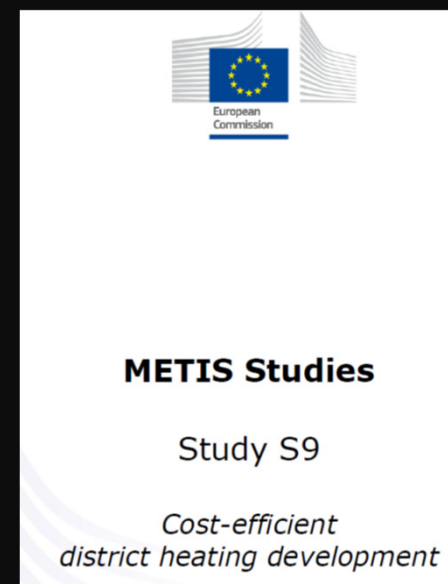


Figure 1 - Nominal investment costs in M€/MW_{th} for large-scale heating technologies. Source: (Grosse, Christopher, Stefan, Geyer, & Robbi, 2017)



- Bron EU Studie: [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/s9 - district heating - final report 0.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/s9_-_district_heating_-_final_report_0.pdf)

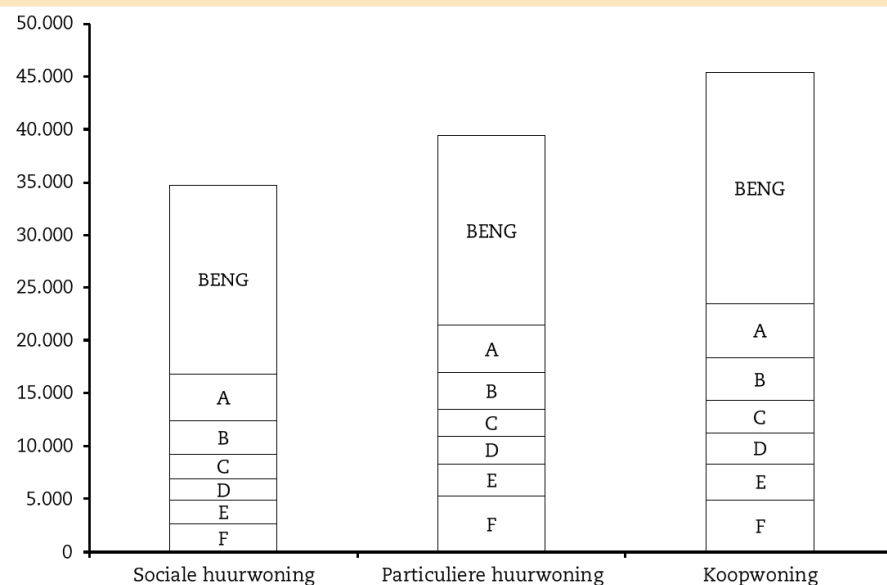
Table 2 - Overview of technical parameters for large-scale heating technologies. Source: (Grosse, Christopher, Stefan, Geyer, & Robbi, 2017)

Technology	Efficiency	Lifetime	Production temperature
Waste CHP	$\eta_{th} = 62\%$, $\eta_{el} = 19\%$	25	Whole range
Biomass CHP	$\eta_{th} = 58\%$, $\eta_{el} = 27\%$	25	Whole range
Oil CHP	$\eta_{th} = 58\%$, $\eta_{el} = 23\%$	30	Whole range
Gas CHP	$\eta_{th} = 63\%$, $\eta_{el} = 24\%$	30	Whole range
Coal CHP	$\eta_{th} = 58\%$, $\eta_{el} = 27\%$	35	Whole range
Waste Boiler	81%	30	Whole range
Biomass Boiler	84%	30	Whole range
Oil Boiler	81%	30	Whole range
Gas Boiler	87%	25	Whole range
Electric Boiler	99%	20	Whole range
Geothermal	COP: 3.5	25	Low temperature
Heat pump	COP: 3.5	25	Low temperature
Solar thermal fleet	n/a	25	Low temperature
Heat Storage	92%	25	Low temperature

Investeringskosten per woning (EIB)



Figuur 1 Investeringskosten per woning van verschillende stappen richting energieneutraliteit, in €



Bron: ECN/ EIB



Bron: Stichting Economisch instituut voor de bouw

https://www.eib.nl/pdf/EIB-notitie_Klimaatbeleid_en_de_gebouwde_omgeving.pdf

Woningvoorraad naar Energielabel

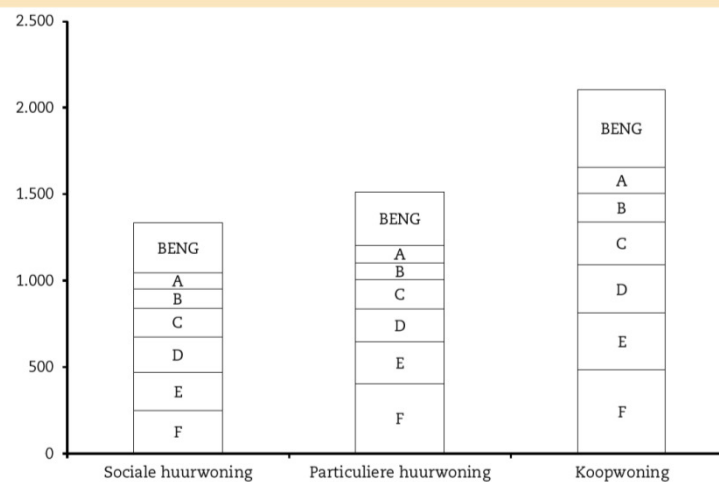


Tabel 1 Woningvoorraad naar energielabel, 2015

	Sociale huurwoning	Particuliere huurwoning	Koopwoning	Totaal
BENG	8.800	47.200	52.600	108.600
A	208.300	129.400	632.600	970.300
B	393.500	92.400	451.900	937.800
C	763.900	184.900	1.310.400	2.259.200
D	532.400	147.900	677.800	1.358.100
E	254.600	101.700	451.900	808.200
F	115.700	83.200	406.700	605.600
G	46.300	157.100	406.700	610.100
Totaal	2.323.500	943.800	4.390.600	7.657.900

Bron: WoON 2015 / EIB

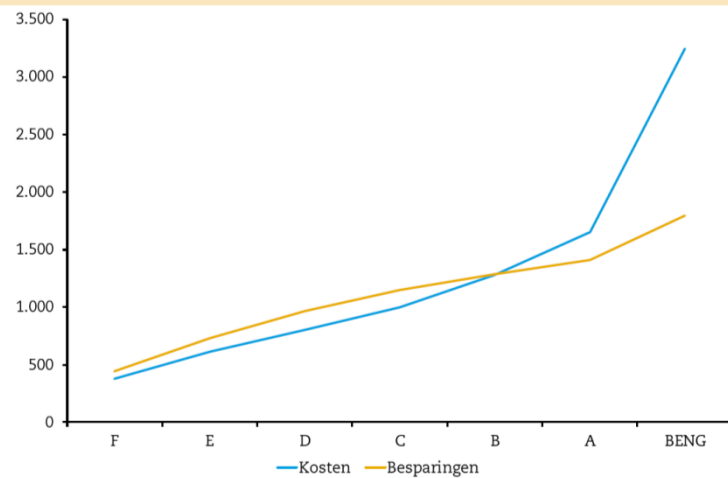
Figuur 2 Gemiddelde energiebesparing per labelstap, in € per woning per jaar



Bron: ECN / EIB

Uit de figuur kan worden afgelezen dat de stappen tussen het G-label en het A-label zich

Figuur 3 Jaarlijkse kosten¹ (bij 6% rente en levensduur van 25 jaar) en besparingen om tot hogere energieprestaties te komen, in € per jaar en per woning



¹ Annuïtaire kosten van de investeringen op basis van een rente van 6% en een gemiddelde levensduur van 25 jaar

Bron: EIB

Energietrends NL (2016 laatste rapport ECN)



Kerncijfers huishoudens (Bron: RVO)

	2000	2015	Eenheid	Verandering 2015/2000
aantal inwoners per 1 januari	15.863.950	16.900.726		6,5%
aantal huishoudens per 1 januari	6.801.000	7.665.000		12,7%
aantal personen per huishouden	2,3	2,2		-5,5%
verbruik aardgas per huishouden	1900	1432	m ³	-24,6%
verbruik elektriciteit per huishouden	3103	2966	kWh	-4,4%
verbruik motorbrandstoffen per huishouden	1067	964	liter benzine/diesel/LPG	-9,7%

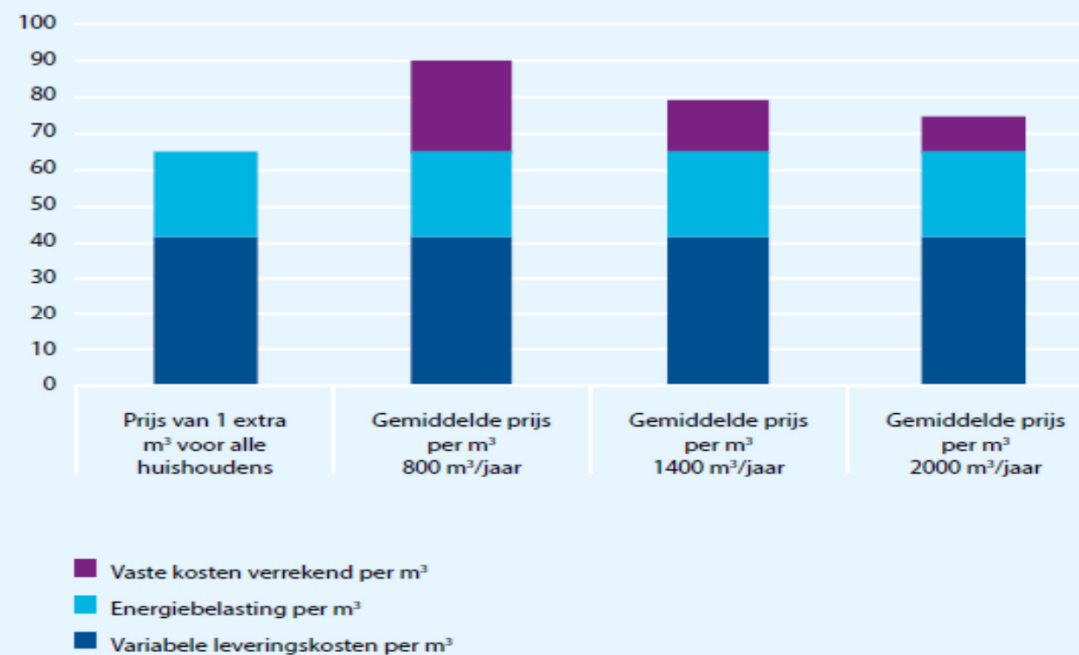
- Bron: ECN - <https://energietrends.info/wp-content/uploads/2016/09/EnergieTrends2016>



Gasopbouw 2017 per M3 incl BTW



Gasprijsopbouw 2016 in cent per kubieke meter, inclusief BTW



- Bron: ECN - <https://energietrends.info/wp-content/uploads/2016/09/EnergieTrends2016.pdf>