

Duurzame oplossingen voor de warmtevraag

Netwerk Event Aardgasloze Wijken, hoe dan?

28 november 2018



Agenda

- ▶ Aardgasvrij, waarom?
- ▶ Stappen plan
- ▶ Nulsituatie
- ▶ Energie reduceren
- ▶ Alternatieve warmteoplossingen
- ▶ Duurzaam opwekken
- ▶ Hoe duurzaam is dat, wat zijn de kosten

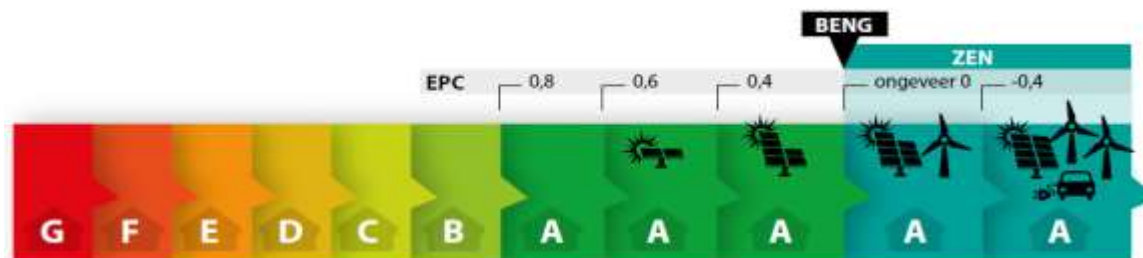
Aardsgas vrij, waarom?

Klimaat akkoord

- ▶ Gekozen voor duurzame energie
- ▶ Nederland in Europese achterhoede 4,5 % duurzaam
- ▶ 50% gas naar gebouwde omgeving
- ▶ 7,5 mln. Woningen in Nederland
 - ▶ 95% aangesloten op aardgas en 2000 woninge energieneutraal
 - ▶ Nog 7 mln. Te gaan: in 2037 gasloos dat is:
 - ▶ 350.000 woningen per jaar
 - ▶ Of 1.000 woningen per dag

Ambitie/ wens Aardgasvrije wijk met als doel:

- ▶ Energie neutraal tot Energie producerend



Stappenplan

- ▶ Een typische wijk,
- ▶ Nul situatie: in kaart brengen van de huidige situatie
- ▶ Energievraag reduceren
 - ▶ Schilverbetering
 - ▶ Aanpassing afgifte systemen van HT naar LT
- ▶ Aardgas vrij maken
 - ▶ Verwijderen ketel
 - ▶ Van gas naar elektrisch koken
- ▶ Alternatieve warmtevoorziening
- ▶ Toepassing van duurzame opwekking

Een typische wijk, een voorbeeld

Situatie

- ▶ Aantal ca. 500 woningen
- ▶ Bouwjaar jaren 1965 - 1975

Type woningen

- ▶ 90% tussenwoningen
- ▶ 10 % 2-onder-1-kapwoningen



Uitgangspunten status

- ▶ Woningen deels voorzien van isolatie
- ▶ Woningen uitgevoerd met dubbel glas
- ▶ Opwekking gasketels
- ▶ 70 % met HR combi 30 % met VR ketels



Nulsituatie, huidig verbruik

Gasverbruik

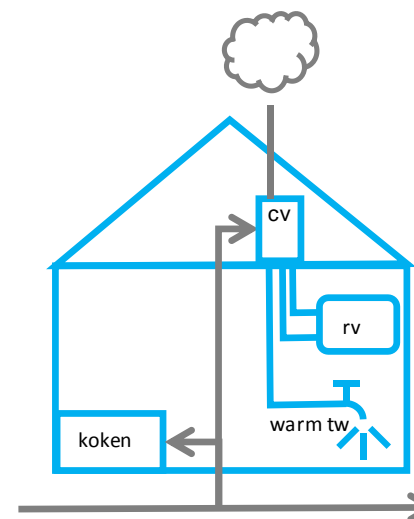
- ▶ Ruimte verwarming
- ▶ Warm tapwater bereiding
- ▶ Koken
- ▶ Totaal gemiddeld verbruik in Nederland woningen: 1.500 m³

Verbruik afhankelijk van:

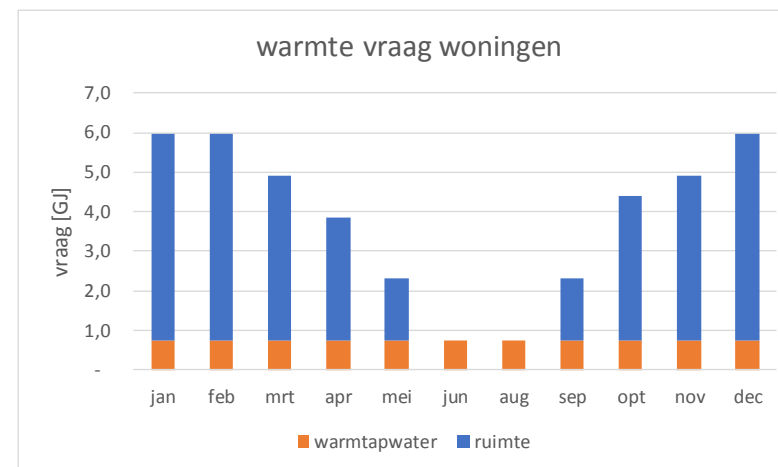
- ▶ Type woningen
- ▶ Grootte
- ▶ Aantal personen
- ▶ Bouwjaar (aangescherpte EPC-eis)

Vaak al bepaalde mate van verduurzaming doorgevoerd:

- ▶ Woningen deels voorzien van isolatie
- ▶ Woningen uitgevoerd met dubbel glas
- ▶ Opwekking gasketels
- ▶ 70 % met HR combi 30 % met VR ketels



	GJ		m ³	
totale vraag RV	34	81%	1.080	72%
totaal vraag WTW	8	19%	385	26%
totaal koken			40	3%
totaal	42	100%	1.505	100%



Nulsituatie, kosten

huidige wijze warmteopwekking			incl.BTW
investering gasketel	euro		€ 2.500
<u>energie</u>			
elektriciteit	gebouwgebonden	kWh	850
	gebruikersgebonden	kWh	2.700
totaal		kWh	3.550
gas	koken	m3	39
	ruimteverwarming	m3	1.083
	warm TW	m3	389
totaal			1.510
<u>CO2 -uitstoot</u>			
elektriciteit (landelijk rend.: 60% (in 2020))		kg	1.527
gas		kg	2.677
totaal		kg	4.204
<u>Jaarlijkse kosten</u>			
elektriciteit	0,21 euro/kWh		€ 746
gas	0,65 euro/m3		€ 989
O&B ketel			€ 348
totaal			€ 2.082

elektriciteit	kWhe
gebouwgebonden energie	850
verlichting, pompen etc.	
gebruikers energie	
vrijstaande 2^1 kap	3.150
rijwoning	2.700
appartement	1.780

Energie reduceren

- ▶ Isolatie
- ▶ HR ++ glas
- ▶ Balans ventilatie met warmteterugwinning
- ▶ Douchewarmtewisselaar



energie besparende maatregelen per woning				
woning				
ruimte verwarming			GJ	34
warm tapwater			GJ	8
	isolatie pakket	label E naar B	besparing	50%
ruimte verwarming NETTO				17
Besparende maatregelen	m2/ woning	euro/ eenheid		
vloer	123	€ 30,0	euro	€ 1.600
dak - plat	-	€ 205,0	euro	€ 0
dak - hellend	66	€ 75,0	euro	€ 4.900
gevel				
- gesloten	98,3	€ 30,0	euro	€ 2.900
- enkel glas naar HR++	4,3	€ 147,0	euro	€ 600
- dubbel glas naar HR++	23,1	€ 175,0	euro	€ 4.000
Totale investering	incl. BTW			€ 14.000

Aardgasvrij maken

- ▶ Verwijderen ketel
- ▶ Elektrisch koken



van het gas los incl. BTW		
koken van gas naar elektrisch (39 m3 gas)	kWhe	211
weghalen bestaande ketel		€ 450
plaatsen laag temperatuur radiatoren 90-70/ 70-40		€ 0
weghalen gasaansluiting		€ 750
weghalen gasfornuis en plaatsen elektrische kookplaat		€ 1.400
extra groep elektriciteit		€ 0
Totale investering 'van gas los'		€ 2.600

Alternatieve warmteopwekking

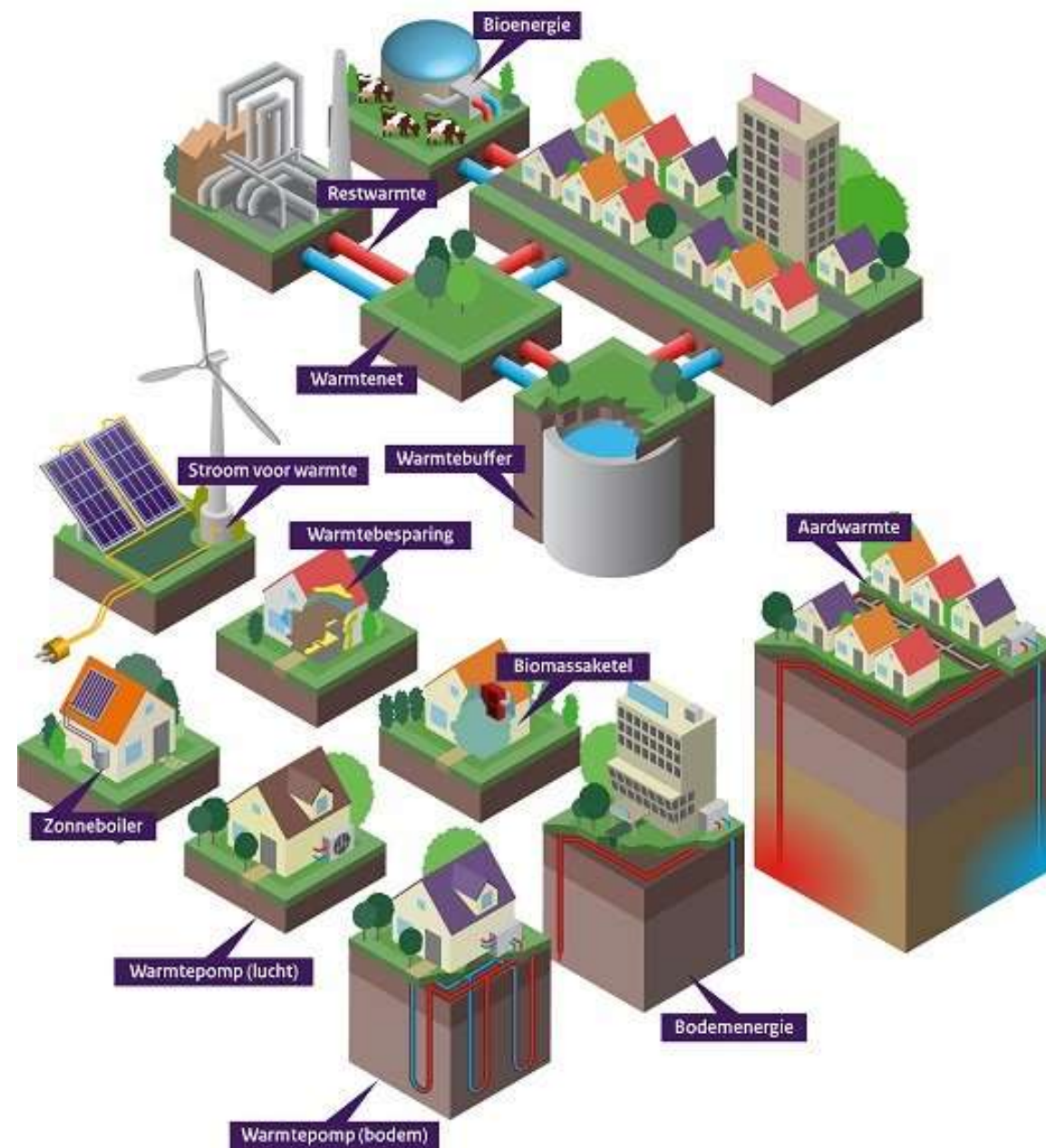
Individueel

- ▶ Warmtepompen (individueel)
 - ▶ Lucht/ water - water/ water WP
- ▶ Zonthermisch
- ▶ Bio energie

Collectief

- ▶ Warmtepompen en bodemenergie
- ▶ Restwarmte benutting/ stadsverwarming
- ▶ Aardwarmte
- ▶ Bio-energie (ketel of wkk)

Gebouwde omgeving



Warmtepompen (individueel)



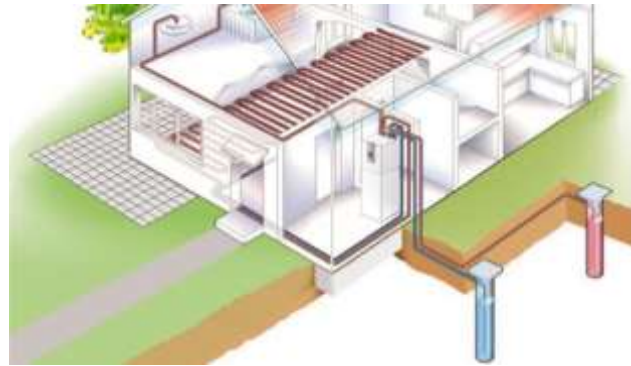
- ▶ Water/lucht WP

Kenmerken

- ▶ W uit buitenlucht
- ▶ Lage COP ca. 2,5-3,0
- ▶ Geen energiezuinige koeling
- ▶ Laag temperatuur afgifte

Kosten

- ▶ Tussen 7.500 - 12.000 euro
- ▶ ISDE Subsidie: ca. 2.100



- ▶ Water/ water WP

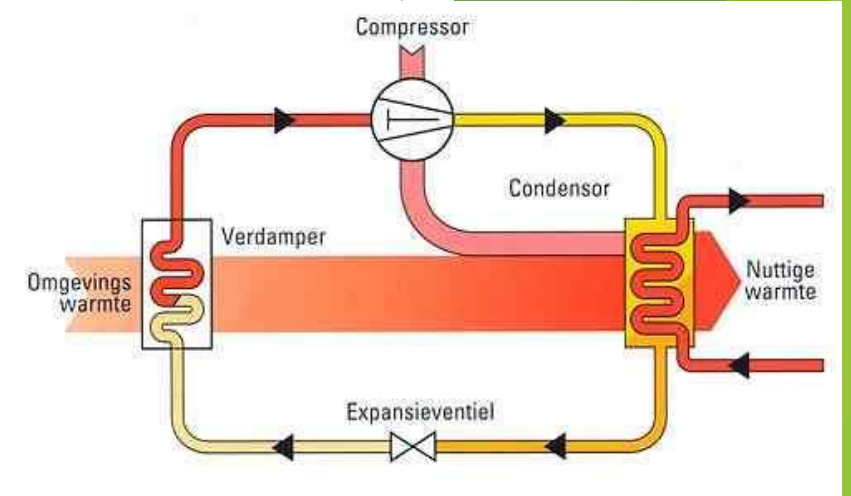
- ▶ Bodemwarmtewisselaar/ water WP

Kenmerken

- ▶ Lage COP ca. 4
- ▶ Energiezuinige koeling
- ▶ Laag temperatuur afgifte

Kosten

- ▶ Tussen 15.000 euro
- ▶ Subsidie: ca. 3.500

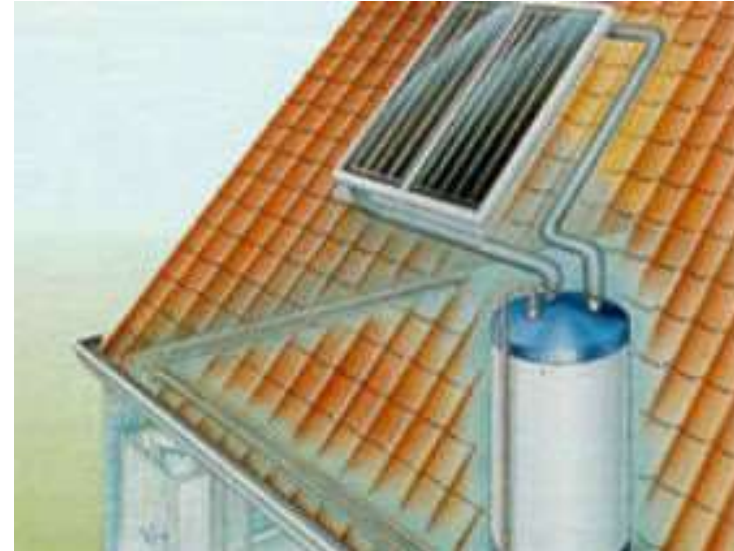


Warmtepompen (individueel)

Lucht-water WP				
luchtwater WP			euro	8.863
extra groep			euro	600
onvoorzien			euro	886
subsidie			euro	-2.100
netto investering			euro	8.249
besparing	gas		m3	930
elektriciteit WP			kWhe	2.645
besparing op totaal RV en tapwater verwarming				
CO2 - reductie	gas		kg	1.649
	WP			1.137
	reductie		31%	511
besparing gas	0,65	euro/m3	euro/jr	1.079
kosten W-WP	0,21	euro/kWh	euro/jr	-239
extra kosten onderhoud en beheer			euro/jr	-157
netto besparing per jaar				683
terugverdientijd		jaren		12,1

Duurzame opwekking - Zonthermisch

- ▶ Voor huishouden met 4 personen benodigd:
 - ▶ 3,5 m² collector
 - ▶ 150 l boiler
- ▶ Toepassing voor
 - ▶ Bereiding Warm tapwater
 - ▶ Onbalans WKO systemen
- ▶ Investering ca. 2.200 euro (na subsidie)
- ▶ Besparing 180 m³/jr



Zonthermisch			
Investering zonneboiler		euro	3.300
subsidie		euro	1.100
netto investering		euro	2.200
besparing (o.b.v. gezin 4 personen)		m ³	180
besparing op totaal jaarlijks warm TW			47%
CO ₂ - reductie		kg	319
jaarlijkse besparing	0,65 euro/m ³	euro/jr	118
extra pomp energie	0,21 euro/kWh	euro/jr	-21
terugverdientijd		jaren	23

Bio energie (individueel)

- ▶ Verbranden
 - ▶ Biomassa input: snippers, pellets, afval
 - ▶ Individueel/ collectief
- ▶ kenmerken
 - ▶ CO2 neutraal
 - ▶ Wel fijnstof
 - ▶ Herkomst biomassa belangrijk
 - ▶ Gecertificeerd hout:
 - ▶ Better Biomasslabel (milieu)
 - ▶ EN plusA1-keurmerk (ketel)



Houtsnipper verbranding

Biomassa ketel			
		hout pellets	houtsnippers
investering bioketel-cv (pellets) + rgk	euro	6.000	6.000
rookgaskanaal	euro	2.000	2.000
boilervat (200 l)	euro	500	500
inregelen	euro	350	350
subsidie (tot 2021)	euro	-2.500	-2.500
netto investering	euro	6.350	6.350
besparing	m3	1.465	1.465
benodigde biomassa	kg	2.341	3.788
besparing op totaal RV en tapwater verwarming			
CO2 - reductie	kg	2.596	2.596
besparing gas	0,65 euro/m3	euro/jr	959
kosten pellets	0,18 euro/kg	euro/jr	-421
kosten houtsnippers	0,04 euro/kg	euro/jr	-152
extra kosten onderhoud en beheer		euro/jr	-70
netto besparing per jaar		467	707
terugverdientijd	jaren	14	9

Collectieve systemen

Kenmerken collectieve systemen

- ▶ Uitgebreid warmtenet noodzakelijk
- ▶ Afleverset in de woning
- ▶ Eén exploitant, monopolie
- ▶ Warmte levering onder de Warmtewet

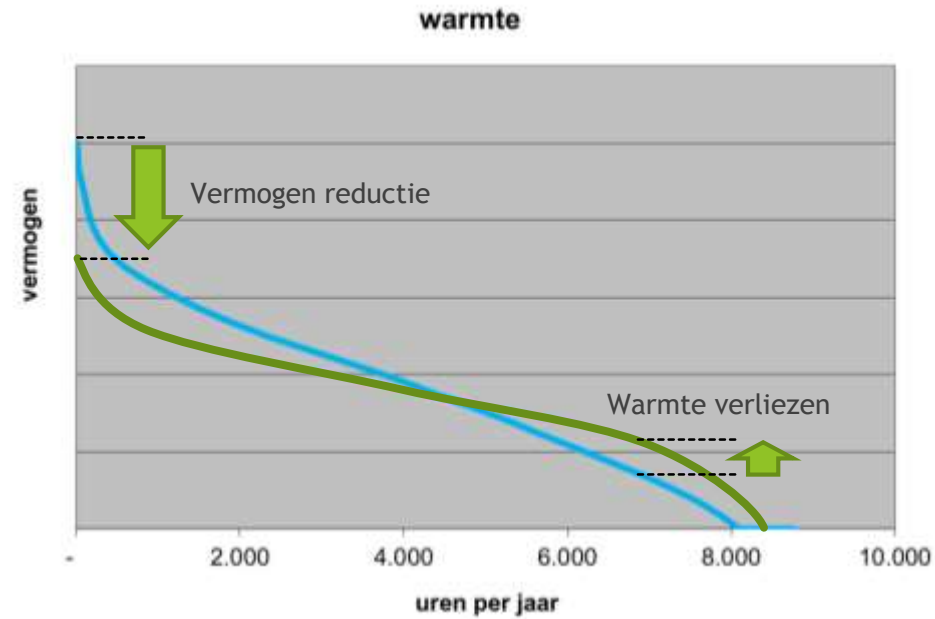


Warmtenet in de wijk

Collectieve systemen

Kenmerken collectieve systemen

- ▶ Ongelijktijdigheid
- ▶ Warmteverliezen (afh. van temp niveau)
- ▶ Duurzaamheid afhankelijk van bron
- ▶ Verliezen net afhankelijk van temp niveau
- ▶ Kosten afh. diameter en type weg
- ▶ Combi: asfalt klinkers: 1.000 - 1.500 euro/m tracé



jaarbelastingduurkromme



Warmteleiding (op- en retour)



Aflevernet

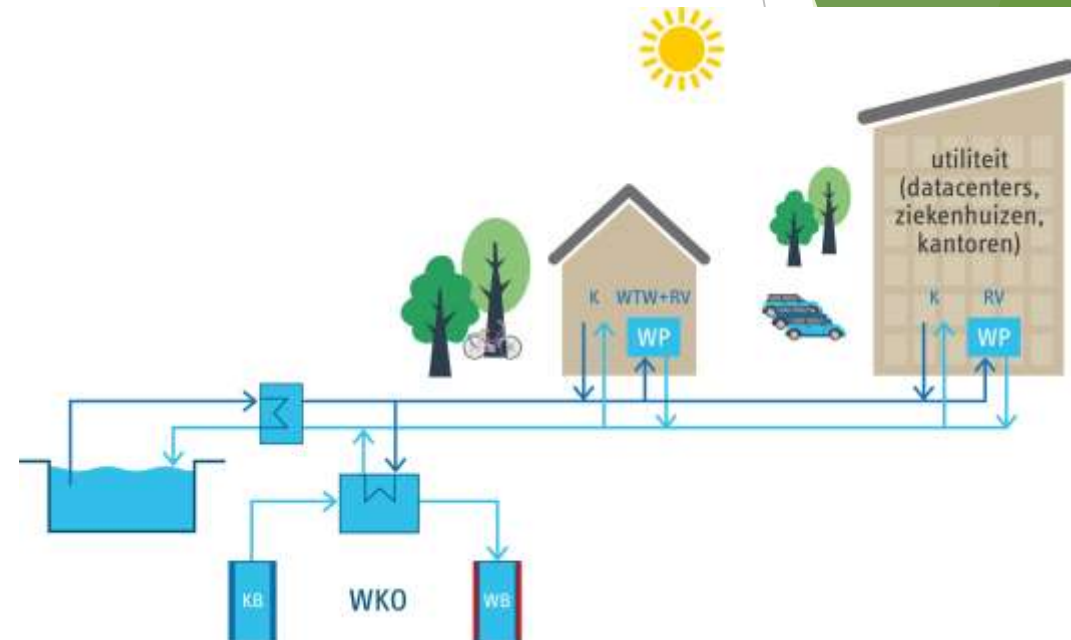
Warmtepompen – WKO (collectief)

Water/ water WP met open bron doublet

- ▶ WP centraal of decentraal
- ▶ Open bron doublet
- ▶ Voor meerdere afnemers (ca.350 - 500 woningen)

Kenmerken

- ▶ Hoge COP 4,5
- ▶ Energiezuinige koeling
- ▶ Energiebalans door droge koeler/ oppervlakte water (TEO)
- ▶ Investering:
 - ▶ WP: 250 euro/ kW (afh van grootte WP)
 - ▶ Bronnen: 3.000 euro/(m³/h)
 - ▶ WKO (compleet): 850 euro/ kW (afh van grootte centrale)



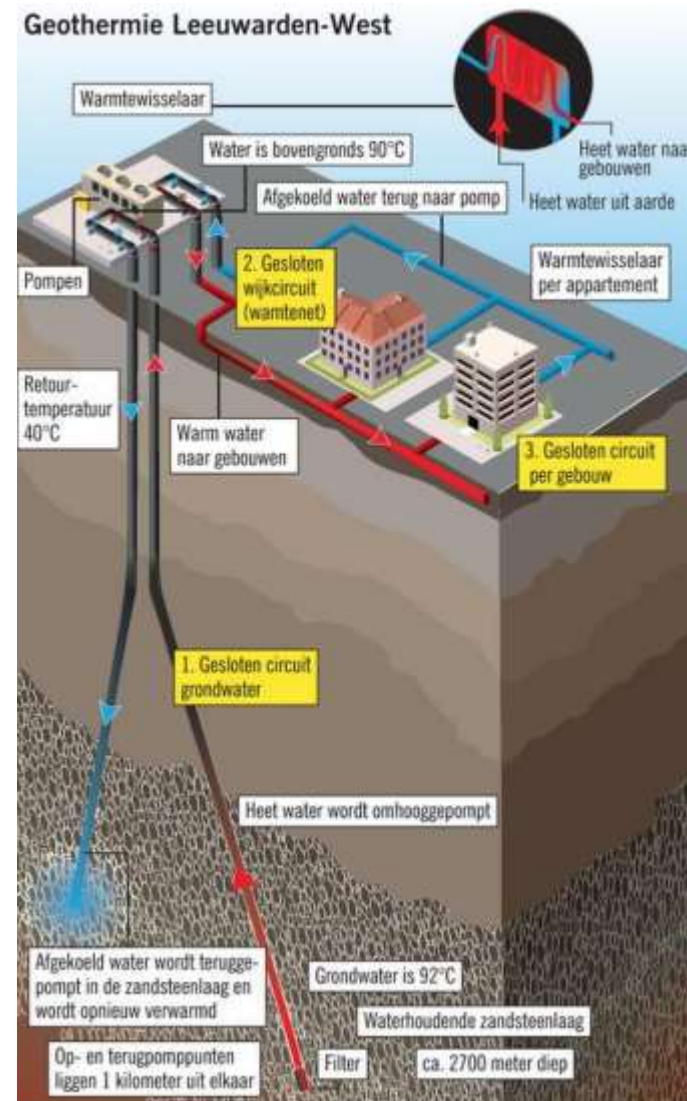
Open bron doublet

Warmtepompen – WKO (collectief)

WKO collectief			
<u>centraal</u>			
WP HT - GJ		euro	434.963
Bronnen		euro	611.515
Regeneratie opp.water pomp, inlaat/ uitlaat		euro	111.598
Technische ruimte		euro	100.000
Onvoorzien		euro	125.808
Totaal		euro	1.383.884
transport en aansluiting			
Warmte - W-net+aansl - woningen			3.250.000
Totaal		euro	4.633.884
<u>besparing</u>			
gas ind. ketels		m3	484.558
elektriciteit WP		MWhe	1.399
besparing op totaal RV en tapwater verwarming			
<u>CO2 - reductie</u>			
	gas ind	kg	858.830
	WP-centraal	kg	601.663
	reductie	30%	257.168
besparing gas	0,65 euro/m3	euro/jr	317.141
kosten W-WP		euro/jr	125.652
extra kosten onderhoud en beheer		euro/jr	-64.700
netto besparing per jaar			378.093
terugverdientijd	jaren		12,3

Geothermie

- ▶ Collectief (circa 4.000 woningen)
- ▶ COP van 20 (bron: UM 4.2)
- ▶ Temp aanvoer = 70 - 90 °C
- ▶ Temp retour zo laag mogelijk
- ▶ Diepte ongeveer 2.000 m diep
 - ▶ Temperatuur niveau ca. 70 C
 - ▶ Toepassing bij tuinders
 - ▶ Risico's met betrekking tot fasering bouw (nieuwbouw)
- ▶ Investering: ca. 1.800 euro/ kW



Geothermie

Geothermie			
<u>centraal</u>			
Geothermie		euro	4.565.981
Onvoorzien		euro	456.598
Subsidie		euro	-652.935
Totaal		euro	4.369.644
transport en aansluiting			
Warmte - W-net+aansl - woningen			3.250.000
Totaal		euro	7.619.644
besparing op gas ind. ketels		m3	484.558
extra elektriciteit geothermie		MWhe	387
<u>CO2 - reductie</u>			
	gas ind	kg	858.830
	WP-centraal	kg	166.437
	reductie	81%	692.393
besparing gas	0,65 euro/m3	euro/jr	317.141
kosten geothermie		euro/jr	44.745
extra kosten onderhoud en beheer		euro/jr	-93.309
netto besparing per jaar			268.577
terugverdientijd	jaren		28,4

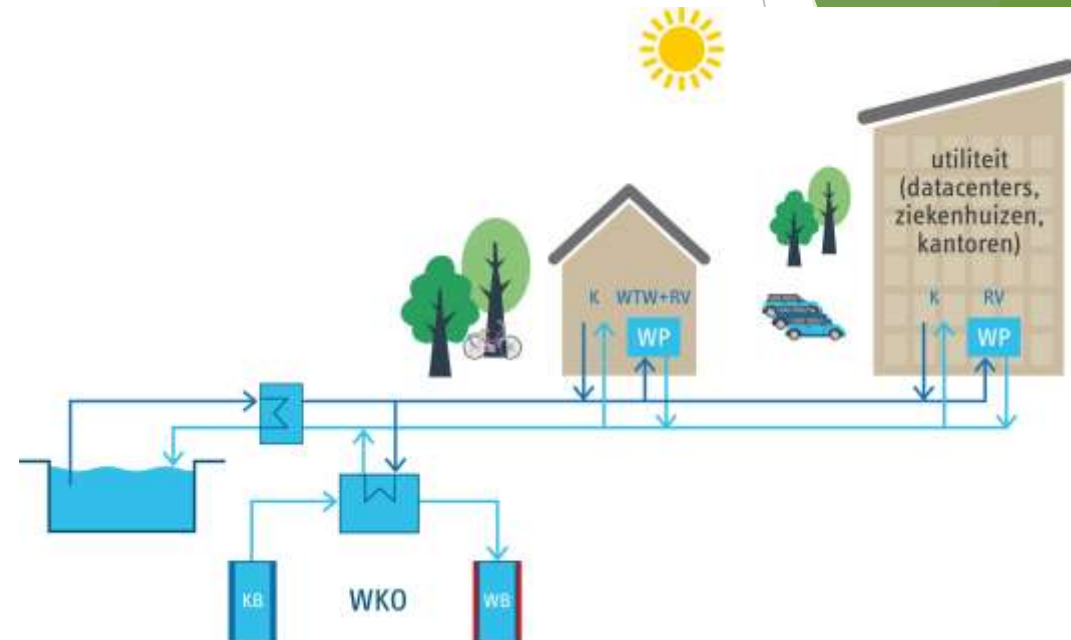
Warmtepompen – WKO (collectief)

Water/ water WP met open bron doublet

- ▶ WP centraal of decentraal
- ▶ Open bron doublet
- ▶ Voor meerdere afnemers (ca.350 - 500 woningen)

Kenmerken

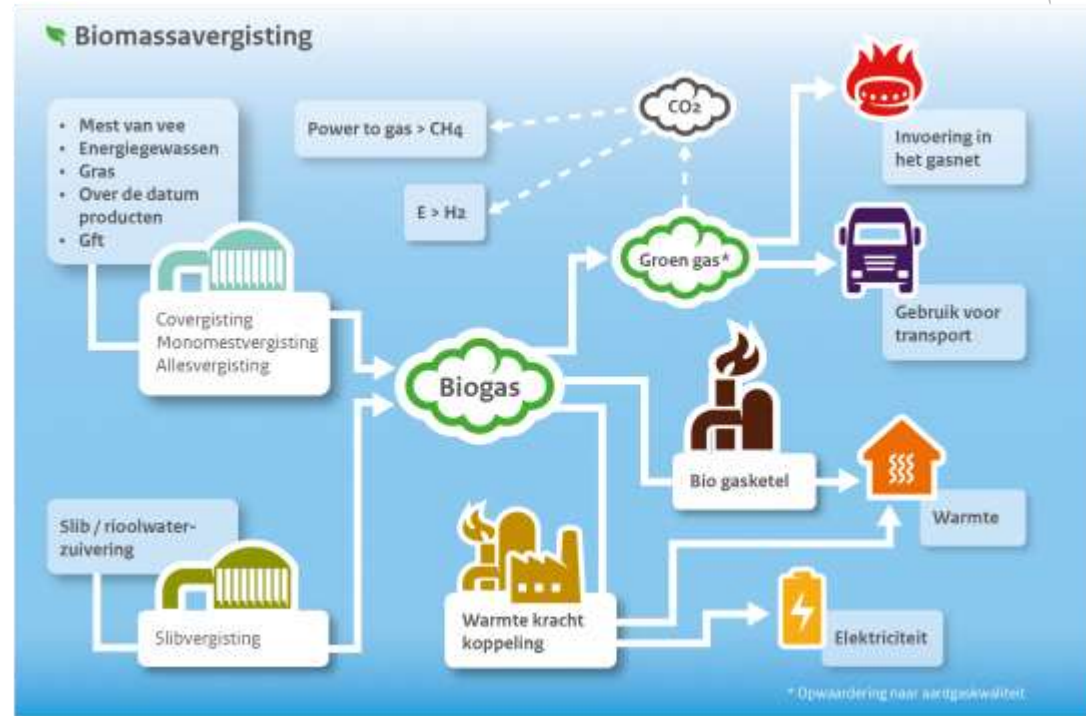
- ▶ Hoge COP 4,5
- ▶ Energiezuinige koeling
- ▶ Energiebalans door droge koeler/ oppervlakte water (TEO)
- ▶ Investering:
 - ▶ WP: 250 euro/ kW (afh van grootte WP)
 - ▶ Bronnen: 3.000 euro/(m³/h)
 - ▶ WKO (compleet): 850 euro/ kW (afh van grootte centrale)



Open bron doublet

Bio energie (collectief)

- ▶ Biomassa vergisting:
 - ▶ Monovergisting: Slib (RWZI)
 - ▶ Covergisting: Mest
- ▶ Biomassa verbranding:
 - ▶ Afval verbranding AVI



www.rvo.nl/bio-energie

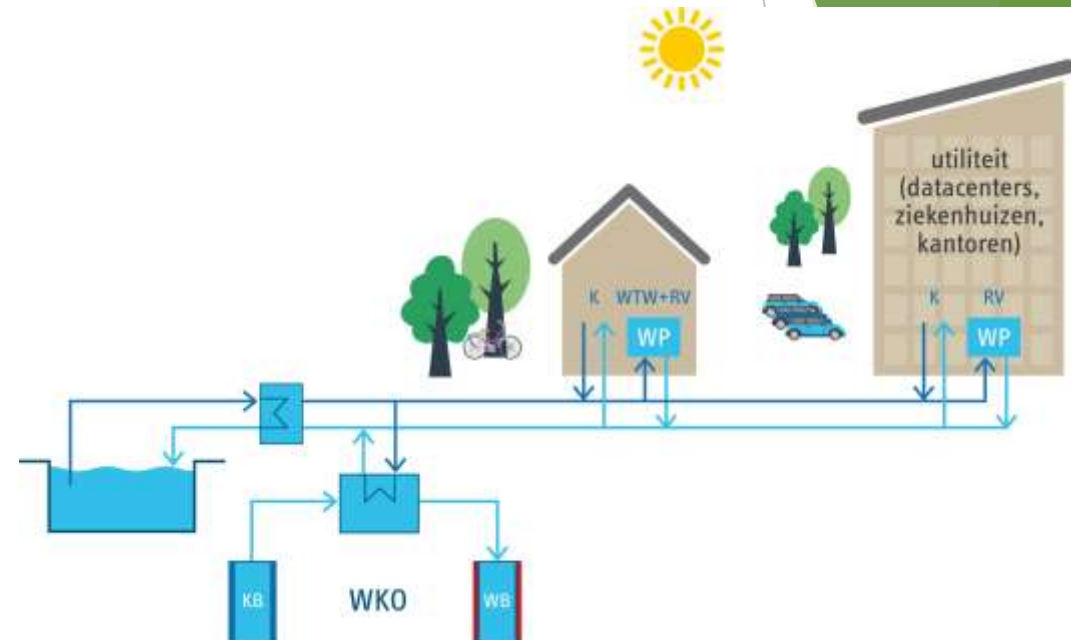
Warmtepompen – WKO (collectief)

Water/ water WP met open bron doublet

- ▶ WP centraal of decentraal
- ▶ Open bron doublet
- ▶ Voor meerdere afnemers (ca.350 - 500 woningen)

Kenmerken

- ▶ Hoge COP 4,5
- ▶ Energiezuinige koeling
- ▶ Energiebalans door droge koeler/ oppervlakte water (TEO)
- ▶ Investering:
 - ▶ WP: 250 euro/ kW (afh van grootte WP)
 - ▶ Bronnen: 3.000 euro/(m³/h)
 - ▶ WKO (compleet): 850 euro/ kW (afh van grootte centrale)



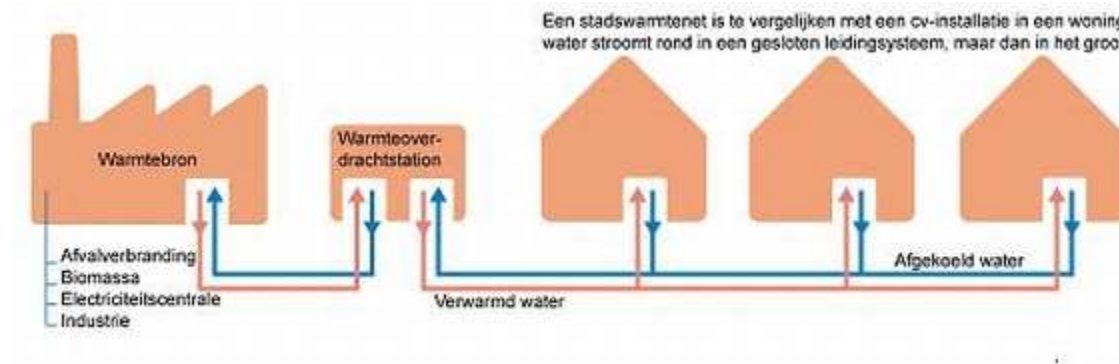
Open bron doublet

Restwarmte

- ▶ Restwarmte uit processen:
 - ▶ Afval verbrandingsinstallaties (AVI) - 50 % duurzaam EOR = 235 %
 - ▶ Elektriciteitscentrale - fossiel EOR = 144%
 - ▶ Industrie



*Warmebedrijf Rotterdam  

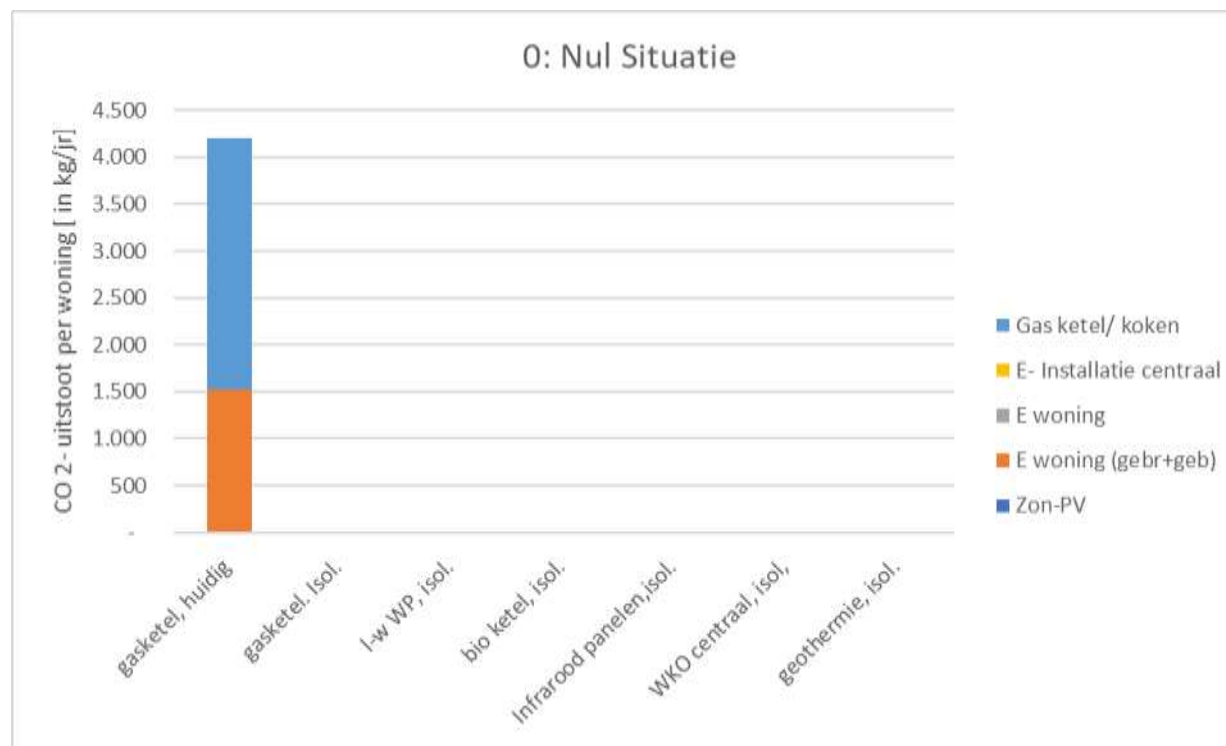


Duurzame opwekking – zon PV

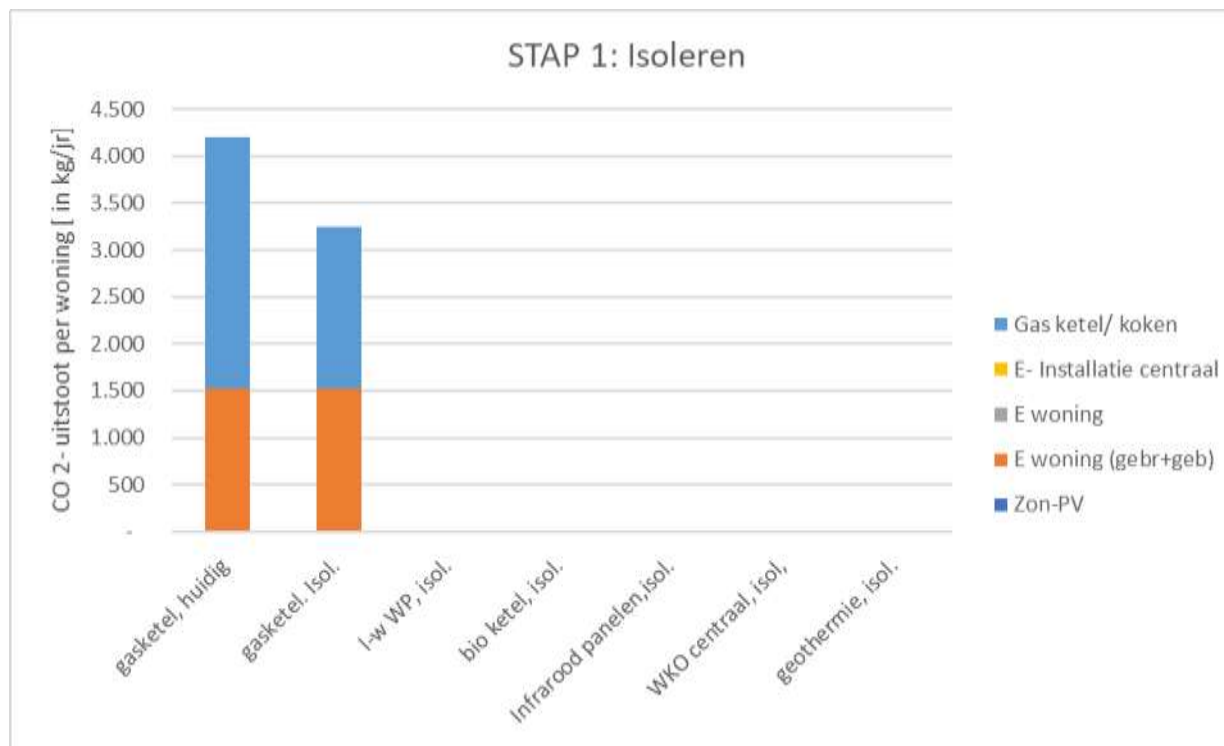
Productie duurzame elektriciteit					
zon-pv				incl BTW	
opbrengst		27	m2 per woning	m2	27
		170	Wp/m2	kWp	5
		150	kWhe/m2/jr	MWhe	4
Zon-pv	15%	1,16	euro/ Wp	euro	€ 5.301
Zon-pv	onderhoud	0,8%		euro/jr	€ 42
Zon-pv	opbrengst	0,210	euro/kWhe	euro/jr	€ 851



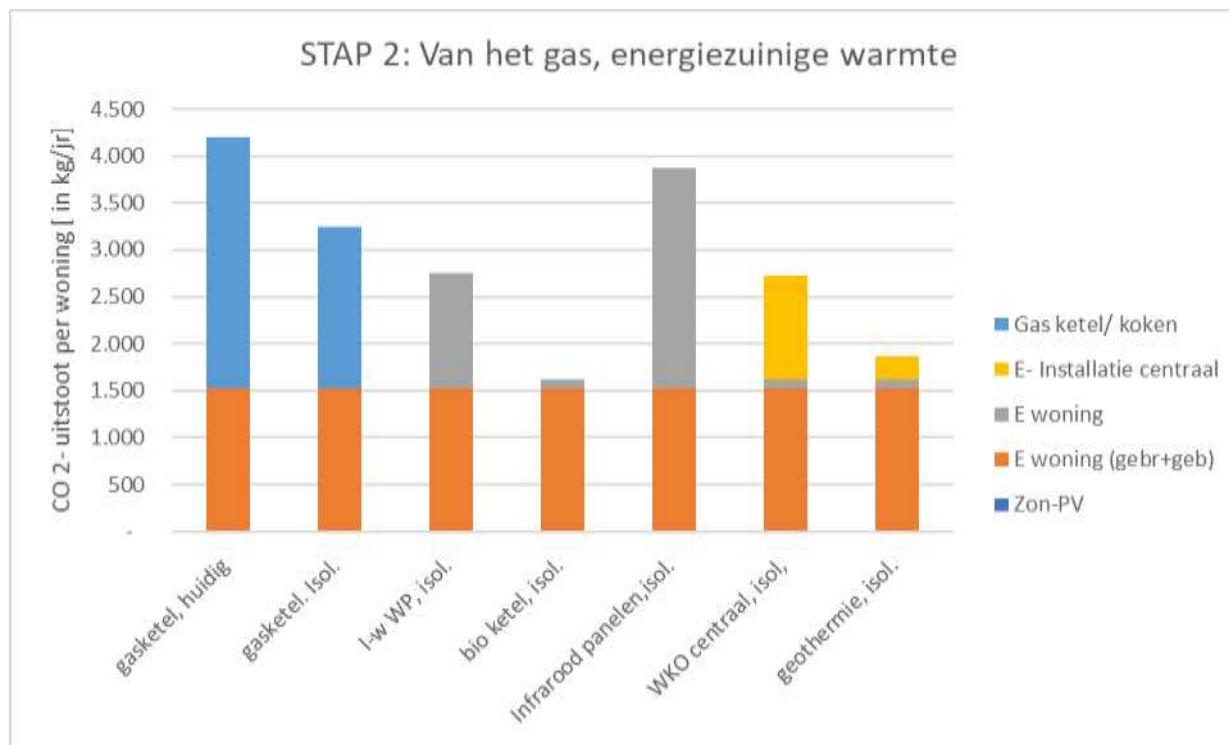
Maatregelen tot energie neutraal?



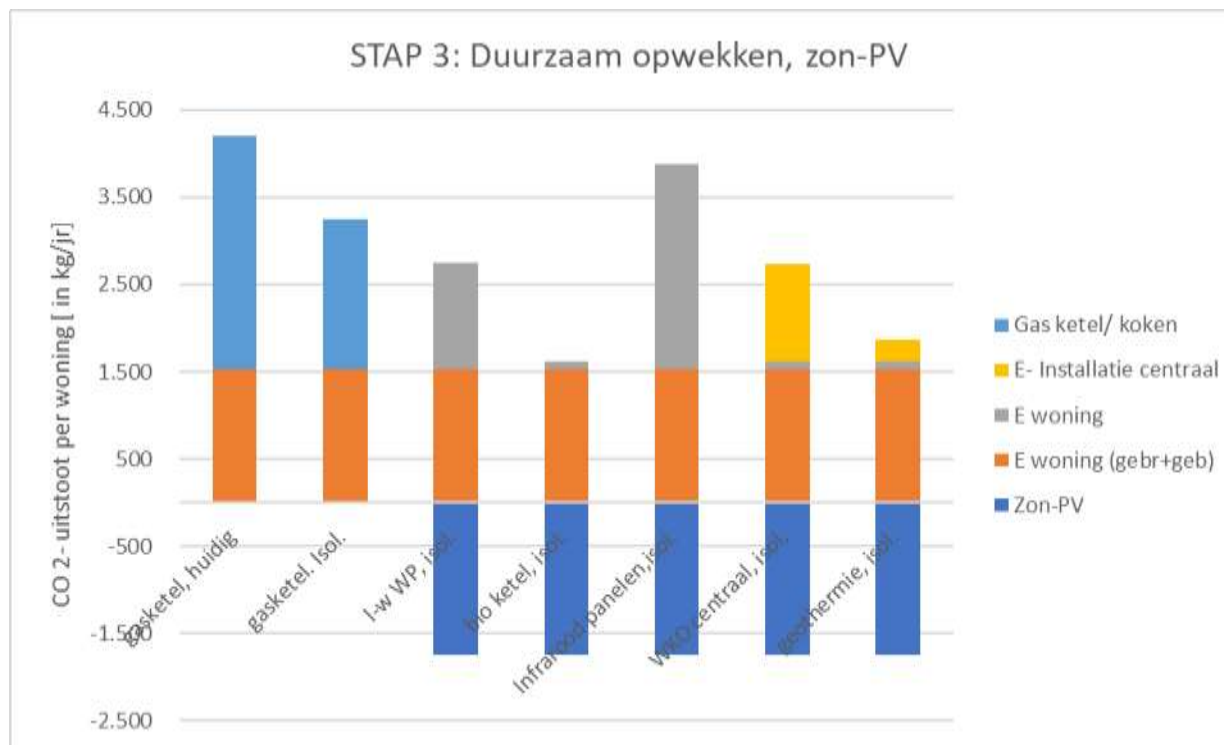
Maatregelen tot energie neutraal?



Maatregelen tot energie neutraal?



Maatregelen tot energie neutraal?



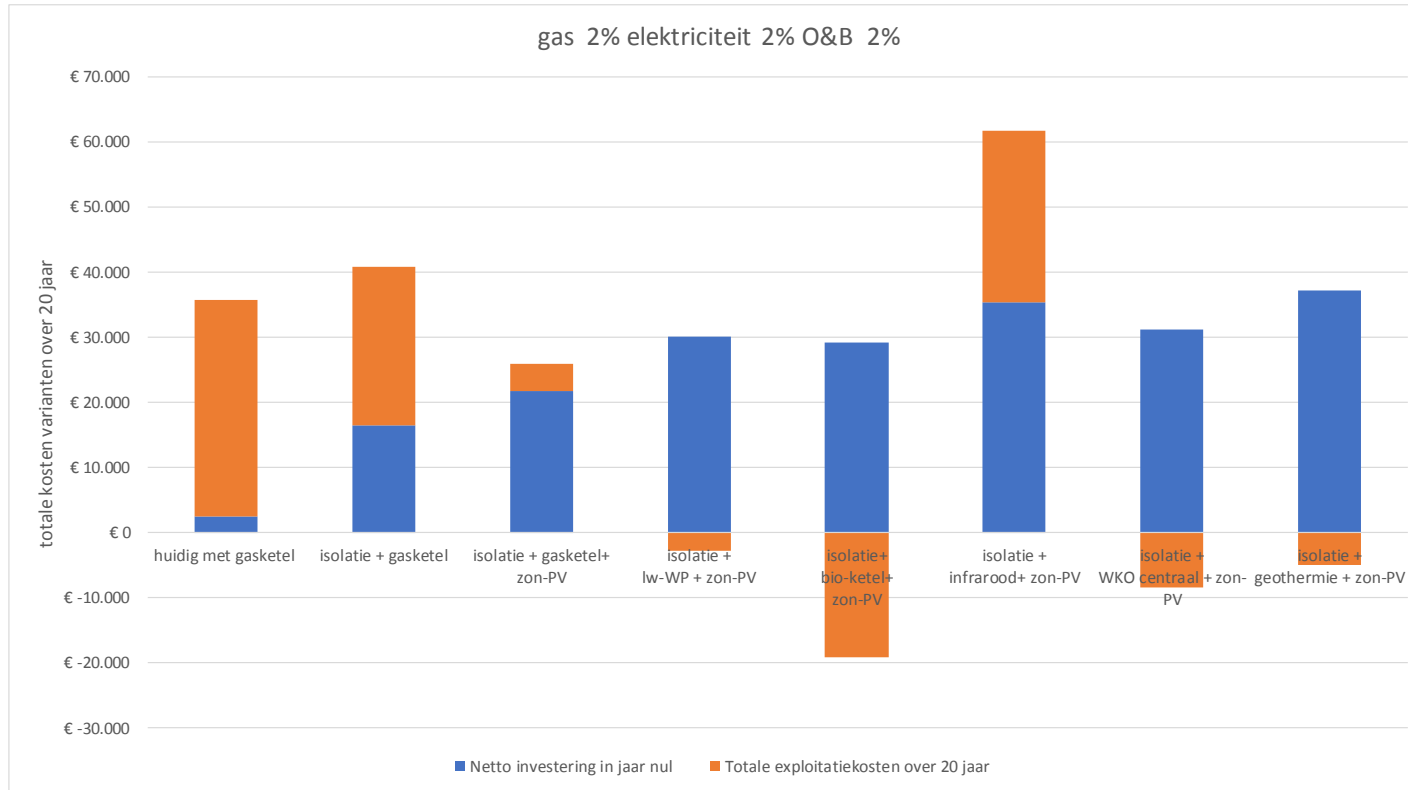
	gasketel, huidig	gasketel, Isol.	I-w WP, isol.	bio ketel, isol.	Infrarood panelen, isol.	WKO centraal, isol.	geothermie, isol.
tov huidig		-23%	-34%	-62%	-8%	-35%	-56%
tov na isolatie			-15%	-50%	19%	-16%	-43%
tov huidig		-64%	-76%	-103%	-49%	-76%	-97%
tov na isolatie en zonPV			-33%	-108%	42%	-34%	-92%

Hoeveel kost dat?

Indicatieve kosten per woning incl. BTW	individueel						collectief	
	huidige situatie	renovatie label A	renovatie label A met gasketel+zon- PV	renovatie label A lucht-water WP	renovatie label A bio-massa	Infrarood panelen	renovatie label A WKO centraal	renovatie label A geothermie
Eenmalige kosten woning niveau								
Investering energiebesparing (BTW 6%)		€ 14.000	€ 14.000	€ 14.000	€ 14.000	€ 14.000	€ 14.000	€ 14.000
Investering van gas los				€ 3.200	€ 2.600	€ 2.600	€ 2.600	€ 2.600
Investering zon - pv (BTW teruggave)		€ 0	€ 5.301	€ 5.301	€ 5.301	€ 5.301	€ 5.301	€ 5.301
Investering installatie	€ 2.500	€ 2.500	€ 2.500	€ 9.749	€ 9.735	€ 13.443		
Subsidie				€ -2.100	€ -2.500			
Aansluitbijdrage Warmte				€ 0	€ 0			
centraal niveau								
Investering installatie							€ 9.268	€ 16.545
Subsidie					€ 0			€ -1.306
Netto investering	€ 2.500	€ 16.500	€ 21.801	€ 30.150	€ 29.136	€ 35.344	€ 31.169	€ 37.140
Jaarlijkse kosten woning niveau					pellets			
Elektriciteitskosten	E-koken/ WP/ Inf			€ 600	€ 40	€ 1.610	€ 40	€ 40
Elektriciteitsopbrengsten	zon-pv	€ 0	€ -850	€ -850	€ -850	€ -850	€ -850	€ -850
Gaskosten		€ 990	€ 630	€ 630				
Biomassa					€ 240			
Onderhoud en beheer		€ 350	€ 350	€ 390	€ 140	€ 40	€ 40	€ 40
centraal niveau								
Elektriciteitskosten							€ 210	€ 40
Onderhoud en beheer							€ 220	€ 530
Jaarlijkse kosten		€ 1.340	€ 980	€ 170	€ -110	€ -530	€ 1.070	€ -340
Jaarlijkse besparing			€ 360	€ 1.170	€ 1.450	€ 1.870	€ 270	€ 1.680
Besparing over 20 jaar (indicatie)			€ 7.200	€ 23.400	€ 29.000	€ 37.400	€ 5.400	€ 33.600
Terugverdientijd			38,9	16,5	19,1	14,2	121,6	17,1
kosten over 20 jaar		€ 29.300	€ 36.100	€ 25.201	€ 27.950	€ 18.536	€ 56.744	€ 24.369
kostenbesparing over 20 jaar			€ 7.200	€ 23.400	€ 29.000	€ 37.400	€ 5.400	€ 33.600

Hoeveel kost dat?

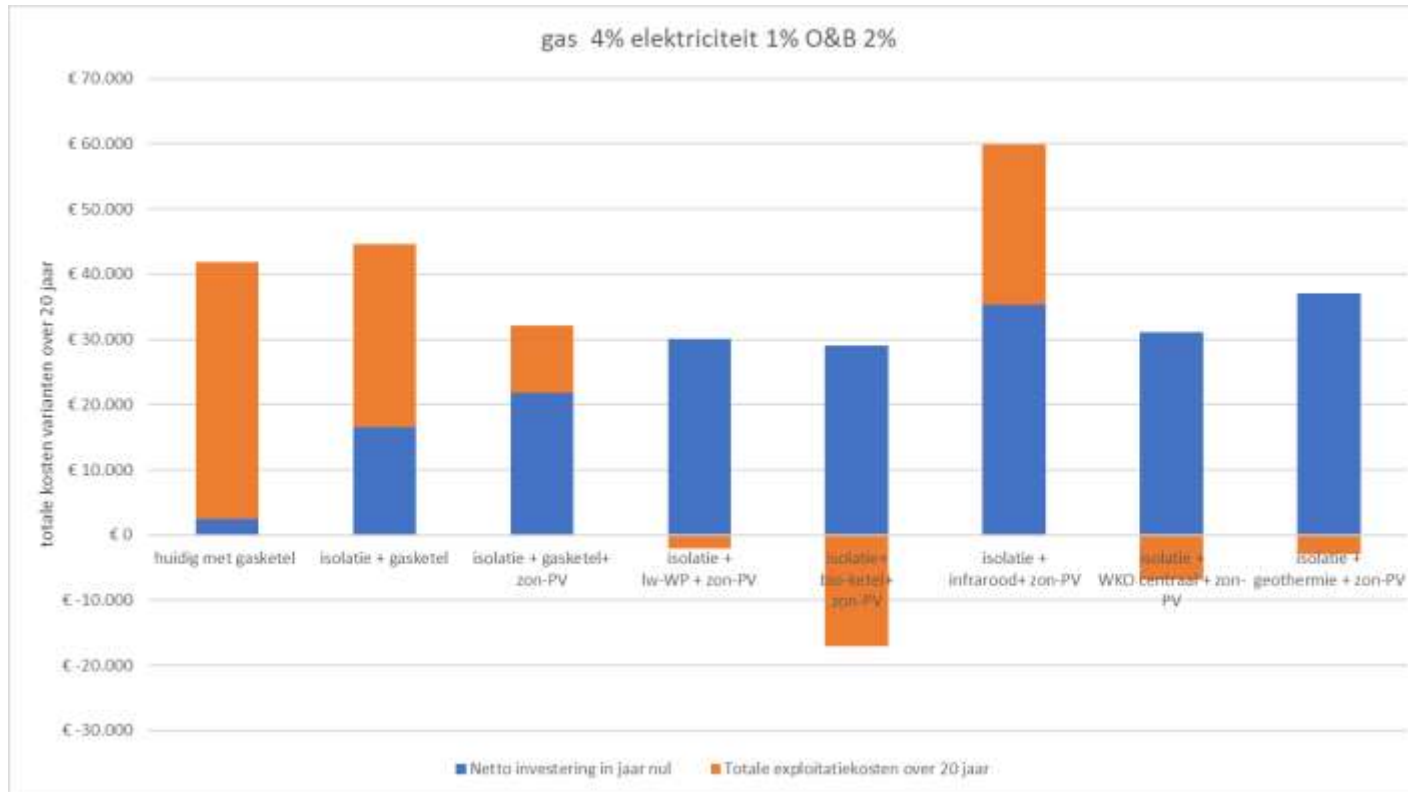
- Totale kosten over een periode van 20 jaar



Exclusief gebruikers en gebouwgebonden elektriciteit

Hoeveel kost dat?

- Totale kosten over een periode van 20 jaar



Exclusief gebruikers en gebouwgebonden elektriciteit

Conclusie

- ▶ Op een betaalbare manier kunnen wijken van het gas dat tot energieneutraliteit kan leiden
- ▶ Verbetering van 'all-electric' opties door verdere verduurzaming elektriciteit
- ▶ 'All-electric' opties nog aantrekkelijker bij gasprijsstijging
- ▶ Bio-energie scoort hoog ten aanzien CO2 reductie, aandacht voor fijnstof, herkomst hout en prijsontwikkeling
- ▶ Centrale opties leiden tot relatief lage investering installaties, wel w-net noodzakelijk en warmteverliezen
- ▶ Indicatieve getallen: bij aanpak lokale kansen benutten (restwarmte bronnen) en betrek alle bewoners bij het proces