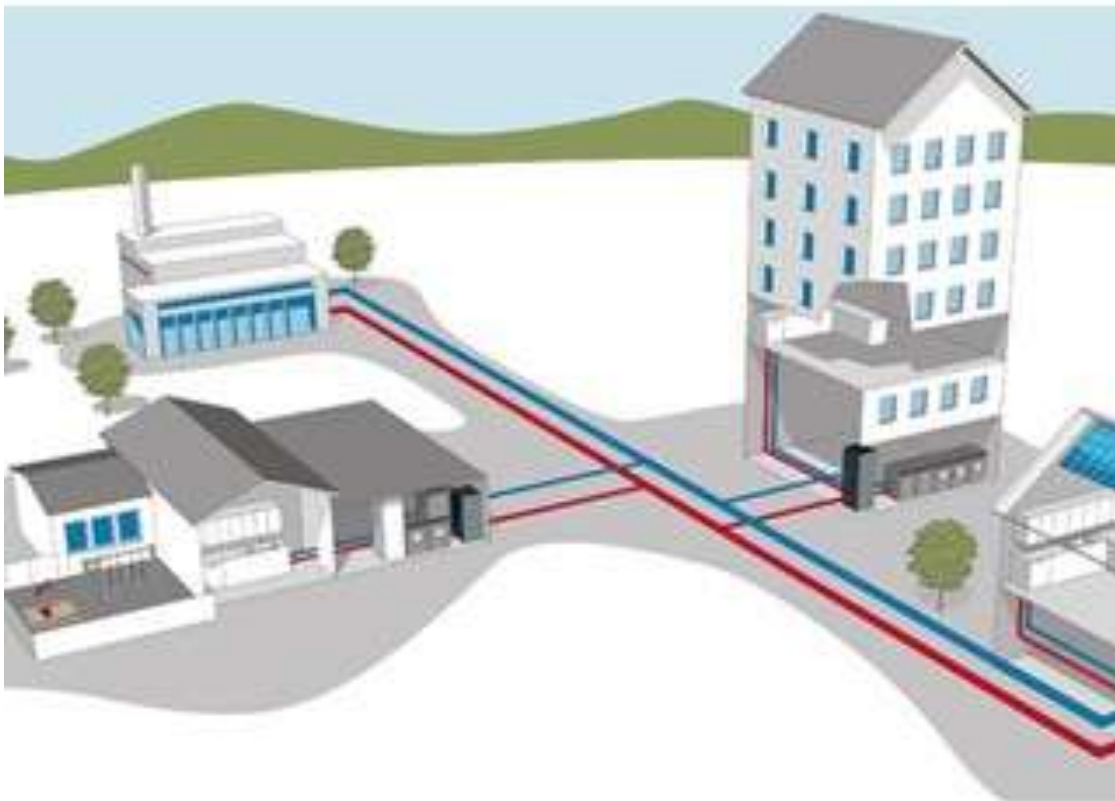


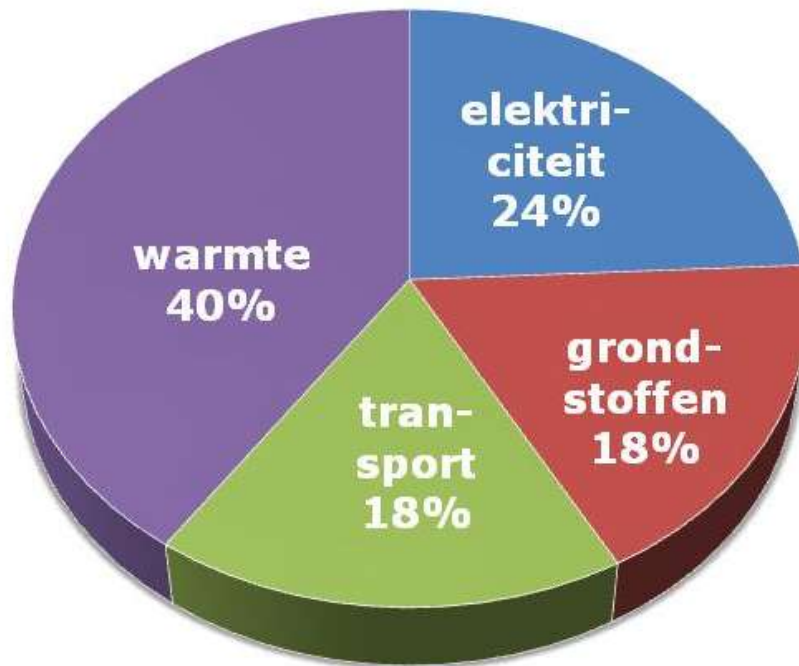
Warmtenetten: hoe en waarom?



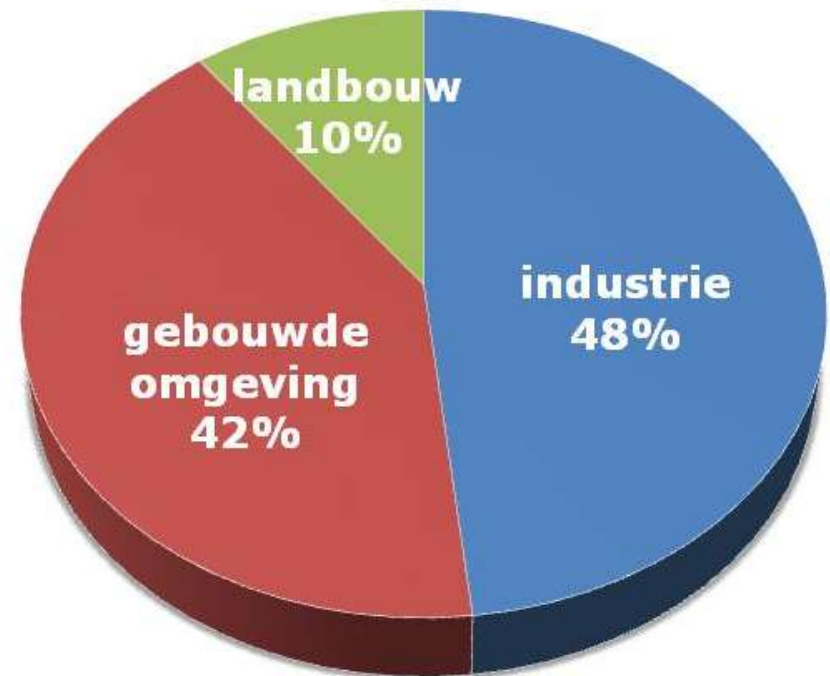
Wim Mans
18 april 2018
Arnhem

Warmte is belangrijker dan elektriciteit

**primair energieverbruik:
3.233 PJ**



warmteverbruik: 1.306 PJ



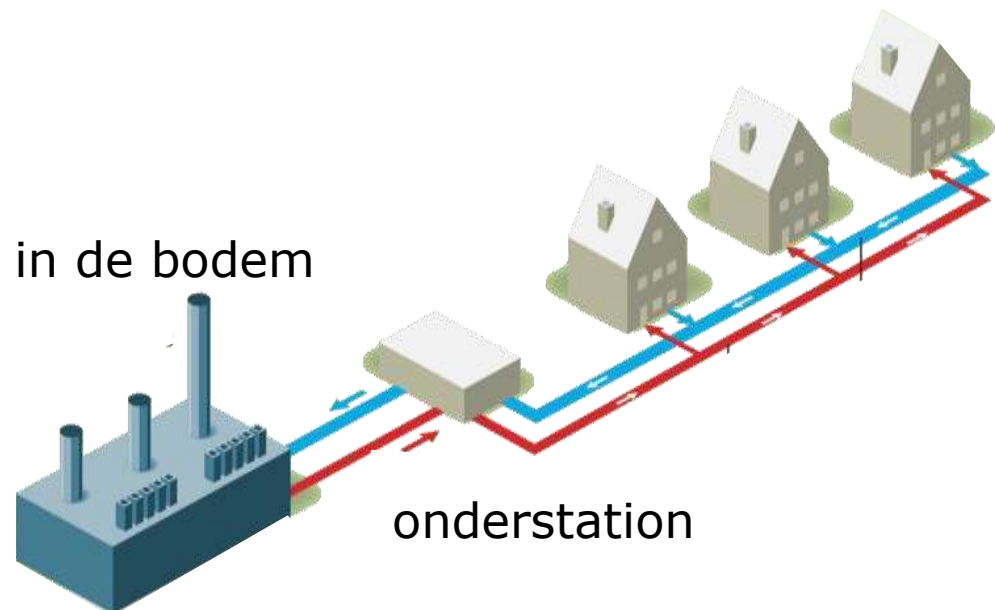
Het is afgelopen met aardgas!



Bestaansrecht van warmtenetten

collectieve warmtebronnen:

- Duurzamer en/of goedkoper dan individuele bronnen
- Schaalgrootte voordelen
- Voorbeelden van bronnen:
 - Elektriciteitscentrale
 - Afvalenergiebedrijf
 - Geothermie
 - Industriële restwarmte
 - Zonthermische centrale
 - Biomassacentrale
 - Oppervlaktewater
 - Warmte- en koude opslag in de bodem



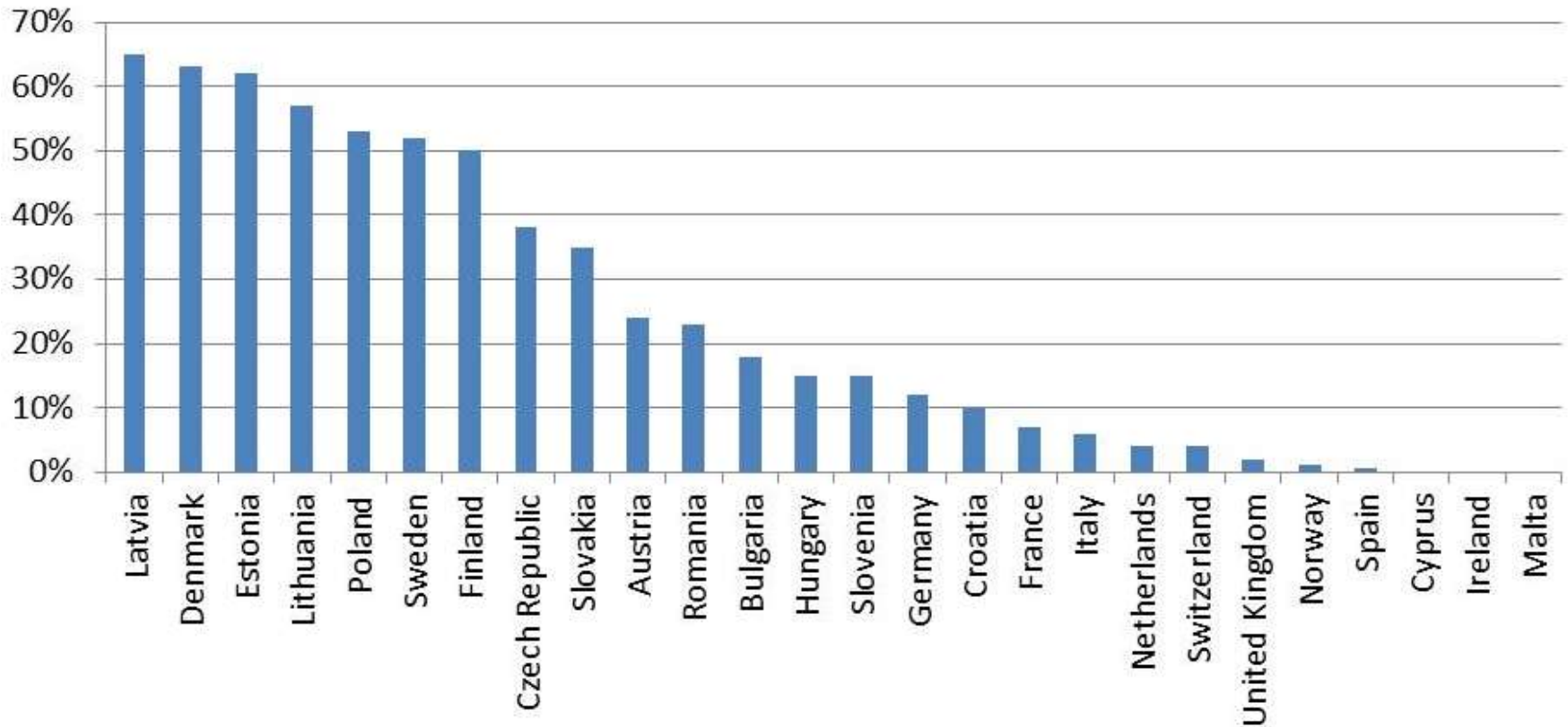
Voorgeïsoleerde transportleiding



Afleveraset met warmtewisselaar en warmtemeter



Het marktaandeel van warmtenetten in Europa



Opmerkelijk in Denemarken: solarthermie



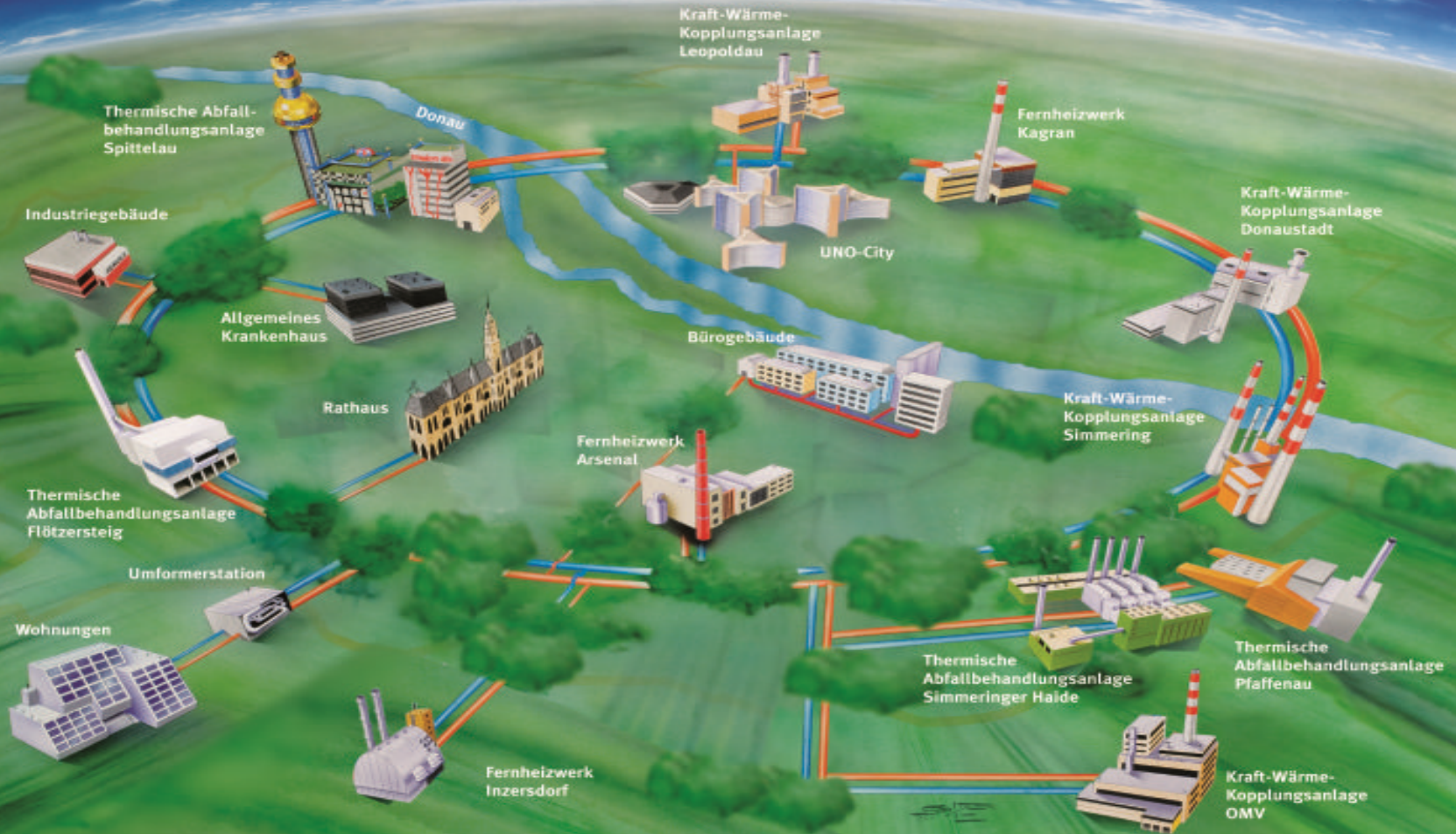
- Solarthermische zonnepanelen
- Pit storage: seizoensopslag van warmte
- Zonder subsidie haalbaar in Denemarken



Silkeborg: grootste solarplant ter wereld



Wenen: vrijwel geheel aangesloten op warmtenet



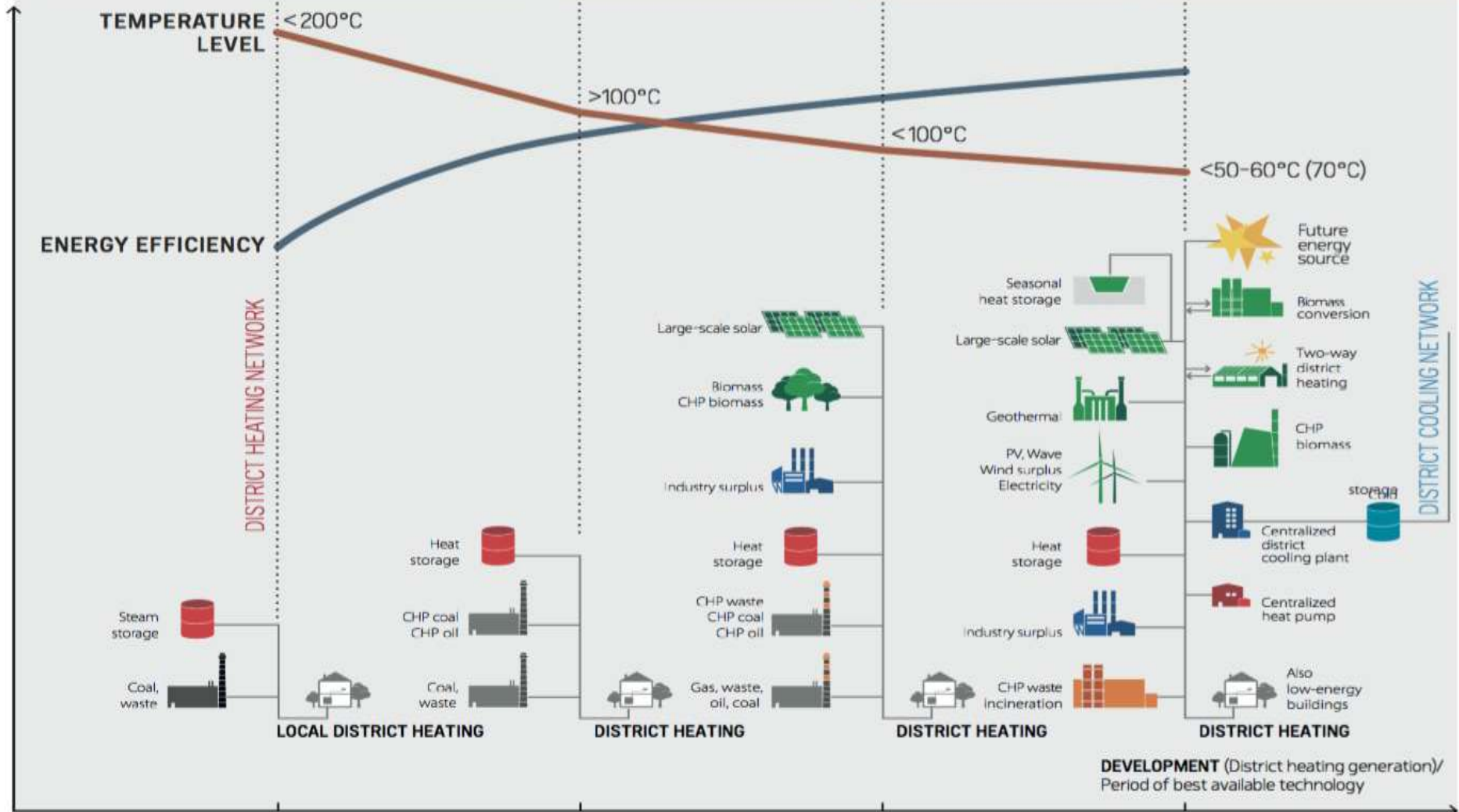
**1G
STEAM**
Steam system,
steam pipes in concrete
ducts

**2G
IN SITU**
Pressurized hot-water
system
Heavy equipment
Large "build on
site" stations

**3G
PRE-FABRICATED**
Pre-insulated pipes
Industrialized compact
substations
(also with insulation)
Metering and
monitoring

**4G
4TH GENERATION**
Low energy demands
Smart energy (optimum
interaction of energy
sources, distribution
and consumption)
Two-way district heating

Energy efficiency/
temperature level



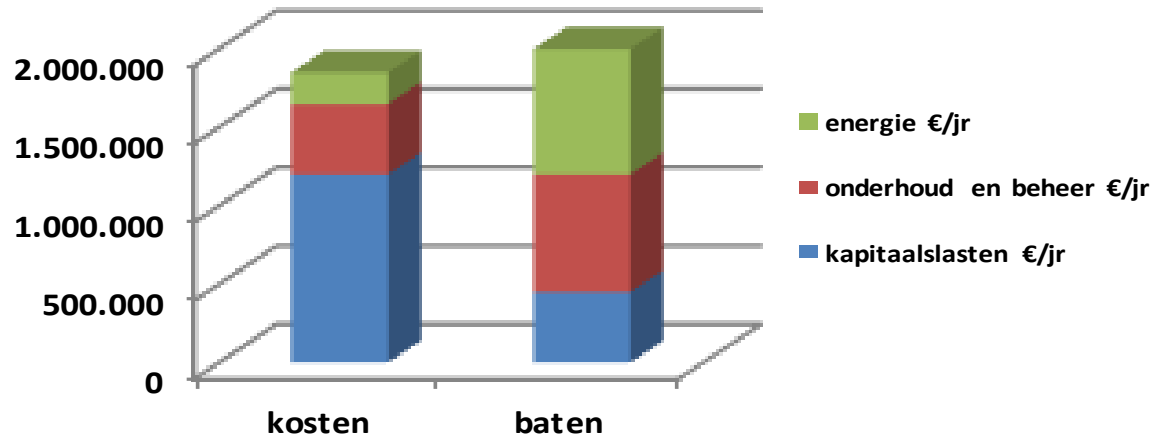
**1st Generation
1880–1930**

**2nd Generation
1930–1980**

**3rd Generation
1980–2020**

**4th Generation
2020–2050**

Opbouw kosten en baten



Kosten:

- Kapitaalslasten op investering
- Onderhoud en beheer
- Warmte-inkoop/productie

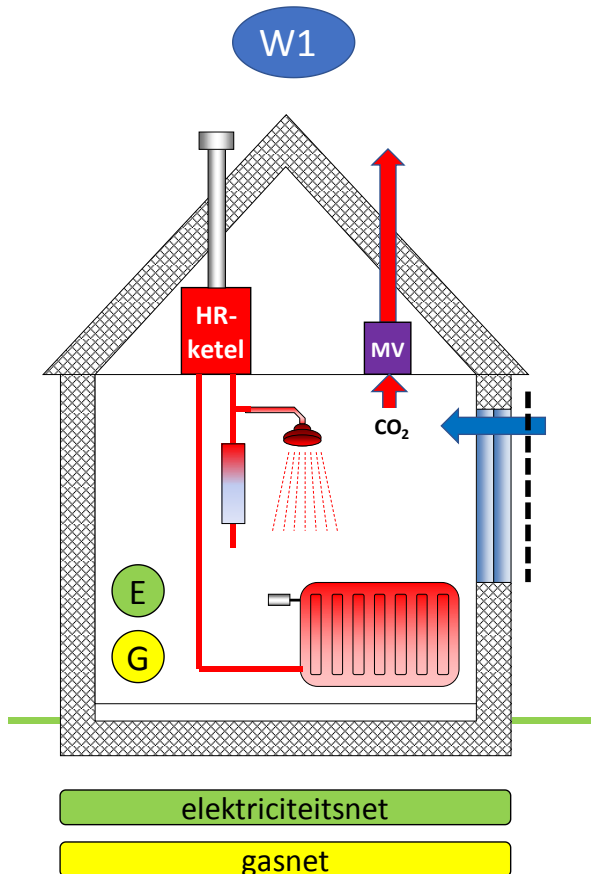
Baten:

- Eenmalige aansluitkosten (BAK)
- Jaarlijks vastrecht
- Prijs per GJ

Voorbeeld nieuwbouw

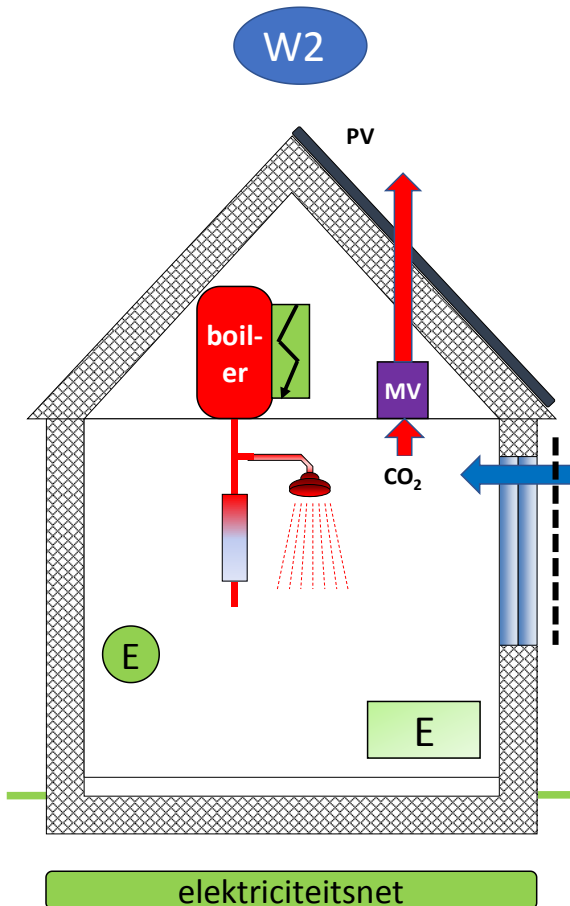


W1: referentie aardgas TW EPC



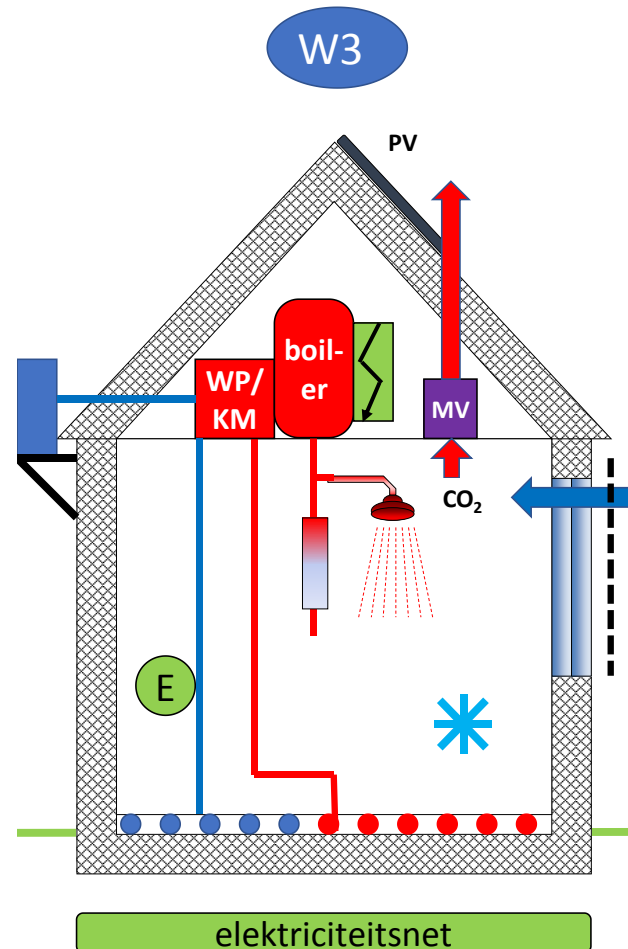
- Geen PV nodig, bewoners hebben het dak dus nog vrij of aanbod PV als optie
- Is deze woning toekomstbestendig? Verkoopbaarheid?
- Keuzevrijheid energieleverancier
- Investering: € 11.205
- Kosten voor bewoner: € 1.194
 - Vast recht en onderhoud: € 584
 - Energiekosten: € 630 (gas, elektriciteit, EB teruggave)

W2: all electric weerstrandsverwarming TW EPC



- Veel PV nodig (22 panelen à 1,6 m²)
- Keuzevrijheid energieleverancier
- Investering: € 11.292
- Kosten voor bewoner: € 984
 - Vast recht en onderhoud: € 415
 - Energiekosten: € 569 (netto elektriciteit, EB teruggave)

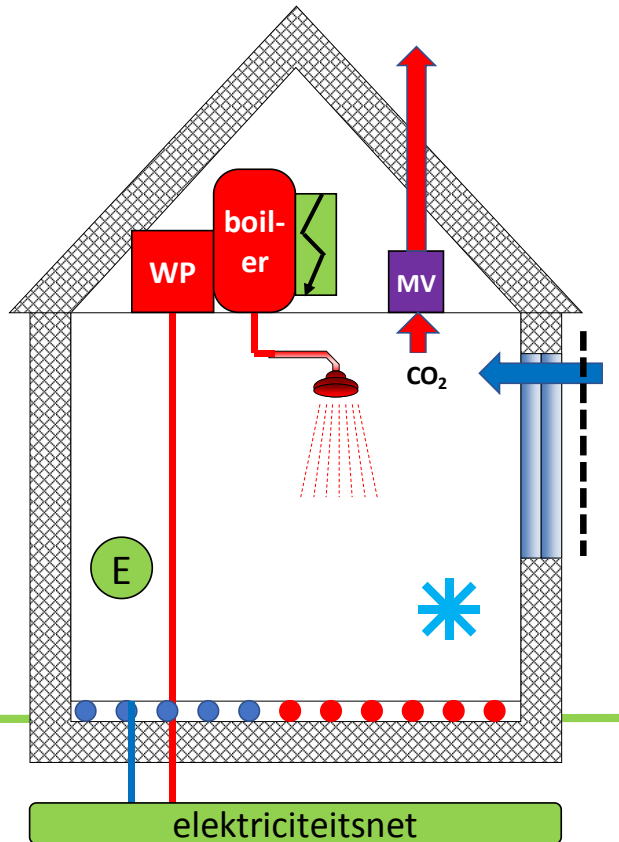
W3: all electric lucht warmtepomp TW EPC



- Beperkte hoeveelheid PV nodig (6 panelen à 1,6 m²)
- Nadelen: ruimtebeslag WP, luchtkoeler en geluid
- Voordelen: keuzevrijheid energieleverancier, koeling als optie
- Investering: € 20.954
- Kosten voor bewoner: € 1.116
 - Vast recht en onderhoud: € 497
 - Energiekosten: € 619 (netto elektriciteit, EB teruggave)

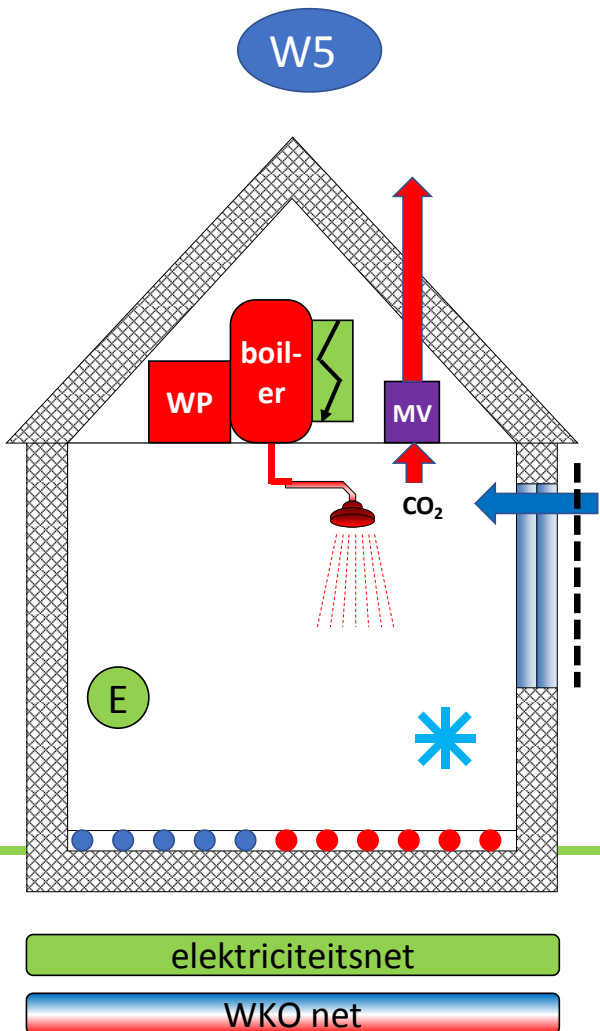
W4: all electric bodem warmtepomp TW EPC

W4



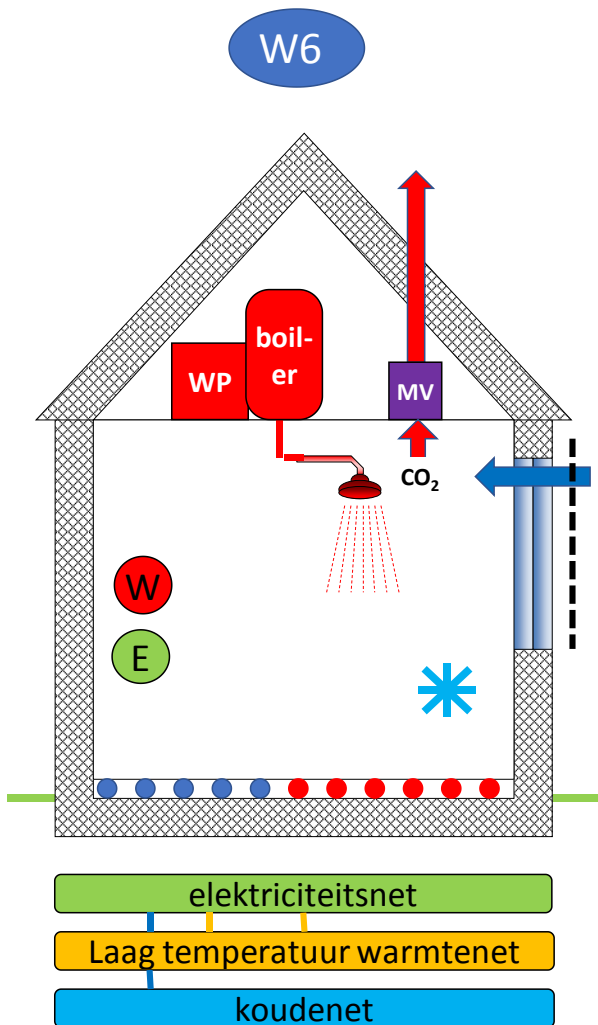
- Geen PV nodig
- Nadelen: ruimtebeslag WP
- Voordelen: keuzevrijheid energieleverancier, koeling als optie
- Investering: € 25.223
- Kosten voor bewoner: € 1.037
 - Vast recht en onderhoud: € 453
 - Energiekosten: € 584 (netto elektriciteit, EB teruggave)

W5: WKO bronnennet individuele WP TW EPC



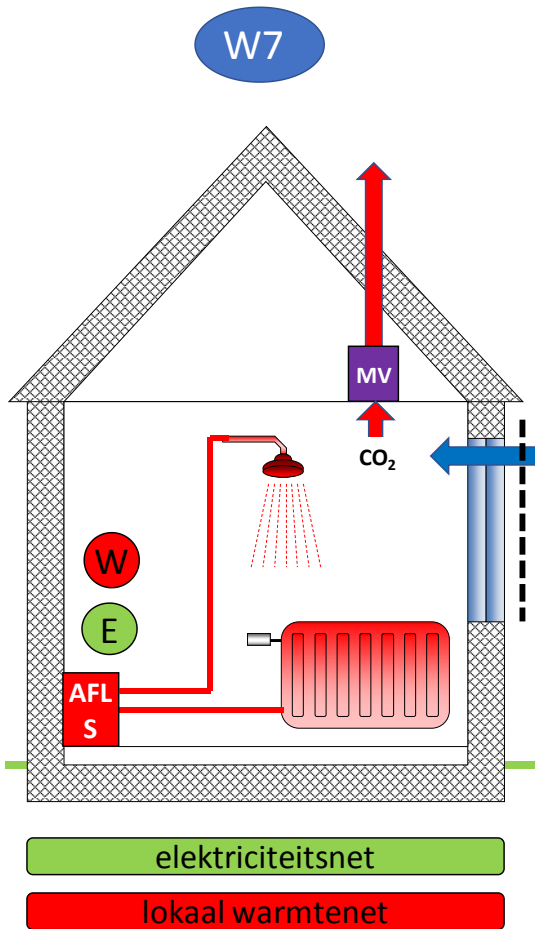
- Geen PV nodig
- koeling
- Nadelen: ruimtebeslag WP, exploitant nodig
- Geen keuzevrijheid warmteleverancier
- Investering: € 26.777
 - € 8.828 collectief
 - € 17.948 woning
- Kosten voor bewoner: € 1.292
 - Vast recht en onderhoud: € 712
 - Energiekosten: € 580 (netto elektriciteit, EB teruggave)

W6: LT warmtenet en koude, booster WP TW EPC



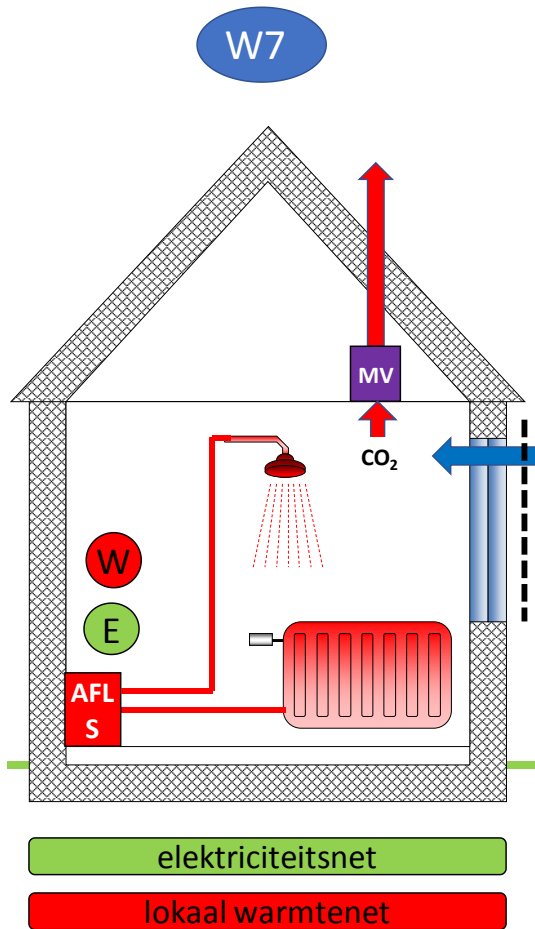
- Geen PV nodig
- Koeling
- Nadelen: ruimtebeslag WP boiler, exploitant nodig
- Geen keuzevrijheid warmteleverancier
- Investering: € 40.744
 - € 27.929 collectief
 - € 12.815 woning
- Kosten voor bewoner: € 1.669
 - Vast recht en onderhoud: € 874
 - Energiekosten: € 796 (netto elektriciteit, EB teruggave)

W7.1: warmtenet lokaal (WP + warmtenet) TW EPC



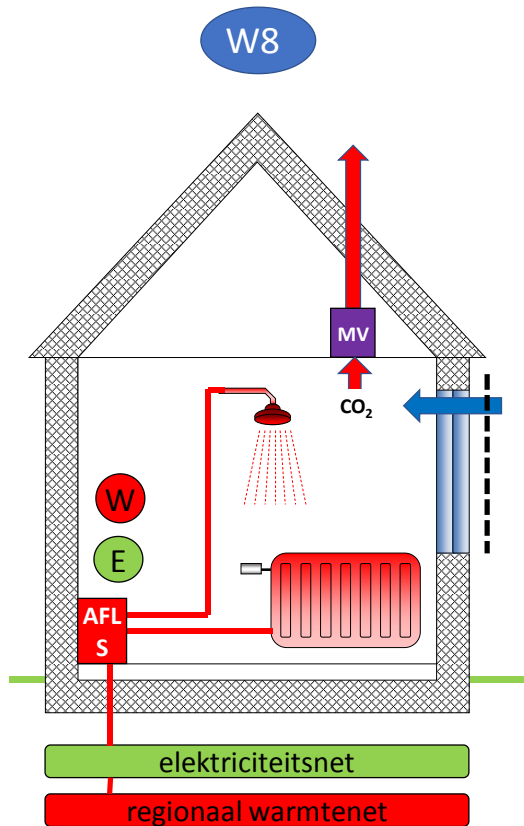
- Geen PV nodig
- Nadelen: exploitant nodig
- Geen koeling
- Geen keuzevrijheid warmteleverancier
- Investering: € 34.674
 - € 22.777 collectief
 - € 11.897 woning
- Kosten voor bewoner: € 1.277
 - Vast recht en onderhoud: € 683
 - Energiekosten: € 594 (netto elektriciteit, EB teruggave)

W7.2: warmtenet lokaal (solarthermie + warmtenet) TW EPC



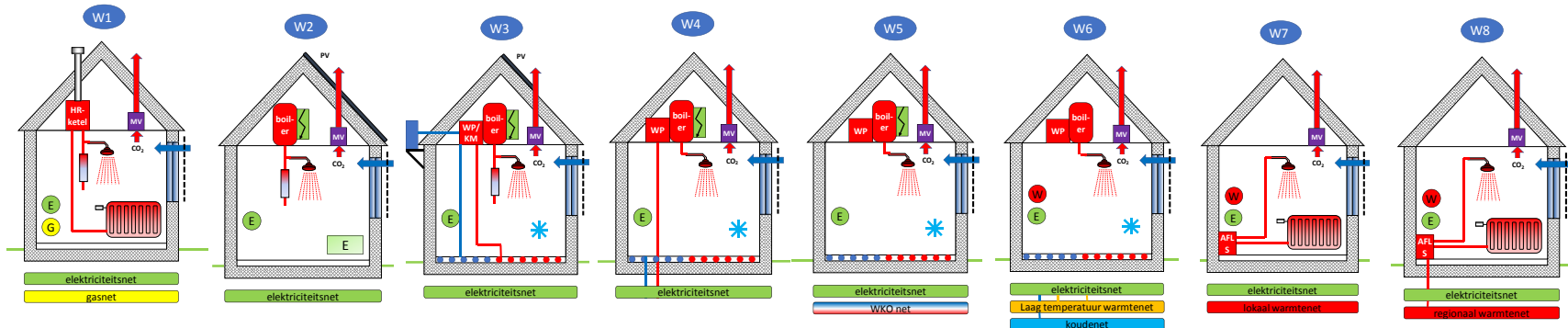
- Geen PV nodig
- Nadelen: exploitant nodig
- Geen koeling
- Geen keuzevrijheid warmteleverancier
- Investering: € 29.913
 - € 21.598 collectief
 - € 8.315 woning
- Kosten voor bewoner: € 1.062
 - Vast recht en onderhoud: € 538
 - Energiekosten: € 523 (netto elektriciteit, EB teruggave)

W8: warmtenet regionaal (HVC) TW EPC



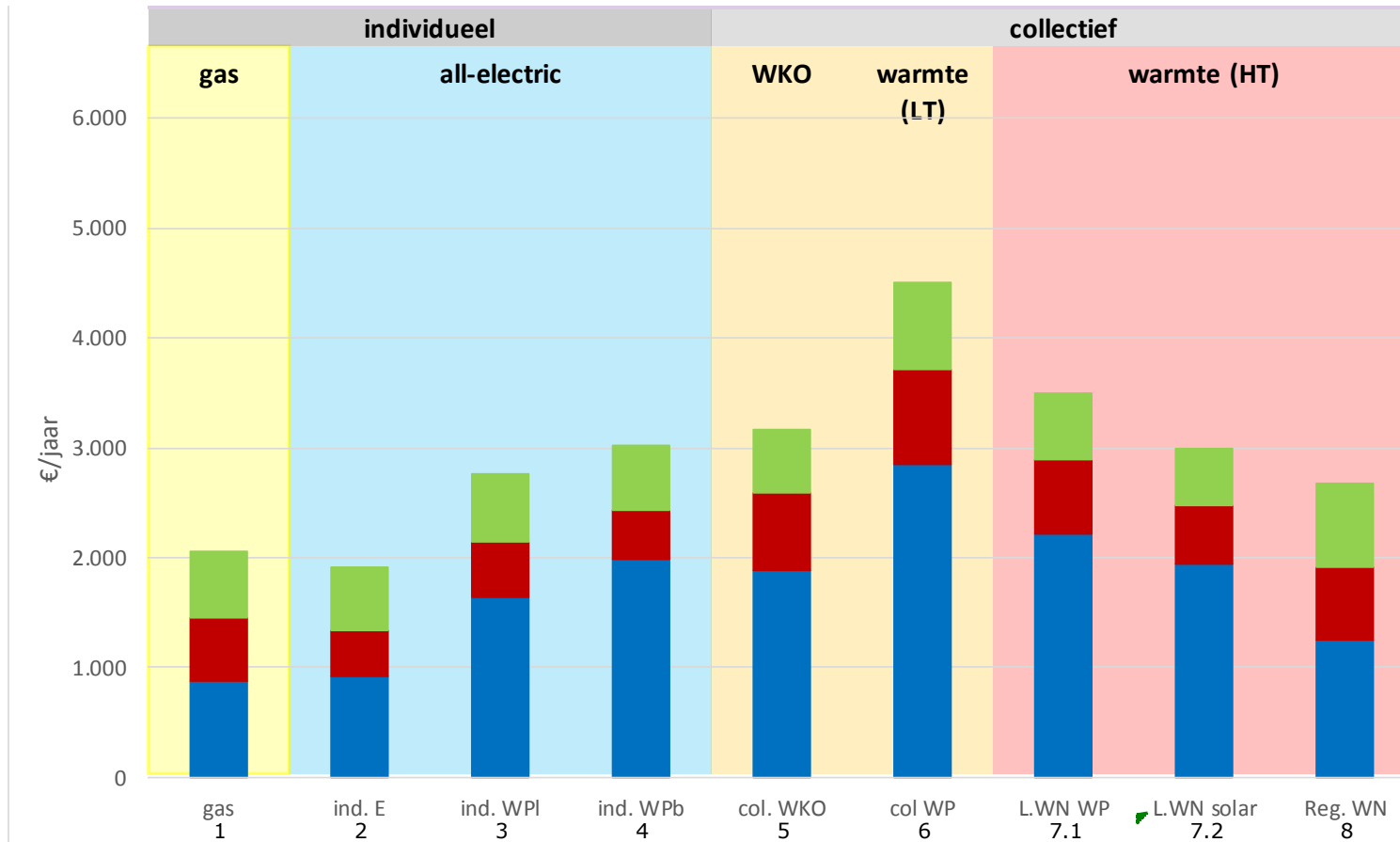
- Geen PV nodig
- Geen ruimtebeslag in de woning, wel in de wijk
- Geen keuzevrijheid warmteleverancier
- Investering: € 13.013
 - € 4.699 collectief
 - € 8.315 woning
- Kosten voor bewoner: € 1.429
 - Vast recht en onderhoud: € 664
 - Energiekosten: € 765 (netto elektriciteit, EB teruggave)

Beeldvorming concepten TW EPC

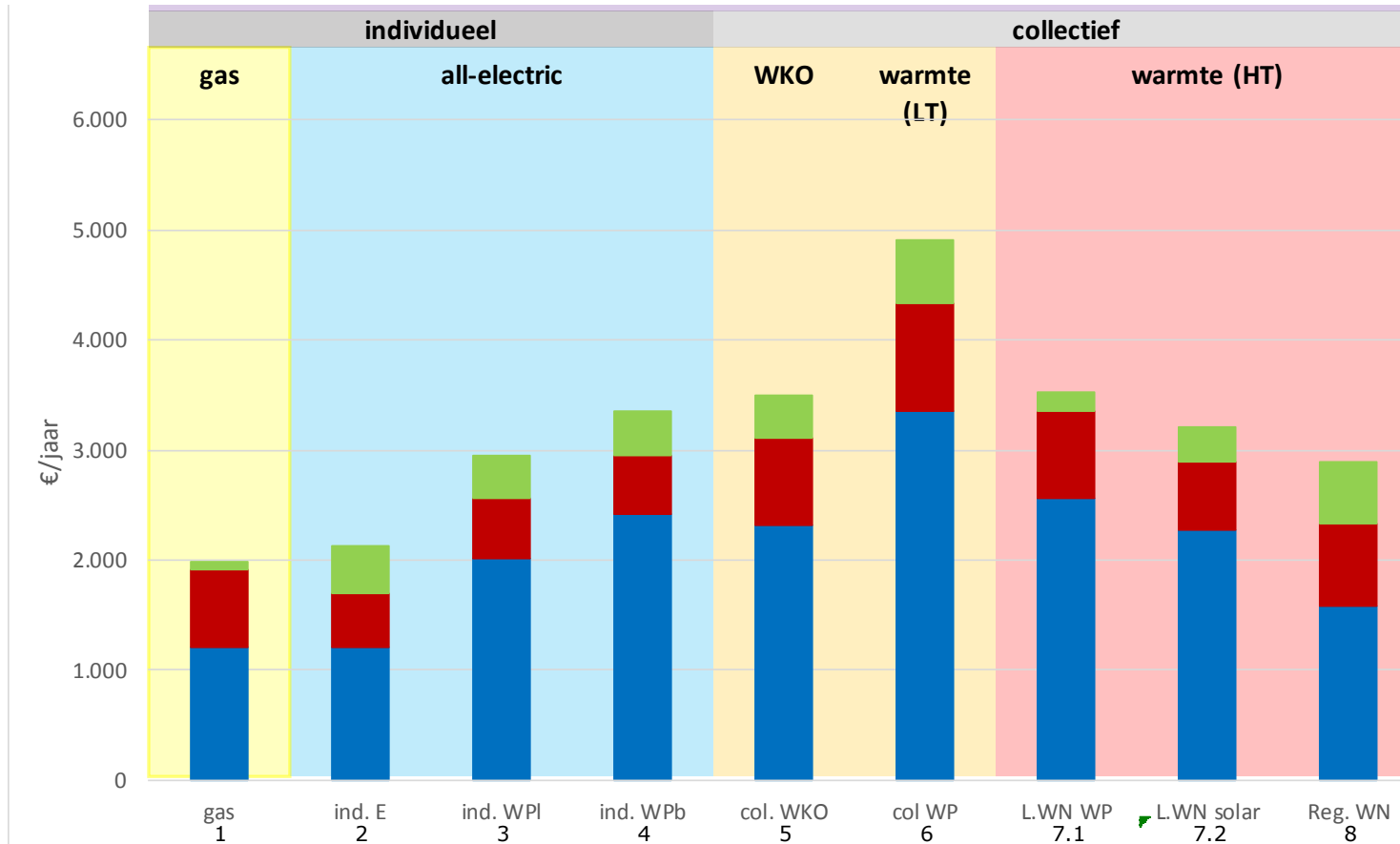


concept	1	2	3	4	5	6	7.1	7.2	8
omschrijving	aardgas referentie	all E weerstand	all E lucht WP	all E bodem WP	WKO bronnennet	WKO centrale WP	lokaal WN met WP	lokaal WN met solarthermie	regionaal WN
voordelen	<ul style="list-style-type: none"> PV als optie keuzevrijheid energie 	<ul style="list-style-type: none"> keuzevrijheid energie 	<ul style="list-style-type: none"> keuzevrijheid energie koeling als optie 	<ul style="list-style-type: none"> PV als optie keuzevrijheid energie koeling als optie 	<ul style="list-style-type: none"> PV als optie koeling 	<ul style="list-style-type: none"> PV als optie koeling 	<ul style="list-style-type: none"> PV als optie geen ruimtebeslag woning koeling 	<ul style="list-style-type: none"> PV als optie geen ruimtebeslag woning geen koeling 	<ul style="list-style-type: none"> PV als optie geen ruimtebeslag woning geen koeling
nadelen	<ul style="list-style-type: none"> ruimtebeslag woning toekomstbestendig? 	<ul style="list-style-type: none"> veel PV nodig risico saldering vermogen E 	<ul style="list-style-type: none"> PV nodig ruimtebeslag woning aanzicht geluid 	<ul style="list-style-type: none"> ruimtebeslag woning 	<ul style="list-style-type: none"> openbare ruimte en woning exploitant nodig 	<ul style="list-style-type: none"> openbare ruimte exploitant nodig 	<ul style="list-style-type: none"> openbare ruimte exploitant nodig 	<ul style="list-style-type: none"> openbare ruimte exploitant nodig 	<ul style="list-style-type: none"> openbare ruimte exploitant nodig
investering woning	€ 11.205	€ 11.292	€ 20.954	€ 25.223	€ 17.948	€ 12.815	€ 11.897	€ 8.315	€ 8.315
investering collectief	€ -	€ -	€ -	€ -	€ 8.828	€ 27.929	€ 22.777	€ 21.598	€ 4.699
kosten bewoner	€ 1.194	€ 984	€ 1.116	€ 1.037	€ 1.292	€ 1.669	€ 1.277	€ 1.062	€ 1.429
TCO	€ 2.065	€ 1.911	€ 2.760	€ 3.023	€ 3.175	€ 4.515	€ 3.495	€ 2.998	€ 2.679

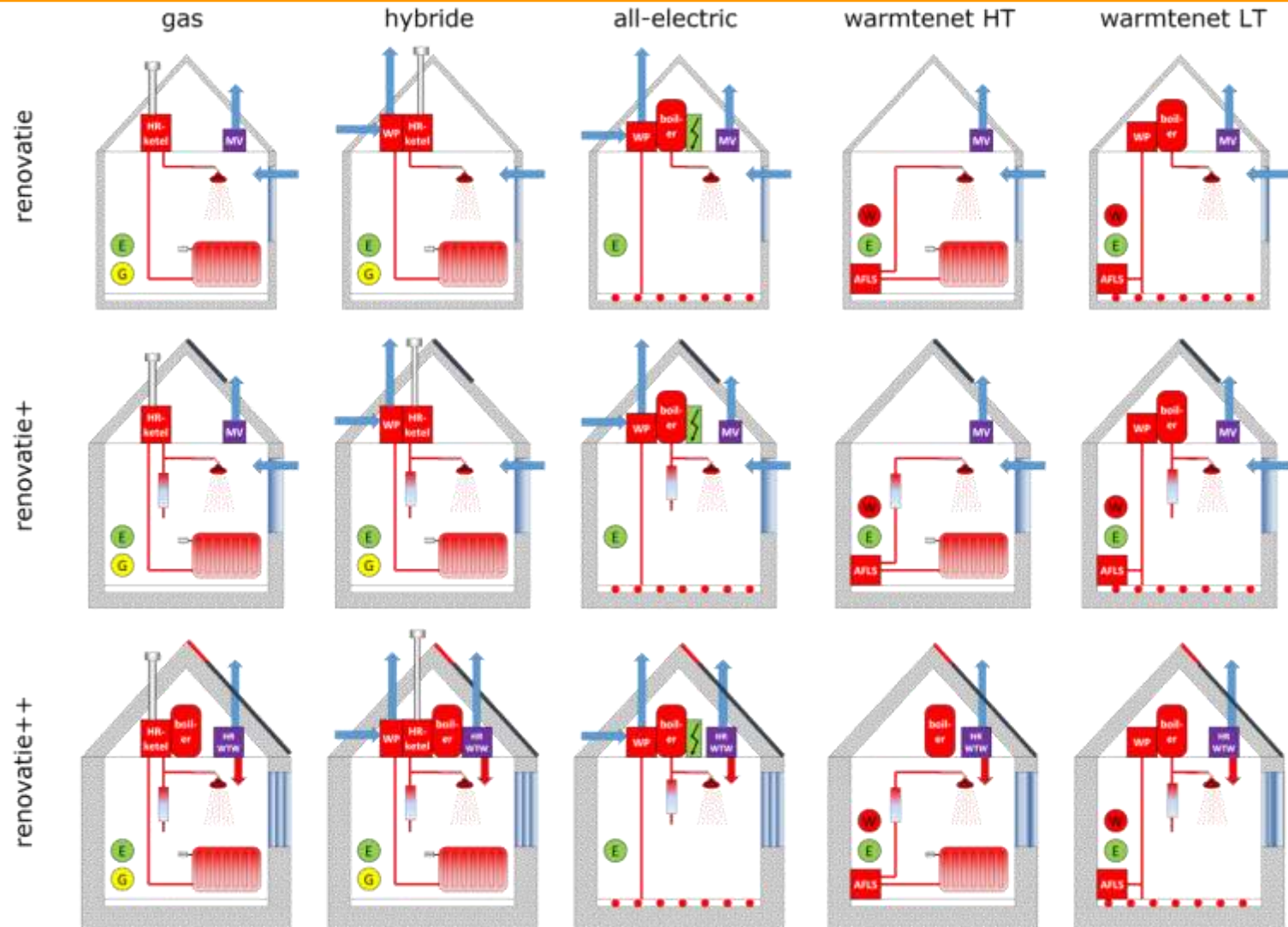
Overzicht kosten TCO TW EPC



Overzicht kosten TCO TW BENG



Voorbeeld verduurzaming bestaande bouw



- Isolatie ($R_c = 1,5-2,5 \text{ m}^2\text{K/W}$) van het gebouw dat relatief eenvoudig, zonder ingrijpende maatregelen met lage investeringen wordt gerealiseerd:
 - Begane grond vloer aan de onderzijde voorzien van isolatie met een $R_c = 2,5 \text{ m}^2\text{K/W}$;
 - Spouwmuur in de gevel, of gevel aan de binnenzijde isoleren met een R_c van $1,5-2,5 \text{ m}^2\text{K/W}$;
 - Dak aan de binnenzijde isoleren met een $R_c = 2,5 \text{ m}^2\text{K/W}$;
 - Bestaande kozijnen voorzien van HR⁺⁺ glas;
 - Kierdichtheid verbeteren;
 - Natuurlijke ventilatie vervangen voor mechanische afvoerventilatie.
- Na de renovatie levensduurverlening van 15-30 jaar met een:
 - Verbeterd wooncomfort;
 - Verlaging van de warmtevraag voor ruimteverwarming.

- Goede isolatie ($R_c = 3,5-6 \text{ m}^2\text{K/W}$, nieuwbouw eisen) van het gebouw, ingrijpende verbouwing:
 - Begane grond vloer aan de onderzijde voorzien van isolatie met een $R_c = 3,5 \text{ m}^2\text{K/W}$;
 - Nieuwe gevel/ voorzet gevel met een R_c van $4,5 \text{ m}^2\text{K/W}$;
 - Nieuw dak $R_c = 6 \text{ m}^2\text{K/W}$;
 - Nieuwe kozijnen voorzien van HR⁺⁺ glas;
 - Zeer goede kierdichtheid;
 - Mechanische afvoerventilatie met CO₂ sturing;
 - PV panelen, aantal m² per bouwtype.
- Na de renovatie levensduurverlening van 30-50 jaar met een:
 - Verbeterd wooncomfort;
 - Verlaging van de warmtevraag voor ruimteverwarming;
 - Elektriciteitsopwekking van PV panelen

- Zeer goede isolatie ($R_c = 7-10 \text{ m}^2\text{K/W}$, passief woning) van het gebouw, ingrijpende verbouwing:
 - Begane grond vloer aan de onderzijde voorzien van isolatie met een $R_c = 7 \text{ m}^2\text{K/W}$;
 - Nieuwe gevel/ voorzet gevel met een R_c van $7-9 \text{ m}^2\text{K/W}$;
 - Nieuw dak $R_c = 10 \text{ m}^2\text{K/W}$;
 - Nieuwe kozijnen voorzien van triple HR⁺⁺ glas;
 - Zeer goede kierdichtheid;
 - HR-WTW ventilatie;
 - PV panelen, aantal m^2 per bouwtype.
- Na de renovatie levensduurverlening van 30-50 jaar met een:
 - Verbeterd wooncomfort;
 - Verlaging van de warmtevraag voor ruimteverwarming;
 - Elektriciteitsopwekking van PV panelen

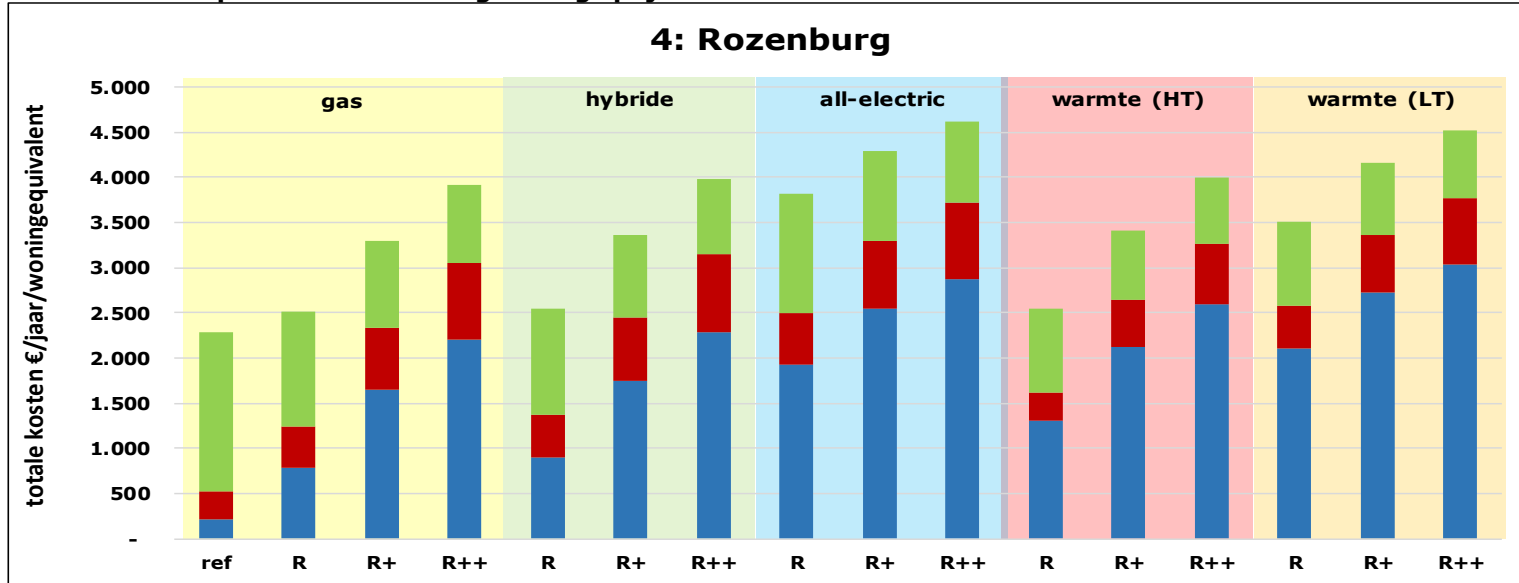
- Renovatie:
 - Warmtepomp-combi en E-element met een kwaliteitsverklaring voor het rendement voor ruimteverwarming en warmtapwater;
 - Warmteafgifte door (nieuwe) vloerverwarming;
- Renovatie+
 - Warmtepomp-combi en E-element met een kwaliteitsverklaring voor het rendement voor ruimteverwarming en warmtapwater;
 - Warmteafgifte door (nieuwe) vloerverwarming;
 - Douche WTW;
- Renovatie++
 - Warmtepomp-combi en E-element met een kwaliteitsverklaring voor het rendement voor ruimteverwarming en warmtapwater;
 - Warmteafgifte door (nieuwe) vloerverwarming;
 - Douche WTW;

- Renovatie:
 - Afleverset voor ruimteverwarming en warmtapwater;
 - Warmteafgifte door bestaande radiatoren;
- Renovatie+
 - Afleverset voor ruimteverwarming en warmtapwater;
 - Warmteafgifte door bestaande radiatoren;
 - Douche WTW;
- Renovatie++
 - Afleverset voor ruimteverwarming en warmtapwater;
 - Warmteafgifte door bestaande radiatoren;
 - Douche WTW;

- Renovatie:
 - Afleverset voor ruimteverwarming;
 - Warmtepomp voor warmtapwater;
 - Warmteafgifte door (nieuwe) vloerverwarming;
- Renovatie+
 - Afleverset voor ruimteverwarming;
 - Warmtepomp voor warmtapwater;
 - Warmteafgifte door (nieuwe) vloerverwarming;
 - Douche WTW;
- Renovatie++
 - Afleverset voor ruimteverwarming;
 - Warmtepomp voor warmtapwater;
 - Warmteafgifte door (nieuwe) vloerverwarming;
 - Douche WTW;

Resultaten totale kosten per woonequivalent

Totale kosten op basis van de huidige energieprijzen



Jaarlijkse kosten

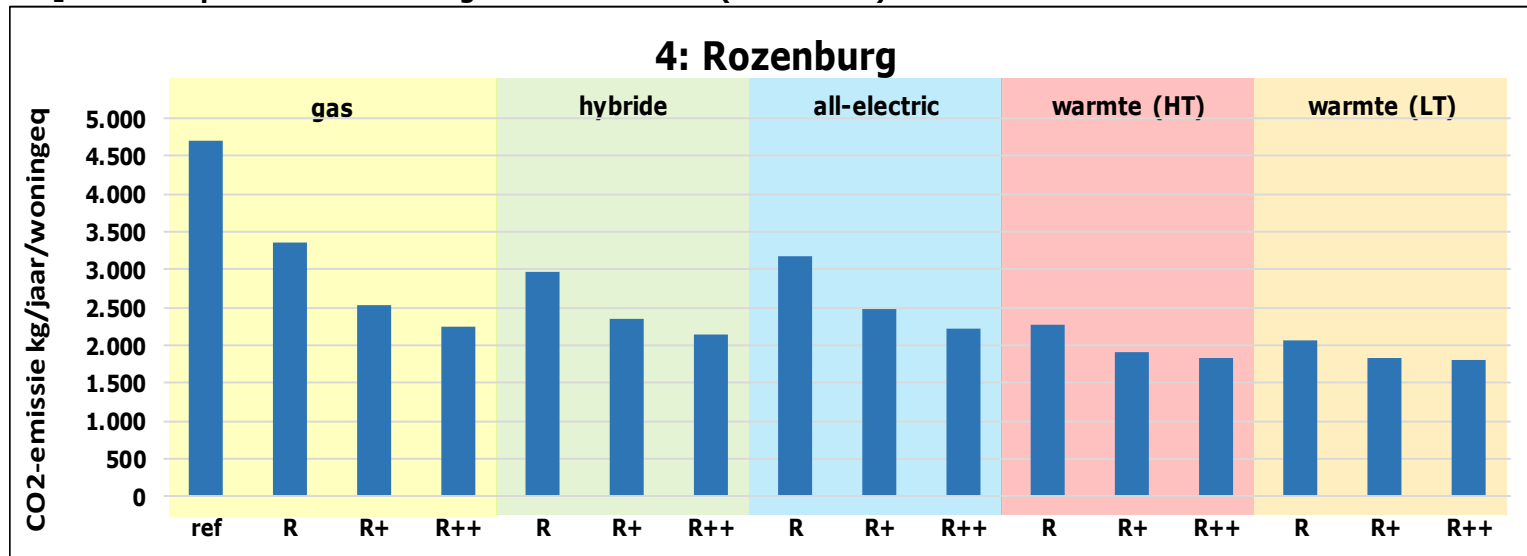
■ = kapitaallasten

■ = beheer&onderhoud

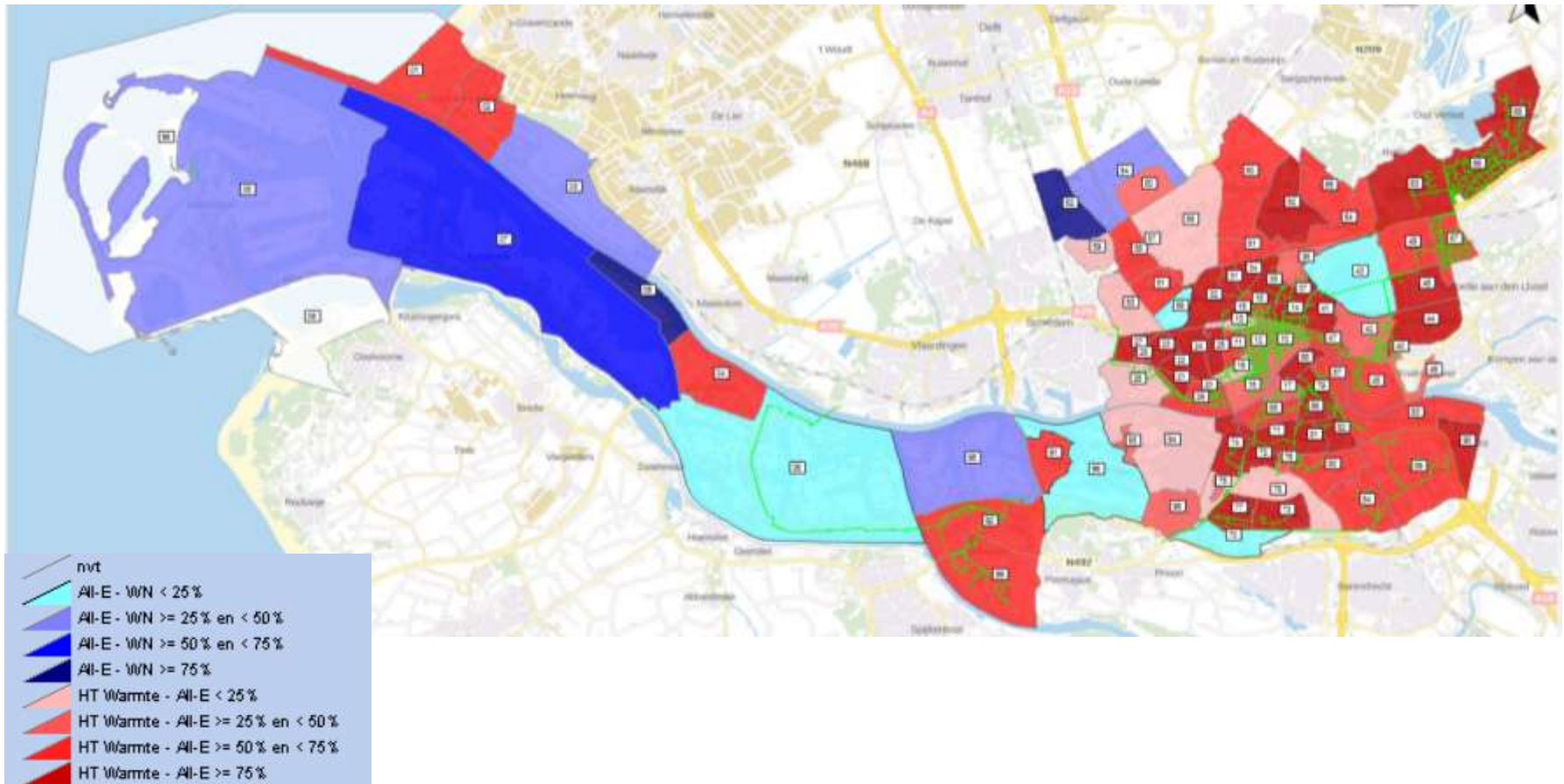
■ = energie

CO₂-emissie per woonequivalent

CO₂-emissie op basis van de huidige emissiefactoren (anno 2017)



All electric R+ of warmtenet R



Organisatie en economie: in beweging

- Warmtewet:
 - Beweging naar kostprijsreflecterende tarieven
- Energie- en klimaatakkoord
 - Subsidies?
 - Hogere gasprijzen?
 - Verbod op verkoop gasketels?
 - Mandatering gemeentes aardgasvrije wijken
- Organisatie
 - Open netten: meerdere bronnen
 - Open netten: meerdere exploitanten
 - Coöperatie netten
 - Rol van netbeheerders

Stellingen

- We moeten ons realiseren dat de warmtetransitie links- of rechtsom (veel) geld zal kosten
- Het is lastig keuzes te maken, gezien de vele technologische, economische en regelgevende ontwikkelingen. De overheid moet daarom meer sturen en risico's beheersbaar maken
- Een verbod op CV-ketels is beter dan economische prikkels als aardgas duurder maken of subsidies op aardgasvrije verwarming