



TCO warmtesystemen Muiderberg

Gooise meren

15 maart 2023

Inhoud

1. Overzicht van de bekeken scenario's
2. TCO maatschappelijk
3. Kernresultaten
 1. Investeringskosten warmtenet
 2. TCO scenario's
 3. CO2 uitstoot
4. Distributienet
5. Warmtevraag en warmtelevering
6. CO2 uitstoot
7. TCO methode en aannames

Scenario's

Wijzigingen sinds vorige week

- Verbeteringen in de analyse doorgevoerd (resultaten licht gewijzigd)
- Bron vermelding toegevoegd in de slides
- CAPEX en OPEX per scenario uitgesplitst
- Doorlooptijd 50 jaar meegenomen

Overzicht scenario's

- Bij natuurlijk vervangmoment, dus ook kosten voor nieuwe cv

Scenario/ variabele	Referentie scenario: aardgas CV	Scenario 1: warmtepomp	Scenario 2: hybride warmtepomp	Scenario 3: MT warmtenet	Scenario 4: LT warmtenet
type systeem	Nieuwe HR-ketel	lucht/water warmtepomp (lage temperatuur)	lucht/water warmtepomp + HR CV (groengas)	TEO + WKO + warmtepomp	TEO + WKO + warmtepomp
aanvoertemperatuur	70 °C	45 °C	70 °C / 45 °C	70 °C	55 °C
retourtemperatuur	40 °C	35 °C	40 °C / 35 °C	40 °C	35 °C
Maatregelen, t.b.v. warmtegebruik *1	Geen isolatie	isolatie tot label B	isolatie tot label D	isolatie tot label D	isolatie tot label B

*1 o.b.v. Witteveen+Bos kentallen voor woningisolatie

TCO maatschappelijk

Meegenomen:

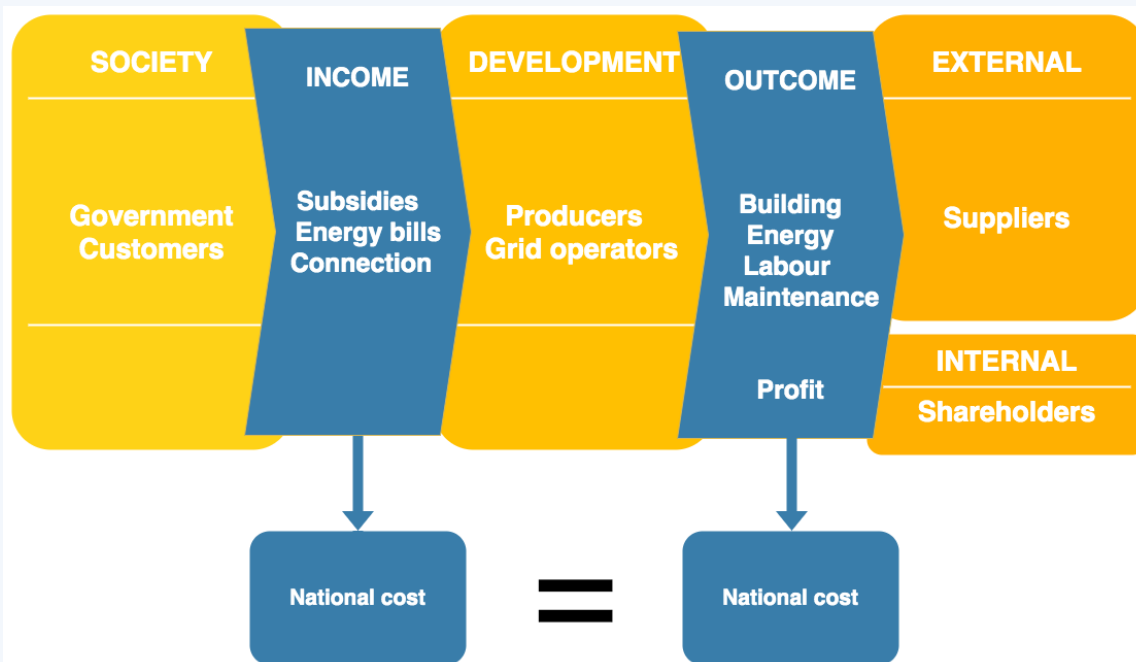
- Investering
 - Bron
 - Transport (warmtenet)
 - Woningaanpassingen
 - Elektriciteitsnet
- Herinvestering
- Onderhoud
- Energie
- Optioneel: CO2 geprijsd

Niet meegenomen:

- Subsidie
 - Belasting
- Want dat zijn kosten tussen burger en overheid

Doorlooptijd 30 jaar

Maatschappelijke kosten



Kostenposten per scenario

Scenario / variabele	Referentie scenario: aardgas CV	Scenario 1: warmtepomp	Scenario 2: hybride warmtepomp	Scenario 3: MT warmtenet	Scenario 4: LT warmtenet
Investing					
Isolatie	-	Label B	Label D	Label D	Label B
Afgiftesysteem	-	LT radiatoren	-	-	LT radiatoren
Warmtesysteem	HR CV	Individuele warmtepomp	Hybride warmtepomp	TEO + WKO + Col. Warmtepomp	TEO + WKO + Col. Warmtepomp
Warmtenet	-	-	-	11 km	11 km
Jaarlijkse kosten					
Elektriciteit	0	2.620 kWh	2.274 kWh	4.207 kWh	2.199 kWh
Gas	1.432 m3	0	504 m3	26 m3	18 m3
Maatschappelijke kosten					
Elektriciteitsnet- verzwaring	nee	ja	ja	ja	ja
CO2 reductie	0%	95%	53%	82%	91%

Kernresultaten

Resultaten

Criteria			Scenario 0 Referentie CV	Scenario 1 all electric	Scenario 2 hybride warmtepomp	Scenario 3 MT Warmtenet	Scenario 4 LT Warmtenet
Financieel	eenheid						
jaarlijkse kosten per WEQ * ¹	EUR/jaar	excl btw	€ 2.784	€ 1.567	€ 2.353	€ 1.469	€ 1.029
investeringskosten per WEQ * ²	EUR	excl btw	€ 1.355	€ 24.040	€ 8.630	€ 27.182	€ 40.279
Herinvestering per WEQ * ³	EUR	excl btw	€ 949	€ 5.785	€ 4.165	€ 3.010	€ 3.010
kosten e-net/g-net per WEQ per jaar * ⁴	EUR	excl btw	€ -	€ 1.906	€ 192	€ 1.763	€ 1.906
Waarde van uitgestoten CO ₂ * ⁵	EUR		€ 15.554	€ 1.349	€ 7.217	€ 3.020	€ 1.927
TCO over 30 jaar per WEQ	EUR	excl btw	€ 89.800	€ 73.013	€ 77.584	€ 69.825	€ 69.506
TCO maatschappelijk over 30 jaar per WEQ incl CO ₂	EUR	excl btw	€ 105.354	€ 74.362	€ 84.801	€ 72.845	€ 71.433
CO ₂ reductie t.o.v. gas komende 30 jaar			0%	91%	54%	81%	88%

*¹ o.b.v. kosten voor onderhoud, gas, elektriciteit en warmte

*² o.b.v. investeringskosten voor isolatie, installaties en warmtetechniek

*³ o.b.v. herinvesteringskosten warmtetechniek

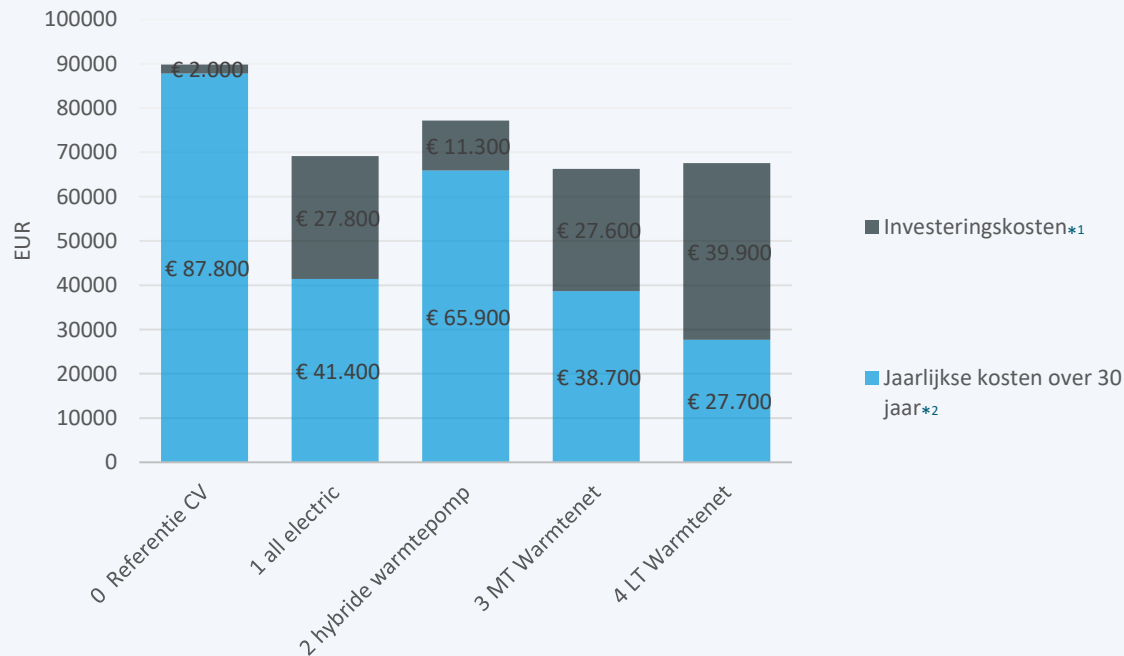
*⁴ o.b.v. maatschappelijke kosten

*⁵ o.b.v. CO₂ uitstoot 200 EUR/ton

TCO scenario's

- Laagste kosten: MT warmtenet
- LT warmtenet iets hoger:
 - Isolatie naar label B
 - lagere jaarlijkse kosten
 - hogere investering
- All electric, bijna gelijk
- Hybride en CV meer kosten

MUIDERBERG TCO OVER 30 JAAR

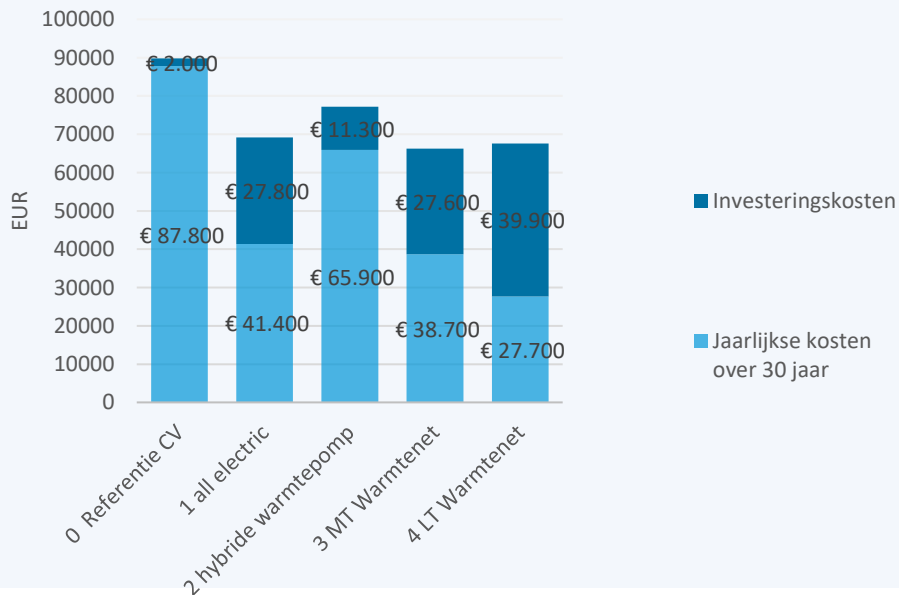


*1 o.b.v. (her)investeringskosten per WEQ

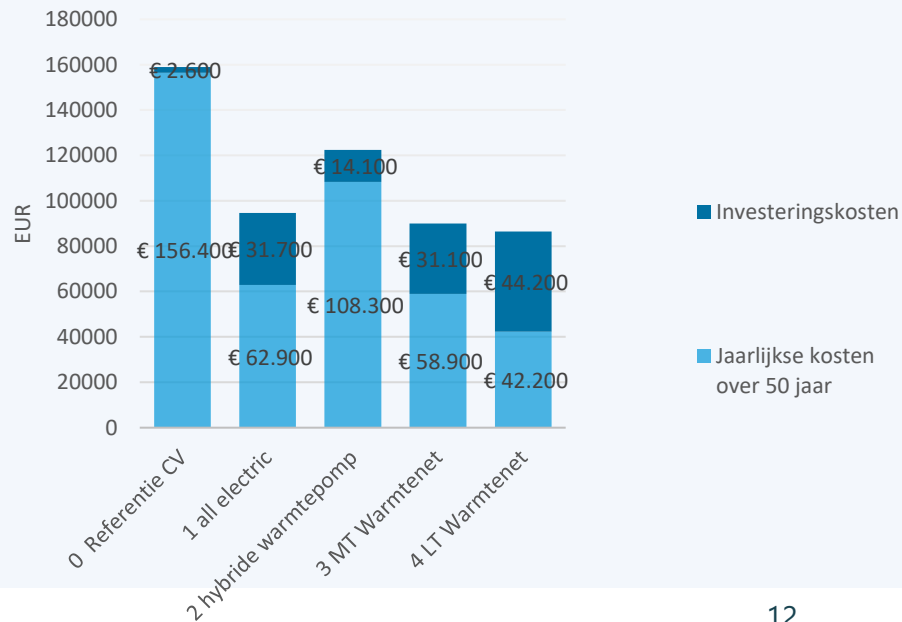
*2 o.b.v. nettowaarde energierekening incl. onderhoud

Verschil bij langere afschrijftermijn (50 jaar)

MUIDERBERG TCO OVER 30 JAAR



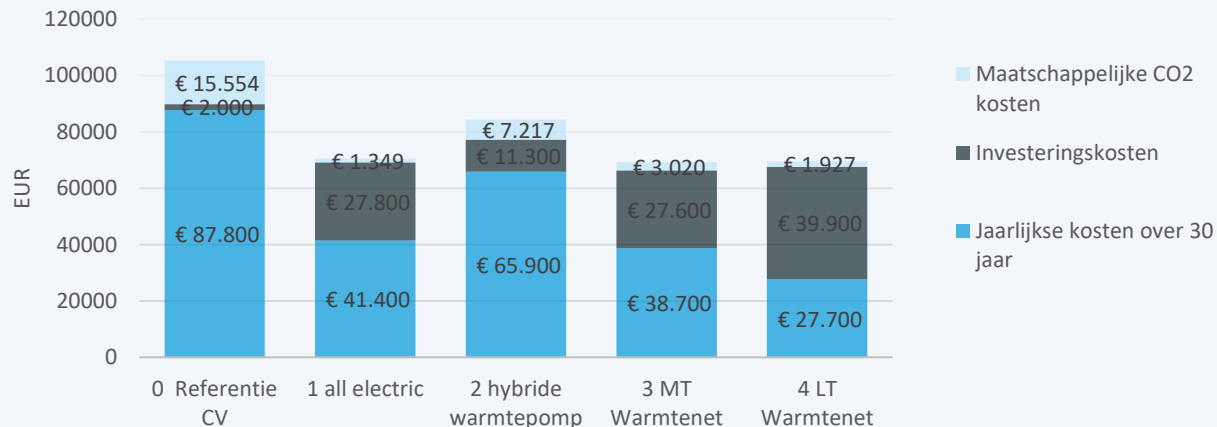
MUIDERBERG TCO OVER 50 JAAR



TCO met CO2 als prijs doorberekend

Criteria		0 Referentie CV	1 all electric	2 hybride warmtepomp	3 MT Warmtenet	4 LT Warmtenet
CO2 uitstoot *1	ton	78	6,7	36	15	9,6
CO2 reductie t.o.v. gas *2		0%	95%	53%	82%	91%
CO2 eerlijke prijs *3	EUR	15.554	1.349	7.217	3.020	1.927

MUIDERBERG TCO 30 JAAR MET CO2 (200 EUR/TON)

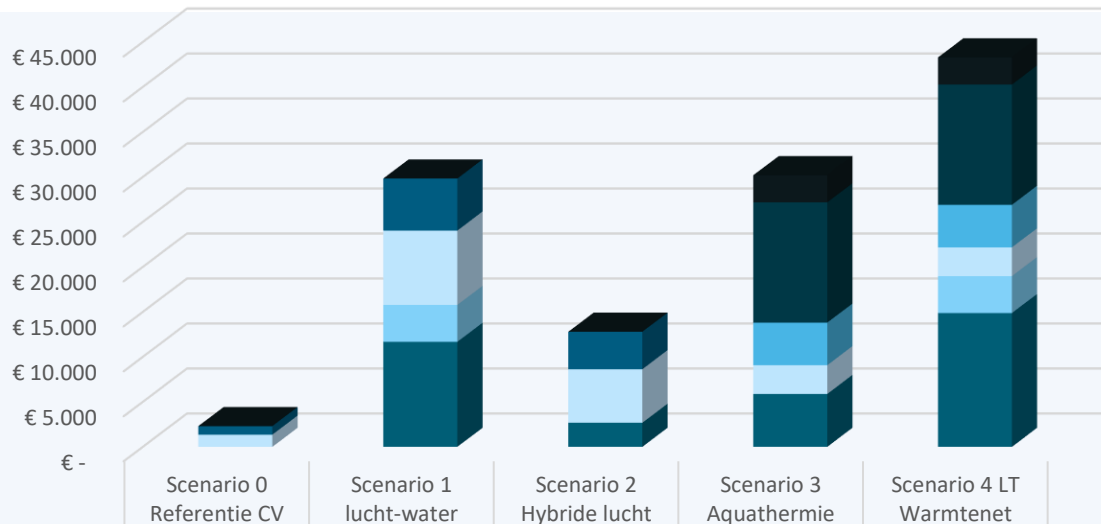


*1 m.b.v. de warmtevraag en bijhorende CO2 uitstoot

*2 cumulatieve uitstoot t.o.v. referentie

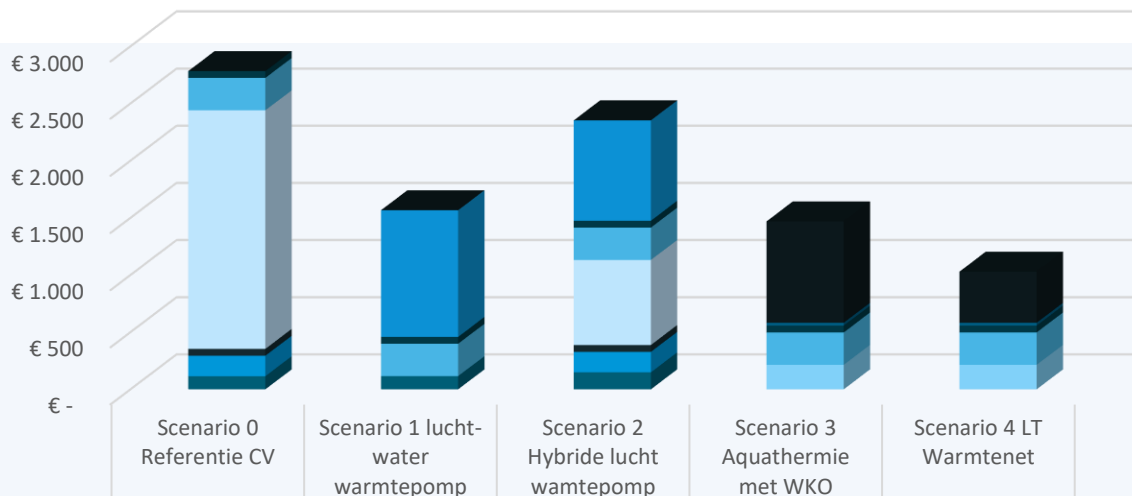
*3 o.b.v. Rijksoverheid verwachte ETS-prijs 2050, 200 EUR/ton

Investerings en herinvesteringskosten per weg



	Scenario 0 Referentie CV	Scenario 1 lucht-water warmtepomp	Scenario 2 Hybride lucht warmtepomp	Scenario 3 Aquathermie met WKO	Scenario 4 LT Warmtenet
■ herinvesteringskosten warmtebron centraal	€ -	€ -	€ -	€ 3.010	€ 3.010
■ herinvesteringskosten warmtebron huis	€ 949	€ 5.785	€ 4.165	€ -	€ -
■ Investeringskosten warmtenet + aansluitingen	€ -	€ -	€ -	€ 13.374	€ 13.374
■ Investeringskosten warmtebron centraal	€ -	€ -	€ -	€ 4.729	€ 4.729
■ Investeringskosten warmtebron huis	€ 1.355	€ 8.264	€ 5.950	€ 3.200	€ 3.200
■ Gemiddelde investeringskosten vervanging HT- in LT-radiatoren	€ -	€ 4.100	€ -	€ -	€ 4.100
■ Gemiddelde investeringskosten isolatie tot label B of D	€ -	€ 11.676	€ 2.679	€ 5.879	€ 14.876

Jaarlijkse kosten



	Scenario 0 Referentie CV	Scenario 1 lucht- water warmtepomp	Scenario 2 Hybride lucht warmtepomp	Scenario 3 Aquathermie met WKO	Scenario 4 LT Warmtenet
■ Variabele kosten warmte	€ -	€ -	€ -	€ 887	€ 447
■ Meettarief warmte	€ -	€ -	€ -	€ 25	€ 25
■ Variabele kosten elektriciteit	€ -	€ 1.108	€ 878	€ -	€ -
■ Elektriciteit vaste leveringskosten	€ 60	€ 60	€ 60	€ 60	€ 60
■ Elektriciteit netbeheerkosten	€ 283	€ 283	€ 283	€ 283	€ 283
■ Variabele kosten gas	€ 2.087	€ -	€ 744	€ -	€ -
■ Gas vaste leveringskosten	€ 60	€ -	€ 60	€ -	€ -
■ Gas netbeheerkosten	€ 179	€ -	€ 179	€ -	€ -
■ Onderhoudskosten centrale warmtebron + warmtenet	€ -	€ -	€ -	€ 214	€ 214
■ Onderhoudskosten thuis	€ 115	€ 116	€ 149	€ -	€ -

Conclusie

- MT warmtenet laagste maatschappelijke kosten
- Verschillen maatschappelijke kosten tussen MT, LT en all electric zijn klein
- All electric heeft minste CO2 uitstoot
- Bij levensduur 50 jaar wordt LT warmtenet relatief lager

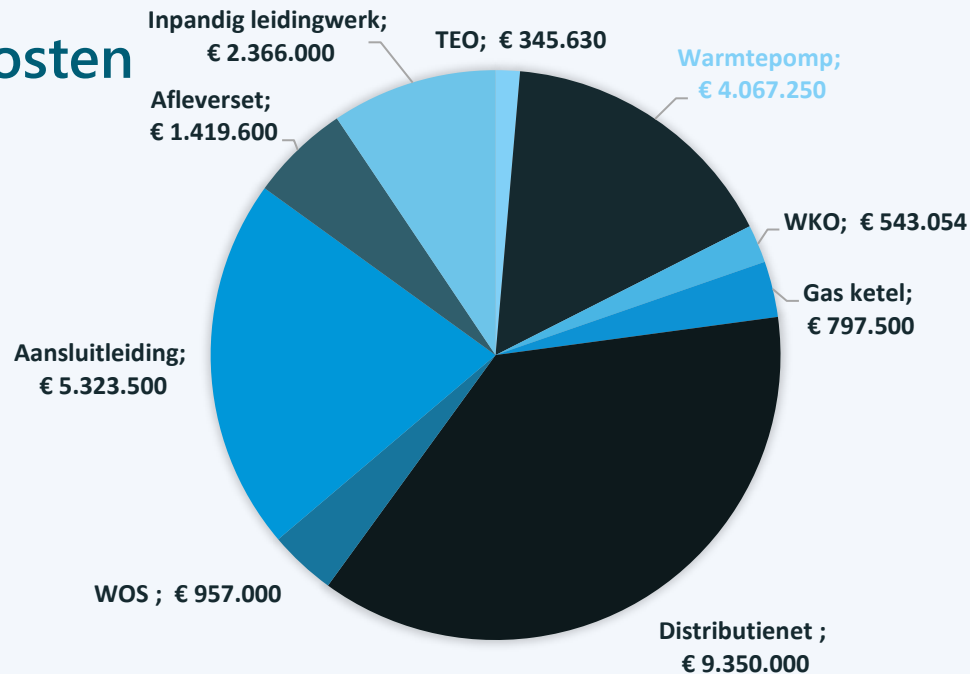
- Advies:
 - MT warmtenet o.b.v. TEO met op den duur lagere temperatuur is uit maatschappelijk oogpunt een gunstig scenario;
 - Werk de businesscase uit om de financiële haalbaarheid te bepalen.

Verdieping op resultaten

Warmtenet investeringskosten

- Totale investering: 25M
- 21k per woning

CAPEX TEO WARMTENET: 25M



Distributienet Wattnu

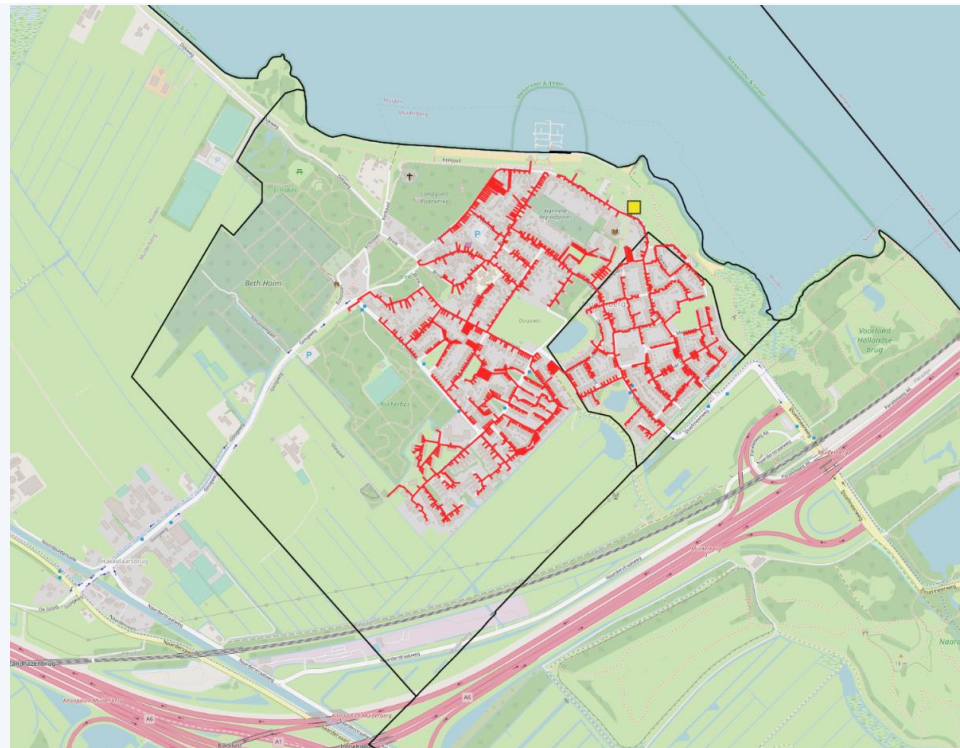
Totaal warmtenet: 22km (uit TCO excel)



Distributienet

Eigen schetsontwerp gemaakt

- Distributienet 11 km *1
- Aansluitleidingen 15,3 km *2
- Totaal 26 km (ongeoptimaliseerd) *3
- Maximale DN 200



*1 GeoSmartDesign eigen ontwerp.

*2 GeoSmartDesign eigen ontwerp

*3 GeoSmartDesign eigen ontwerp

Warmtevraag – uitgangspunten

- 1168 aansluitingen *1
- 1435 m3 per jaar *2
- 15 MW vermogen *3
- 55% gelijktijdigheid *4
- Dus 8 MW gelijktijdig vermogen

Individueel:

- SCOP All electric warmtepomp: 3,8 *4
- SCOP Hybride warmtepomp: 4,0 *4

Collectief:

- SCOP warmtepomp bij 70 C: 3,5 *5
- SCOP warmtepomp bij 50 C: 4,8 *5

*1 o.b.v. afzetgebied

*2 CBS 2022 <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/84583NED/table?ts=1678726495469>

*3 Vesta MAIS kentallen <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2021-functioneel-ontwerp-vesta-mais-5.0-4583.pdf>

*4 W+B kentallen

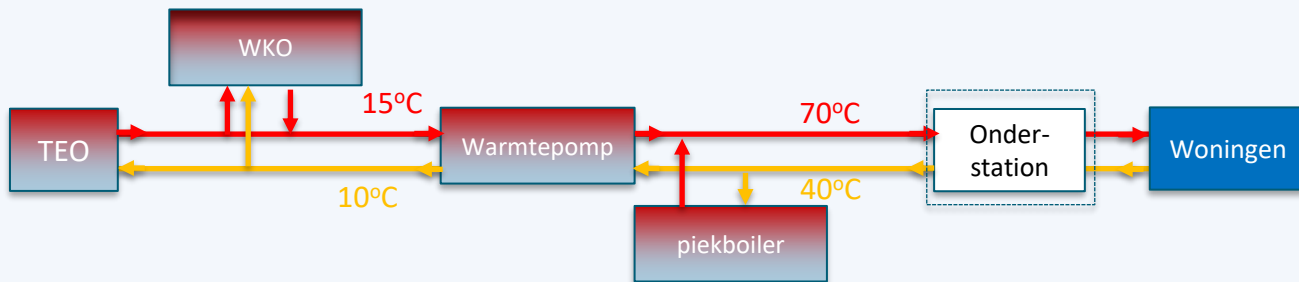
*5 o.b.v. Carnot efficiëntie 60%, bij 15 C retour

*6 o.b.v. W+B kentallen

Warmtelevering

Warmtelevering

1. TEO
2. WKO
3. Warmtepomp
4. Piekboiler



Optimalisatievraagstukken

- Zonder WKO
- Vermogensverhouding WP en piek
- Slimme sturing warmtepomp/E-boiler
- Toevoegen buffer

Type	Component	% Warmtevraag	% Vermogensvraag
Basislast *1	Warmtepomp (TEO/WKO)	95%	60% (5 MW) *1
Pieklast *2	Piekboiler	5%	100% (8 MW) *2
Aanbod *3	Aanbod	100%	100% (8 MW)

*1 Aanname WB

*2 Aanname WB

CO2 uitstoot

- Alleen gekeken naar use phase;
- Gemiddelde CO2 uitstoot elektriciteitsmix (KEV 2020);
- CO2 uitstoot van aardgas (56 kg/GJ);
- Totaal tot 2050 bepaald

- Hoe mee te nemen?
 - Ton CO2 per scenario
 - “Eerlijke CO2 prijs”: 200 EUR/ton *2

Jaren	kg CO2/kWh *1
2020	0,30
2021	0,29
2022	0,27
2023	0,26
2024	0,24
2025	0,23
2026	0,21
2027	0,19
2028	0,16
2029	0,14
2030	0,12
2031	0,11
2032	0,11
2033	0,10
2034	0,10
2035	0,09
2036	0,08
2037	0,08
2038	0,07
2039	0,07
2040	0,06

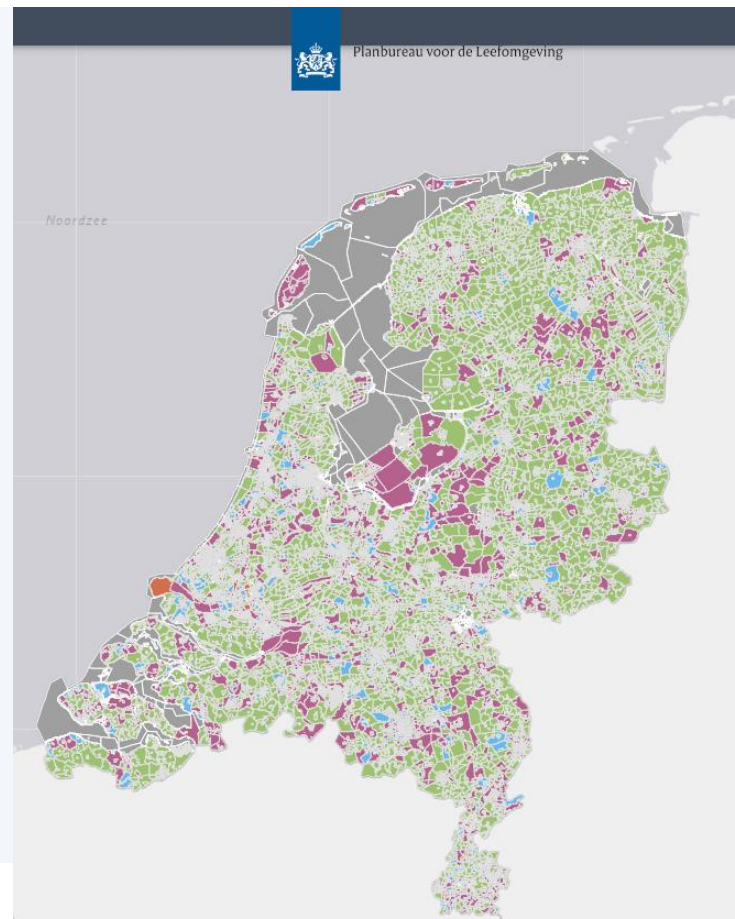
*1 o.b.v. KEV 2020 CO2 uitstoot elektriciteitsmix

*2 o.b.v. Rijksoverheid verwachte ETS-prijs 2050 <https://open.overheid.nl/documenten/ronl-d1d5ff1e0e9336c117a4a1c343a5806e0a6d4b5b/pdf>

Kosten E-net verzwaring

- Gebaseerd op Vesta MAIS (PBL) *1
- Nationale doorrekening per buurt en per scenario
- Bevat informatie over huidige net en benodigde capaciteiten
- Geeft zeer grove indicatie

*1 <https://themasites.pbl.nl/leidraad-warmte/2020/#>



Kostenkanten

E-prijs klein = 0,40 EUR/kWh ^{*1}

E-prijs groot = 0,20 EUR/kWh ^{*2}

Gasprijs = 1,50 EUR/m³ ^{*1}

HR CV: 1,4k EUR ^{*3}

All-electric warmtepomp: 8,3k EUR ^{*3}

Hybride warmtepomp: 6,0k EUR ^{*3}

Vervanging radiatoren: 4,1k EUR ^{*3}

Distributienet: 850 EUR/m ^{*4}

TEO: 220 EUR/kW

WKO: 115 EUR/kW

Warmtepomp: 850 EUR/kW ^{*4}

Gasboiler: 80 EUR/kW

^{*1} Prijsplafond 2023

^{*2} CBS 2022 3^e kwartaal grootverbruik transactieprijs <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/81309NED/table>

^{*3} RVO, energiebesparende maatregelen, 2020

^{*4} o.b.v. Witteveen+Bos kentallen



www.witteveenbos.com