

REGIONALE EXPERTGROEP DUURZAAM ENERGIESYSTEEM (REDE)

VERGELIJKING WARMTEPOMP EN WARMTELINQ

**Evaluatie van het onderzoeksrapport van Royal HaskoningDHV:
Maatschappelijke kosten & Eindgebruikerskosten Analyse WarmtelinQ+
(in opdracht van WarmtelinQ)**



Uitgevoerd door:

Regionale Expertgroep Duurzaam Energiesysteem (REDE)

Anne Marieke Schwencke (contactpersoon)

Gerard Borsboom

Jeroen Bussmann

Annelies Huygen

Matthijs Kunenborg

Constant Thunnissen

Ben Vroom

Datum: 15 februari 2026

Versie: definitief

Verantwoording en Leeswijzer

Deze evaluatie is opgesteld door de Regionale Expertgroep Duurzaam Energiesysteem (REDE) (hierna: 'expertgroep'). Het doel van dit document is om vanuit bewonersperspectief een constructieve, inhoudelijke bijdrage te leveren aan de besluitvorming over de warmtetransitie in de Leidse regio.

De expertgroep analyseerde een vergelijkende studie van ingenieursbureau Royal HaskoningDHV die in opdracht van Gasunie is opgeteld en april 2025 openbaar is gemaakt (hierna: 'Haskoning-rapport'). De resultaten van deze analyse zijn samengevat in de voorliggende evaluatie.

Het Haskoning-rapport vergelijkt de kosten van verschillende warmtescenario's en omvat een gedetailleerde vergelijking van: (1) een scenario met individuele warmtepompen (all-electric) en (2) een scenario met warmtelevering via WarmtelinQ. De evaluatie van de Haskoning-studie door de expertgroep dient in samenhang met het Haskoning-rapport gelezen te worden.

De berekeningen en conclusies in deze evaluatie zijn gebaseerd op een gedetailleerde analyse van openbare bronnen, marktconforme rekenmodellen (zoals Vesta MAIS) en expert-inschattingen. Waar de uitkomsten afwijken van het Haskoning-rapport, komt dit voort uit andere aannames en uitgangspunten (bijvoorbeeld ten aanzien van de noodzaak tot isolatie, de ontwikkeling van CO₂-beprijzing en onderhoudskosten). Deze afwijkingen en daaruit volgende bijstellingen zijn in de bijlagen transparant onderbouwd.

Dit document dient gelezen te worden als een 'second opinion' of zienswijze. Het heeft als doel beleidsmakers en inwoners inzicht te geven in de financiële risico's en alternatieve scenario's die bij andere uitgangspunten ontstaan. Wij pretenderen geen absolute waarheid, maar agenderen punten die in onze ogen onderbelicht blijven en belangrijk zijn voor de betaalbaarheid van de warmtetransitie.

De Expertgroep (REDE): wie zijn wij?

De Regionale Expertgroep Duurzaam Energiesysteem (REDE) is ontstaan vanuit de wens om meer inzicht te krijgen in de energie- en warmtetransitie en de manier waarop bewoners daaraan kunnen bijdragen. De leden van de groep wonen in de Leidse regio, in Leiden, Leiderdorp, Oegstgeest, Voorschoten en Zoeterwoude, en zetten zich actief in voor de energietransitie in hun eigen leefomgeving. Zij beschikken over relevante expertise vanuit hun professionele achtergronden in de energiesector, installatiebranche, juridische en financiële sector. Daarnaast zijn ze praktische doeners met ruime ervaring met verduurzaming van woningen en wijken.

Het doel van de groep is realisatie van een duurzame en betaalbare energie- en warmtevoorziening voor bewoners en bedrijven in de regio. De groep wil daar op verschillende manieren aan bijdragen. Een precieze en juiste informatievoorziening ten behoeve van lokale besluitvorming is volgens de groep essentieel. De groep evalueert daartoe beleidsbepalende onderzoeken. Daarnaast geeft de groep ook adviezen, waar zij dat nodig acht.

De groep heeft geen principiële voorkeuren voor specifieke oplossingen en streeft naar de meest betaalbare oplossing voor een specifieke situatie. Het is lokaal maatwerk. Belangrijk is dat de afweging tussen opties objectief, transparant, onderbouwd en controleerbaar plaatsvindt. Het bewonersperspectief staat daarbij altijd centraal.

De leden van de groep werken nauw samen met de energiecoöperaties en -initiatieven in de Leidse regio. De expertgroep is onafhankelijk en treedt niet namens deze coöperaties naar buiten.

Contactpersoon: Anne Marieke Schwencke

Inhoudsopgave

Samenvatting

1. Inleiding
2. Aanpak
3. Resultaat
4. Nationale kosten: toelichting bijstellingen (gekwantificeerd)
5. Andere overwegingen (niet gekwantificeerd)
6. Vergelijking duurzaamheid: WarmtelinQ is niet aardgasvrij

Bijlage A: Bijstellingen

Bijlage B: Andere overwegingen

Bijlage C: Begrippenlijst

Bijlage D: Gebruikte bronnen

VERGELIJKING WARMTEPOMP EN WARMTELINQ

Samenvatting

Belangrijkste conclusies van de evaluatie:

- ❖ **WarmtelinQ duurder voor bewoners dan warmtepompen**
- ❖ **Nationale kosten WarmtelinQ hoger dan warmtepompen (in plaats van lager)**
- ❖ **Kosten netverzwaring niet doorslaggevend in de vergelijking**
- ❖ **WarmtelinQ is niet aardgasvrij**

Warmtepompen zijn goedkoper voor bewoners en bedrijven dan warmte uit Rotterdam die met het nieuwe warmtenet WarmtelinQ naar de Leidse regio wordt getransporteerd. Ook voor de maatschappij blijkt de balans tussen beide opties in het voordeel van de warmtepompen uit te slaan. De totale nationale kosten¹ zijn lager voor warmtepompen. De kosten voor netverzwaring zijn niet doorslaggevend in de financiële afweging tussen beide opties. Bovendien voldoet WarmtelinQ niet aan de duurzaamheidsdoelen van de warmtetransitie om gebouwen aardgasvrij verwarmen vanaf 2050². Met WarmtelinQ blijft aardgas nog steeds nodig. Dit concludeert de Regionale Expertgroep Duurzaam Energiesysteem (REDE) (hierna: 'expertgroep').

De groep analyseerde een studie van Royal HaskoningDHV³ die begin 2025 werd uitgevoerd in opdracht van WarmtelinQ. De nationale kosten zijn volgens Haskoning juist lager voor een scenario met warmte uit Rotterdam dan voor een scenario met warmtepompen. "Warmtenetten maatschappelijk goedkoper dan warmtepompen", kopte het persbericht op de website van WarmtelinQ⁴. In meerdere beleidsstukken wordt deze conclusie inmiddels als vast uitgangspunt aangehouden (zie tekstkader). Tegelijkertijd concludeerde Haskoning dat WarmtelinQ zonder aanvullende subsidies duurder is voor bewoners en bedrijven dan warmtepompen.

De expertgroep komt tot een andere conclusie. Nadat alle kostenposten, onderliggende uitgangspunten en aannames één voor één zijn nagelopen, blijkt na bijstelling dat de stellige conclusie van Haskoning over de nationale kosten niet houdbaar is. Warmtepompen zijn waarschijnlijk goedkoper en WarmtelinQ duurder voor de maatschappij én voor bewoners en bedrijven. In deze notitie licht de expertgroep haar bevindingen en argumenten nader toe.

¹ Haskoning gebruikte de term 'maatschappelijke kosten'. Deze term wordt in de praktijk voornamelijk gebruikt voor analyses waarbij ook niet-financiële 'maatschappelijke kosten' en baten meegenomen worden zoals milieu- en sociale effecten (maatschappelijke kosten en batenanalyses; MKBA). Omdat Haskoning geen rekening houdt met niet-financiële kosten en baten, gebruikt de expertgroep bij voorkeur de term nationale kosten.

² [\[Klimaatakkoord\]](#), gebouwde omgeving. Website: De afspraak in het Klimaatakkoord is dat in 2050 7 miljoen woningen en 1 miljoen gebouwen van het aardgas af zijn.

³ Verder: 'Haskoning'.

⁴ [\[WLQ Persbericht\]](#).

1. Inleiding

De Leidse regio bereidt zich voor op een aardgasvrije warmtevoorziening. Zes gemeenten werken hierin samen⁵. Een belangrijke rol is weggelegd voor de warmteleiding die tussen Rotterdam, Rijswijk en Leiden wordt aangelegd om warmte uit het Rotterdamse havengebied naar Leiden te transporteren ('WarmtelinQ'). Daarnaast liggen andere opties op tafel, van individuele warmtepompen tot geo- en aquathermische bronnen.

Over het algemeen is men het erover eens dat alle opties nodig zijn. Tegelijkertijd zijn er kostenverschillen tussen de opties. In diverse beleidsstukken wordt verwezen naar studies die concluderen dat WarmtelinQ als 'goedkoopste' uit de bus komt voor de samenleving. Deze maatschappelijke of nationale kosten zouden voor WarmtelinQ lager zijn dan voor bijvoorbeeld all-electric verwarming met individuele warmtepompen. Ook wordt het warmtenet als alternatief voor netverzwaring gepresenteerd.

Klopt dat inderdaad? Is WarmtelinQ maatschappelijk gezien goedkoper dan warmtepompen? Waar is deze claim op gebaseerd? De expertgroep Warmte pakte deze vragen op en maakte dankbaar gebruik van een recente studie van Haskoning. Deze studie presenteerde een uitstekende systematiek om alle aspecten van warmte-opties met elkaar te vergelijken, wat resulteerde in de voorliggende evaluatie van het Haskoning-rapport.

Haskoning studie: WarmtelinQ is goedkoper voor de maatschappij, maar duurder voor bewoners en bedrijven

In april 2025 publiceerde Haskoning een studie naar de maatschappelijke kosten en eindgebruikerskosten van WarmtelinQ+. Deze studie is uitgevoerd in opdracht van WarmtelinQ (een dochter van Gasunie Transport Services). Haskoning vergelijkt verschillende warmtescenario's en concludeert dat de maatschappelijke kosten voor collectieve midden temperatuur warmtenetten⁶ met WarmtelinQ *lager* zijn dan voor een all-electric scenario met individuele warmtepompen. Vooral de hoge investeringskosten voor warmtepompen, woningaanpassingen (isolatie, afgiftesystemen) en netverzwaring laten de balans uitslaan in het voordeel van WarmtelinQ, aldus Haskoning.

Haskoning concludeert daarnaast ook dat de kosten voor bewoners en bedrijven ('eindgebruikers') aanzienlijk *hoger* zijn voor WarmtelinQ (74%). Om WarmtelinQ betaalbaar te houden is subsidie vereist.

Evaluatie expertgroep Warmte: WarmtelinQ is duurder voor de maatschappij én voor bewoners en bedrijven

De expertgroep heeft de Haskoning-studie tegen het licht gehouden en zich daarbij gericht op de vergelijking van de nationale kosten. Alle kostenposten en uitgangspunten zijn daarbij één-voor-één nagelopen. De expertgroep heeft meerdere bijstellingen aangebracht die het gevolg zijn van een andere inschatting van de uitgangspunten en voor een aantal slordigheden, inconsistenties en fouten in het Haskoning rapport.

⁵ Katwijk, Leiden, Leiderdorp, Oegstgeest, Voorschoten, Zoeterwoude

⁶ Midden temperatuur warmtenet: afgiftetemperatuur 70 °C.

Het resultaat leidt tot een andere conclusie over de nationale kosten dan die van Haskoning, namelijk: hogere nationale kosten voor WarmtelinQ in plaats van lagere. Met andere woorden: WarmtelinQ is duurder voor de maatschappij. Haskoning's conclusie over hogere kosten voor de eindgebruiker blijft staan. De expertgroep concludeert: de warmtepompen zijn goedkoper voor de maatschappij én de eindgebruiker.

Daarnaast: WarmtelinQ is niet aardgasvrij

In aanvulling op Haskoning heeft de expertgroep een vergelijkende analyse gedaan naar de duurzaamheid van de beide opties. Hiervoor is gekeken naar de CO₂-uitstoot. De conclusie is dat WarmtelinQ niet voldoet aan de doelstelling van de warmtetransitie om woningen en andere gebouwen aardgasvrij te verwarmen.

Voor het warmtenet zijn namelijk aardgasgestookte ketels nodig om de winterpieken in de warmtevraag op te vangen en als backup voorziening ('piek- en backupketels'). De warmtevoorziening met individuele warmtepompen (all-electric) voldoet wel aan de nationale doelstellingen. Voor een goede vergelijking zou onderzocht moeten worden wat het kost om WarmtelinQ te combineren met duurzamer aardgasvrij piekvermogen zonder CO₂-uitstoot. Dit wordt verder nader toegelicht onder: Vergelijking Duurzaamheid.

Waarom is deze evaluatie belangrijk?

Studies zoals de Haskoning-studie worden door de gemeenten en de Rijksoverheid gebruikt als onderbouwing voor belangrijke besluiten over de toekomstige warmtevoorziening in de Leidse regio (WarmtelinQ+⁷, publieke warmtebedrijf). Kritische en geïnformeerde tegenlezers van deze vaak complexe studies zijn belangrijk om bewoners en beleidsmakers scherp te houden. Het expertteam hecht aan goed onderbouwd en gevalideerd beleidsondersteunend onderzoek en wil daar met deze evaluatie aan bijdragen. Daarmee wil de expertgroep, samen met gemeentes en warmtebedrijven, bijdragen aan het algemene doel om bewoners op een betaalbare en duurzame manier te voorzien van duurzame warmte.

Leeswijzer

In deze hoofdstuk lichten we de aanpak en de belangrijkste bevindingen en bijstellingen van de evaluatie van de nationale kostenvergelijking toe. In de bijlagen zijn de achterliggende overwegingen, de uitgangspunten en bronnen voor de bijgestelde kostenposten verder uitgewerkt.

De beoogde doelgroep bestaat uit geïnformeerde lezers met kennis van de warmtetransitie en de Leidse regio en die kennis hebben genomen van de Haskoning studie.

⁷ WarmtelinQ+: het traject van WarmtelinQ tussen Rijswijk en Leiden.

Voorbeelden beleidsstukken

met aanname over lagere maatschappelijke kosten van WarmtelinQ

Gemeente Leiden in de Uitgangspunten Gebiedsgericht Warmtetransitie (2025)

“Collectieve warmte zorgt in een deel van Leiden maatschappelijk gezien voor de laagste kosten, zoals beschreven in de Transitievisie Warmte (2022). Het belangrijkste alternatief - individuele warmteoplossingen - draagt te veel bij aan het (groeiende) probleem van overbelasting van het elektriciteitsnet: ook wel netcongestie...” (p.1)

Ministerie van Klimaat en Groene Groei (KGG) in de Kamerbrief: Update financiële tegenvaller WarmtelinQ (13 mei 2025)

Belang WarmtelinQ:

“De aanleg van het deeltracé Rijswijk-Leiden van WarmtelinQ is om twee redenen cruciaal voor de warmtetransitie in de regio Leiden. Ten eerste zijn in Leiden op dit moment 26.000 woningequivalenten aangesloten op een warmtenet. Dit warmtenet wordt gevoed door een fossiele warmtebron die in 2028 wordt uitgefaseerd. Zonder warmte van WarmtelinQ is het duurzame alternatief voor dit warmtenet all-electric. In de regio Leiden staat echter het elektriciteitsnet onder druk en is netcongestie afgekondigd. In de stad is geen ruimte voor de benodigde elektra infrastructuur en transformatorhuisjes. In de Leidse regio liggen de nationale meerkosten kosten voor WarmtelinQ tussen de € 750 miljoen en € 1,4 miljard lager dan de nationale meerkosten van warmtepompen (all-electric) [verwijzing naar Haskoning]”. (p.2)

Ministerie van Klimaat en Groene Groei (KGG) in de Kamerbrief: Actualisatie collectieve warmte naar aanleiding van Prinsjesdag (10 oktober 2025)

Update WarmtelinQ:

[...]

“Recent heeft WarmtelinQ het project opnieuw doorgerekend. Afgezet tegen het oorspronkelijke bedrag van € 644 miljoen voor de projectkosten in 2021 zijn de meerkosten ongeveer € 500 miljoen. Ondanks de tegenvaller blijft WarmtelinQ fase 2 de verduurzamingsmogelijkheid met de laagste nationale kosten voor woningen in de regio Leiden [verwijzing naar Haskoning].

Om deze reden is besloten om € 195 miljoen voor een investeringssubsidie vanuit het Klimaatfonds vrij te maken zodat de realisatie van WarmtelinQ fase 2 (tracé Rijswijk-Leiden) geen verdere vertraging ondervindt. In samenspraak met WTS (Gasunie) wordt gezien hoe de overige meerkosten worden ingepast. Ook heeft het kabinet een extern onderzoeksbureau opdracht gegeven voor een review van de business case”. (p.5)

2. Aanpak evaluatie

Alleen evaluatie nationale kosten

De expertgroep heeft het rapport van Haskoning geanalyseerd en aan de hand daarvan meerdere kosten bijgesteld. Dat wordt hierna aangeduid met de term 'bijstellingen'. Daarbij heeft de expertgroep zich geconcentreerd op de evaluatie van de berekening van de nationale kosten⁸ voor twee scenario's van het Haskoning-rapport:

1. Alle woningen worden verwarmd met WarmtelinQ en piekgasketels (scenario A1)
2. Alle woningen worden verwarmd met individuele lucht-water warmtepompen (scenario A6)

Haskoning heeft ook andere scenario's doorgerekend, maar de grootste verschillen doen zich voor tussen deze twee scenario's. De studie betreft een gebied van 50 000 woningen (WEQ) in Ypenburg (Den Haag/ Nootdorp) en Leiden.

Waar mogelijk zijn bijstellingen gekwantificeerd zodat zichtbaar wordt wat het effect is op de vergelijking tussen deze twee scenario's. De groep volgde hierbij de systematiek van Haskoning. Het Haskoning rapport geeft een overzicht van de investeringskosten (Capex), operationele kosten (Opex) én de totale kosten (Totex) over een periode van 30 jaar, en presenteert dat in twee inzichtelijke tabellen met een uitsplitsing van alle kostenposten.

Alle kostenposten zijn daarmee op een heldere manier in beeld gebracht. Haskoning licht de uitgangspunten vervolgens nader toe in het rapport. Waar dit niet traceerbaar, navolgbaar of reproduceerbaar was, is er navraag gedaan bij Gasunie. Zo zijn meerdere onduidelijkheden door Gasunie opgehelderd (gesprek juli 2025, correspondentie per mail september 2025).

Geen evaluatie eindgebruikerskosten: conclusie Haskoning blijft staan

De expertgroep heeft geen evaluatie uitgevoerd naar de berekeningen van Haskoning voor de uiteindelijke kosten die bewoners en bedrijven betalen ('eindgebruikerskosten') voor deze beide scenario's.

Haskoning concludeert dat de kosten voor bewoners en bedrijven 74% hoger zijn voor WarmtelinQ dan voor warmtepompen. Warmtepompen zijn daarmee dus feitelijk goedkoper voor bewoners en bedrijven. Het verschil in de eindgebruikerskosten tussen beide scenario's wordt waarschijnlijk nog groter, in het voordeel van het warmtepomp-scenario, na de bijstellingen van de nationale kosten⁹. De conclusie van Haskoning blijft daarmee staan: de eindgebruikerskosten hoger voor WarmtelinQ, ofwel lager voor warmtepompen (all-electric) dan voor WarmtelinQ.

⁸ Zie voetnoot 1 en bijlage C. Gebruikte begrippen.

⁹ De expertgroep heeft de resultaten van Haskoning m.b.t. de eindgebruikerskosten niet gedetailleerd nagelopen.

3. Resultaat na bijstelling nationale kosten

De expertgroep heeft meerdere kostenposten bijgesteld. De gekwantificeerde bijstellingen worden onder punt 4. nader toegelicht. In de bijlages is in meer detail toegelicht wat de overwegingen zijn om bij te stellen en op welke manier dat is gedaan.

Alle bijstellingen hebben financiële gevolgen. In tabel 1 en tabel 2 zijn die per item inzichtelijk gemaakt. Figuren 1 en 2 en tabellen 1 en 2 laten zien wat de gevolgen zijn voor de totale kosten (Totex) voor beide scenario's in vergelijking met de resultaten van het Haskoning-rapport.

In figuur 1 is in de linker grafiek het resultaat van Haskoning weergegeven, in de rechter grafiek het bijgestelde resultaat van de expertgroep Warmte. Voor elk scenario is een basisvariant berekend met inschattingen voor de kosten en investeringen (L: lage inschatting) en een variant waar rekening is gehouden met onzekerheidsmarges (H: hoge inschatting).

Uit de bijgestelde vergelijking tussen WarmtelinQ en warmtepompen blijkt dat de conclusie van Haskoning niet standhoudt: het warmtepomp scenario is gemiddeld goedkoper (binnen de bandbreedte van uitgangspunten).

Conclusie van de evaluatie, na bijstelling:

De bijstellingen na evaluatie van de Haskoning-studie leidt tot de volgende conclusies:

- **Nationale kosten WarmtelinQ hoger:** WarmtelinQ leidt tot hogere nationale kosten dan all-electric. WLQ+ is gemiddeld 16% duurder dan all-electric (met als range: van 11% goedkoper tot 52% duurder).
- **WarmtelinQ duurder voor bewoners:** WarmtelinQ is aanzienlijk duurder dan all-electric voor de eindgebruikers. Deze conclusie van Haskoning blijft ongewijzigd.
- **Netverzwakingskosten niet doorslaggevend:** De netverzwakingskosten voor warmtepompen vormen slechts 12% van de maatschappelijke kosten voor het all-electric scenario. Dit is geen doorslaggevende kostenpost voor de vergelijking tussen beide opties.

Overzicht van de gekwantificeerde bijstellingen

De volgende bijstellingen zijn gekwantificeerd en leiden tot een aangepaste nationale kostenvergelijking:

- Netverzwakingskosten: overschat
- CO₂-kosten: dubbeltelling
- Onderhoudskosten warmtenet en warmtepompen: te laag
- Prijs voor warmtepompen: te hoog
- Verzekeringskosten voor warmtepompen: vervalt
- Isolatie woningen aan het WLQ+ warmtenet: toegevoegd
- Bijstellingen voor fouten, slordigheden

Zie toelichting onder punt 4 en bijlage A.

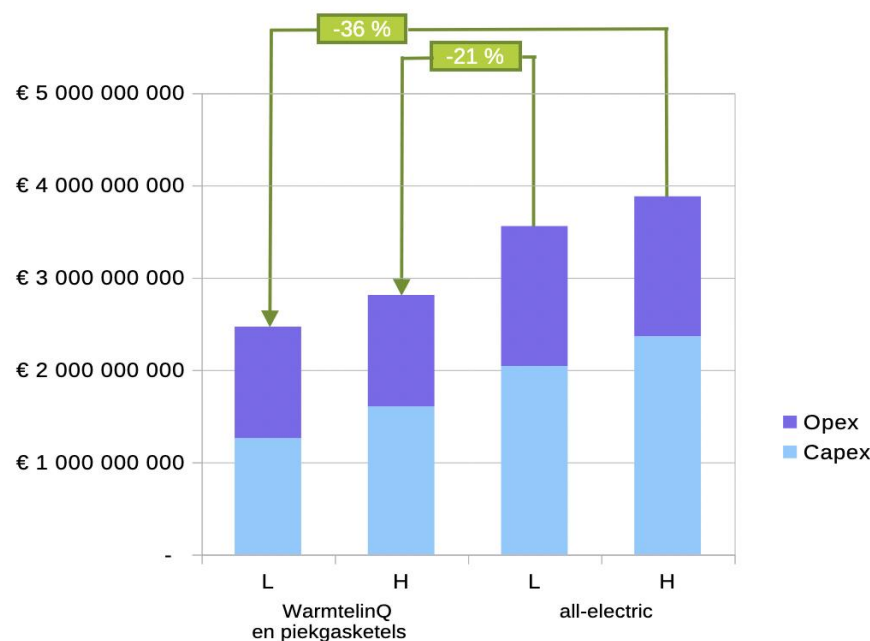
Aanvullende niet gekwantificeerde overwegingen

Daarnaast zijn een aantal kostenposten ter discussie gesteld die de expertgroep niet exact heeft kunnen kwantificeren. Deze overwegingen leiden waarschijnlijk tot een versterking van bovenstaande conclusies. Deze overwegingen zijn:

- Risico's kostenoverschrijding bij grootschalige infrastructuur
- Onzekere levering gratis restwarmte uit Rotterdams havengebied
- Onzekerheid over volloop
- Warmtenet kan niet koelen
- Onbenut potentieel lokale bronnen, lage temperatuurnetten en systeemintegratie

Zie toelichting onder punt 5 en bijlage B.

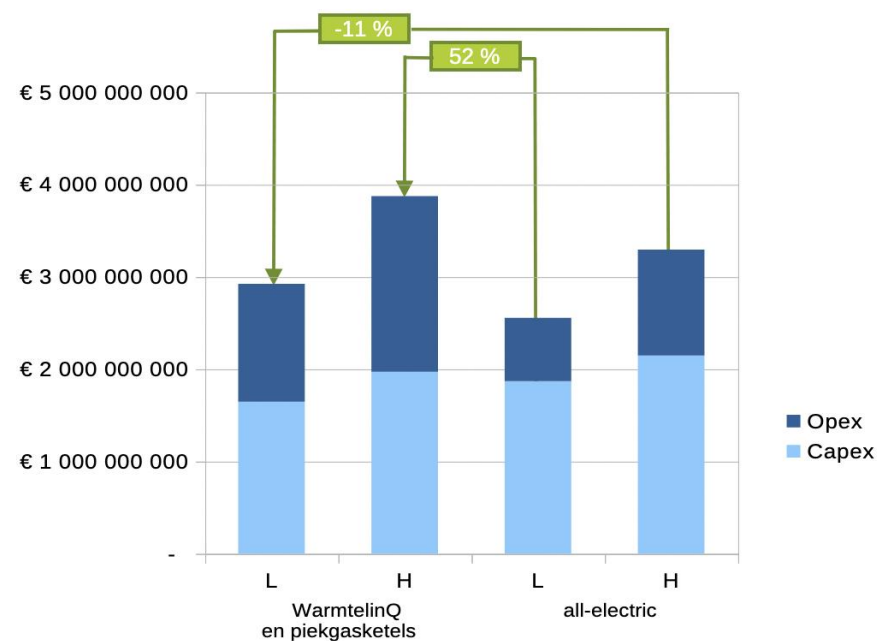
Figuren 1 en 2: Vergelijking van de nationale kosten van twee scenario's: verwarming van 50.000 woning-equivalenten met warmte uit Rotterdam (via het warmtetransportnet van WarmtelinQ en piekgasketels) en met warmte uit individuele warmtepompen (all-electric). In de linker grafiek is het resultaat van Haskoning weergegeven, in de rechter grafiek het bijgestelde resultaat van de expertgroep Warmte. Uit de bijstelling blijkt dat de conclusie van Haskoning niet standhoudt: het warmtepomp scenario is gemiddeld goedkoper (binnen de bandbreedte van uitgangspunten). De lage inschatting (L) gaat uit van marktconforme inschattingen. De hoge inschatting (H) houdt rekening met onzekerheidsmarges; zie p21 van [RHDHV].



Maatschappelijke Totex

Royal HaskoningDHV

Haskoning: WLQ+ is gemiddeld 29% goedkoper dan all-electric
Haskoning: WLQ+ is 21% tot 36% goedkoper dan all-electric



Maatschappelijke Totex

Expertgroep Warmte | Rijnland Energie

Expertgroep Warmte: WLQ+ is gemiddeld 16% duurder dan all-electric
Expertgroep Warmte: WLQ+ is 11% goedkoper tot 52% duurder dan all-electric

Tabel 1: Overzicht van het effect van gekwantificeerde bijstellingen op de totale kosten (Totex). Links staan de kosten uit het Haskoning-rapport met in rood de kostenposten die volgens de expertgroep aangepast moeten worden. Rechts in groen staan de bijgestelde kostenposten.

Over 30 jaar in M€	Royal HaskoningDHV				Expertgroep Warmte Rijnland Energie			
	WarmtelinQ en piekgasketels		all-electric		WarmtelinQ en piekgasketels		all-electric	
	L	H	L	H	L	H	L	H
Nieuwe Netten	372	559	-	-	372	559	-	-
Totaal overdrachtstations	12	15	-	-	12	15	-	-
Investerings Warmtepompen	-	-	748	934	-	-	579	724
Investerings Gasketels	70	88	-	-	62	77	-	-
Investerings Restwarmte aansluiting	23	29	-	-	20	25	-	-
Eenverzwaring	-	-	246	307	-	-	140	175
Kosten aansluiting warmtenet	209	262	-	-	184	230	-	-
Kosten isolatie	-	-	748	748	374	374	374	374
Kosten afgiftesysteem	-	-	-	-	118	118	374	374
Totaal herinvestering	35	44	299	374	31	39	401	501
Ontwikkelkosten	103	129	-	-	91	113	-	-
Investering Rijswijk-Leiden (WLQ+)	435	479	-	-	383	421	-	-
Capex totaal	1 259	1 602	2 040	2 363	1 646	1 970	1 867	2 147
Onderhoud warmtenet	115	138	-	-	343	514	-	-
Onderhoud overdrachtstations	-	-	-	-	10	13	-	-
Onderhoud afleversets woningen	63	75	224	269	63	75	-	-
Onderhoudskosten Warmtepomp	-	-	180	215	-	-	220	275
Onderhoudskosten gasketel	42	51	-	-	49	61	-	-
Onderhoudskosten Restwarmte aansluiting	14	21	-	-	16	20	-	-
Opex vaste kosten	-	-	148	177	-	-	84	105
Elektra inkoop kosten	26	52	383	460	23	45	383	766
Kosten inkoop Gas	227	454	-	-	200	400	-	-
Kosten externe warmte	143	287	-	-	126	252	-	-
Kosten CO ₂ -beprijzing	89	111	74	89	196	245	-	-
Verzekeringen	51	57	131	157	45	50	-	-
Beheerkosten	120	132	-	-	207	227	-	-
Opex totaal	890	1 377	1 139	1 367	1 278	1 903	687	1 146
Capex totaal	1 259	1 602	2 040	2 363	1 646	1 970	1 867	2 147
Opex totaal	1 208	1 208	1 517	1 517	1 278	1 903	687	1 146
Totex	2 467	2 810	3 557	3 880	2 924	3 874	2 554	3 293

Haskoning: WLQ+ is gemiddeld 29% goedkoper dan all-electric

Haskoning: WLQ+ is 21% tot 36% goedkoper dan all-electric

Expertgroep Warmte: WLQ+ is gemiddeld 16% duurder dan all-electric

Expertgroep Warmte: WLQ+ is 11% goedkoper tot 52% duurder dan all-electric

Tabel 2. Overzicht van de bijstellingen door de expertgroep warmte. Het effect op de totale kosten (Totex) voor basisscenario's (L: lage inschatting) wordt getoond, tenzij anders vermeld. Effecten in miljoenen euro's (M€).

Belangrijkste bijstellingen	WLQ+	all-electric
Kleinere elektriciteitsnetverzwaring Het gezamenlijk piekvermogen van alle warmtepompen is gelijkgesteld aan het piekvermogen van WLQ+. Daardoor is het warmtepompvermogen per WEQ ook lager. Verder is de elektriciteitsnetverzwaring door zon-PV ook aan zon-PV toegerekend en niet alleen aan warmtepompen. Dit werkt ook door in de onderhoudskosten voor de elektriciteitsnetverzwaring.		-223
CO₂-beprijzing aangepast De CO ₂ -uitstoot werd bij elektriciteit dubbel gerekend, omdat deze kosten al in de elektriciteitsprijs zijn opgenomen. Verder was de prijs voor CO ₂ -uitstoot te laag.	134	-74
Onderhoudskosten warmtenetten verhoogd Voor het bestaande distributienet zijn geen onderhoudskosten gerekend, dus die zijn toegevoegd. De onderhoudskosten voor het nieuwe distributienet, restwarmteaansluiting en piekketels en het transportnet zijn opgehoogd. Hier Vesta MAIS gevolgd.	381	
Onderhoudskosten warmtepompen verhoogd Voor de onderhoudskosten van warmtepompen Vesta MAIS gevolgd.		56
Prijs warmtepomp te hoog Voor de prijs van de warmtepomp Vesta MAIS gevolgd.		-176
Herinvestering warmtepomp te laag Voor de herinvestering Vesta MAIS gevolgd.		121
Verzekeringskosten bij all-electric vervallen Geen hogere kosten opstalverzekering bij plaatsing warmtepomp		-131
Woningisolatie toegevoegd bij WLQ+ scenario Isolatie is verplicht voor alle woningen: wet- en regelgeving, leidt tot lagere kosten voor de eindgebruiker, meer comfort en betere benutting van WLQ+ warmte.	177	
Instandhoudingskosten MT-afgiftesysteem toegevoegd De kosten voor instandhouden van het afgiftesysteem in woningen (radiatoren) zijn niet meegerekend, dus die zijn toegevoegd.	118	
Onderhoudskosten afleversets vervallen Bij warmtepompen worden geen afleversets gebruikt.		-224
Bij de Opex 'OPEX 30 jaar' gebruikt Methode onjuist (HK-DHV middelt hoog en laag scenario), indicering niet verklaarbaar.	L: -317 H: 169	L: -378 H: -150

Opmerking: De optelling van de bijstellingen (tabel 2) is niet gelijk aan het totale effect op de Totex per kostenpost (tabel 1). In tabel 2 is het effect weergegeven van de bijstelling zonder andere bijstellingen. Er is nog geen rekening is gehouden met onderlinge afhankelijkheden van bijstellingen op de verschillende kostenposten, zoals in tabel 1.

4. Nationale kosten: toelichting bijstellingen (gekwantificeerd)

De volgende kostenposten zijn gekwantificeerd en bijgesteld en leiden tot een aangepaste nationale kostenvergelijking.

Netverzwarkosten zijn niet doorslaggevend

Allereerst merken we op dat de netverzwarkosten ook in het Haskoning rapport financieel gezien niet doorslaggevend zijn in de vergelijking van WarmtelinQ met all-electric. Ook zonder bijstelling zijn de netverzwarkosten slechts 12% van de totale nationale kosten (Capex). Dit is belangrijk omdat het argument van de netverzwaring zwaar weegt bij beleidsmakers bij de afweging tussen beide scenario's. Dit volgt echter niet uit de financiële doorrekening van de Haskoning studie. Andere argumenten moeten dan de doorslag geven, zoals onvoldoende ruimte in de stad voor trafohuisjes. (notabene: eenzelfde ruimteprobleem zal zich ook voor doen bij warmtenetten met pomp- en overdrachtsstations).

Netverzwarkosten worden overschat

Haskoning rekent met te hoge netverzwarkosten en dat heeft impact op de berekening van de nationale kosten van beide scenario's.

- (1) Haskoning gaat uit van een te hoog vermogen voor de warmtepompen. Dit is te herleiden tot een te hoge inschatting van het totale gezamenlijke piekvermogen voor het warmtepomp scenario¹⁰. Dit heeft meerdere gevolgen voor de berekeningen: kleinere en daardoor iets goedkopere warmtepompen volstaan (7 kW in plaats van 8 kW) en lagere netverzwarkosten vanwege het lagere piekvermogen.
- (2) Haskoning rekent de netverzwarkosten volledig toe aan de extra warmtepompen in het all-electric scenario. Dat klopt slechts gedeeltelijk. Het benodigde elektrisch piekvermogen neemt toe als er in alle woningen warmtepompen zijn die op koude winterdagen tegelijkertijd aan staan. Echter, ook in het WLQ+-scenario zal er sprake zijn van netverzwaring, met name om de zomer-piek van zonnestroom – vanwege extra zonnepanelen - op te vangen. Slechts een deel van de verzwaring kan toegerekend worden aan de warmtepompen.
- (3) Er wordt niet of te weinig rekening gehouden met het feit dat het gelijktijdig piekvermogen van de warmtepompen in de toekomst afneemt door actieve sturing op flexibiliteit¹¹, als gevolg van beleid om de netbelasting en netcongestie te voorkomen, en stroomopslag in batterijen. De verwachting is dat deze ontwikkelingen snel gaan (mede n.a.v. de afschaffing van de salderingsregeling voor zonnepanelen) en de plannen van de minister van KGG om de nettarieven variabel te maken en per moment van de dag te variëren. De kosten voor netverzwaring zouden daardoor aanzienlijk lager uit kunnen vallen dan de expertgroep nu inschat.

¹⁰ p24 van [RHDHV]: WLQ+ 454 MWth, all-electric 399 MWth. Dit verschil is niet consistent bij een warmteverlies van 26%. Zie ook bijlage A, pagina 29.

¹¹ Flexibiliteit ontstaat bijvoorbeeld als de warmtepompen om financiële redenen, bij variabele tarieven, alleen aan staan buiten de piekuren als de stroom goedkoop is.

CO₂-beprijzing aangepast

Haskoning rekent de kosten voor CO₂-uitstoot voor aardgas en elektriciteitsverbruik mee in de vergelijking. Bij elektriciteit is sprake van een dubbeltelling omdat deze kosten ook al zijn meegerekend in het elektriciteitstarief door de energieleveranciers.

Daarnaast is de prijs voor CO₂-uitstoot (van aardgas) door Haskoning te laag ingeschat.

De onderhoudskosten voor het warmtenet en warmtepompen zijn onderschat

Haskoning houdt geen rekening met onderhoudskosten voor de bestaande stadswarmtenetten in Leiden en Ypenburg. Daarnaast zijn de onderhoudskosten van alle onderdelen van het warmtenet te laag ingeschat. Dat levert een aanzienlijke bijstelling op in het WarmtelinQ-scenario.

Ook de onderhoudskosten voor warmtepompen zijn te laag ingeschat.

De prijs voor warmtepompen is lager en neemt af

Haskoning rekent een te hoge prijs voor warmtepompen¹². De verwachting is dat deze kosten verder zullen dalen. Bovendien voldoet een kleinere, iets goedkopere warmtepomp.

De herinvesteringskosten zijn desalniettemin te laag ingeschat en zijn daarom naar boven bijgesteld.

De afgelopen jaren heeft een daling van de kosten van warmtepompen plaatsgevonden, zowel van de apparatuur zelf als de installatie daarvan. De verwachting is dat deze kostendaling de komende jaren doorzet, met name als warmtepompen grootschalig worden geïnstalleerd waarbij schaalvoordelen optreden. Ook de toepassing van slimme (AI gestuurde) software zal het installatieproces efficiënter en goedkoper maken¹³.

Geen extra verzekeringskosten voor warmtepompen

Er is geen sprake van extra (opstal)verzekeringskosten bij plaatsing van een warmtepomp (zo blijkt uit navraag bij verzekeraars).

Ook woningen aan het WLQ+ warmtenet isoleren

Haskoning gaat ervan uit dat er geen extra isolatie nodig is voor woningen en bedrijven die worden aangesloten op WarmtelinQ. De gedachte is dat isolatie met de levering van hoge of midden temperatuur warmte niet nodig is. De expertgroep is het daar niet mee eens. Isolatie is in vele gevallen verplicht door wet- en regelgeving (zeker bij verbouw en nieuwbouw), leidt tot lagere energiekosten voor bewoners en bedrijven en geeft meer wooncomfort. Bovendien is het overheidsbeleid gericht op het actief stimuleren van woningisolatie (o.a. met subsidies), waardoor verwacht kan worden dat meer woningen geïsoleerd zullen zijn (ook met een aansluiting op het warmtenet).

Met een lagere warmtevraag in het WLQ+ scenario kunnen uiteindelijk meer woningen en bedrijven verwarmd worden. In toekomstige scenario's voor de Leidse regio wordt daarom ook altijd uitgegaan van doorgaande isolatie-inspanningen.

In de bijstelling is uitgegaan van dezelfde investeringskosten voor isolatie als bij all-electric. Er is rekening gehouden met lagere investeringskosten voor WLQ+ (een kleiner deel van de totale

¹² Een bronverwijzing ontbreekt in het Haskoning rapport. De expertgroep gaat uit van Vesta Mais.

¹³ [CBS3], [WH 2025].

investering is toegerekend aan de 50 000 woningen. Immers, meer woningen kunnen worden aangesloten).

Opvallende slordigheden, fouten

Er zitten een paar opmerkelijke fouten en slordigheden in de Haskoning berekeningen.

- Er zijn kosten in rekening gebracht voor onderhoud van afleversets (voor een warmtenet) bij warmtepompen. Daarvan is uiteraard geen sprake.
- Bij narekening bleken de in het rapport genoemde onzekerheidsmarges in de gevoeligheidsanalyse niet consequent te zijn doorgevoerd. Dat leidt bij de hoge inschatting van de gevoeligheidsanalyse (H) tot een onderschatting van de operationele kosten bij het all-electric scenario (op de elektriciteitskosten: extra € 306 miljoen op de Totex van het all-electric scenario).
- In de berekening van de totale kosten (Totex) zijn de operationele kosten over 30 jaar op een methodisch ongebruikelijke (zo niet onjuiste) manier berekend. Er vindt namelijk een middeling plaats van de Opex van de lage en hoge inschatting uit de gevoeligheidsanalyse. Daarnaast is rekening gehouden met een indicering van kosten die niet verklaarbaar en reproduceerbaar is. De expertgroep is nog in afwachting op nadere toelichting van Gasunie en is nu uitgegaan van een niet-geïndiceerde OPEX over 30 jaar.

5. Andere overwegingen (niet gekwantificeerd)

Naast de genoemde gekwantificeerde bijstellingen zijn andere overwegingen van belang in de afweging tussen de verschillende scenario's van een toekomstige warmtevoorziening. Die worden hier nader toegelicht. In bijlage B wordt nog een aantal andere aandachtspunten genoemd die in de expertgroep besproken zijn.

Risico op kostenoverschrijdingen bij grootschalige infrastructuur

Haskoning heeft rekening gehouden met actuele kostenstijgingen voor WarmtelinQ. Eerdere studies hadden daar nog geen rekening mee gehouden¹⁴. Dit nieuwe Haskoning rapport toont voor het eerst de reële, en veel hogere kosten voor de aanleg en het onderhoud van deze infrastructuur.

Het is niet uitgesloten dat er nog verdere kostenstijgingen aankomen, met name ook bij de realisatie van distributienetten. Bij grootschalige infrastructurele projecten zijn kostenoverschrijdingen eerder regel dan uitzondering, constateert de expertgroep.

Uit een brief van WarmtelinQ aan het ministerie van KGG blijkt bijvoorbeeld dat WarmtelinQ rekening houdt met een aanzienlijke toename in de kosten, waaronder de financieringskosten als gevolg rentestijgingen¹⁵. Er wordt al langer aangestuurd op extra subsidies voor de aanleg en exploitatie.

De hoge transportkosten zijn de voornaamste reden dat de eindgebruikerskosten voor het warmtenet hoger uitvallen. Volgens Haskoning zijn deze kosten ongeveer een derde van de totale warmterekening voor een bewoner. Zonder aanzienlijke subsidies zet dit de betaalbaarheid van het warmtenet enorm onder druk. Het is de vraag of deze benodigde subsidies gerechtvaardigd zijn in relatie tot de te realiseren reductie in CO₂-uitstoot.

Onzekere levering gratis restwarmte uit Rotterdamse havengebied

Haskoning rekent met ca 43% gratis warmte uit Rotterdam. Of dat daadwerkelijk beschikbaar komt is een open vraag. Op dit moment is alleen nog de warmte uit de Afvalverbranding Rotterdam (AVR) gecontracteerd en deze is niet gratis.

De Rotterdamse industrie zal onder nieuwe wetgeving weliswaar restwarmte beschikbaar moeten stellen¹⁶ maar werkt tegelijkertijd aan verduurzaming van de eigen systemen. In een optimistisch scenario kunnen de kosten voor de inkoop van warmte ook lager uitvallen of zal de warmte zelfs helemaal gratis zijn. Door warmteverliezen in transport en distributie heeft de inkoop van warmte een belangrijke invloed op de uiteindelijke eindgebruikerskosten – het is daarom belangrijk om hier in een vroeg stadium duidelijkheid over te krijgen.

Onzekerheid over volloop

Haskoning houdt rekening met een volloopsценario, het gestaag uitbreiden van het aantal aansluitingen. Of dit veronderstelde aansluittempo haalbaar is, is hoogst onzeker en wordt beïnvloed

¹⁴ Zoals [\[Fakton\]](#) waarin de kosten van de transportleiding voor het warmtenet stelselmatig te laag is ingeschat of [\[PBL Startanalyse\]](#) waarin deze kosten niet is meegenomen.

¹⁵ [\[WarmtelinQ 2025\]](#), [\[PZH 2025\]](#): “De kostenstijging van WLQ+ is nog niet bekend aangezien er nog gesprekken lopen met de aannemers en er gekeken wordt naar de mogelijkheden tot optimaliseren van het project...”.

¹⁶ Wet Collectieve Warmte, ophaalrecht.

door de vraag of er door het warmtebedrijf een aantrekkelijk aanbod kan worden gedaan aan de bewoners.

Hiervoor wordt tot nu toe vooral vergeleken met een bestaande situatie met een individuele of collectieve gasketel. Een betere vergelijking zou zijn met de kosten voor een warmtepomp (installatie en gebruik). Het is namelijk waarschijnlijk dat steeds meer woningen, instellingen en bedrijven overgaan tot plaatsing van (hybride) warmtepompen (of airconditioners die ook verwarmen) tegen lagere kosten dan een aansluiting op het warmtenet. Zij zijn dan niet bereid zijn om zich te laten aansluiten op het warmtenet.

Haskoning houdt geen rekening met leegloop, maar dat zou ook moeten worden meegenomen.

Het warmtenet kan niet koelen

Haskoning houdt geen rekening met koeling. Met warmtepompen en het juiste afgiftesysteem kan 's zomers ook gekoeld worden. Dat is niet mogelijk met een MT-warmtenet.

De kosten voor koeling met airco's, die naar verwachting de komende jaren door bewoners worden aangeschaft, zouden toegevoegd moeten worden aan het WLQ+ scenario.

Onbenut potentieel lokale bronnen, lage temperatuurnetten en systeemintegratie

Haskoning heeft geen scenario uitgewerkt voor kleinschalige lage temperatuurnetten met lokale warmtebronnen zoals bodem, aquathermie, zonthermie, of benutting van zonnestroom voor warmte. Uit internationale onderzoeken blijkt dat deze warmteoplossingen zeer kansrijk zijn¹⁷.

Ook met de beschikbaarheid van hoge temperatuur (afval)warmte uit de Uniper centrale is geen rekening gehouden, omdat dit niet aardgasvrij is. Het is inmiddels waarschijnlijk dat de Uniper centrale nog een tijd blijft draaien. Voor zover bekend is er nog geen bestemming voor deze restwarmte die nu nog nuttig wordt ingezet voor het stadswarmtenet. Zo ontstaat een situatie waarin lokale restwarmte verdwijnt omdat er Rotterdamse warmte naar Leiden vervoerd wordt.

¹⁷ [\[IEA1\]](#), [\[IEA2\]](#), [\[Avervalk\]](#), Recente multibronnenanalyse Syntraal.

6. Vergelijking duurzaamheid: WarmtelinQ is niet aardgasvrij

In aanvulling op Haskoning heeft de expertgroep een vergelijkende analyse gedaan naar de duurzaamheid van de beide opties. Hiervoor is gekeken naar de CO₂-uitstoot.

Een belangrijk aandachtspunt is dat het WLQ+ systeem nog steeds gebruik maakt van aardgas voor de pieklast. Dit is aanzienlijk, namelijk circa een derde van de wamtevraag. Het warmtenet draagt daarmee slechts in beperkte mate bij aan een aardgasvrije warmtevoorziening. De expertgroep merkt daarbij op dat het gasverbruik voor WarmtelinQ al vanaf het begin 2029 te hoog is om te kunnen voldoen aan de toekomstige uitstootnormen¹⁸.

Over een periode van 30 jaar wordt meer dan 8,5 keer zoveel CO₂ uitgestoten door de piekinstallaties van WarmtelinQ als door de elektriciteit voor de warmtepompen. Dit wordt zichtbaar gemaakt in figuur 2 hieronder.

De conclusie is dat WarmtelinQ niet voldoet aan de duurzaamheidsdoelen van de warmtetransitie om woningen en andere gebouwen aardgasvrij verwarmen vanaf 2050¹⁹. Met een warmtepomp is het doel in 2040 of eerder bereikt²⁰.

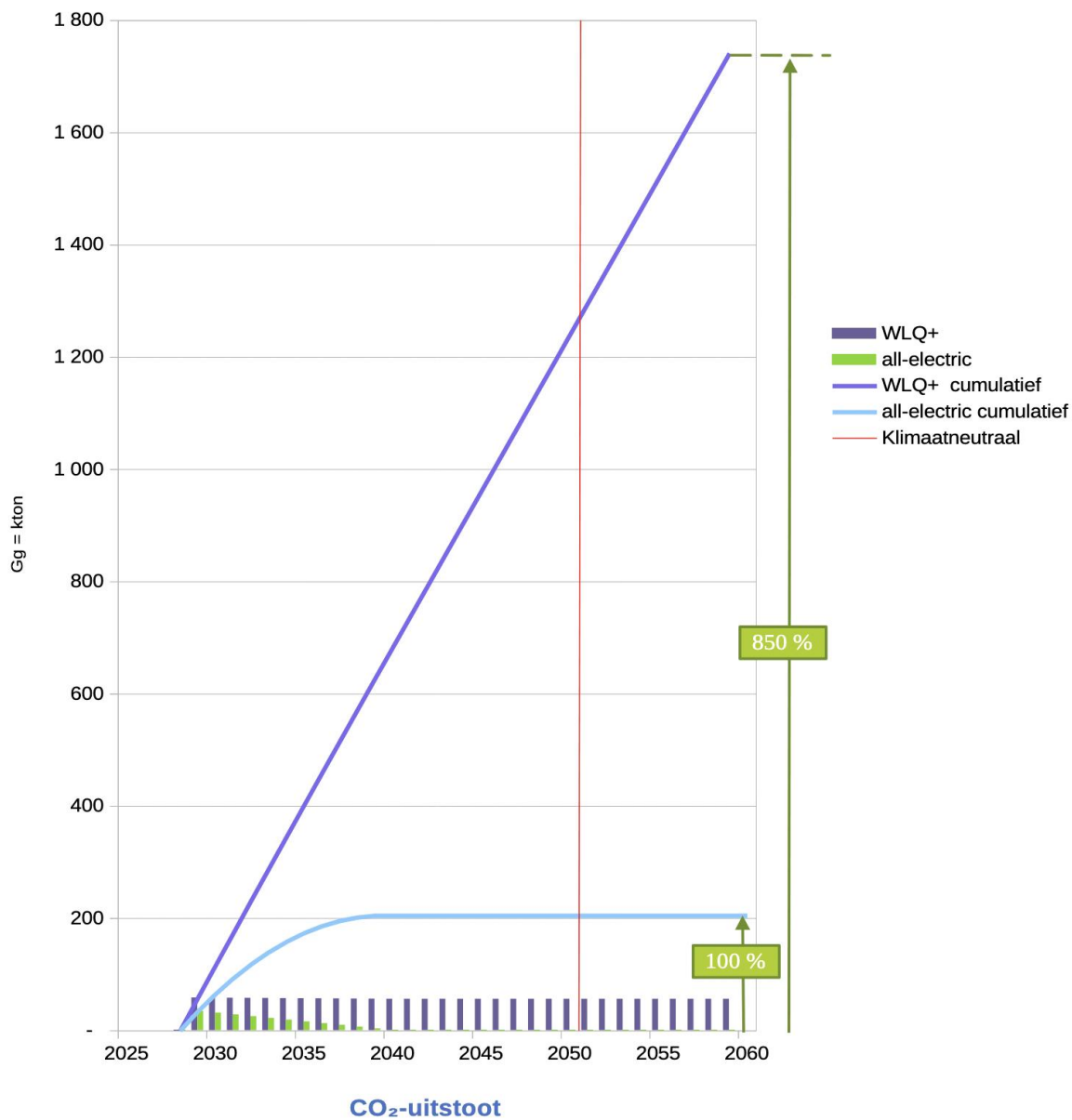
Voor een goede vergelijking zou onderzocht moeten worden wat het kost om WarmtelinQ te combineren met aardgasvrij piekvermogen zonder CO₂-uitstoot (bijvoorbeeld met groen gas).

¹⁸ art. 2.16 [BCW].

¹⁹ [Klimaatakkoord], gebouwde omgeving. Website: De afspraak in het Klimaatakkoord is dat in 2050 7 miljoen woningen en 1 miljoen gebouwen van het aardgas af zijn.

²⁰ "Elektriciteitssysteem ruggengraat energiesysteem en CO₂-vrij in 2035" p28 van [NPE].

Figuur 2. De ontwikkeling van de CO₂-uitstoot per jaar en cumulatief over 30 jaar van de scenario's voor WarmtelinQ met pieketels en warmtepompen. Hierbij is rekening gehouden met de CO₂-uitstoot als gevolg van het aardgasverbruik (alleen WLQ: pieketels) en van elektriciteit (beide scenario's). Het gevolg is dat WarmtelinQ over 30 jaar een 8,5 keer hogere CO₂-uitstoot heeft in vergelijking met het all-electric scenario.



Expertgroep Warmte: WLQ+ stoot 8,5 keer zoveel CO₂ uit als all-electric

BIJLAGES:

ANALYSE HASKONING RAPPORT

UITGEBREIDE TOELICHTING OP VOORGESTELDE BIJSTELLINGEN

BIJLAGE A. BIJSTELLINGEN

In deze bijlage worden de bijstellingen beschreven die de expertgroep warmte heeft doorgevoerd. Er zijn fouten en slordigheden verbeterd, maar ook zaken die te maken hebben met een andere inschatting van bepaalde kosten. Tot slot is één bijstelling doorgevoerd die te maken heeft met een andere visie op de scope van de analyse.

Bijstellingen vanwege slordigheden en fouten

De bijstellingen in dit deel zijn het gevolg van slordigheden, inconsistenties en fouten in het rapport.

Maatschappelijk – CAPEX en totale kosten

CAPEX	A1 Alle woningen warmte via WarmtelinQ en piekgasketels		A2 Bestaande net collectieve gasketel en rest all-electric		A3 Bestaande net geothermie en rest all-electric		A4 Bestaande net 10 jr collectieve gasketel daarna 20 jr Geo en rest all electric		A5 Bestaande net 10 jr collectieve gasketel daarna alles 20 jr all electric		A6 Alles all electric	
	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H
Nieuwe Netten	€ 372.344.393	€ 558.516.589		€ 0	€ 30.000.000	€ 45.000.000	€ 30.000.000	€ 45.000.000		€ 0		€ 0
Totaal overdrachtsstations	€ 11.619.753	€ 14.524.691		€ 0		€ 0		€ 0		€ 0		€ 0
Investerings Geothermie		€ 0		€ 0	€ 156.325.000	€ 273.568.750	€ 156.325.000	€ 273.568.750	€ 156.325.000	€ 273.568.750		€ 0
Investerings Warmtepompen		€ 0	€ 438.750.000	€ 548.437.500	€ 438.750.000	€ 548.437.500	€ 438.750.000	€ 548.437.500	€ 748.125.000	€ 935.156.250	€ 748.125.000	€ 935.156.250
Investerings Gasketels	€ 70.200.000	€ 87.750.000	€ 33.800.000	€ 42.250.000		€ 0	€ 33.800.000	€ 42.250.000	€ 20.800.000	€ 26.000.000		€ 0
Investerings Restwarmte aansluiting	€ 22.804.200	€ 28.505.250		€ 0		€ 0		€ 0		€ 0		€ 0
Enelverzwaring		€ 0	€ 144.181.165	€ 180.226.456	€ 144.181.165	€ 180.226.456	€ 144.181.165	€ 180.226.456	€ 245.847.371	€ 307.309.213	€ 245.847.371	€ 307.309.213
Kosten aansluiting warmtenet	€ 209.323.800	€ 261.654.750		€ 0		€ 0		€ 0		€ 0		€ 0
Kosten isolatie		€ 0	€ 441.075.150	€ 441.075.150	€ 441.075.150	€ 441.075.150	€ 441.075.150	€ 441.075.150	€ 747.585.000	€ 747.585.000	€ 747.585.000	€ 747.585.000
Totaal herinvestering	€ 35.100.000	€ 43.575.000	€ 192.400.000	€ 240.500.000	€ 218.400.000	€ 273.000.000	€ 224.900.000	€ 281.125.000	€ 342.150.000	€ 427.687.500	€ 299.250.000	€ 374.062.500
Ontwikkelkosten	€ 102.943.822	€ 128.679.777	€ 158.670.947	€ 198.338.684	€ 181.549.697	€ 226.937.122	€ 186.619.697	€ 233.274.622	€ 287.802.356	€ 359.752.944		€ 0
Investering Rijswijk-Leiden (WLQ+)	€ 435.000.000	€ 478.500.000	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
CAPEX totaal	€ 1.259.335.968	€ 1.602.006.058	€ 1.408.877.262	€ 1.650.827.790	€ 1.610.281.012	€ 1.988.244.977	€ 1.655.651.012	€ 2.044.957.477	€ 2.548.634.726	€ 3.077.059.658	€ 2.040.807.371	€ 2.364.112.963
OPEX totaal nominaal	€ 1.207.521.271	€ 1.207.521.271	€ 1.658.829.251	€ 1.658.829.251	€ 1.572.423.278	€ 1.572.423.278	€ 1.769.591.288	€ 1.769.591.288	€ 2.136.784.015	€ 2.136.784.015	€ 1.516.823.967	€ 1.516.823.967
Totex	€ 2.466.857.239	€ 2.809.527.329	€ 3.067.706.513	€ 3.309.657.041	€ 3.182.704.290	€ 3.560.668.255	€ 3.425.242.300	€ 3.814.548.765	€ 4.685.418.741	€ 5.213.843.672	€ 3.557.631.338	€ 3.880.936.931

L = Lage inschatting H= Hoge inschatting

Maatschappelijk – Operationele kosten

OPEX (jaar 1)	A1 Alle woningen warmte via WarmtelinQ en piekgasketels		A2 Bestaande net collectieve gasketel en rest all-electric		A3 Bestaande net geothermie en rest all-electric		A4 Bestaande net 10 jr collectieve gasketel daarna 20 jr Geo en rest all electric		A5 Bestaande net 10 jr collectieve gasketel daarna alles 20 jr all electric		A6 Alles all electric	
	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H
Onderhoud warmtenet	€ 3.839.641	€ 4.607.570	€ 0	€ 0	€ 300.000	€ 360.000	€ 300.000	€ 360.000	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
Onderhoud afleversets woningen	€ 2.093.238	€ 2.511.886	€ 4.410.752	€ 5.292.902	€ 4.410.752	€ 5.292.902	€ 4.410.752	€ 5.292.902	€ 7.475.850	€ 8.971.020	€ 7.475.850	€ 8.971.020
Onderhoudskosten Geothermie	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 9.379.500	€ 13.131.300	€ 9.379.500	€ 13.131.300	€ 9.379.500	€ 13.131.300	€ 0	€ 0
Onderhoudskosten Warmtepomp	€ 0	€ 0	€ 3.510.000	€ 4.212.000	€ 3.510.000	€ 4.212.000	€ 3.510.000	€ 4.212.000	€ 5.985.000	€ 7.182.000	€ 5.985.000	€ 7.182.000
Onderhoudskosten gasketel	€ 1.404.000	€ 1.684.800	€ 678.000	€ 811.200	€ 0	€ 0	€ 678.000	€ 811.200	€ 416.000	€ 499.200	€ 0	€ 0
Onderhoudskosten Restwarmte aansluiting	€ 456.084	€ 684.126	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
Opex vaste kosten	€ 0	€ 0	€ 2.883.623	€ 4.325.435	€ 2.883.623	€ 4.325.435	€ 2.883.623	€ 4.325.435	€ 4.916.947	€ 7.375.421	€ 4.916.947	€ 5.900.337
Elektra inkoop kosten	€ 861.695	€ 1.723.389	€ 9.335.583	€ 18.671.166	€ 10.719.663	€ 21.439.327	€ 10.246.162	€ 20.492.324	€ 10.246.162	€ 20.492.324	€ 12.766.641	€ 15.319.970
Kosten inkoop Gas	€ 7.573.073	€ 15.146.145	€ 10.426.627	€ 20.853.253	€ 762.924	€ 1.525.848	€ 4.068.927	€ 8.137.855	€ 4.068.927	€ 8.137.855	€ 0	€ 0
Kosten externe warmte	€ 4.775.965	€ 9.551.932	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
Kosten CO2 beprijzing	€ 2.959.832	€ 3.699.790	€ 5.257.168	€ 6.571.460	€ 2.324.685	€ 2.905.856	€ 3.327.903	€ 4.159.878	€ 3.327.903	€ 4.159.878	€ 2.467.721	€ 2.961.265
Verzekeringen	€ 1.715.730	€ 1.887.303	€ 2.644.516	€ 2.908.967	€ 3.025.828	€ 3.328.411	€ 3.110.328	€ 3.421.361	€ 4.796.706	€ 5.276.377	€ 4.353.893	€ 5.224.672
Beheerkosten	€ 4.002.072	€ 4.402.279	€ 1.641.158	€ 1.805.273	€ 1.641.158	€ 1.805.273	€ 1.641.158	€ 1.805.273	€ 1.641.158	€ 1.805.273	€ 0	€ 0
OPEX 30 jaar	€ 890.439.903	€ 1.376.976.572	€ 1.223.562.776	€ 1.963.549.703	€ 1.168.743.974	€ 1.749.790.540	€ 1.306.630.587	€ 1.984.485.860	€ 1.567.624.595	€ 2.310.919.454	€ 1.138.981.601	€ 1.366.777.921

L = Lage inschatting H= Hoge inschatting

Figuur a: Bijgestelde items als gevolg van slordigheden, inconsistenties en fouten

Onderhoud afleversets bij all-electric

Bijstelling

Afleversets zijn nodig bij een warmtenet, niet bij een warmtepomp. Deze kosten zijn dan ook verwijderd.

Effect²¹

De Totex neemt 224 M€ af bij het all-electric scenario.

Discussie

Gasunie heeft deze fout erkend.

Geen onderhoud gerekend voor het bestaande warmtenet

Bijstelling

Haskoning rekent 1,0% onderhoudskosten van de investering in Nieuwe Netten (bij de lage inschatting). Het onderhoudskostenpercentage komt overeen met de waarde in Vesta MAIS²² uit 2021²³.

Er is echter niet alleen onderhoud nodig voor de Nieuwe Netten, maar ook voor het bestaande net.

We voegen het onderhoud van het bestaande net toe.

Effect

Een toename van 79 M€ bij de Totex van het WLQ+ scenario.

In combinatie met de bijstelling 'Onderhoudskosten warmtenet te laag' is de toename van de Totex 381 M€ bij het WLQ+ scenario.

Discussie

Het Opex-item 'Onderhoud warmtenetten' komt overeen met 1% van de investeringen in 'Nieuwe Netten' en 'Totaal overdrachtstations'.

In deze bijstelling rekenen we ook onderhoudskosten voor het bestaande warmtenet. We nemen aan dat de onderhoudskosten per WEQ gelijk zijn voor bestaande en nieuwe netten.

Dubbele CO₂-beprijzing elektriciteit

Bijstelling

Haskoning past CO₂-beprijzing toe op de uitstoot van elektriciteit. In de gebruikte (groothandels)elektriciteitsprijs is dit echter al meegenomen²⁴. De CO₂-uitstoot van elektriciteit moet dus niet voor een tweede keer beprijsd worden.

Effect

Een afname van 74 M€ bij de Totex van het all-electric scenario en een afname van 5 M€ bij het WLQ+ scenario.

²¹ Bij het effect wordt de financiële impact op de lage inschatting vermeld, tenzij anders aangegeven.

²² Vesta MAIS is een model van het PBL, ontwikkeld en gedeeltelijk onderhouden door CE Delft:
<https://www.pbl.nl/publicaties/het-vesta-mais-ruimtelijk-energiemodel-voor-de-gebouwde-omgeving-algemene-beschrijving>

²³ 'Primaire transportleidingen' p58 in [\[CE 2022\]](#).

²⁴ p26 van [\[CE 2021\]](#) en p5 van [\[PBL\]](#).

Gecombineerd met bijstelling ‘Te lage CO₂-prijs’, leidt deze bijstelling tot afname van de Totex met 74 M€ bij het all-electric scenario en een toename van 134 M€ bij het WLQ+ scenario.

Discussie

Omdat de kosten voor CO₂-uitstoot al verwerkt zijn in de groothandelsprijzen moeten deze kosten niet nogmaals worden gerekend.

Instandhoudingskosten MT-afgiftesysteem vergeten

Bijstelling

Bij het all-electric scenario zijn er kosten voor een nieuw LT-afgiftesysteem²⁵ gerekend, maar de kosten om bij het WLQ+ scenario het bestaande MT-afgiftesysteem in stand te houden zijn niet meegenomen.

We voegen daarom de instandhoudingskosten voor het MT-afgiftesysteem toe.

Effect

Een toename van 118 M€ bij de Totex van het WLQ+ scenario.

Discussie

Voor de instandhoudingskosten stelt CE Delft bij de actualisatie van de Startanalyse²⁶ de helft voor van de kosten van een LT-afgiftesysteem met radiatoren (bij gebrek aan de kosten van een MT-afgiftesysteem wordt verondersteld dat beide systemen evenveel kosten). De kosten van een LT-afgiftesysteem nemen we over uit [CE 2025]. We gebruiken niet de hogere kosten die Haskoning²⁷ rekent, omdat het daar kan gaan om vloerverwarming in plaats van radiatoren of een mix van beiden.

Opex totaal niet transparant

Bijstelling

Bij de ‘TOTEX’ wordt de ‘CAPEX totaal’ opgeteld bij de ‘OPEX total nominaal’²⁸.

‘OPEX total nominaal’ blijkt 107% van het gemiddelde (over lage en hoge inschatting) van ‘OPEX 30 jaar’ te zijn bij het WLQ+ scenario. Bij het all-electric scenario is ‘OPEX total nominaal’ 121% van het gemiddelde van ‘OPEX 30 jaar’²⁹.

We stellen bij door ‘OPEX 30 jaar’ te gebruiken in plaats van ‘OPEX total nominaal’.

Effect

Bij de lage inschatting van het WLQ+ scenario neemt de Totex 317 M€ af en bij de hoge inschatting 169 M€ toe. Bij het all-electric scenario neemt de lage inschatting 378 M€ af en de hoge inschatting neemt met 150 M€ af.

Discussie

Ten eerste is het opvallend is dat het Opex totaal voor de hoge en lage inschatting gelijk is. Dit lijkt methodisch onjuist: het verschil tussen de hoge en lage inschatting valt hierdoor weg.

²⁵ Lage Temperatuur afgiftesysteem

²⁶ p18 van [\[CE 2025\]](#).

²⁷ p22 van [\[RHDHV\]](#).

²⁸ p10 van [\[RHDHV\]](#).

²⁹ p12 van [\[RHDHV\]](#).

Ten tweede is het opvallend dat 'OPEX total nominaal' 7% hoger is dan het gemiddelde van de lage en hoge inschatting bij het WLQ+ scenario en 21% hoger bij het all electric scenario.

Gasunie stelt dat het verschil komt door indexatie. Dat is een logische verklaring. Ons verzoek om de indexatie per Opex-item te delen, is echter (nog) niet gehonoreerd door Gasunie. Vandaar dat we gekozen hebben om met 'OPEX 30 jaar' te werken. Dat is niet ideaal, maar op deze manier is er tenminste aansluiting tussen de Opex en de Totex.

Onzekerheidsmarge Elektra inkoopkosten

Bijstelling

Haskoning vermeldt een onzekerheidsmarge van 100%³⁰. Als we de onzekerheidsmarge echter berekenen op basis van de bedragen bij de lage en hoge inschatting, dan is er een onzekerheidsmarge van 20% gehanteerd.

De onzekerheidsmarge van 100% wordt gehanteerd na bijstelling.

Effect

Het effect is een toename van de Totex van 306 M€ bij de hoge inschatting van het all-electric scenario.

Discussie

De onzekerheidsmarge zal zitten in de prijs van elektriciteit. Haskoning schat die prijs in op 0,0735 € / kWh. Een onzekerheidsmarge van 100% lijkt niet te hoog zonder indexatie. De gemiddelde prijs voor elektriciteit komt dan in de buurt van wat er in de literatuur wordt ingeschat voor de systeemkosten van een elektriciteitssysteem dat draait op zon, wind en opslag, eventueel aangevuld met enige kernenergie.

³⁰ p21 van [\[RHDHV\]](#).

Onzekerheidsmarges

Bijstelling

Bij het narekenen van de onzekerheidsmarges bleken die meermaals af te wijken van de marges die Haskoning in de tabel noemt³¹. Het gaat om de items:

- Kosten CO₂-beprijzing (gemiddeld) in het all-electric scenario
- Verzekeringen in het all-electric scenario

We hebben daar de onzekerheidsmarge uit de tabel gebruikt.

Voor enige Opex-items hebben we aangenomen dat deze een percentage zijn van de investeringskosten. In dat geval hebben we de onzekerheidsmarge van de investering gehanteerd, omdat anders het percentage van de investering in de lage inschatting zou afwijken van de hoge inschatting. Het gaat om de items:

- Onderhoud warmtenet (en overdrachtstations)
- Onderhoudskosten Warmtepomp
- Onderhoudskosten gasketels
- Onderhoudskosten Restwarmte aansluitingen
- Opex vaste kosten (onderhoudskosten van de verzwaring van het elektriciteitsnet)

Effect

Het effect is een toename van de Totex van 32 M€ bij de hoge inschatting van het WLQ+ scenario. Bij het all-electric scenario is er een toename van de Totex van 7 M€.

Discussie

We hebben ervoor gekozen om de onzekerheidsmarge van de investering leidend te laten zijn bij onderhoudskosten die hoogstwaarschijnlijk berekend zijn op basis van die investering. Dit is ook in lijn met de methodiek in Vesta MAIS³².

Vervolgens kiezen we voor de onzekerheidsmarges in de tabel boven de teruggerekende percentages. We vermoeden hier slordigheid.

³¹ p21 van [\[RHDHV\]](#).

³² Zie bijvoorbeeld p58 van [\[CE 2022\]](#).

Bijstellingen vanwege een andere inschatting

In dit gedeelte staan de bijstellingen die ontstaan door een verschil van inzicht over de onderliggende aannames.

Maatschappelijk – CAPEX en totale kosten

CAPEX	A1 Alle woningen warmte via WarmtelinQ en piekgasketels		A2 Bestaande net collectieve gasketel en rest all-electric		A3 Bestaande net geothermie en rest all-electric		A4 Bestaande net 10 jr collectieve gasketel daarna 20 jr Geo en rest all electric		A5 Bestaande net 10 jr collectieve gasketel daarna alles 20 jr all electric		A6 Alles all electric	
	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H
Nieuwe Netten	€ 372.344.393	€ 558.516.589		€ 0	€ 30.000.000	€ 45.000.000	€ 30.000.000	€ 45.000.000		€ 0		€ 0
Totaal overdrachtstations	€ 11.619.753	€ 14.524.891		€ 0		€ 0		€ 0		€ 0		€ 0
Investeringen Geothermie		€ 0		€ 0	€ 156.325.000	€ 273.568.750	€ 156.325.000	€ 273.568.750	€ 156.325.000	€ 273.568.750		€ 0
Investeringen Warmtepompen		€ 0	€ 438.750.000	€ 548.437.500	€ 438.750.000	€ 548.437.500	€ 438.750.000	€ 548.437.500	€ 748.125.000	€ 935.156.250	€ 748.125.000	€ 935.156.250
Investeringen Gasketels	€ 70.200.000	€ 87.750.000	€ 33.800.000	€ 42.250.000		€ 0	€ 33.800.000	€ 42.250.000	€ 20.800.000	€ 26.000.000		€ 0
Investeringen Restwarmte aansluiting	€ 22.804.200	€ 28.505.250		€ 0		€ 0		€ 0		€ 0		€ 0
Enetverzwaring		€ 0	€ 144.181.165	€ 180.226.456	€ 144.181.165	€ 180.226.456	€ 144.181.165	€ 180.226.456	€ 245.847.371	€ 307.309.213	€ 245.847.371	€ 307.309.213
Kosten aansluiting warmtenet	€ 209.323.800	€ 261.854.750		€ 0		€ 0		€ 0		€ 0		€ 0
Kosten isolatie		€ 0	€ 441.075.150	€ 441.075.150	€ 441.075.150	€ 441.075.150	€ 441.075.150	€ 441.075.150	€ 747.585.000	€ 747.585.000	€ 747.585.000	€ 747.585.000
Totaal herinvestering	€ 35.100.000	€ 43.875.000	€ 192.400.000	€ 240.500.000	€ 218.400.000	€ 273.000.000	€ 224.900.000	€ 281.125.000	€ 342.150.000	€ 427.687.500	€ 299.250.000	€ 374.062.500
Ontwikkelkosten	€ 102.943.822	€ 128.679.777	€ 158.670.947	€ 198.338.684	€ 181.549.697	€ 226.937.122	€ 186.619.697	€ 233.274.622	€ 287.802.356	€ 359.752.944		€ 0
Investering Rijswijk-Leiden (WLQ+)	€ 435.000.000	€ 478.500.000	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
CAPEX totaal	€ 1.259.335.968	€ 1.602.006.058	€ 1.408.877.262	€ 1.650.827.790	€ 1.610.281.012	€ 1.988.244.977	€ 1.655.651.012	€ 2.044.957.477	€ 2.548.634.726	€ 3.077.059.658	€ 2.040.807.371	€ 2.364.112.963
OPEX total nominaal	€ 1.207.521.271	€ 1.207.521.271	€ 1.658.829.251	€ 1.658.829.251	€ 1.572.423.278	€ 1.572.423.278	€ 1.769.591.288	€ 1.769.591.288	€ 2.136.784.915	€ 2.136.784.915	€ 1.516.823.967	€ 1.516.823.967
Totex	€ 2.466.857.239	€ 2.809.527.329	€ 3.067.706.513	€ 3.309.657.041	€ 3.182.704.290	€ 3.560.668.255	€ 3.425.242.300	€ 3.814.548.765	€ 4.685.418.741	€ 5.213.843.672	€ 3.557.631.338	€ 3.880.936.931

L = Lage inschatting H= Hoge inschatting

Maatschappelijk – Operationele kosten

OPEX (jaar 1)	A1 Alle woningen warmte via WarmtelinQ en piekgasketels		A2 Bestaande net collectieve gasketel en rest all-electric		A3 Bestaande net geothermie en rest all-electric		A4 Bestaande net 10 jr collectieve gasketel daarna 20 jr Geo en rest all electric		A5 Bestaande net 10 jr collectieve gasketel daarna alles 20 jr all electric		A6 Alles all electric	
	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H
Onderhoud warmtenet	€ 3.839.641	€ 4.607.570	€ 0	€ 0	€ 300.000	€ 360.000	€ 300.000	€ 360.000	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
Onderhoud afleverings woningen	€ 2.093.238	€ 2.511.886	€ 4.410.752	€ 5.292.902	€ 4.410.752	€ 5.292.902	€ 4.410.752	€ 5.292.902	€ 7.475.850	€ 8.971.020	€ 7.475.850	€ 8.971.020
Onderhoudskosten Geothermie	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 9.379.500	€ 13.131.300	€ 9.379.500	€ 13.131.300	€ 9.379.500	€ 13.131.300	€ 0	€ 0
Onderhoudskosten Warmtepomp	€ 0	€ 0	€ 3.510.000	€ 4.212.000	€ 3.510.000	€ 4.212.000	€ 3.510.000	€ 4.212.000	€ 5.985.000	€ 7.182.000	€ 5.985.000	€ 7.182.000
Onderhoudskosten gasketel	€ 1.404.000	€ 1.684.800	€ 678.000	€ 811.200	€ 0	€ 0	€ 676.000	€ 811.200	€ 416.000	€ 499.200	€ 0	€ 0
Onderhoudskosten Restwarmte aansluiting	€ 456.084	€ 684.126	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
Opex vaste kosten	€ 0	€ 0	€ 2.883.623	€ 4.325.435	€ 2.883.623	€ 4.325.435	€ 2.883.623	€ 4.325.435	€ 4.916.947	€ 7.375.421	€ 4.916.947	€ 5.900.337
Elektra inkoop kosten	€ 861.695	€ 1.723.389	€ 9.335.583	€ 18.671.166	€ 10.719.663	€ 21.439.327	€ 10.246.162	€ 20.492.324	€ 10.246.162	€ 20.492.324	€ 12.766.641	€ 15.319.970
Kosten inkoop Gas	€ 7.573.073	€ 15.146.145	€ 10.426.627	€ 20.853.253	€ 762.924	€ 1.525.848	€ 4.068.927	€ 8.137.855	€ 4.068.927	€ 8.137.855	€ 0	€ 0
Kosten externe warmte	€ 4.775.966	€ 9.551.932	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
Kosten CO2 beprijzing	€ 2.959.832	€ 3.699.790	€ 5.257.168	€ 6.571.460	€ 2.324.685	€ 2.905.856	€ 3.327.903	€ 4.159.878	€ 3.327.903	€ 4.159.878	€ 2.467.721	€ 2.961.265
Verzekeringen	€ 1.715.730	€ 1.887.303	€ 2.644.516	€ 2.908.967	€ 3.025.828	€ 3.328.411	€ 3.110.328	€ 3.421.361	€ 4.796.706	€ 5.276.377	€ 4.353.893	€ 5.224.672
Beheerkosten	€ 4.002.072	€ 4.402.279	€ 1.641.158	€ 1.805.273	€ 1.641.158	€ 1.805.273	€ 1.641.158	€ 1.805.273	€ 1.641.158	€ 1.805.273	€ 0	€ 0
OPEX 30 jaar	€ 890.439.303	€ 1.376.976.572	€ 1.223.562.776	€ 1.963.549.703	€ 1.166.743.974	€ 1.749.790.540	€ 1.306.630.587	€ 1.984.485.869	€ 1.567.624.595	€ 2.310.919.454	€ 1.138.981.601	€ 1.366.777.921

L = Lage inschatting H= Hoge inschatting

Figuur b: Bijgestelde items als gevolg van een andere inschatting

Kosten Verzekeringen bij all-electric

Bijstelling

Er zijn door Haskoning verzekeringskosten opgenomen bij het all-electric scenario. Navraag bij verzekeraars leverde op dat de verzekeringskosten niet stijgen bij het omschakelen van een aardgas CV-ketel naar een warmtepomp.

We hebben de verzekeringskosten bij het all-electric scenario verwijderd.

Effect

Een afname van 131 M€ bij de Totex van het all-electric scenario.

Discussie

Bij ingrijpende verbouwing, zoals na brand of andere schade, zal aan de huidige bouwnormen moet worden voldaan. De eventuele extra kosten van een warmtepomp of warmtenetaansluiting zijn hier via een hogere herbouwwaarde meegenomen en gelden al voor alle woningen³³.

Geen invloed zonnepanelen op elektriciteitsnetverzwaring

Bijstelling

De verzwaring van het elektriciteitsnet die in de zomer nodig is voor zonnepanelen, kan afgetrokken worden van de verzwaring die nodig is voor warmtepompen.

Effect

Deze bijstelling zorgt voor een 68 M€ lagere Totex bij het all-electric scenario. Het Opex-item 'Capex vaste kosten' (de onderhoudskosten van de elektriciteitsnetverzwaring) daalt mee met de kleinere investering in 'Enetverzwaring'.

Discussie

Haskoning veronderstelt dat er een verzwaring van het elektriciteitsnet nodig is, door het extra piekvermogen als gevolg van de lucht-water warmtepompen.

Daar staat tegenover dat het elektriciteitsnet ook verzaamd moet worden vanwege de toename aan zonnepanelen op daken. Die verzwaring zal zeer buurtafhankelijk zijn. Soms zal de verzwaring voor zonnepanelen groter zijn dan voor warmtepompen, maar soms ook kleiner.

Het CBS geeft aan dat huishoudens met zonnepanelen gemiddeld een piekvermogen hebben van 4,7 kW³⁴. Dat is gelijk aan het elektrisch vermogen voor een warmtepomp in het Haskoning-rapport. Wel is het zo dat niet ieder dak geschikt is voor zonnepanelen. Als we het piekvermogen van zonnepanelen verdelen over alle huishoudens³⁵, dan is dat 1 kW per huishouden.

Uit de monitor Zon-PV 2025³⁶ blijkt dat de verwachting is dat het gemiddelde zonvermogen per huishouden in 2027 verder zal groeien naar 1,8 kW. De groei van 0,8 kW zonvermogen en de daarmee samenhangende noodzakelijke groei van de netcapaciteit om deze toename van zonPV te faciliteren kan in de winter gebruikt worden voor warmtepompen.

³³ p1 van [\[HWM 2025\]](#). Er wordt standaard een opslag van 9% gerekend omdat bij herbouw een woning aardgasvrij moet worden opgeleverd. Dit geldt ook voor een huis met een warmtenetaansluiting.

³⁴ [\[CBS1\]](#).

³⁵ [\[CBS2\]](#).

³⁶ p13 van [\[ZPV 2025\]](#).

Daarmee neemt de elektriciteitsnetverzwaring in het all-electric scenario met 41 MW af (uitgaande van 50 000 woningen).

Vanwege de energietransitie hebben we de komende 25 jaar nog ongeveer drie keer zo veel elektriciteit nodig³⁷. De prognose is dat we nog 3 tot 6 keer zoveel elektriciteit uit zonnepanelen³⁸ nodig zullen hebben.

Door slechts met de prognose tot en met 2027 te rekenen, hebben we voorzichtigheid ingebouwd bij deze bijstelling.

Piekvermogen all-electric hoger dan WLQ+

Bijstelling

WLQ+ heeft een totaal piekvermogen van 454 MW³⁹. Een all-electric oplossing heeft een minder groot totaal piekvermogen nodig, vanwege het warmteverlies bij WLQ+ en de isolatie bij het all-electric scenario. Als je daarvoor corrigeert, dan is er bij het gebruik van warmtepompen een totaal piekvermogen nodig van 296 MW.

Haskoning rekent echter met een totaal piekvermogen van 399 MW voor de all-electric oplossing. Het is niet duidelijk wat de reden hiervoor is.

Bijstelling van het te hoge totale piekvermogen waar bij het all-electric scenario mee wordt gerekend, heeft meerdere gevolgen:

1. Per WEQ is er minder vermogen nodig, dus voldoet een kleinere warmtepomp. Die kleinere warmtepomp is iets goedkoper.
2. De iets goedkopere warmtepomp werkt ook door in de herinvesteringen.
3. Het elektriciteitsnet hoeft minder verzwakt te worden.
4. Als gevolg van de lagere investering voor de verzwaring van het elektriciteitsnet, dalen ook de kosten voor het onderhoud (Opex vaste kosten).

Effect

De kleinere warmtepomp zorgt voor een afname van de Totex van 24 M€ bij het all-electric scenario. Een zelfde daling van de Totex vindt plaats bij de herinvesteringen.

De minder grote verzwaring van het elektriciteitsnet zorgt voor een daling van de Totex van 64 M€ bij het all-electric scenario.

De lagere onderhoudskosten leiden tot een afname van de Totex van 6 M€ bij 'Onderhoudskosten warmtepompen' en 39 M€ bij 'Opex vaste kosten' bij het all-electric scenario.

Het totale effect is een daling van de Totex van 155 M€ bij het all-electric scenario door deze bijstelling.

Discussie

Het is merkwaardig om een bij het all-electric scenario een hoger totaal piekvermogen te veronderstellen. Als WLQ+ met een bepaald piekvermogen kan verwarmen, dan moet de all-electric oplossing dat ook kunnen.

³⁷ p5 van [\[TNO 2024\]](#).

³⁸ p17 van [\[TNO 2024\]](#).

³⁹ p24 van [\[RHDHV\]](#).

Dit geldt voor het totale vermogen. Het vermogen van individuele warmtepompen moet wel iets hoger zijn, vanwege het teruglopende vermogen bij lagere temperaturen en de ontdooicyclus. Voor deze effecten hebben we 20% extra vermogen gerekend voor de individuele warmtepompen.

Voor de bijstelling van de prijs bij de warmtepomp gebruiken we de marginale kosten per kW ontleend aan Vesta MAIS⁴⁰.

De andere effecten volgen direct uit het lagere totale piekvermogen, dus daar zijn geen andere gegevens bij nodig.

Prijs warmtepomp te hoog

Bijstelling

Haskoning⁴¹ stelt de investeringskosten voor een warmtepomp met een vermogen van 8 kW op 15 000 € met een onzekerheidsmarge van 25%.

Het PBL rekent in Vesta MAIS voor de investeringskosten van een dergelijke warmtepomp 12 149 €. We volgen hier Vesta MAIS.

Effect

De goedkopere warmtepomp zorgt voor een daling van de Totex van 176 M€ bij het all-electric scenario: 142 M€ bij de investering en 35 M€ bij het onderhoud.

Discussie

Zoals bij veel punten volgen we Vesta MAIS. Het is niet duidelijk waar de cijfers van Haskoning op gebaseerd zijn.

Herinvestering warmtepomp te laag

Bijstelling

Haskoning stelt de herinvestering voor een 8 kW warmtepomp op 6 000 €⁴². In Vesta MAIS wordt gerekend met 75% van de investering⁴³: 8 437 €.

We volgen hier Vesta MAIS.

Effect

De hogere herinvestering zorgt voor een stijging van de Totex van 121 M€ bij het all-electric scenario.

Discussie

We volgen hier Vesta MAIS.

Onderhoudskosten warmtepomp alleen gebaseerd op investering

Bijstelling

Voor de eerste 15 jaar rekenen we voor de onderhoudskosten warmtepomp met een percentage van de investering. Voor de tweede 15 jaar rekenen we met een percentage van de herinvestering.

⁴⁰ p11 van [\[CE 2025\]](#).

⁴¹ p22 van [\[RHDHV\]](#).

⁴² p23 van [\[RHDHV\]](#).

⁴³ [\[RW 2020\]](#).

Effect

De hogere herinvestering zorgt vanwege het vaste percentage voor onderhoudskosten, voor een daling van de Totex van 54 M€ bij het all-electric scenario.

In combinatie met de bijstelling 'Onderhoudskostenpercentage warmtepomp te laag' stijgt de Totex met 56 M€.

Discussie

Als de onderhoudskosten een percentage zijn van de investering, dan moeten die kosten worden aangepast bij een lagere herinvestering.

Het is niet geheel duidelijk hoe Haskoning hiermee is omgegaan. Dit kan in het verschil tussen 'Opex total nominaal' en 'Opex 30 jaar' zitten.

Te lage CO₂ prijs

Bijstelling

Haskoning hanteert een prijs van 60,13 € / ton.

Wij volgen hier het ontwikkelingspad van de Klimaat- en Energieverkenning 2024⁴⁴ voor de CO₂-prijs. Na 2040 houden we de prijs constant. We hanteren – net als Haskoning op andere plaatsen lijkt te doen – steeds het midden van de aangegeven bandbreedte.

Dit resulteert in een gemiddelde CO₂-prijs van 159,85 € / ton.

Effect

Bij het WLQ+ scenario leidt deze bijstelling tot een toename van de Totex met 147 M€, waarvan 139 M€ voor aardgas en 8 M€ voor elektriciteit. Bij het all-electric scenario is de stijging 123 M€.

Gecombineerd met bijstelling 'Dubbele CO₂-beprijzing elektriciteit' waarbij de CO₂-prijs voor elektriciteit niet wordt doorberekend in verband met de dubbeltelling, leidt deze bijstelling tot afname van de Totex met 74 M€ bij het all-electric scenario en een toename van 134 M€ bij het WLQ+ scenario.

Discussie

De EU ETS prijs voor CO₂ lag in 2021 voor het laatst lager dan de prijs die Haskoning hanteert⁴⁵. Voor een gemiddelde CO₂-prijs over 30 jaar is dat te laag. De klimaat- en energieverkenning van 2024 geeft een betere inschatting.

In het geval dat de CO₂-heffing wordt gehandhaafd door volgende kabinetten, is de CO₂-prijs uit [KEV 2024] zelfs te laag. De CO₂-heffing fungeert als een bodemprijs voor het EU ETS en bereikt in 2030 de waarde 152,10 € / ton⁴⁶.

Onderhoudskosten warmtenet te laag

Bijstelling

Bij veel Opex-items worden door Haskoning de onderhoudskosten ten opzicht van de investering lager ingeschat dan in Vesta MAIS⁴⁷. We stellen bij naar de waarden uit Vesta MAIS.

⁴⁴ p40 van [KEV 2024].

⁴⁵ [NEA].

⁴⁶ [NEA].

⁴⁷ p58 van [CE 2022].

De aanpassingen per item:

- 'Onderhoudskosten Warmtepomp' van 0,8% naar 1,5%.
- 'Onderhoud warmtenet' van 1,0% naar 1,8%.
- 'Onderhoud overdrachtstations' van 1,0% naar 3,0%.
- 'Beheerkosten' (onderhoudskosten WLQ+) van 0,9% naar 1,8%.
- 'Onderhoudskosten gasketel' van 2,0% naar 3,0%.
- 'Onderhoudskosten Restwarmte aansluiting' van 2,0% naar 3,0%.

Effect

De hogere onderhoudskosten leiden tot een toename van de Totex van 239 M€ bij het WLQ+ scenario.

In combinatie met de bijstelling 'Geen onderhoudskosten gerekend voor het bestaande warmtenet' is de toename van de Totex 381 M€ bij het WLQ+ scenario.

Discussie

Het is onduidelijk waar de optimistische schattingen voor de onderhoudskosten vandaan komen in het Haskoning-rapport. Bij Vesta MAIS zijn de onderhoudskosten gebaseerd op informatie van bestaande warmtebedrijven.

Het Opex-item 'Onderhoud warmtenet'⁴⁸ is opgesplitst in 'Onderhoud warmtenetten' voor het onderhoud van distributienetten en 'Onderhoud overdrachtstations' voor het onderhoud van de overdrachtstations. De verschillende percentages voor de onderhoudskosten worden zo verduidelijkt.

Bij het item 'Beheerkosten' hebben we aangenomen dat dit onderhoudskosten zijn voor WLQ+ (het transportnetwerk). In Vesta MAIS⁴⁹ wordt ook gerekend met administratiekosten. Hoewel deze ook onder 'Beheerkosten' zouden kunnen vallen, hebben we afgezien van het rekenen van administratiekosten.

Onderhoudskosten warmtepomp te laag

Bijstelling

Bij 'Onderhoudskosten Warmtepomp' worden door Haskoning de onderhoudskosten ten opzicht van de investering lager ingeschat dan in Vesta MAIS. We stellen de onderhoudskosten bij van 0,8% naar 1,5%, zoals Vesta MAIS gebruikt.

Effect

De hogere onderhoudskosten leiden tot een toename van de Totex van 157 M€ bij het all-electric scenario.

In combinatie met de bijstelling 'Onderhoudskosten warmtepomp alleen gebaseerd op investering' stijgt de Totex met 56 M€.

Discussie

Niet alleen bij de onderhoudskosten van warmtenetten, maar ook bij de onderhoudskosten van warmtepompen is Haskoning optimistischer dan Vesta MAIS. Wij kiezen voor een voorzichtige inschatting.

⁴⁸ p12 van [\[RHDHV\]](#).

⁴⁹ p58 van [\[CE 2022\]](#).

Bijstellingen vanwege een andere zienswijze

In dit gedeelte staan de bijstellingen die het gevolg zijn van een andere zienswijze op wat wel of niet meegerekend moet worden gegeven de reikwijdte van het vergelijkende onderzoek.

Maatschappelijk – CAPEX en totale kosten

CAPEX	A1 Alle woningen warmte via WarmtelinQ en piekgasketels		A2 Bestaande net collectieve gasketel en rest all-electric		A3 Bestaande net geothermie en rest all-electric		A4 Bestaande net 10 jr collectieve gasketel daarna 20 jr Geo en rest all electric		A5 Bestaande net 10 jr collectieve gasketel daarna alles 20 jr all electric		A6 Alles all electric	
	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H
Nieuwe Netten	€ 372.344.393	€ 558.516.589		€ 0	€ 30.000.000	€ 45.000.000	€ 30.000.000	€ 45.000.000		€ 0		€ 0
Totaal overdrachtstations	€ 11.619.753	€ 14.524.691		€ 0		€ 0		€ 0		€ 0		€ 0
Investerings Geothermie		€ 0		€ 0	€ 156.325.000	€ 273.568.750	€ 156.325.000	€ 273.568.750	€ 156.325.000	€ 273.568.750		€ 0
Investerings Warmtepompen		€ 0	€ 438.750.000	€ 548.437.500	€ 438.750.000	€ 548.437.500	€ 438.750.000	€ 548.437.500	€ 748.125.000	€ 935.156.250	€ 748.125.000	€ 935.156.250
Investerings Gasketels	€ 70.200.000	€ 87.750.000	€ 33.800.000	€ 42.250.000		€ 0	€ 33.800.000	€ 42.250.000	€ 20.800.000	€ 26.000.000		€ 0
Investerings Restwarmte aansluiting	€ 22.804.200	€ 28.505.250		€ 0		€ 0		€ 0		€ 0		€ 0
Enetverzwaring		€ 0	€ 144.181.165	€ 180.226.456	€ 144.181.165	€ 180.226.456	€ 144.181.165	€ 180.226.456	€ 245.847.371	€ 307.309.213	€ 245.847.371	€ 307.309.213
Kosten aansluiting warmtenet	€ 209.323.800	€ 261.654.750		€ 0		€ 0		€ 0		€ 0		€ 0
Kosten isolatie		€ 0	€ 441.075.150	€ 441.075.150	€ 441.075.150	€ 441.075.150	€ 441.075.150	€ 441.075.150	€ 747.585.000	€ 747.585.000	€ 747.585.000	€ 747.585.000
Totaal herinvestering	€ 35.100.000	€ 43.875.000	€ 192.400.000	€ 240.500.000	€ 218.400.000	€ 273.000.000	€ 224.900.000	€ 281.125.000	€ 342.150.000	€ 427.687.500	€ 299.250.000	€ 374.062.500
Ontwikkelkosten	€ 102.943.822	€ 128.679.777	€ 158.670.947	€ 196.338.684	€ 181.549.697	€ 226.937.122	€ 186.619.697	€ 233.274.622	€ 287.802.356	€ 359.752.944		€ 0
Investering Rijswijk-Leiden (WLQ+)	€ 435.000.000	€ 478.500.000	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
CAPEX totaal	€ 1.259.335.968	€ 1.602.006.058	€ 1.408.877.262	€ 1.650.827.790	€ 1.610.281.012	€ 1.988.244.977	€ 1.655.651.012	€ 2.044.957.477	€ 2.548.634.726	€ 3.077.059.658	€ 2.040.807.371	€ 2.364.112.963
OPEX totaal nominaal	€ 1.207.521.271	€ 1.207.521.271	€ 1.658.829.251	€ 1.658.829.251	€ 1.572.423.278	€ 1.572.423.278	€ 1.769.591.288	€ 1.769.591.288	€ 2.136.784.015	€ 2.136.784.015	€ 1.516.823.967	€ 1.516.823.967
Totex	€ 2.466.857.239	€ 2.809.527.329	€ 3.067.706.513	€ 3.309.657.041	€ 3.182.704.290	€ 3.560.668.255	€ 3.425.242.300	€ 3.814.548.765	€ 4.685.418.741	€ 5.213.843.672	€ 3.557.631.338	€ 3.880.936.931

L = Lage inschatting H= Hoge inschatting

Maatschappelijk – Operationele kosten

OPEX (jaar 1)	A1 Alle woningen warmte via WarmtelinQ en piekgasketels		A2 Bestaande net collectieve gasketel en rest all-electric		A3 Bestaande net geothermie en rest all-electric		A4 Bestaande net 10 jr collectieve gasketel daarna 20 jr Geo en rest all electric		A5 Bestaande net 10 jr collectieve gasketel daarna alles 20 jr all electric		A6 Alles all electric	
	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H
Onderhoud warmtenet	€ 3.839.641	€ 4.607.570	€ 0	€ 0	€ 300.000	€ 360.000	€ 300.000	€ 360.000	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
Onderhoud afleversets woningen	€ 2.093.238	€ 2.511.886	€ 4.410.752	€ 5.292.902	€ 4.410.752	€ 5.292.902	€ 4.410.752	€ 5.292.902	€ 7.475.850	€ 8.971.020	€ 7.475.850	€ 8.971.020
Onderhoudskosten Geothermie	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 9.379.500	€ 13.131.300	€ 9.379.500	€ 13.131.300	€ 9.379.500	€ 13.131.300	€ 0	€ 0
Onderhoudskosten Warmtepomp	€ 0	€ 0	€ 3.510.000	€ 4.212.000	€ 3.510.000	€ 4.212.000	€ 3.510.000	€ 4.212.000	€ 5.985.000	€ 7.182.000	€ 5.985.000	€ 7.182.000
Onderhoudskosten gasketel	€ 1.404.000	€ 1.684.800	€ 678.000	€ 811.200	€ 0	€ 0	€ 678.000	€ 811.200	€ 416.000	€ 499.200	€ 0	€ 0
Onderhoudskosten Restwarmte aansluiting	€ 456.084	€ 684.126	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
Opex vaste kosten	€ 0	€ 0	€ 2.883.623	€ 4.325.435	€ 2.883.623	€ 4.325.435	€ 2.883.623	€ 4.325.435	€ 4.916.947	€ 7.375.421	€ 4.916.947	€ 5.900.337
Elektra inkoop kosten	€ 861.695	€ 1.723.389	€ 9.335.583	€ 18.671.166	€ 10.719.663	€ 21.439.327	€ 10.246.162	€ 20.492.324	€ 10.246.162	€ 20.492.324	€ 12.766.641	€ 15.319.970
Kosten inkoop Gas	€ 7.573.073	€ 15.146.145	€ 10.426.627	€ 20.853.253	€ 762.924	€ 1.525.848	€ 4.068.927	€ 8.137.855	€ 4.068.927	€ 8.137.855	€ 0	€ 0
Kosten externe warmte	€ 4.775.968	€ 9.551.932	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
Kosten CO2 beprijzing	€ 2.959.832	€ 3.699.790	€ 5.257.168	€ 6.571.460	€ 2.324.685	€ 2.905.856	€ 3.327.903	€ 4.159.878	€ 3.327.903	€ 4.159.878	€ 2.467.721	€ 2.961.265
Verzekeringen	€ 1.715.731	€ 1.667.303	€ 2.644.516	€ 2.908.967	€ 3.025.828	€ 3.328.411	€ 3.110.328	€ 3.421.361	€ 4.796.706	€ 5.276.377	€ 4.353.893	€ 5.224.672
Beheerkosten	€ 4.002.072	€ 4.402.279	€ 1.641.158	€ 1.805.273	€ 1.641.158	€ 1.805.273	€ 1.641.158	€ 1.805.273	€ 1.641.158	€ 1.805.273	€ 0	€ 0
OPEX 30 jaar	€ 890.439.903	€ 1.376.976.572	€ 1.223.562.776	€ 1.963.549.703	€ 1.168.743.974	€ 1.749.790.540	€ 1.306.630.587	€ 1.984.485.860	€ 1.567.624.595	€ 2.310.919.454	€ 1.138.981.601	€ 1.366.777.921

L = Lage inschatting H= Hoge inschatting

Figuur c: Bijgestelde items als gevolg van een andere zienswijze

Geen isolatie bij WLQ+

Bijstelling

Onder andere in het klimaatakkoord en door de woningcorporaties is afgesproken dat huizen geïsoleerd moeten worden. Dat houdt in dat ook bij de aanleg van een MT-warmtenet er geïsoleerd zal worden. Een situatie doorrekenen zonder isolatie draagt niet bij aan een beter inzicht.

Isolatie zorgt niet alleen voor beperking van de warmtevraag, maar levert ook een comfortabeler huis op.

Effect

Het effect van isoleren bij het WLQ+ scenario is een verhoging van de Totex met 177 M€.

Discussie

Isoleren bij WLQ+ heeft niet alleen impact op de post 'Isolatie'. Voor de duidelijkheid is deze post overigens gesplitst in 'Isolatie' en 'Afgiftesysteem'.

We gaan er vanuit dat bij isolatie in het WLQ+ scenario er meer woningen op WarmtelinQ zullen worden aangesloten, omdat de beschikbare warmte gebruikt zal worden. Voor een goed vergelijk kijken we wat de invloed daarvan is op de 50.000 WEQ waar de Haskoning-studie over gaat.

Per Capex- en Opex-item hebben we gekeken of de investering of de operationele kosten meestijgen met het grotere aantal woningen (WEQs). Als ze niet meestijgen, dan blijft de post gelijk voor de 50 000 woningen. Als ze wel meestijgen, dan zijn de investering of operationele kosten verdeeld over alle aansluitingen inclusief de extra woningen die WLQ-warmte krijgen. In dat geval dalen de kosten voor de 50 000 woningen die in deze studie als basis is genomen.

Bij sommige items – zoals 'Verzekeringen' – zal er een toename zijn voor de nieuwe aansluitingen, maar zal ook een gedeelte constant zijn (de verzekering voor het transportnet dat gelijk blijft). In die gevallen gaan we er uit voorzichtigheid vanuit dat de totale kosten constant zijn en dus verdeeld worden over meer aansluitingen.

BIJLAGE B. ANDERE OVERWEGINGEN

Kostenoverschrijdingen en toerekening 'sunk costs'

Op 13 mei 2025 meldde het Ministerie van KGG⁵⁰ dat de projectkosten voor het gehele WarmtelinQ project toenemen tot € 1,1 miljard, een overschrijding die voor een groot deel het WLQ+ tracé (Rijswijk-Leiden) betreft. Haskoning schat de kosten voor WLQ+ in op € 435 - 478 miljoen. De expertgroep heeft met Gasunie een discussie gehad in hoeverre de gemelde kostenoverschrijding is meegenomen in het rapport. Gasunie gaf daarbij aan dat de verwachte meerkosten al zijn meegerekend in de studie. Om die reden wordt geen bijstelling gedaan op deze post.

Wel vindt de expertgroep dat voor een correcte vergelijking van de nationale kosten eigenlijk ook een deel van de kosten van het hoofdtraject Rijnmond-Rijswijk, namelijk de extra dimensionering die nodig is om ook WLQ+ te realiseren, zou moeten worden meegenomen. Gasunie gaf aan dat het Haskoning rapport vooral diende als onderbouwing voor de investeringsbeslissing voor het vervolgtraject, en dat het originele traject daarom als 'sunk cost' is aangemerkt.

De expertgroep heeft daar begrip voor, maar merkt op dat het rapport nu vooral gebruikt wordt als voorbeeld van de lagere nationale kosten van warmtenetten. De expertgroep vindt dat binnen deze discussie de additionele kosten in het originele traject wel degelijk relevant zijn.

De kosten voor het totale project worden namelijk ook verdeeld over alle aangesloten gebruikers en worden betaald via uiteindelijke eindgebruikerskosten (minus eventuele subsidies). Zo verklaren de hoge transportkosten van WarmtelinQ veel beter het verschil in eindgebruikerskosten dan eventuele toerekening van verzwarende van het elektriciteitsnet of subsidies voor warmtepompen en isolatie. De expertgroep heeft de extra toe te rekenen kosten echter niet goed kunnen kwantificeren, en maakt daarom een inschatting die niet in de uiteindelijke bijstellingen is meegenomen.

Inschatting effect: 50 – 100 M€ extra in het WLQ+ scenario (Totex)

Kosten externe warmte

Haskoning gaat in de berekeningen uit van een lage bronprijs voor rest- of aftapwarmte (€ 5,58 / GJ)⁵¹. De door Haskoning toegerekende totale kosten voor externe warmte zijn onvoldoende om, uitgaande van deze prijs en samen met de piekketels op aardgas, genoeg warmte te kunnen leveren. Dat suggereerde een inconsistentie in het rapport, maar dat bleek niet het geval. De expertgroep heeft bij Gasunie nagevraagd waar de warmteprijs en de totale kosten voor externe warmte op zijn gebaseerd. Gasunie gaf aan dat de inkoopprijs is gebaseerd op een recente opgave van de warmteaanbieder(s), waaronder in ieder geval de Afvalverbranding Rijnmond (AVR). Er is daarnaast ook uitgegaan van een substantieel aandeel gratis restwarmte (43% van de warmtevraag) die via het 'ophaalrecht' in de nieuwe Wet Collectieve Warmte wordt verkregen van nog te realiseren bronnen (bijvoorbeeld Shell Pernis). Uitgaande van het deel van de warmtevraag uit aardgas (28%), wordt daarmee 29% van de warmtevraag voorzien door bronnen die daarvoor een vergoeding ontvangen (met name de AVR)⁵².

⁵⁰ [KGG].

⁵¹ p18 van [RHDHV].

⁵² Navraag Gasunie per mail 22-09-2025.

Deze aanvullende informatie is een welkome aanvulling op het rapport waarin deze nadere toelichting ontbrak. De totale kostenpost bleek hiermee verklaarbaar, bijstelling is niet nodig.

De expertgroep merkt wel op dat het op dit moment nog onzeker is hoe het ophaalrecht in de praktijk uitgewerkt gaat worden en merkt op dat zowel hogere als lagere kosten voor externe warmte een flinke impact kunnen hebben op de businesscase van WLQ+ en daarmee op de eindgebruikerskosten. Voor het gebruikmaken van het ophaalrecht moeten warmtebronnen van voldoende hoge temperatuur gevonden worden die op lange termijn niet door de industrie zelf gebruikt zullen gaan worden. Doordat de industrie zelf ook gaat verduurzamen voorziet de expertgroep twee belangrijke onzekerheden:

1. De ca. 100 - 120 °C die voor WLQ+ bij de bron nodig is, is ook waardevol voor een verduurzamende industrie. Via Mechanical Vapor Recompression (MVR) en gesloten warmtepompen kan die warmte in het proces teruggebracht worden, wat op dit moment al een van de meest rendabele verduurzamingsopties voor de industrie is.
2. Wellicht is daarmee uiteindelijk ook voor WLQ+ een warmtepomp bij de bron nodig om de restwarmte op het juiste temperatuurniveau te brengen. Dit betekent dat er hiervoor kosten (installatie + elektriciteit) per GJ gemaakt worden. Dat geldt zeker voor het toekomstige scenario's van restwarmte uit elektrolyse voor waterstofproductie.

De expertgroep verwacht dat tijdens de volloophase nog met name aftapwarmte van de AVR zal worden gebruikt, maar moedigt een snelle overstap naar gratis restwarmte aan om hiermee de kosten te kunnen verlagen. Aan de andere kant vindt de expertgroep dat er rekening gehouden moet worden met een scenario waarin ook in de toekomst voor alle (rest)warmte een inkoopprijs betaald moet worden. De expertgroep rekent daarbij met dezelfde prijs als voor de inkoop externe warmte. De expertgroep vindt het op dit moment nog te onzeker om een bijstelling op deze post mee te nemen.

Inschatting effect: 126 M€ minder tot 212 M€ extra in het WLQ+ scenario (Totex)

Koelvraag

In het WLQ+-scenario is er geen realistische mogelijkheid tot koeling. Het all-electric scenario biedt in de meeste gevallen wel een koelingsmogelijkheid, zeker als er aanpassingen worden gedaan aan het afgiftesysteem. Additionele nationale kosten door het installeren van airco's worden daarmee voorkomen.

De expertgroep is van mening dat koeling in een nationale kostenvergelijking meegenomen moet worden. Zonder aanvullend beleid zal in 2050 naar schatting in 62% van de woningen minimaal één airco geïnstalleerd zijn⁵³.

De expertgroep vindt dit percentage nog wel vrij onzeker en bovendien kan door andere maatregelen (zonwering en vergroening van de stedelijke omgeving) het aantal geïnstalleerde airco's voor koeling worden verlaagd. Vanwege deze redenen nemen we deze kosten niet mee in de uiteindelijke bijstellingen.

Inschatting effect: 50 - 150 M€ extra in het WLQ+ scenario

⁵³ p11 van [\[CE 2023\]](#).

Netverzwaring voor één extreem koude dag per 50 jaar: niet doelmatig

De expertgroep heeft de benodigde pieklast van het elektriciteitsnet geanalyseerd en concludeert dat deze nog verder beperkt kan worden. Haskoning baseert de maximale netbelasting namelijk op een extreem koud-weer-scenario (-13 °C). Deze temperatuur is in de regio Leiden in de afgelopen 50 jaar slechts één etmaal bijna gehaald⁵⁴.

In dit zeldzame scenario wordt de extra belasting (ca 1,3 kW per woning) niet veroorzaakt door de warmtepomp zelf (die draait al op maximale capaciteit), maar door het inschakelen van de elektrische bijverwarming. Haskoning rekent de volledige kosten toe voor een permanente verzwaring van het elektriciteitsnet om een piek op te vangen die statistisch gezien eens in de 50 jaar voorkomt.

Het expertteam vindt dit niet doelmatig. Het is onevenredig kostbaar om de infrastructuur permanent te dimensioneren op een dergelijk zeldzaam incident. Deze incidentele piekbelasting kan, indien deze zich al voordoet, worden opgevangen met een minimale vorm van slimme aansturing of gedragsaanpassing, bijvoorbeeld het kortstondig uitsluiten van de bijverwarming in de piekuren of uitstellen of verplaatsen van het laden van elektrisch vervoer (EV's).

Het is daarnaast aannemelijk dat op deze extreem koude dag de totale capaciteit van het elektriciteitsnet verhoogd is doordat kabels en transformatoren beter worden gekoeld. Als deze niet-doelmatige 'diepvrieskou'-piek uit de berekening wordt verwijderd, dan daalt de benodigde netverzwaring per woning significant (naar 2,8 kW).

Doordat deze eis lijkt voort te komen uit de huidige eisen voor het gasnetwerk en er een wetsaanpassing voor moet worden doorgevoerd wordt deze aanpassing echter niet meegenomen in de uiteindelijke vergelijking.

Inschatting effect: 110 - 140 M€ minder in het all-electric scenario

Netverzwaring kan voorkomen worden door slimme aansturing van warmtepompen

Haskoning raamt de kosten voor netverzwaring op 246 - 307 M€, wat neerkomt op € 5 000 - 6 000 per woning⁵⁵. Een recente studie van CE Delft (2024), waarnaar Haskoning verwijst, rekent met significant lagere kosten van € 1 600 - 2.500 per woning⁵⁶. CE Delft gaat daarbij uit van een aanname over het gelijktijdig additioneel piekvermogen⁵⁷ en van gemiddelde netverzwaringskosten per additionele kW.

De analyse van Haskoning gaat uit van een energiesysteem waarin alle warmtepompen tijdens piekuren gelijktijdig op vol vermogen draaien en alle elektrische elementen mee verwarmen, uitgaande van het worst case scenario. Dit is een aanname die de nationale kosten van het all-electric scenario onnodig opdrijft.

Haskoning negeert de impact van slimme aansturing. De realiteit is dat een warmtepomp steeds meer een flexibel en intelligent aanstuurbaar apparaat is. Door deze flexibiliteit niet mee te rekenen, worden

⁵⁴ Op 14 januari 1987, gemiddeld -12,8 °C op vliegveld Valkenburg - waarschijnlijk minder koud in stedelijk gebied door het warmte-eilandeffect)

⁵⁵ [RHDHV]: p10 (tabel). 246 - 307 M€ voor 50 000 woningen, € 5 000 - 6 000 per woning. In de samenvatting wordt overigens een bedrag van € 4 000 per WEQ gemeld.

⁵⁵ [CE 2024], Bijlage A.3. Bij additioneel gelijktijdig piekvermogen alle buurten NL: 1,6 - 2,5 kW / WEQ, kental kosten netverzwaring 1 miljoen euro / MVA = ongeveer € 1 000 / kW).

⁵⁶ Gelijktijdig additioneel piekvermogen, het maximale piekvermogen van alle warmtepompen op enig moment in een wijk of buurt. De warmtepompen draaien zelden allemaal tegelijkertijd op maximaal vermogen dus de optelsom is lager dan de som van alle individuele piekvermogens.

de kosten voor netverzwaring onnodig hoog ingeschat. Slimme aansturing, in combinatie met tijdsafhankelijke prijsprikkels kan de noodzaak voor specifieke netverzwaring voor warmtepompen grotendeels of zelfs volledig voorkomen:

- Gedurende het grootste deel van het jaar: De warmtepomp draait op een lage capaciteit. Het is dan eenvoudig mogelijk om de pomp tijdens de piekuren (ca 17:00 - 19:00) uit te schakelen, zonder comfortverlies. De belasting past hiermee waarschijnlijk binnen het huidige elektriciteitsnet.
- Gedurende de koudere periodes: wanneer de warmtepomp meer vermogen vraagt, kan dit intelligent worden ingepast. De gelijktijdige vraag van bijvoorbeeld het opladen van een elektrische auto kan dan naar een ander moment (bijvoorbeeld overdag, bij zonneschijn) worden verschoven. De benodigde netcapaciteit voor het all-electric scenario is daardoor niet significant hoger dan de capaciteit die de komende jaren al gerealiseerd wordt voor de groei van zonnepanelen en elektrisch vervoer. De extra door Haskoning berekende netverzwarkosten zijn in een modern energiesysteem daarmee (vrijwel) niet aan de orde.

Slimme aansturing van warmtepompen wordt nog niet standaard toegepast en de expertgroep heeft om die reden geen bijstelling voorgesteld. Het is echter een waarschijnlijke ontwikkeling, waarvan het onwenselijk is deze buiten beschouwing te laten in een analyse die 30 jaar vooruitkijkt. De aanbeveling is om deze ontwikkeling in een herziening mee te nemen.

Inschatting effect: 110 - 140 M€ minder in het all-electric scenario

Netverzwaring minder duur door monitoring en batterijen

De analyse van Haskoning gaat uit van kosten voor verzwaring van het elektriciteitsnet, zoals die door de netbeheerders zijn aangeleverd. In deze kosten wordt uitgegaan van verzwaring door aanleg van meer elektriciteitskabels en transformatoren. Hoewel dat een valide uitgangspunt is, zijn er ook andere mogelijkheden⁵⁸ om eenzelfde vermogensvraagtoename bij eindgebruikers op te vangen.

Ten eerste zou betere monitoring van de temperatuur van elektriciteitsleidingen en transformatoren kunnen resulteren in minder overcapaciteit. Als je niet weet welk onderdeel onder welke omstandigheden de zwakste schakel kan worden, dan neem je het zekere voor het onzekere. De huidige overcapaciteit om die onzekerheid te compenseren, kan dan nuttig worden ingezet. Daarnaast kan door monitoring beter worden ingeschat welk gedeelte van het elektriciteitsnet als eerste verzwaring nodig heeft.

Ten tweede zou de inzet van batterijen de kosten aanzienlijk kunnen verlagen, vooral omdat de prijs van batterijen razendsnel daalt⁵⁹. In het geval van warmtepompen zouden buurtbatterijen het aantal benodigde extra transformatorhuisjes aanzienlijk kunnen verminderen. Ook de verwachte toename van thuisbatterijen en de inzet van elektrische auto's als tijdelijke opslag (V2G; Vehicle to Grid) kunnen dat effect hebben. De verwachting is dat door monitoring en de inzet van batterijen de kosten voor het verzwaren van het elektriciteitsnet met een derde tot de helft kunnen worden verminderd.

Inschatting effect: 78 – 118 M€ minder in het all-electric scenario

⁵⁸ [\[SM 2024\]](#).

⁵⁹ [\[AH 2024\]](#).

BIJLAGE C. GEBRUIKTE BEGRIPPEN

Afgiftesysteem

Het systeem in een woning of bedrijf waarmee de warmte wordt afgegeven om een ruimte te verwarmen. Voorbeelden zijn radiatoren of vloerverwarming.

Afleverset

Een apparaat dat bestaat uit een warmtewisselaar en een warmtemeter. Met de warmtewisselaar wordt de warmte van het warmtenet overgedragen op het verwarmingssysteem van het gebouw. De warmtemeter meet hoeveel warmte het gebouw gebruikt.

<https://ennatuurlijk.nl/thuis/warmte-en-koude/inspiratie/wat-een-afleverset-en-hoe-werkt-het>

Airco

Airconditioning. In dit document beperkt tot het gebruik van een lucht-lucht warmtepomp. In de zomer kan deze warmtepomp koelen. In de winter kan de warmtepomp ook gebruikt worden voor (bij)verwarming.

<https://nl.wikipedia.org/wiki/Airconditioning>

All-electric scenario

Het scenario waarbij woningen en gebouwen verwarmd worden met lucht-water warmtepompen.

Aquathermie

Aquathermie is de verzamelterm voor duurzaam verwarmen en koelen met water. Het gaat om warmte en koude uit oppervlaktewater (TEO), afvalwater (TEA) en drinkwater (TED).

https://www.nvde.nl/veelgestelde_vragen/wat-is-aquathermie

Capex

Capital expenditures of kapitaaluitgaven; investeringen.

<https://nl.wikipedia.org/wiki/CAPEX>

Eindgebruiker

De gebruiker van de warmte: particulieren en bedrijven.

Eindgebruikerskosten

De kosten die de eindgebruiker betaald inclusief belastingen en subsidies.

EU ETS

Europese Unie Emissions Trading System; het Europese systeem voor emissiehandel.

https://nl.wikipedia.org/wiki/Europees_systeem_voor_emissiehandel

HS-net

Hoogspanningsnet; Het hoogspanningsnet verzorgt het regionale en (inter)nationale transport van elektriciteit. Het regionale transport werkt op 110 kV of 150 kV; het koppelnet voor (inter)nationaal transport werkt op 220 kV of 380 kV.

<https://www.hoogspanningsnet.com/hetnet/regionaal-transportnet>

<https://www.hoogspanningsnet.com/hetnet/koppelnet>

HT-warmtenet

Hoge temperatuur warmtenet. Een HT-warmtenet transporteert water van meer dan 75 °C.

<https://www.nplw.nl/veelgestelde-vragen/wat-is-een-warmtenet>

Leegloops scenario

Het in de tijd afnemen van het aantal aansluitingen op een warmtenet, met name bij de beëindiging van het warmtenet.

LS-net

Laagspanningsnet; Het deel van het elektriciteitsnet dat werkt op laagspanning (400 V / 230 V). Dit is de toegang tot het elektriciteitsnet voor huishoudens en kleine bedrijven.

<https://www.hoogspanningsnet.com/hetnet/laagspanning>

LT-afgiftesysteem

Lage temperatuur afgiftesysteem. De temperatuur in het afgiftesysteem is 25 – 40 °C.

LT-warmtenet

Lage temperatuur warmtenet. Een LT-warmtenet transporteert water van 30 - 55 °C.

<https://www.nplw.nl/veelgestelde-vragen/wat-is-een-warmtenet>

Maatschappelijke kosten

De optelsom van alle kosten voor de (Nederlandse) samenleving van een specifiek systeem. In tegenstelling

tot de Nationale kosten wordt hier bijvoorbeeld ook het effect op gezondheid meegenomen.

<https://www.rijksfinancien.nl/beleidsevaluatie/evaluatiestelsel/MKBA>

Marginale kosten

De kosten die gemaakt worden bij de toename met één eenheid.

https://nl.wikipedia.org/wiki/Marginale_kosten

MS-net

Middenspanningsnet; Het deel van het elektriciteitsnet dat werkt op laagspanning (3 – 24 kV). De link tussen het hoogspanningsnet en het laagspanningsnet. Bedrijven die veel elektriciteit gebruiken zijn direct aangesloten op het MS-net.

<https://www.hoogspanningsnet.com/hetnet/middenspanning>

MT-afgiftesysteem

Midden temperatuur afgiftesysteem. De temperatuur in het afgiftesysteem is 50 – 70 °C.

MT-warmtenet

Midden temperatuur warmtenet. Een MT-warmtenet transporteert water van 55 - 75 °C.

<https://www.nplw.nl/veelgestelde-vragen/wat-is-een-warmtenet>

Nationale kosten

De optelsom van alle investeringskosten en operationele kosten voor een specifiek systeem (scenario), inclusief de kosten die voor rekening komen van de samenleving. Dat is hetzelfde als de totale kosten van een specifiek systeem zonder belastingen en subsidies.

https://ce.nl/wp-content/uploads/2024/10/CE_Delft_240049_Basisrun_nationale_kosten_warmtetransitie-.pdf

Netverzwaring

De verzwaring van het elektriciteitsnet. Het betreft het LS-net, MS-net en HS-net.

Ontdooicyclus

Wanneer de buitentemperatuur lager dan 5 °C wordt, dan bevriest de luch-water warmtepomp. De warmtepomp moet ontdooid worden voor een goede werking. Dit vergt enige tijd.

<https://klimaatproductenkiezen.eu/glossarium/ontdooicyclus>

Opex

Operating expenditures of operationele uitgaven; terugkerende – vaak jaarlijkse – kosten.

[https://nl.wikipedia.org/wiki/OPEX_\(boekhouding\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/OPEX_(boekhouding))

Piekketel

Een voorziening die water verwarmt. In het WLQ+ scenario wordt het water met aardgas verwarmd.

Bijvoorbeeld: <https://www.bosch-industrial.com/nl/nl/ocs/utiliteit-industrie/unimat-ut-l-ketel-669463-p>

Piekvermogen

Vermogen – in dit geval warmte – dat nodig is om pieken in de vraag op te vangen.

Restwarmte

Warmte die vrijkomt bij industriële processen en niet hergebruikt wordt in het industriële proces.

<https://nl.wikipedia.org/wiki/Restwarmte>

<https://www.nplw.nl/warmtenet/warmtebronnen/restwarmte>

Rijnland Energie

Een samenwerkingsverband van lokale energiecoöperaties in de RES regio Holland Rijnland.

<https://www.rijnlandenergiecooperatie.nl>

Sunk costs

Verzonken kosten. Kosten die al gemaakt zijn. Deze kosten moeten geen invloed hebben op operationele economische beslissingen. De kosten zijn al gemaakt en zullen dat in ieder scenario zijn.

https://nl.wikipedia.org/wiki/Verzonken_kosten

TEA

Thermische energie uit afvalwater.

TED

Thermische energie uit drinkwater.

TEO

Thermische energie uit oppervlaktewater.

Totex

Total expenditures of totale uitgaven. De totale uitgaven (Capex en Opex) over een bepaalde periode.

<https://blog.se.com/industry/machine-and-process-management/2024/02/15/capex-or-opex-how-about-totex-time-for-a-fundamental-rethink>

Transformator

Een elektrisch apparaat dat wordt toegepast voor het verhogen of verlagen van een wisselspanning. In dit document gaat het om transformators tussen het LS- en MS-net en tussen het MS- en HS-net.

<https://nl.wikipedia.org/wiki/Transformator>

Uniper centrale

De Uniper elektriciteitscentrale in Leiden. De restwarmte van deze centrale wordt gebruikt in het stadswarmtenet van Vattenfall.

https://nl.wikipedia.org/wiki/Energiecentrale_Leiden

Vesta MAIS

Een ruimtelijk energiemodel voor de gebouwde omgeving van het PBL, ontwikkeld en gedeeltelijk onderhouden door CE Delft.

<https://www.pbl.nl/publicaties/het-vesta-mais-ruimtelijk-energiemodel-voor-de-gebouwde-omgeving-algemene-beschrijving>

Volloopsценario

Het in de tijd toenemen van het aantal aansluitingen op een warmtenet in een bepaald gebied.

<https://www.nplw.nl/warmtenet/financiering-warmtenetten/risicos-bij-de-ontwikkeling-van-een-warmtenet>

WarmtelinQ

De transportleiding die warmte van de Rotterdamse haven vervoert naar huizen en bedrijven in Zuid-Holland (regio Delft, Den Haag, Leiden).

<https://www.warmtelinq.nl>

WarmtelinQ+

Het traject van WarmtelinQ tussen Rijswijk en Leiden.

WLQ+

Afkorting voor WarmtelinQ+.

Warmtetransitie

De overgang naar klimaatneutrale verwarming (aardgasvrij) van gebouwen.

<https://www.transitiepaden.nl/post/wat-is-de-warmtetransitie>

WEQ

Woningequivalent. In de Haskoningstudie komt een woningequivalent overeen met een bepaalde hoeveelheid warmte per jaar (GJ / jaar) die wordt gebruikt voor woningen en bedrijven.

ZLT-warmtenet

Een zeer lage temperatuur warmtenet dat water van 10 - 30 °C transporteert.

<https://www.nplw.nl/veelgestelde-vragen/wat-is-een-warmtenet>

Zonthermie

Thermische energie (warmte) van de zon.

<https://www.nplw.nl/warmtenet/warmtebronnen/zonnewarmte>

Zon-PV

Photo Voltaïse panelen die gebruik maken van de zon: zonnepanelen.

Zie ook [\[ZPV 2025\]](#).

BIJLAGE D. GEBRUIKTE BRONNEN

[AH 2024]:

Auke Hoekstra (16 juni 2024), Batteries: how cheap can they get?
<https://aukehoekstra.substack.com/p/batteries-how-cheap-can-they-get>

[Averfalk]:

H. Averfalk and S. Werner (15 februari 2020), "Economic benefits of fourth generation district heating," *Energy*, vol. 193, p. 116727, doi: 10.1016/j.energy.2019.116727.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544219324223>

[BCW]:

Voorstel Besluit Collectieve Warmte (22 april 2024),
<https://www.internetconsultatie.nl/bcw/document/12516>

[CBS1]:

Zonnestroom; vermogen zonnepanelen woningen, wijken en buurten, 2022.
<https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/86044NED/table>

[CBS2]:

Voorraad woningen; eigendom, type verhuurder, bewoning, regio.
<https://www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/82900NED>

[CBS3]: Prijsontwikkeling van warmtepompen 2023-2024 (9 september 2025), <https://www.cbs.nl/nl-nl/longread/rapportages/2025/prijsontwikkeling-van-warmtepompen-2023-2024/4-conclusie>

[CE 2021]:

CE Delft: Katja Kruit, Arno Schroten, Marisa Korteland, Frans Rooijers (september 2021), Nationaal ETS voor gebouwen en transport.
https://ce.nl/wp-content/uploads/2021/09/CE_Delft_210326_Nationaal_ETS_gebouwen_en_transport_DEF.pdf

[CE 2022]:

CE Delft: Emma Koster, Florian Hesselink en Marianne Teng (november 2022), Warmtenetten in Vesta MAIS, Update berekeningsmethoden.
https://ce.nl/wp-content/uploads/2022/11/CE_Delft_210347_Warmtenetten-in-Vesta-MAIS_DEF.pdf

[CE 2023]:

CE Delft: Sinan Senel en Katja Kruit (mei 2023), Kansen voor warmte-koudenetten, Mogelijkheden voor koudelevering met aquathermiesystemen met wko.
https://ce.nl/wp-content/uploads/2023/05/CE_Delft_220429_Kansen-voor-warmte-koudenetten_def-1.pdf

[CE 2024]:

CE Delft: Marianne Teng, Charley Bakker, Florian Hesselink, Katja Kruit, Frans Rooijers, Laurens Vergroesen (december 2024), Het effect van het stagneren van de groei van warmtenetten.
<https://ce.nl/publicaties/het-effect-van-het-stagneren-van-de-groei-van-warmtenetten/>

[CE 2025]:

CE Delft: Florian Hesselink, Benno Schepers en Simone Tanis (maart 2025), Advies validatiesessies individuele installaties en warmtenetten, Actualisatie Startanalyse 2025.
<https://www.pbl.nl/system/files/document/2025-03/pbl-2025-cedelft-advies-validatiesessies-individuele-installaties-en-warmtenetten-5864.pdf>

[Fakton]:

Fakton (21 mei 2021), Visie op de Leidse Energie opgave en de strategische beslissingen die voorliggen in de komende 5-10 jaar.
<https://www.gagoed.nl/greenpaper/pdf/eindrapport-fakton.pdf>

[HWM 2025]:

Verbond van Verzekeraars, Herbouwwaardemeter Woningen 2025.
https://www.verzekeraars.nl/media/soogpuzv/vvv-herbouwwaardemeter_2025_02.pdf

[IEA1]:

Low-temperature district heating: heating our homes at lower cost (27 januari 2021).
<https://www.iea.org/articles/low-temperature-district-heating-heating-our-homes-at-lower-cost>

[IEA2]:

District heating systems,” *E3S Web Conf.*, vol. 246, pp. 1–8, 2021, doi: 10.1051/e3sconf/202124609004. H. Averfalk et al., *Low-temperature district heating implementation guidebook - Final Report of IEA DHC Annex TS2 Implementation of Low-Temperature District Heating Systems*, vol. m, no. November. Stuttgart: IEA DHC Report, 2021.

<https://www.researchgate.net/publication/3547197>.

[KGG 2025a]:

Kamerbrief van het Ministerie van Klimaat en Groene Groei (13 mei 2025), Update financiële tegenvaller WarmtelinQ: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2025/05/13/kamerbrief-update-financiele-tegenvaller-warmteling>

[KGG 2025b]:

Kamerbrief van het Ministerie van Klimaat en Groene Groei (10 oktober 2025), Actualisatie collectieve warmte: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2025/10/10/actualisatie-collectieve-warmte-naar-aanleiding-van-prinsjesdag>

[Klimaataakkoord]:

<https://www.klimaataakkoord.nl/klimaataakkoord>. Gebouwde omgeving:
<https://www.klimaataakkoord.nl/gebouwde-omgeving>

[KEV 2024]:

Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) (2024), Klimaat- en Energieverkenning 2024.
<https://www.pbl.nl/system/files/document/2025-01/pbl-2024-klimaat-en-energieverkenning-2024-5490.pdf>

[NEA]: Actuele tarieven CO₂-heffing industrie.

<https://www.emissieautoriteit.nl/regelgeving/co2-heffing/tarieven-co2-heffing>

[NPE]:

Nationaal Plan Energiesysteem (1 december 2023).
<https://open.overheid.nl/documenten/2f5cbb52-0631-4aad-b3dd-5088fab859c5/file>

[PBL]:

PBL: Joost Gerdes, ECN part of TNO (10 oktober 2019), Korte beschrijving energieprijzenmodel.
https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2019-kev-rekensysteem-korte-modelbeschrijving-energieprijzen_3834.pdf

[PBL Startanalyse]:

PBL (2025), Startanalyse aardgasvrije buurten – 2025.
<https://startanalyse.pbl.nl>

[PZH 2025]:

Vergadering Provinciale Statencommissie Economie en Energie (28 mei 2025).
<https://www.zuid-holland.nl/politiek-bestuur/provinciale-staten/nieuws/nieuws/2025/mei/statencommissievergadering-ee-vergadert-28-mei>

[RHKDHV]:

Royal HaskoningDHV (9 april 2025), Maatschappelijke kosten & Eindgebruikerskosten Analyse WarmtelinQ+.
[https://www.warmtelinq.nl/over-warmteling/nieuws/studie-warmtenetten-maatschappelijk-goedkoper-dan-warmtepompen/\\$7087](https://www.warmtelinq.nl/over-warmteling/nieuws/studie-warmtenetten-maatschappelijk-goedkoper-dan-warmtepompen/$7087)

[RW 2020]:

Leercurves.
<https://github.com/RuudvandenWijngaart/VestaDV/blob/Vesta50/model/Kengetallen/Leercurves.dms>

[SM 2024]:

SolarMagazine: Marco de Jonge Baas (15 juni 2024), Het Dilemma | Zet Nederland voldoende in op grote batterijen?
<https://solarmagazine.nl/nieuws-zonne-energie/i37784/het-dilemma-zet-nederland-voldoende-in-op-grote-batterijen>

[TNO 2024]:

TNO Publiek: Jos Sijm (24 april 2024), Verkenning van toekomstige ontwikkelingen en uitdagingen voor een klimaatneutraal elektriciteitssysteem in Nederland, 2030-2050.

<https://www.pbl.nl/system/files/document/2024-04/TNO-2024-verkenning-van-toekomstige-ontwikkelingen-elektriciteitssysteem-in-nederland-2030-2050.pdf>

[WH 2025]:

<https://www.weheat.nl/inzichten/sociale-warmte-tki-urban-energy-plaatst-25-flints>

[WLQ Persbericht]:

[https://www.warmtelinq.nl/over-warmteling/nieuws/studie-warmtenetten-maatschappelijk-goedkoper-dan-warmtepompen/\\$7117](https://www.warmtelinq.nl/over-warmteling/nieuws/studie-warmtenetten-maatschappelijk-goedkoper-dan-warmtepompen/$7117)

[WarmtelinQ 2025]:

Brief WarmtelinQ aan Ministerie KGG en Provincie Zuid-Holland, 7 mei 2025, Document bij besluit Woo verzoek subsidie-aanvraag WarmtelinQ.

<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/publicaties/2025/08/01/document-bij-besluit-woo-verzoeksubsidie-aanvraag-warmtelinq>.

[ZPV 2025]:

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO), Monitor Zon-PV 2025, Ontwikkelingen en realisatie van zon-PV in Nederland.

<https://open.overheid.nl/documenten/c8667f4b-2127-4a8e-acc9-e852cbbf75bf/file>