

1 Achtergronddocument: meta-analyse maatschappelijke (meer)waarde van warmtenetten in Nederland

In dit achtergronddocument – *Meta-analyse Maatschappelijke Waarde van Warmtenetten in Nederland* – bieden wij een gedetailleerd overzicht van de maatschappelijke prestaties van warmtenetten, op basis van een selectie van actuele en relevante rapporten. Onze focus ligt op het ordenen en structureren van deze rapporten, zodat hun onderlinge verbanden zichtbaar worden binnen een samenhangend geheel. Een grondige kwaliteitsbeoordeling van de rapporten, zoals gebruikelijk in een wetenschappelijke meta-analyse, valt buiten de scope van dit onderzoek.

In dit document wordt de prestatie van warmtenetten langs vijf belangrijke maatschappelijke impactgebieden onderzocht: **bedrijfseconomisch**, **macro-economisch**, **energiesysteem**, **duurzaamheid** en **sociaal**. Op basis van deze meta-analyse voeren we een verdiepende modelstudie uit naar de maatschappelijke waarde van warmtenetten. De opzet van deze modelanalyse is gebaseerd op de kennishiaten die we signaleren in de bestaande verzameling rapporten.

- In het **bedrijfseconomische domein** (H2) analyseren we de financiële haalbaarheid van warmtenetten en de bepalende factoren hiervoor.
- Het **macro-economische domein** (H3) richt zich op de invloed van warmtenetten op de maatschappelijke businesscase van de energietransitie en de bredere economische effecten.
- In het **energiesysteemdomein** (H4) onderzoeken we hoe warmtenetten bijdragen aan het verlichten van de netverzwaringsopgave en het ontlasten van het elektriciteitsnet.
- Het **duurzaamheidsdomein** (H5) focust op de milieuprestaties van warmtenetten en vergelijkt deze met de huidige, op aardgas gebaseerde warmtevoorziening.
- Het **sociale domein** (H6) behandelt de prestaties van warmtenetten op sociale indicatoren, zoals de ervaren eerlijkheid van de energietransitie en het maatschappelijk draagvlak.
- Met onze **modelanalyse** (H7) zoomen we in op onderbelichte aspecten en kennishiaten in de bestaande rapporten, en geven we extra inzicht in de maatschappelijke meerwaarde van warmtenetten.
- In het **afsluitende hoofdstuk** (H8) brengen we de deelconclusies samen en beantwoorden we de centrale vraag: *wat is de maatschappelijke (meer)waarde van warmtenetten in Nederland?*

Wij wensen u veel leesplezier.

Met vriendelijke groet,

Team Energie & Klimaat (Ecorys)

Datum:

28 april 2025

Auteurs:

Kurt Kreulen, Maurice Thijsen, Joost Gubbels, Eva Colussi

2 Bedrijfseconomisch

Binnen het **Bedrijfseconomische** impactgebied onderzoeken we hoe de totale kosten per geleverde energie-eenheid van warmtenetten zich verhouden tot haalbare alternatieven.

Warmtebron in grote mate bepalend voor de financiële haalbaarheid van warmtenetten

Volgens TNO (2025) variëren de investerings- en operationele kosten voor warmtenetten sterk, afhankelijk van de gebruikte warmtebronnen. De onderstaande figuren tonen de basisbedragen voor verschillende soorten warmtenetten. Het basisbedrag geeft aan in hoeverre de verwachte inkomsten uit de verkoop van warmte (tegen de marktprijs) niet genoeg zijn om de kosten van de aanleg en exploitatie van een warmtenet te dekken. Dit tekort wordt gecompenseerd door het basisbedrag, waardoor het project financieel haalbaar wordt. Dus hoe hoger het basisbedrag, hoe groter de financiële ondersteuning die nodig is om de businesscase van een warmtenet rendabel te maken.

Warmtenetten hebben doorgaans een langetermijnperspectief, met hoge initiële kosten (voor de aanleg van netwerken en infrastructuur) en lagere operationele kosten naarmate het systeem draait. Het basisbedrag helpt dus om de initiële investeringen sneller en met meer zekerheid terug te verdienen.

Voor aquathermie met warmte-koudeopslag (WKO) is het basisbedrag **€0,0734 per kWh**, terwijl diepe geothermie en industriële restwarmte basisbedragen van respectievelijk **€0,0619** en **€0,0891 – €0,1261 per kWh** hebben. Deze spreiding benadrukt het belang van een zorgvuldige keuze van de warmtebron, met oog voor de specifieke kenmerken van de warmtevraag.

LT-warmtenetten, zoals aquathermie-WKO, hebben meer volume van het transportmedium (water) nodig om gebouwen van warmte te voorzien. Hoewel de investeringskosten voor deze bronnen lager zijn, is het essentieel dat de gebouwen die erop zijn aangesloten goed geïsoleerd zijn. Bij hoge- en mediumtemperatuur-warmtenetten geldt een andere eis: als gebouwen te goed geïsoleerd zijn, kan het net onvoldoende warmte afgeven, wat de afzet en daarmee de businesscase ondermijnt. Voor LT-warmtenetten is isolatie dus een technische vereiste, terwijl het voor HT/MT-warmtenetten meer een financiële randvoorwaarde is.

Figuur 1: Technisch-economische parameters voor aquathermie – geen basislast, met WKO en directe levering (bron: TNO, 2025).

Parameter	Eenheid	Advies SDE++ 2024	Advies SDE++ 2025
Installatiegrootte	[MW]	0,63	0,63
Vollasturen berekening	[uur/jaar]	3.500 warmte + 350 koude	3.500 warmte + 350 koude
Vollasturen subsidie	[uur/jaar]	3500 warmte	3500 warmte
Investeringskosten	[€/kW]	1.038	1.173
Vaste O&M-kosten	[€/kW/jaar]	69	15
SPF - Systeem	-	3,3	3,2
SPF - Warmtepomp	-	4,2	3,9
Variabele O&M-kosten	[€/kWh]	0,0340	0,0271
Elektriciteitsverbruik	[MWh/jaar]	734	767
Basisbedrag	[€/kWh]	0,0928	0,0734
Looptijd subsidie	[jaar]	15	15

Figuur 2: Technisch-economische parameters voor diepe geothermie (basislast) 12-20 MWth (bron: TNO, 2025).

Parameter	Eenheid	Advies SDE++ 2024	Advies SDE++ 2025
Installatiegrootte	[MW]	16	15,7
Vollasturen	[uur / jaar]	6.000	6.000
Investeringskosten	[€/kW]	1.423	1.867
Vaste O&M-kosten	[€/kW/jaar]	93	102
SPF - systeem	[-]	21,7	21,7
Variabele O&M-kosten	[€/kWh]	0,0064	0,0052
Elektriciteitsverbruik	[MWh/jaar]	4.399	4.343
Basisbedrag	[€/kWh]	0,0525	0,0619
Looptijd subsidie	[jaar]	15	15

Figuur 3: Technisch-economische parameters voor de categorieën restwarmtebenutting met hoge-temperatuur warmtepomp (bron: TNO, 2025).

Parameter	Eenheid	Advies SDE++ 2025	Advies SDE++ 2025	Advies SDE++ 2025	Advies SDE++ 2025	Advies SDE++ 2025
Lengte-vermogensverhouding	[m/kWth]	0,0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	≥ 0,4
Referentievermogen	[kWth]	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
Tracélengte	[m]	250	2.750	5.250	7.750	10.250
Vollasturen	[uur/jaar]	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500
Investeringskosten uitkoppeling	[€/kWth]	430	430	430	430	430
Investeringskosten pijpleidingen	[€/kWth]	27	297	568	838	1.108
Investeringskosten warmte-pomp	[€/kWth]	750	750	750	750	750
Investeringskosten overig	[€/kWth]	220	247	274	301	328
Investeringskosten totaal ^a	[€/kWth]	1.427	1.724	2.021	2.319	2.616
Vaste O&M-kosten	[€/kWth/jaar]	133	143	152	162	172
Variabele O&M-kosten ^a	[€/kWthth]	0,0264	0,0267	0,0270	0,0272	0,0275
Basisbedrag	[€/kWthth]	0,0891	0,0983	0,1076	0,1168	0,1261
Looptijd subsidie	[jaar]	15	15	15	15	15
Subsidie-intensiteit ^b	[€/t CO ₂]	362	415	469	523	577
Subsidie-intensiteit (afgetopt)	[€/t CO ₂]	362	400	400	400	400

a) getoond worden afgeronde getallen

b) voor hoge-temperatuur warmte categorieën binnen de SDE++ geldt dat de subsidie-intensiteit afgetopt wordt op 400

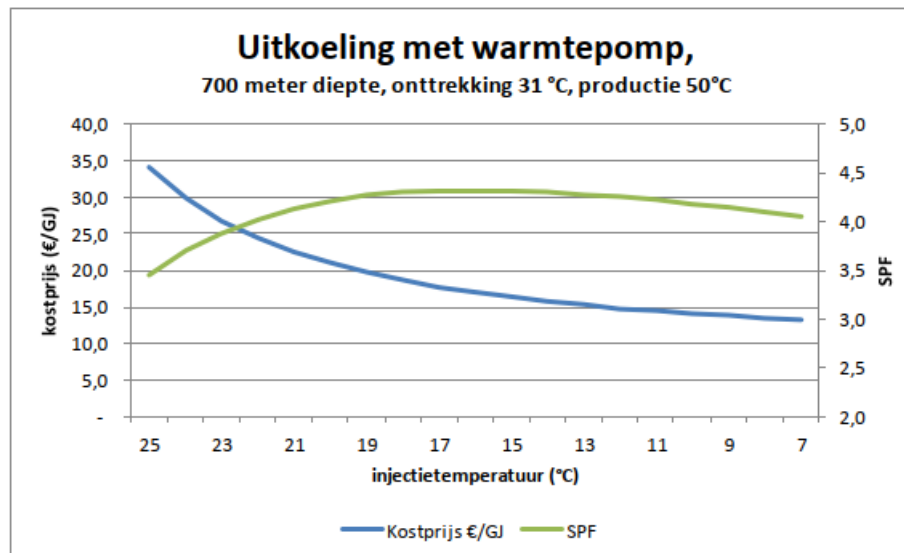
Bij geothermische warmtenetten zijn boordiepte en het niveau van uitkoeling cruciale factoren die de kostprijs van warmte bepalen

In een studie van CE Delft (2018) wordt de businesscase van verschillende systeemconfiguraties van (zeer) lagetemperatuur-warmtenetten (ZLT/LT-netten) op basis van

lagetemperatuurgeothermie (LTA) geanalyseerd. Afhankelijk van de boordiepte varieert de kostprijs voor warmteproductie op circa 50 °C tussen **15 en 18 €/GJ**, wat neerkomt op **54 tot 65 €/MWh**.

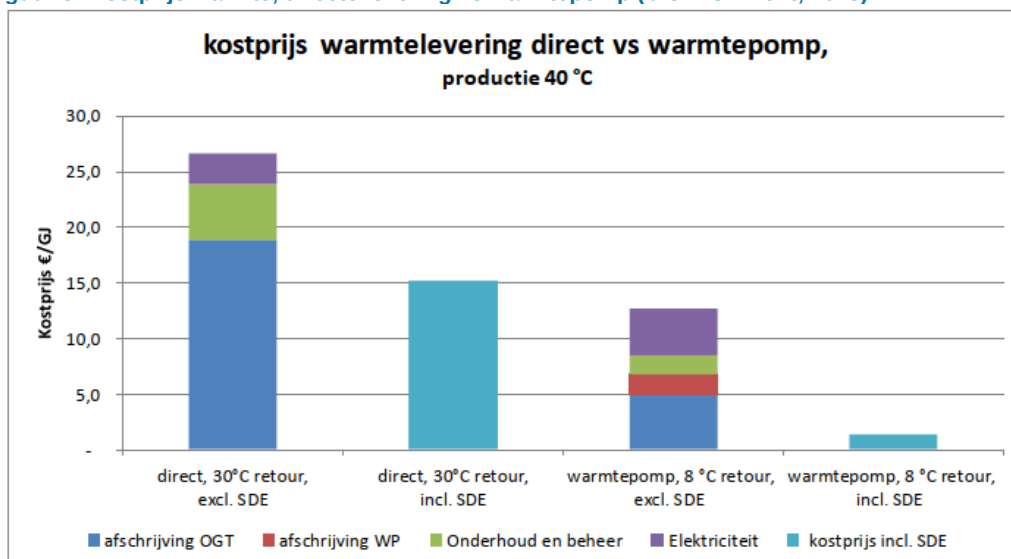
De mate van uitkoeling (het verschil tussen aanvoer- en retourtemperatuur) die door de warmtepomp wordt gerealiseerd, heeft hierbij een significante invloed op de uiteindelijke kostprijs. In het algemeen geldt: hoe verder de aardwarmte met behulp van een warmtepomp wordt afgekoeld, des te lager de kostprijs per geproduceerde GJ warmte.

Figuur 4: Kostprijs en SPF in relatie tot uitkoeling aardwarmte (bron: CE Delft, 2018).



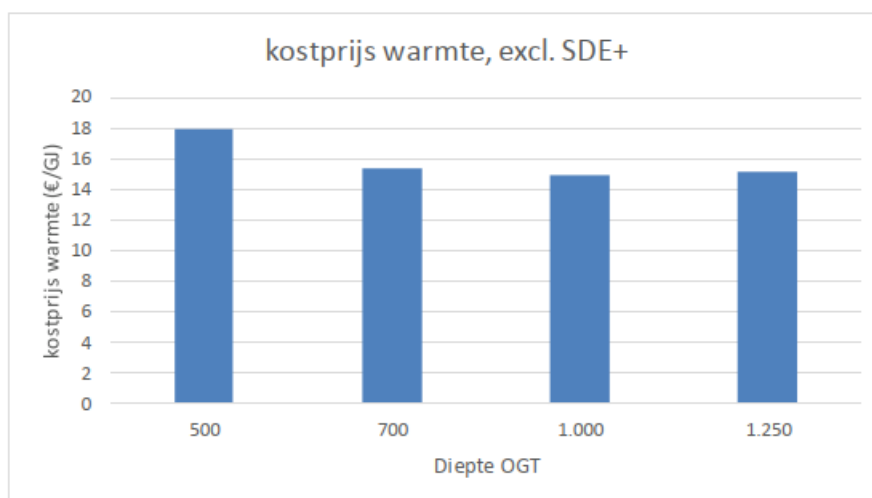
Warmte uit lagetemperatuuraardwarmte (LTA) kan, mits de aangesloten gebouwen zijn uitgerust met zeer lagetemperatuur-afgiftesystemen, direct worden ingezet zonder tussenkomst van een warmtepomp. Met warmtepompen kan de onttrokken aardwarmte echter verder worden uitgekoeld, wat leidt tot een hogere benutting van de bron, én tegelijkertijd worden opgewaardeerd in temperatuur, zodat ze geschikt is voor een breder scala aan afgiftesystemen. Het toepassen van warmtepompen bij LTA heeft vrijwel altijd een positief effect op de kostprijs van warmte. Door de diepere uitkoeling neemt de totale hoeveelheid geleverde warmte toe, wat de kosten per eenheid verlaagt. Ondanks de extra investerings- en exploitatiekosten van de warmtepomp resulteert dit – afgezien van eventuele SDE-subsidie – per saldo in een lagere kostprijs voor de geproduceerde warmte.

Figuur 5: Kostprijs warmte, directe levering vs warmtepomp (bron: CE Delft, 2018).



De toepasbaarheid van LTA is afhankelijk van de aanwezigheid van geschikte geologische formaties. Deze kunnen in diepte OGT (ondiepe geothermie), dikte, temperatuur en doorlatendheid lokaal sterk variëren. Door deze variabiliteit is het niet mogelijk om een uniforme kostprijs voor warmte uit LTA vast te stellen.

Figuur 6: Kostprijs warmte (50 graden Celsius), inclusies warmtepomp, excl. SDE+ (bron: CE Delft, 2018).

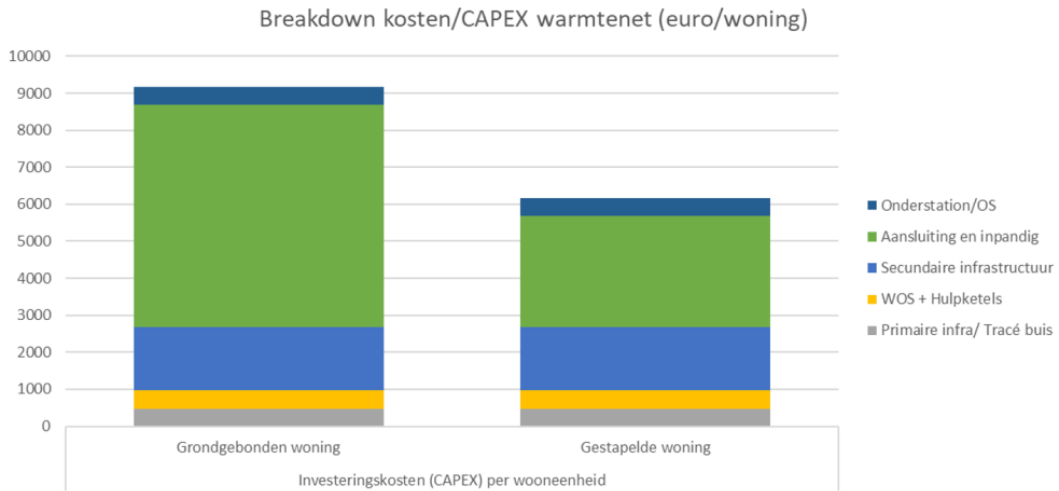


Woningtypologie beïnvloedt warmtenetkosten aanzienlijk

Ook de woningtypologie speelt een significante rol in de bedrijfseconomische haalbaarheid van warmtenetten. Uit TNO (2020) blijkt dat de totale investeringskosten voor grondgebonden woningen gemiddeld **€9.050 per woning** bedragen. Voor gestapelde bouw liggen deze kosten beduidend lager, rond de **€6.050 per woning**. Dit verschil is voornamelijk toe te schrijven aan lagere aansluit- en leidingkosten in appartementsgebouwen.

Deze bevindingen impliceren dat warmtenetten op wijkniveau met name kosteneffectief kunnen worden uitgerold in gebieden met een hoge woningdichtheid. Dit benadrukt het belang van integratie tussen warmtenetontwikkeling en ruimtelijke ordening: hoe gunstiger de woningstructuur, des te sterker de businesscase van warmtenetten.

Figuur 7: Indicatieve breakdown (gemiddelde) kosten per onderdeel van het voorbeeld warmtenet (bron: PBL Vesta-MAIS model (versie 3.0)).



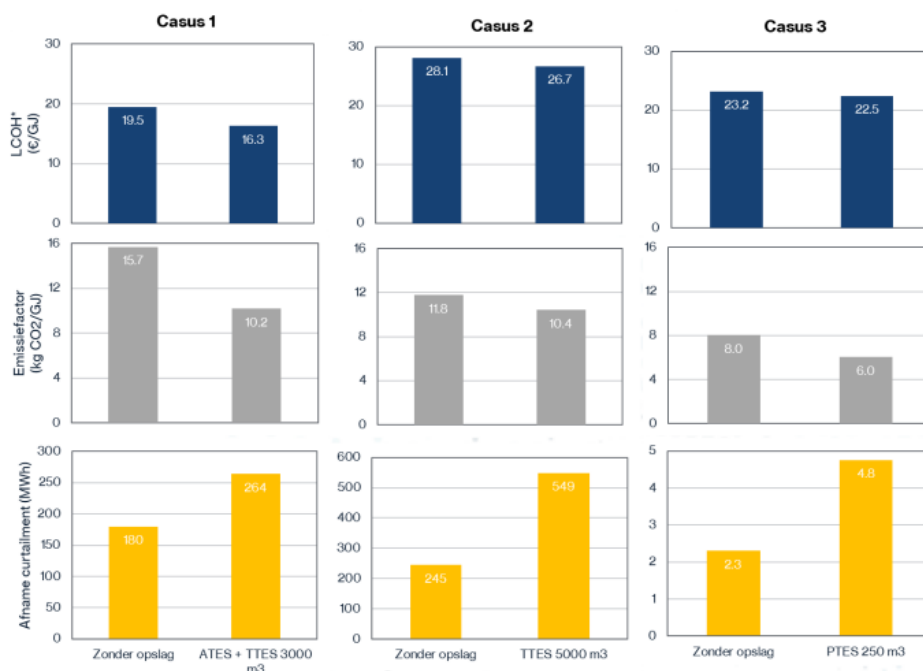
Warmteopslag leidt tot een significante verbetering van de businesscase van warmtenetten

Een derde belangrijke factor voor de kostenefficiëntie van warmtenetten is de inzet van warmteopslag. Kalavasta (2024) toont aan dat het opslaan van warmteoverschotten leidt tot een lagere aardgasvraag en minder behoefte aan piekketels. In configuraties met HT-ATES, PTES of TTES-opslagsystemen van 3.000 tot 5.000 m³ daalt de kostprijs van geleverde warmte in hun casusanalyse van **19,5 €/GJ naar circa 16,3 €/GJ**. Deze besparing is te verklaren door twee effecten: een structurele reductie van het aardgasverbruik, en lagere investeringskosten door een verminderde noodzaak voor aanvullende gasboilers. Gevoeligheidsanalyses tonen aan dat warmteopslag de businesscase van warmtenetten kan verbeteren door de LCOH (*levelised cost of heat*, ofwel totale warmteleveringskosten) te verlagen met **0,7 tot 3,2 €/GJ**, afhankelijk van de gekozen systeemconfiguratie (Kalavasta, 2024).

Figuur 8: Overzicht configuraties van warmtenetten (Bron: Kalavasta, 2024).

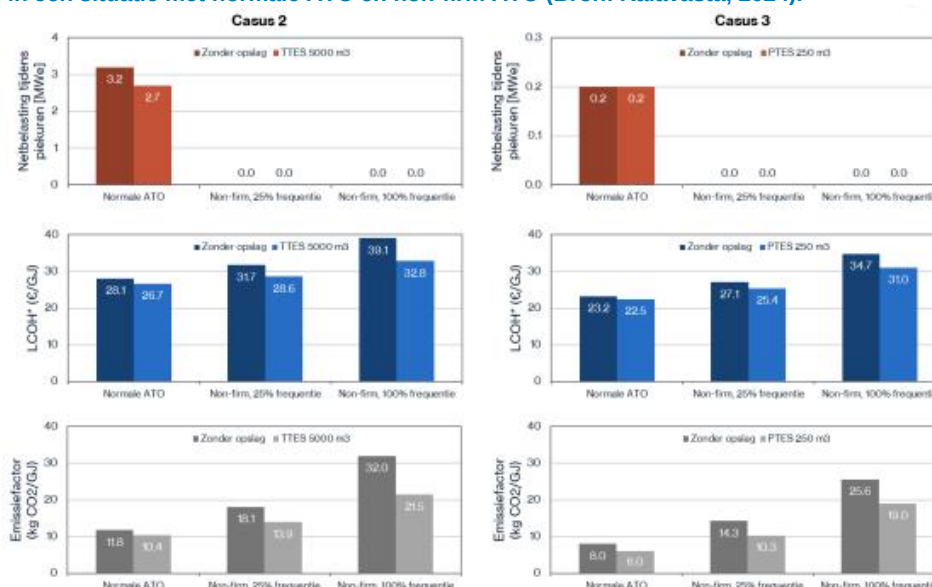
Varianten	Casus 1 bodemafhankelijk	Casus 2 overal mogelijk	Casus 3 WKO-afhankelijk
Warmte opwek	Geothermie, kleine warmtepomp (water/water) en gasketel	Warmtepomp (lucht/water), WKK en gasketel	Warmtepomp (water/water) en gasketel
Warmteopslag	Aquifer Thermal Energy Storage (HT-ATES) en PTES/TTES	Pit Thermal Energy Storage (PTES) of Tank Thermal Energy Storage (TTES)	Pit Thermal Energy Storage (PTES) of Tank Thermal Energy Storage (TTES)
Warmtedistributie	Midden temperatuur (MT) 55-75 °C, 20% warmteverlies	Midden temperatuur (MT) 55-75 °C, 20% warmteverlies	Lage temperatuur (LT) 30-55 °C, 10% warmteverlies
Warmteverbruik	Groot warmtenet, 461 TJ, vraagprofiel slechtere isolatie*	Middelgroot net, 138 TJ, vraagprofiel Nederlands gemiddelde*	Klein net, 9 TJ, vraagprofiel beter dan gemiddelde isolatie*
Scenariocontext	2035 IP2024 National Drivers scenario		

Figuur 9: LCOH, emissiefactor en afname curtailment van het warmtenet uit de drie casussen voor verschillende warmteopslag varianten (Bron: Kalavasta, 2024).



Figuur 1: LCOH, emissiefactor en afname curtailment van het warmtenet uit de drie casussen voor verschillende warmteopslag varianten. LCOH* zijn de levelised cost of heat met de kosten binnen de scope van het model, dit zijn niet de totaalkosten van het warmtenet. Let op de verschillende y-assen van de 'Afname curtailment' grafieken.*

Figuur 10: LCOH, emissiefactor voor warmtenet uit casussen 2 en 3, met en zonder warmteopslag en in een situatie met normale ATO en non-firm ATO (Bron: Kalavasta, 2024).



Figuur 2: LCOH en emissiefactor voor warmtenet uit casussen 2 en 3, met en zonder warmteopslag en in een situatie met normale ATO en non-firm ATO. Bij de non-firm ATO wordt gevarieerd in de frequenties waarbij transportbeperkingen worden afgeroepen binnen de tijdsblokken 06:00-10:00 en 16:00-19:00 (25-100%). LCOH* zijn de levelised cost of heat met de kosten binnen de scope van het model, dit zijn niet de totaalkosten van het warmtenet.*

De financiële haalbaarheid van warmtenetten lijkt in dezelfde range te liggen als die van all-electric warmteoplossingen

Royal HaskoningDHV (2025) onderzocht de financiële haalbaarheid en maatschappelijke waarde van WarmtelinQ, een grootschalige warmtetransportleiding die restwarmte uit de Rotterdamse haven naar huishoudens en bedrijven in Zuid-Holland moet brengen.

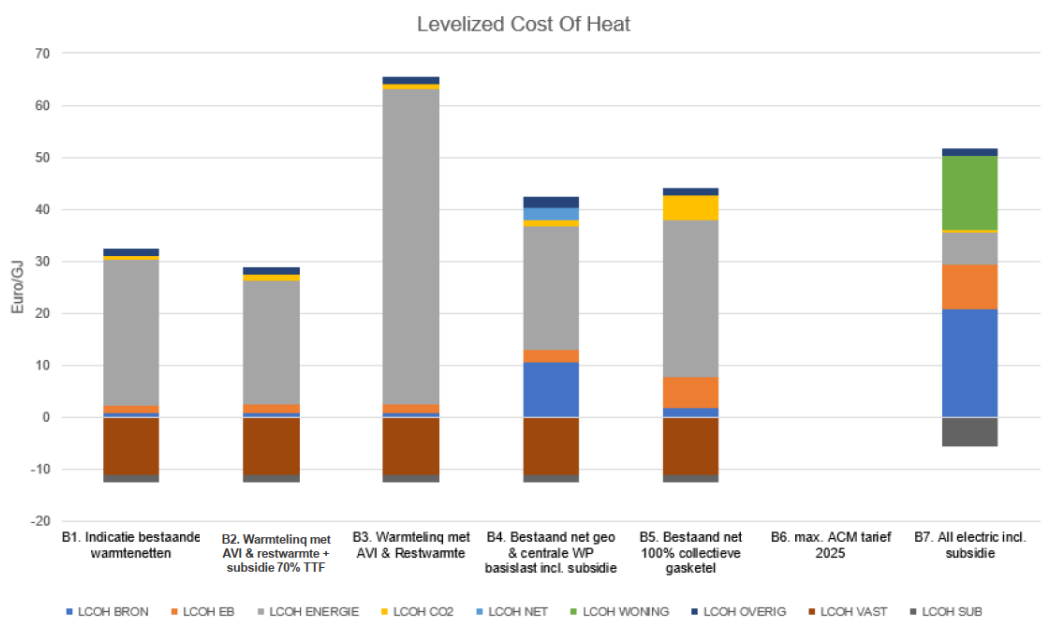
Centraal in dit onderzoek staat de Levelized Cost of Heat (LCOH): een maatstaf die laat zien wat het gemiddeld kost om één gigajoule (GJ) warmte te leveren over de volledige levensduur van een warmtevoorziening. In deze berekening zijn alle relevante kosten meegenomen, zoals investering, installatie, onderhoud, brandstof, exploitatie én de maatschappelijke kosten voor netverzwaring.

In de volgende figuur is per scenario weergegeven hoe de kostprijs van warmte is opgebouwd. De scenario's B1 tot en met B6 zijn vooral gebaseerd op warmteproductie en de distributie via een warmtenet. Bij het all-electric scenario is sprake van installatie van elektrische warmtepompen. Royal HaskoningDHV (2025) rapporteert de volgende uitkomsten:

- Bestaande warmtenetten: **€19,98 – €20,04 per GJ**
- WarmtelinQ-variaties: **€15,98 – €53,02 per GJ**
- Collectieve aardgasketel: **€28,50 – €31,57 per GJ**
- All-electric (met subsidie): **€43,11 – €46,28 per GJ**

Uit de analyse blijkt dat all-electric in grote lijnen financieel vergelijkbaar is met warmtenetten. De totale kosten per GJ liggen immers in dezelfde bandbreedte. Toch is de opbouw van de kosten fundamenteel anders: bij all-electric vormen woningaanpassingen en warmtepompen de grootste kostenpost, terwijl bij warmtenetten het zwaartepunt juist zit in het aanleggen en beheren van het warmtedistributienetwerk.

Figuur 11: Vergelijking LCOH van verschillende warmtenetconfiguraties en all-electric oplossingen (Bron: Royal HaskoningDHV, 2025).



Voortdurende validatie van de businesscase-kengetallen van warmtenetten is essentieel

Hoewel techno-economische studies zoals die van TNO (2025) en Kalavasta (2024) waardevolle richtlijnen bieden, blijven de gehanteerde kostenkengetallen gevoelig voor veranderingen in technologie, marktprijzen en projectomstandigheden. Het is daarom van belang dat marktpartijen, ingenieursbureaus en beleidsmakers actief praktijkdata blijven verzamelen en terugkoppelen naar centrale kennisbronnen.

Door deze terugkoppeling systematisch te organiseren, kan de betrouwbaarheid van kostenramingen worden verhoogd, waardoor besluitvorming over investeringen en beleid beter onderbouwd plaatsvindt.

Bronnen

- Kalavasta. (2024). *De kosten en baten van warmteopslag in warmtenetten*.
- TNO (2020). *Warmtenetten: de nieuwe generatie van energie*.
- TNO (2025). *Eindadvies basisbedragen SDE++ 2025*.
- CE Delft (2018). *Weg van gas*.
- Royal HaskoningDHV (2025). *Maatschappelijke & Eindgebruikerskosten Analyse WLQ+*.

3 Macro-economisch

Binnen het **Macro-economische** impactdomein richten we ons op studies die inzicht geven in de nationale economische welvaartseffecten van warmtenetten ten opzichte van haalbare alternatieven, zoals individuele warmtepompen. Hierbij gaat het om aspecten zoals werkgelegenheid, brede welvaart, en de nationale investeringsopgave ten aanzien van de energietransitie.

De nationale kostenvoordelen bij brede inzet van warmtenetten variëren van 49 tot 292 euro per woning per jaar ten opzichte van warmtepompen

Uit een studie van Berenschot (2024) blijkt dat de inzet van warmtenetten in de warmtevoorziening leidt tot lagere nationale meerkosten dan wanneer wordt gekozen voor een volledig all-electric scenario. Dit geldt in het bijzonder voor gebieden met gebouwenkenmerken vergelijkbaar met die van gemeente Den Haag. Berenschot vergelijkt verschillende scenario's, steeds ten opzichte van een referentie met aardgasketels:

- Een middentemperatuur-warmtenet bij woningen met energielabel D+ resulteert in jaarlijkse meerkosten van €75 miljoen, oftewel **€730 per woning-equivalent (weq) per jaar**.
- Bij een beter geïsoleerd woningbestand (label B+) stijgen de jaarlijkse meerkosten naar €100 miljoen (**€973 per weq per jaar**).
- In een volledig all-electric scenario met label B+-woningen bedragen de jaarlijkse meerkosten €105 miljoen, oftewel **€1.022 per weq per jaar**.

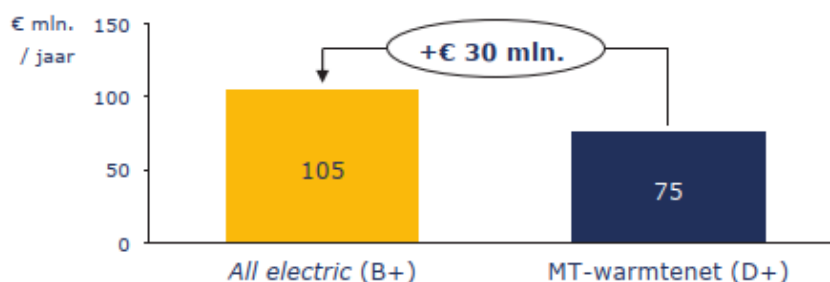
Daarmee loopt de maatschappelijke meerwaarde van warmtenetten in deze analyse uiteen van **€49 tot €292 per weq per jaar** ten opzichte van het all-electric alternatief.

De studie van Berenschot (2024) is gebaseerd op de kenmerken van de gebouwde omgeving in Den Haag, waardoor de resultaten vooral relevant zijn voor vergelijkbare stedelijke gebieden in Nederland. Net als in andere steden bestaat het woningbestand in Den Haag grotendeels uit rijtjeshuizen, portiekflats en appartementencomplexen, die een relatief lage warmtevraag per vierkante meter kennen vergeleken met vrijstaande woningen. Het isolatieniveau volgt een typisch Nederlands patroon: oudere woningen zijn doorgaans matig geïsoleerd en vragen daarom meer warmte, terwijl nieuwbouw aanzienlijk energiezuiniger is.

Figuur 12: Nationale kosten voor warmtenetten (label D+ en label B+) en all-electric vergeleken
(Bron: Berenschot, 2024).

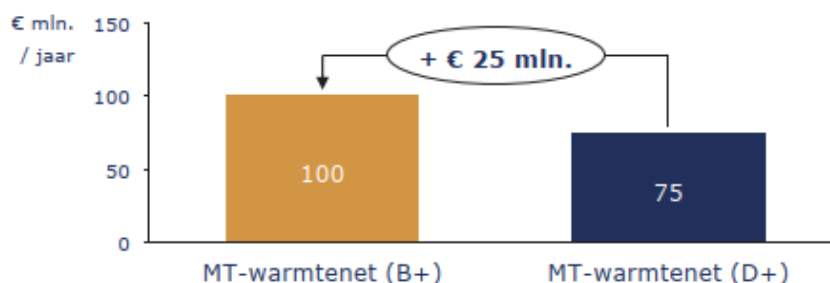
Nationale kosten voor warmtenetten liggen lager dan voor *all electric* opties

Deze figuur toont de jaarlijkse nationale meerkosten wanneer elke woning een *all electric* warmtepomp aanschaft of aansluit op een MT-warmtenet.



Hogere nationale meerkosten bij norm energielabel B+

Deze figuur toont de nationale meerkosten wanneer elke woning, aangesloten op een MT-warmtenet, naar minimaal een B+ schillabel óf naar een D+ schillabel gaat.

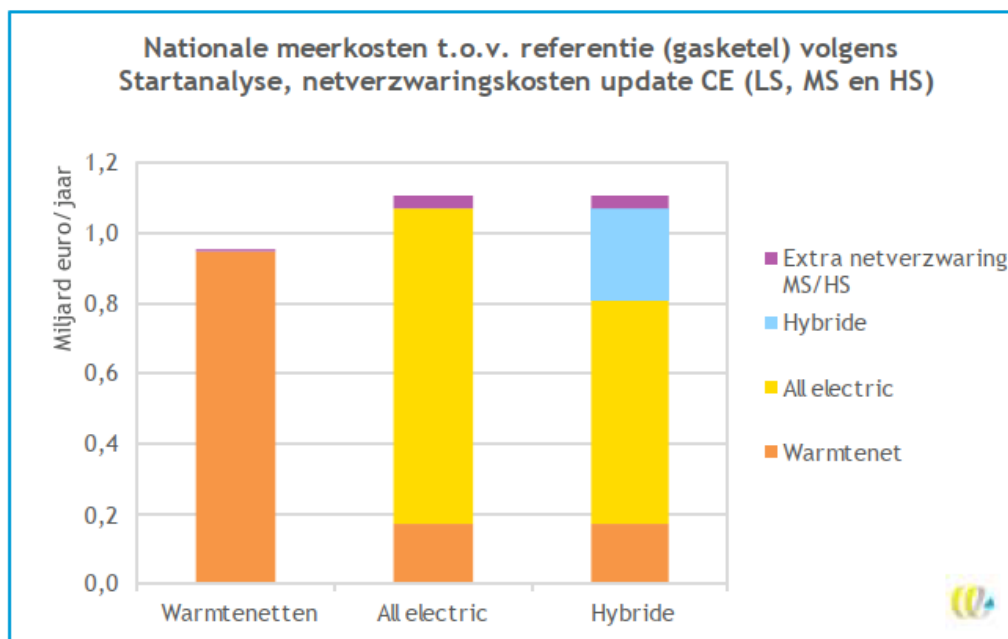


De conclusies van Berenschot worden ondersteund door een andere recente studie van CE Delft (2024). Ook zij concluderen dat warmtenetten, mits doelgericht toegepast, leiden tot lagere nationale kosten dan wanneer deze technologie buiten de warmtemix wordt gehouden. CE Delft (2024) vergelijkt drie scenario's met een gelijke CO₂-reductie:

1. Het warmtenetscenario, waarin 1,3 miljoen aansluitingen worden gerealiseerd in 2040.
2. Een all-electric scenario, waarbij nieuwe warmtenetaansluitingen volledig worden vervangen door individuele elektrische warmtepompen.
3. Een hybride scenario, waarin een combinatie van hybride en all-electric warmtepompen wordt ingezet.

Uit hun analyse blijkt dat het realiseren van het warmtenetscenario een jaarlijkse besparing oplevert van **€152 tot €190 miljoen**, oftewel **€117 tot €144 per woning-equivalent per jaar**, vergeleken met de alternatieve scenario's. Deze uitkomst houdt rekening met onzekerheden, zoals de energiebron van pieksetels (aardgas, groen gas of elektriciteit) en de manier waarop het kostenoptimalisatie-algoritme in Vesta-MAIS warmtetechnieken toewijst aan buurten. De studies van Berenschot en CE Delft onderbouwen gezamenlijk dat warmtenetten – mits strategisch toegepast – kunnen bijdragen aan een kosteneffectieve warmtetransitie, vooral in stedelijke gebieden met geschikte gebouwkenmerken en voldoende warmtebronnen.

Figuur 13: Nationale meerkosten t.o.v. referentie (gasketel) (bron: CE Delft, 2024).



Uit diverse brede systeemstudies blijkt dat warmtenetten een belangrijk onderdeel vormen van het toekomstige energiesysteem. Bovendien kan een efficiënte uitrol van warmtenetten bijdragen aan het verlagen van de totale systeemkosten

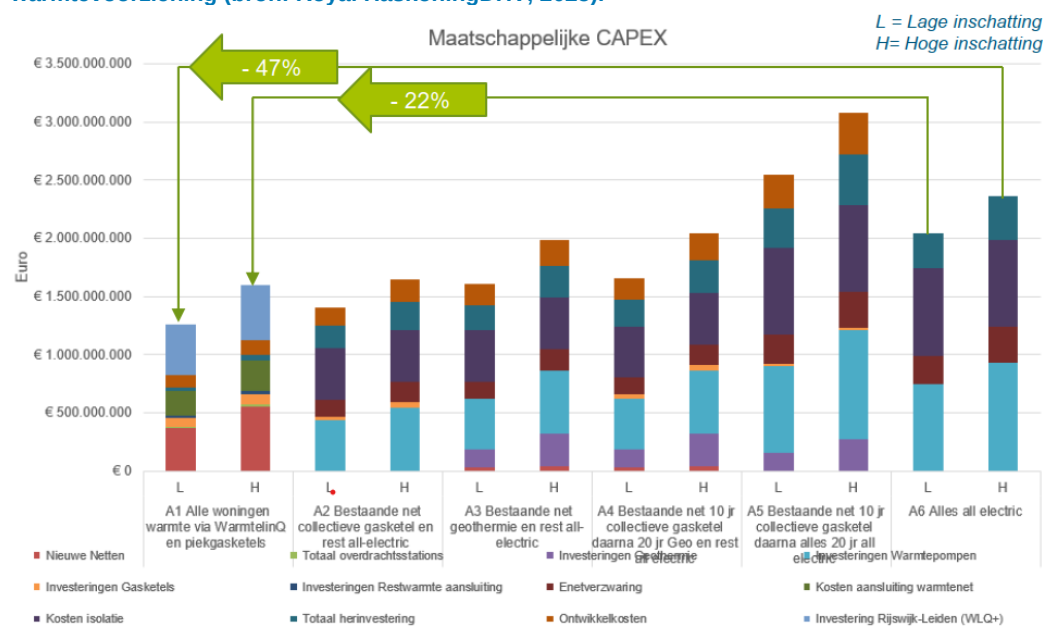
Zo laat de I13050-studie van Netbeheer Nederland (2025) zien dat de jaarlijkse systeemkosten in het scenario met de grootste rol voor warmtenetten – het *Nationaal Leiderschap*-scenario – uitkomen op circa **60 miljard euro per jaar**. In het scenario waarin warmtenetten juist de kleinste rol spelen – het *Internationale Handel*-scenario – liggen de jaarlijkse kosten rond de **50 miljard euro**. Hoewel dit verschil niet direct bewijst dat warmtenetten op zichzelf verantwoordelijk zijn voor de hogere of lagere systeemkosten, sluit het wel aan bij andere studies die die relatie expliciet hebben aangetoond, zoals Berenschot (2024) en CE Delft (2024).

Ook het IBO-rapport (2025) onderstreept de rol van warmtenetten in het verlagen van de nationale investeringsopgave. Volgens dit rapport kan een combinatie van warmtenetten, tariefdifferentiatie, flexibiliteit en energiebesparing binnen het zogeheten *interventiecluster voor kleinverbruikers* leiden tot een besparing van maximaal 4 miljard euro op de benodigde nationale investeringen.

Ook in specifieke gevallen lijkt de ontwikkeling van warmtenetten gunstig voor de maatschappelijke business case van de warmtetransitie

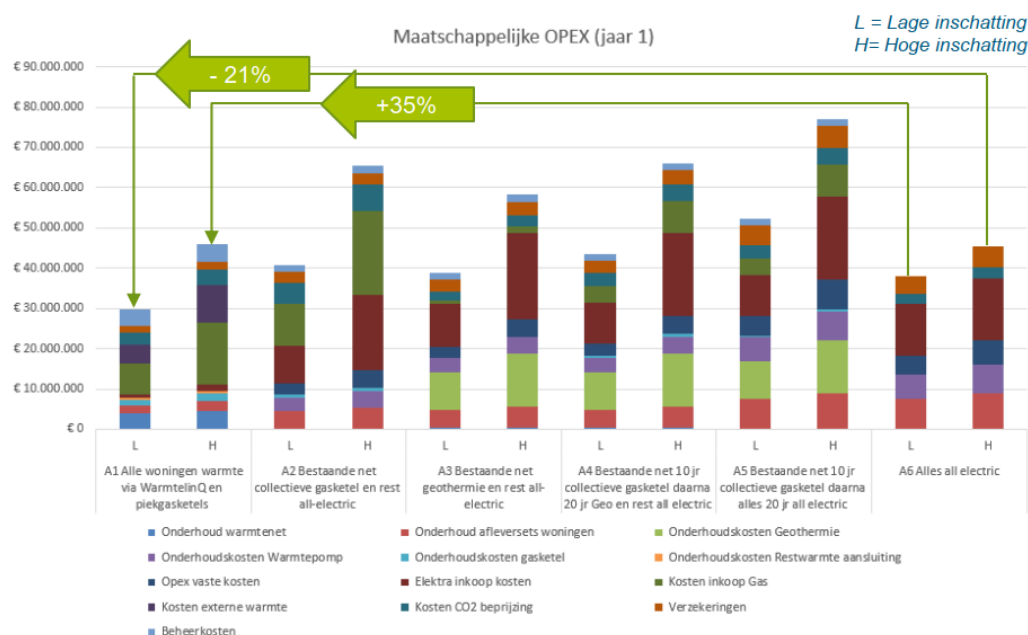
Royal HaskoningDHV (2025) toont aan dat de maatschappelijke investeringskosten (CAPEX) van WLQ+ (WarmtelinQ+: een warmtenet dat restwarmte uit de haven van Rotterdam transporteert naar woningen in Zuid-Holland) **22% tot 47% lager** liggen dan bij een all-electric alternatief, waarin de betrokken 50.000 woningen worden voorzien van een individuele warmtepomp.

Figuur 14: Vergelijking maatschappelijke CAPEX WarmtelinQ configuraties en all-electric warmtevoorziening (bron: Royal HaskoningDHV, 2025).



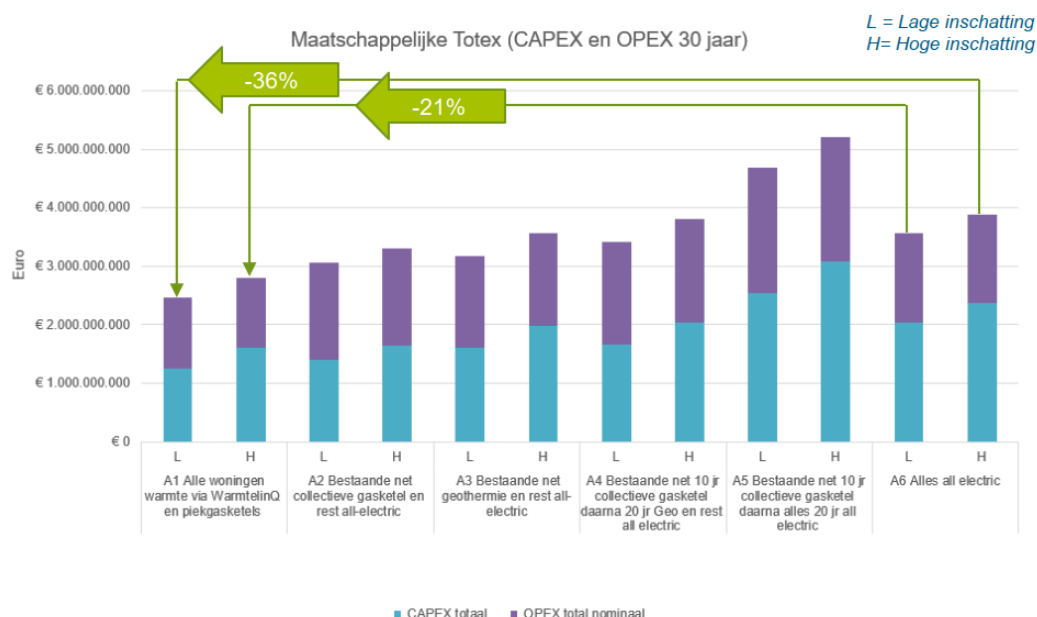
Verder blijkt dat de maatschappelijke OPEX voor WLQ+ kan variëren van **35% hoger tot 21% lager**, afhankelijk van factoren zoals energieprijzen, energiebelasting en CO₂-beprijzing, die op lange termijn sterk kunnen fluctueren.

Figuur 15: Vergelijking maatschappelijke OPEX WarmtelinQ configuraties en all-electric warmtevoorziening (bron: Royal HaskoningDHV, 2025).



Wanneer zowel de investerings- als operationele kosten over een periode van 30 jaar worden samengenomen (TOTEX), blijkt dat WLQ+ **21% tot 36% lagere maatschappelijke kosten** met zich meebrengt dan het all-electric alternatief. Let op dat zowel bij warmtenetten als bij netverzwaring voor all-electric zijn de maatschappelijke kosten gevoelig voor realisatie- en aanlooptijd. Vertragingen of een te lage bezettingsgraad kunnen de uiteindelijke kosten aanzienlijk beïnvloeden.

Figuur 16: Vergelijking maatschappelijke TOTEX WarmtelinQ configuraties en all-electric warmtevoorziening (bron: Royal HaskoningDHV, 2025).



De kostenefficiëntie van warmtenetten wordt in belangrijke mate bepaald door de wijze waarop ze worden ontworpen. Een belangrijke factor daarbij is het realiseren van schaalvoordelen

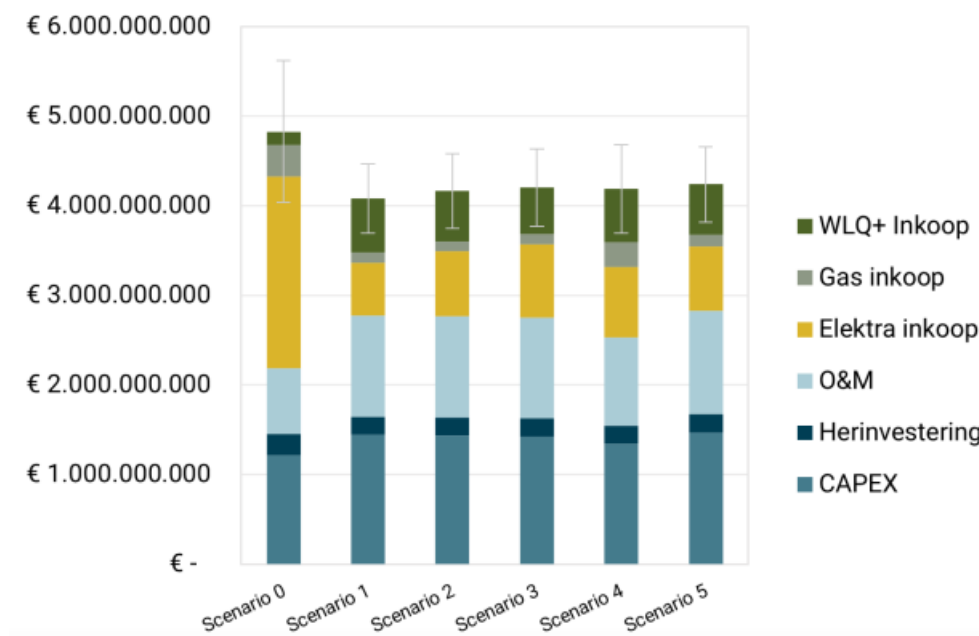
Een studie van Greendis (2022), uitgevoerd met het door TNO ontwikkelde WarmingUP-model, onderzoekt de maatschappelijke kosten-prestaties van verschillende configuraties van collectieve warmtesystemen in de Leidse regio. In deze analyse wordt een zogenoemd *Open Regionaal Energiesysteem* (ORES) vergeleken met meer traditionele, lokaal georganiseerde warmtenetten gebaseerd op buurtwarmtepompen.

Het ORES-systeem is ontworpen als een integraal regionaal warmtenet dat clusters binnen de hele regio bedient. Warmtebronnen zoals geothermie, aquathermie en restwarmte uit het Rotterdamse havengebied worden hierin via een transportnet met elkaar verbonden. In het referentiescenario (scenario 0) daarentegen worden individuele clusters voorzien van lokale warmtesystemen met buurtwarmtepompen als primaire bron. De studie vergelijkt vijf varianten van het ORES (scenario's 1 t/m 5) met dit referentiescenario.

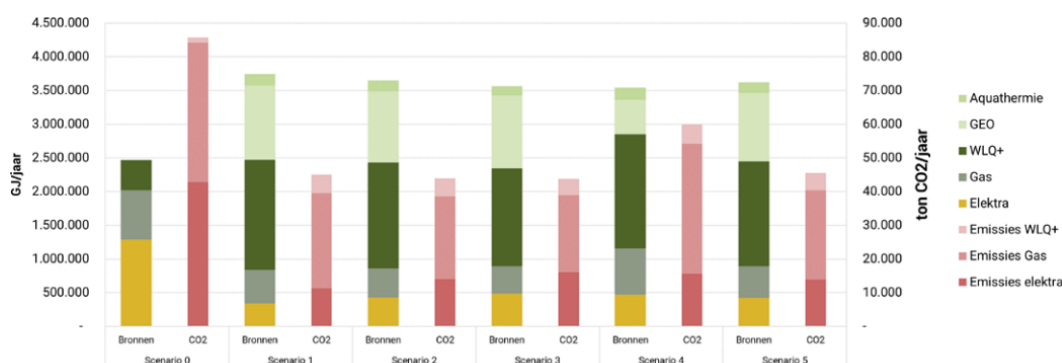
Uit de resultaten blijkt dat het ORES op zowel bedrijfseconomisch vlak als duurzaamheid aanzienlijk beter presteert dan de lokale warmtenetten. Over een periode van 30 jaar zijn de cumulatieve maatschappelijke kosten in de ORES-scenario's substantieel lager: **tussen de €2 en €2,5 miljard**, tegenover **€3,5 miljard** in het referentiescenario. Dit verschil is grotendeels toe te schrijven aan het efficiëntere gebruik van hoogwaardige warmtebronnen zoals geothermie en industriële restwarmte (WLQ+), wat de afhankelijkheid van elektriciteit en gasinkoop aanzienlijk vermindert.

Ook de onrendabele top per woningequivalent ligt **gemiddeld €2.000 lager** in de ORES-scenario's dan in het referentieontwerp, wat wijst op een betere financiële haalbaarheid en lagere behoefte aan subsidies. Bovendien zorgt het ORES voor een aanzienlijke verlichting van de belasting op het elektriciteitsnet. Door warmtepompen in het collectieve systeem te vermijden, neemt de netcapaciteitsvraag af, wat de noodzaak voor netverzwaring beperkt.

Figuur 17: Cumulatieve maatschappelijke kosten in de ORES-scenario's (bron: Greenvis, 2022).



Figuur 18: Energiebronnen en CO₂-emissies – zonder seizoensbuffer (Bron: Greenvis, 2022).



Benutting van lage(re) temperatuurbronnen vergroot de nationale technische potentie van warmtenetten

Om het technisch potentieel van warmtenetten in Nederland te vergroten kan gebruik worden gemaakt van (zeer) lage temperatuurbronnen – de zogenaamde (Z)LT-warmtenetten. Een voorbeeld hiervan is lagetemperatuuraardwarmte (LTA), waarbij warmte wordt onttrokken uit ondiepe aardlagen. Volgens CE Delft (2018) is de toepassing van LTA-warmtenetten in de bestaande woningbouw financieel haalbaar, mits een aansluitbijdrage **tussen de €2.000 en €4.000 per woning** wordt gerealiseerd. De totale stichtingskosten van een dergelijk systeem – inclusief distributienetwerk, warmtepompen en afleversets in de woning – bedragen naar schatting **circa €18.000 per woning**, exclusief eventuele bijdragen, subsidies of fiscale voordelen.

De efficiëntie van de uitrol van warmtenetten is een belangrijke voorwaarde voor het realiseren van de becijferde kostenvoordelen op macroniveau

Hoewel studies eensgezind zijn over het potentieel van warmtenetten om de nationale kosten van de energietransitie te verlagen, is de daadwerkelijke realisatie van die voordelen sterk afhankelijk van een efficiënte en grootschalige uitrol. Daarvoor zijn niet alleen financiële middelen nodig, maar ook voldoende menselijke capaciteit. Volgens Lomme & Arkesteijn

(2025) vertonen de werkzaamheden voor de aanleg van warmtenetten grote overeenkomsten met die voor netverzwaringen: in beide gevallen moeten straten open, sleuven gegraven, leidingen gelegd en de omgeving hersteld worden. Dit betekent dat beide opgaven concurreren om dezelfde mensen, middelen en machines – van grondverzetmaterieel tot technisch personeel – én om dezelfde ruimtelijke vergunningprocedures. In een arbeidsmarkt die al onder druk staat, vormt deze concurrentie om arbeidskrachten een risico voor de tijdige realisatie van de warmtetransitie.

Een studie van McKinsey (2022) maakt inzichtelijk hoeveel arbeidsinzet nodig is voor de warmtetransitie. Voor het beheer van 10.000 warmtenetaansluitingen zijn gemiddeld 24 tot 32 FTE nodig. Voor de volledige uitrol van de warmte-infrastructuur richting 2030 wordt het volgende personeelsbeslag ingeschat:

- **400–600 FTE** voor beheer en onderhoud
- **200–300 FTE** voor systeembalans
- **200–400 FTE** voor levering (inclusief inkoop en leveringsverantwoordelijkheid)
- **50–70 FTE** voor voorbereidende werkzaamheden
- **500–700 FTE** voor de fysieke realisatie

Om deze getallen in perspectief te plaatsen:

- Nederland telt ruim 8 miljoen woningen (CBS, 2023).
- Naar schatting moeten er 1,5 miljoen woningen en andere gebouwen aardgasvrij worden gemaakt voor 2030¹.
- De bouwsector telt ongeveer 600.000 werknemers, waaronder ook zelfstandigen².
- De totale werkgelegenheid in de techniek- en energiesector stijgt in deze raming van 1,3 naar 1,5 miljoen in de periode 2015–2030 (SEO, 2022).
- Krapte op de arbeidsmarkt in de infrabouw en elektrotechniek groeit: voor elke vijf werkenden staat er één vacature open (EIB, 2023).

Als we uitgaan van de bovengrens van de McKinsey-inschatting (ca. 2.000 FTE), betekent dit dat er gemiddeld **1 FTE nodig is per 750 woningen** gedurende de uitrol tot 2030. Dit is binnen de orde van grootte van haalbaar, maar alleen onder de voorwaarde van intensieve inzet op scholing, arbeidsmobiliteit en afstemming met andere infrastructuuropgaven.

¹ [Overstap naar duurzame warmtebronnen | Duurzame energie | Rijksoverheid.nl](#)

² [UWV Bouw in beeld 2024](#)

Figuur 19: FTE haalbaarheidsanalyse per activiteit (bron: McKinsey, 2022).

Voor de benodigde organisatie voor uitrol en beheer geldt schaarste in de markt op het gebied van onderhoud en realisatie

FTE haalbaarheidsanalyse



Activiteiten	Voornaamste functies	FTE nodig voor uitrol t/m 2030 ¹	Typische graad uitbesteding Alles intern 100% uitbesteed	Voorbeelden netwerkbedrijven	Beschikbaarheid in de markt	Mogelijkheid om E&G capaciteit te gebruiken	Uitdaging FTE haalbaarheid voor netwerkbedrijf
Overheid Directie en Administratie	Directie & administratieve medewerkers, rapportage en leveringszekerheid verantwoordelijke en programmanagers duurzaamheid en innovatie	~300-400 FTE	●	• Altijd Intern	Hoog	Gemiddeld/hog: FTEs deels al aanwezig in E&G tak	● FTE behoefte hoog maar goed beschikbaar in markt
Beheer bestaande netten Onderhoud	Hoofduitvoerders, onderhouds-planners, werkvoorbereiders, grid operators, installatieverantwoordelijke, installatie monteurs en telemech-monteurs en materiaalbeheerders	~400-600 FTE	●	• Firan: gasmonteurs intern • Stedin: gasmonteurs uitbesteed	Laag	Gemiddeld: FTE deels om te scholen (bijvoorbeeld gasmonteurs)	● Hoge behoefte van een schaars profiel: uitdaging is sector algemeen
Beheer bestaande netten Systeem-balans	System operators	~200-300 FTE	●	• Netvinder: intern	Laag	Gemiddeld/laag: FTE deels over te nemen	● FTE behoefte redelijk hoog en maar ten dele beschikbaar vanuit E&G
Beheer bestaande netten Levering	Klantenservice, contractmanagers en verkoop- en leveringsverantwoordelijken (o.a. beheer hulpwarmtebronnen)	~200-400 FTE	●	• Cogas: intern	Hoog	Laag: activiteit nog niet binnen E&G organisatie door regelgeving	● FTE behoefte hoog maar wel redelijk goed beschikbaar in de markt
Uitrol nieuwe netten Business development	Business developers en omgevingsmanagers	~10-30 FTE	●	• Netvinder: intern en neemt hiervoor ZZPers aan • Firan: intern	Gemiddeld	Gemiddeld: FTEs aanwezig maar niet genoeg om de nieuwe behoefte aan te vullen	● FTE behoefte is relatief laag en gemiddeld beschikbaar
Uitrol nieuwe netten Voorbereiding aanleg	Werkvoorbereiders, projectbegeleiders, lead engineers, leidingsspecialisten en netdetectie verantwoordelijken	~50-70 FTE	●		Laag	Gemiddeld: FTEs deels om te scholen	● FTE behoefte is laag maar niet goed beschikbaar in de markt
Uitrol nieuwe netten Realisatie ²	Monteurs (e.g. lassers, grondwerkers, installatiemonteurs)	~500-700 FTE	●	• Firan: gasmonteurs intern • Stedin: gasmonteurs uitbesteed	Laag	Gemiddeld: FTE deels om te scholen (gasmonteurs)	● Hoge behoefte van een schaars profiel: uitdaging is sector algemeen

1. FTE voor het deel waarvoor publieke partijen in 2030 verantwoordelijk zijn, afhankelijk van scenario; Getallen gebaseerd op FTE benchmark; range gebaseerd op 50-70% publieke betrokkenheid in warmtenetten (afhankelijk van scenario)
2. Bij de realisatiefase zijn ook de werkvoorbereiders en projectbegeleiders uit de voorbereidingsfase aanwezig, maar die zijn meegerekend bij de FTE behoefte van de voorbereidingsfase

Bron: Benchmark projecten warmtebedrijven, expert interviews, Jaarverslagen

88

Netbewuste planning en tarieven vergroten het vermogen om de potentiële maatschappelijke kostenvoordelen van collectieve systemen te benutten

Warmtenetten die zijn afgestemd op de planning van netbeheerders kunnen tot **35%** besparen op de uitbreidingskosten van het laagspanningsnet (NBNL, 2024). Dit vereist een integrale benadering waarbij warmteoplossingen en elektriciteitsinfrastructuur op elkaar worden afgestemd, zodat dubbele investeringen worden voorkomen.

Verder toont een studie van Berenschot (2025) aan dat wanneer nettarieven rekening houden met de netbelasting (hogere tarieven tijdens periodes van hogere transportvraag), huishoudens aangesloten op warmtenetten minder gevoelig zijn voor piektarieven dan huishoudens met volledig elektrische oplossingen. Dit leidt tot kostenvoordelen voor zowel de warmtenetgebruikers zelf als voor de bredere samenleving, doordat het elektriciteitsnet efficiënter zal worden benut (Berenschot, 2025).

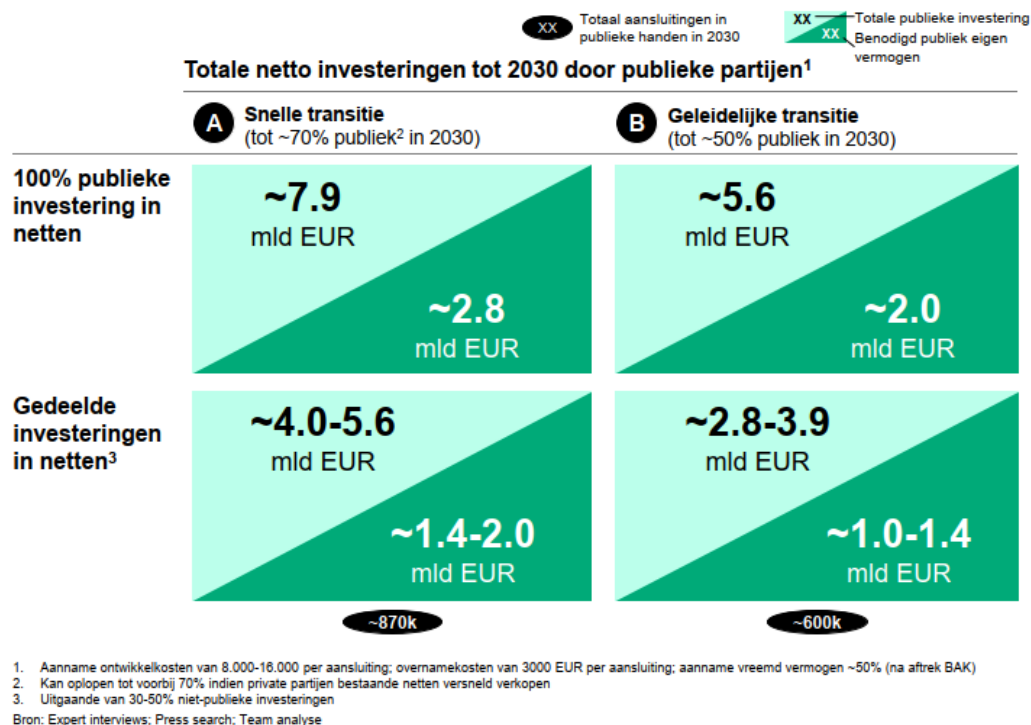
De snelheid en organisatie van de beoogde warmtenetuitrol bepalen in hoge mate de te realiseren nationale kostenvoordelen

De mate waarin nationale kostenvoordelen van warmtenetten gerealiseerd kunnen worden, hangt sterk af van de snelheid én de regievorm waarmee de uitrol plaatsvindt. McKinsey (2022) becijfert – op basis van expertinterviews, literatuuronderzoek en interne analyse – dat de totale investeringsopgave in de warmtetransitie tot 2030 varieert **tussen de 2,8 en 7,9 miljard euro** afhankelijk van twee factoren: hoe snel de transitie plaatsvindt en of publieke partijen een (gedeeltelijke) regierol op zich nemen. In het snelle transitiescenario, waarbij geplande warmtenetprojecten direct door publieke netbeheerders worden overgenomen, stijgt de publieke investeringsvraag aanzienlijk ten opzichte van het geleidelijke scenario. In dat geleidelijke scenario mogen private partijen nog tot 2030 warmtenetten blijven ontwikkelen, voordat publieke regie volledig wordt ingevoerd. Een tussenvorm – in de vorm van joint ventures – maakt het mogelijk om investeringen te delen met private partners en investeerders, wat de publieke druk verlicht.

Netwerkbedrijven geven overwegend de voorkeur aan het snelle scenario, ondanks de hogere initiële kosten. In dit scenario wordt uitgegaan van een gemiddelde investering van **tussen de €8.000 en €16.000 per aansluiting**. Om deze versnelde aanpak te realiseren, is een

piekinvestering van **circa €1,5 miljard euro** noodzakelijk voor de uitrol van warmtenetten in de komende jaren (McKinsey, 2022).

Figuur 20: Totale netto investeringen tot 2030 door publieke partijen (bron: McKinsey, 2022).



Warmtenetten verlagen maatschappelijke kosten van energietransitie door het beperken van de netverzwaringsopgave

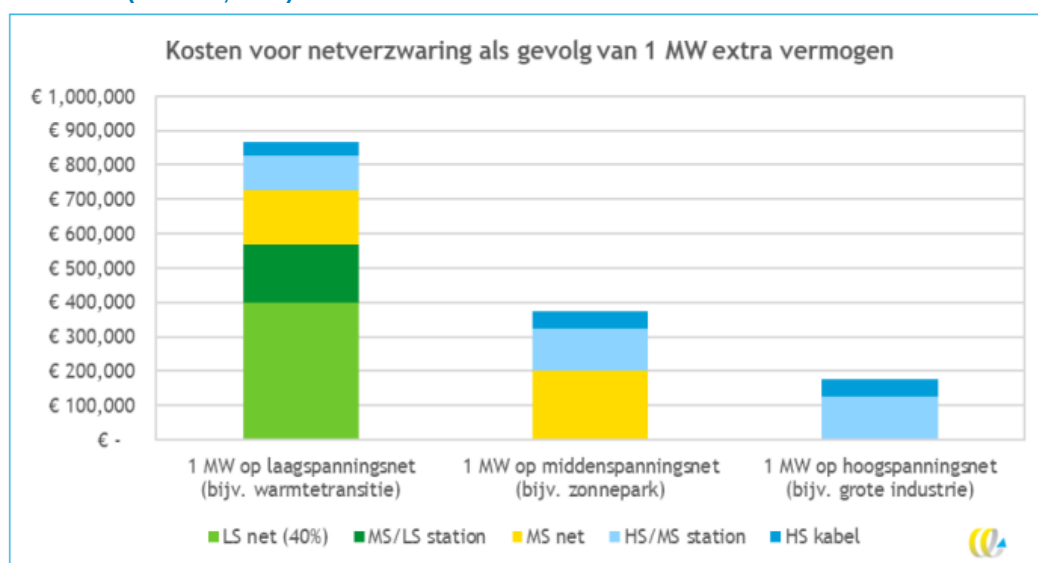
Een belangrijk voordeel van warmtenetten ten opzichte van individuele warmtepompen ligt in hun lagere belasting van het elektriciteitsnet. Zoals besproken in het impactgebied *Energiesysteem*, verbruiken warmtenetten doorgaans minder elektriciteit per geleverde eenheid warmte dan warmtepompen. Dit leidt tot een lagere transportvraag en daarmee een kleinere impact op het elektriciteitsnet – een groot maatschappelijk voordeel gezien de toenemende netcongestie in Nederland. De maatschappelijke relevantie hiervan wordt onderstreept door Ecorys (2024), die laat zien dat netcongestie kan leiden tot economische schade van **enkele duizenden euro's per MWh** aan misgelopen transportcapaciteit. Het voorkomen van overbelasting op het elektriciteitsnet is dan ook essentieel voor het realiseren van een betaalbare energietransitie.

Toch zijn er verschillen binnen het spectrum van warmtenetten zelf. Enexis (2025) wijst erop dat lage-temperatuurwarmtenetten (LT) relatief meer elektriciteit gebruiken dan hoge-temperatuurwarmtenetten (HT). Uit studies blijkt dat in sommige gevallen een vergelijkbare netimpact kunnen hebben als hybride warmtepompen (zie conclusies impactgebied *Energiesysteem*). Er is echter een belangrijk technisch onderscheid: collectieve warmtepompen in LT-warmtenetten worden aangesloten op het middenspanningsnet (MS-net), terwijl individuele warmtepompen gebruikmaken van het laagspanningsnet (LS-net). Dit onderscheid blijkt cruciaal bij het afwegen van systeemkosten. CE Delft (2023) analyseerde, op basis van gesprekken met netbeheerder Enexis en openbare bronnen, de investeringskosten en personele inzet voor netverzwaring op verschillende netniveaus. De bevindingen:

- Laagspanningsnet (LS): **€850.000 per MW; 7 tijdelijke + 6 permanente FTE; doorlooptijd 0,5 – 7 jaar**
- Middenspanningsnet (MS): **€375.000 per MW; 3 tijdelijke + 3 permanente FTE;**
- Hoogspanningsnet (HS): **€175.000 per MW; 2 tijdelijke + 1 permanente FTE.**

Uit deze cijfers blijkt dat het verzwaren van het LS-net **twee tot vier keer duurder en arbeidsintensiever is** dan het verzwaren van het MS- of HS-net bij eenzelfde vermogensvraag. Hierdoor is het aanleggen van collectieve warmtesystemen via het MS-net – zoals in LT-warmtenetten – efficiënter dan het aansluiten van grote aantallen individuele warmtepompen op het LS-net. Daarnaast geldt dat het technisch eenvoudiger is om een centrale warmtebron aan te sturen dan tientallen of honderden gedistribueerde individuele warmte installaties (Merosch, 2024). Een collectief warmtesysteem verhoogt zo de efficiëntie van flexibiliteit op systeemniveau.

Figuur 21: Kosten netverzwaring als gevolg van 1 MW extra vermogen op verschillende netvlakken (CE Delft, 2023).



Bronnen

- CBS (2023). *Woningvoorraad; type, regio, bouwjaar, 1 januari*. Centraal Bureau voor de Statistiek. [link](#)
- Lomme, M., & Arkesteijn, R. (2025). *Warmtenetuitrol en netverzwaring: concurrentie om schaarse middelen*. Energiea. [link](#)
- McKinsey & Company (2022). *Warmtenetten: van visie naar uitvoering*.
- SEO Economisch Onderzoek (2022). *Arbeidsmarkt in de energietransitie*. [link](#)
- EIB (2023). *Trends op de bouwmarkt 2023-2027*. [link](#)
- Royal HaskoningDHV (2025). *Maatschappelijke & Eindgebruikerskosten Analyse WLQ+*.

4 Energiesysteem

Binnen het impactdomein ‘**Energiesysteem**’ analyseren we studies die inzicht geven in hoe de netcapaciteitsvraag van warmtenetten zich verhoudt tot die van haalbare alternatieven, zoals (hybride) warmtepompen.

Warmtenetten verlagen de druk op het elektriciteitsnet ten opzichte van warmtepompen

De keuze voor warmtenetten boven (hybride) warmtepompen leidt in veel gevallen tot een aanzienlijk lagere belasting van het elektriciteitsnet. Dat maakt warmtenetten tot een aantrekkelijk alternatief binnen de energietransitie, zeker in een context van groeiende netcongestie en beperkte uitbreidingscapaciteit.

Elektrische warmtepompen veroorzaken de hoogste piekvermogens op wijkniveau

All-electric warmtepompen zorgen, met name in combinatie met zonnepanelen en elektrisch vervoer, voor forse piekbelastingen op het net. Voor een gemiddeld huishouden loopt het piekvermogen op tot **9,2 kW** (BDH, 2024; Merosch, 2024). Dit vertaalt zich op wijkniveau naar ingrijpende netverzwaringen, vooral in stedelijke gebieden waar de fysieke ruimte schaars is (CE Delft, 2023; Netbeheer Nederland, 2022). Individuele lucht/water-warmtepompen zorgen voor pieken **tussen 0,7 en 1,8 kW**, bron/watersystemen **tussen 0,4 en 0,8 kW** (Merosch, 2024). Hybride warmtepompen verlagen de netbelasting deels via het gasnet, maar vereisen op termijn aanpassingen aan datzelfde net door het aanleggen van boosters, indien de gasvraag in de zomer lager is dan de groengasproductie. (Netbeheer Nederland, 2022).

Figuur 22: Overzicht opgenomen vermogens van de gehele woningen opgesplitst naar verwarmingssysteem (BDH, 2024).

Opgenomen vermogen	Woning met Hybride warmtepomp	Woning met all-electric warmtepomp
Gemeten piekvermogens	2 – 17.5 kW	2- 17.5 kW
Gemiddeld piekvermogens	5 – 7 kW	6 – 10 kW
Gelijktijdig piekvermogens	1.4 – 3 kW	1.4 – 4.1 kW

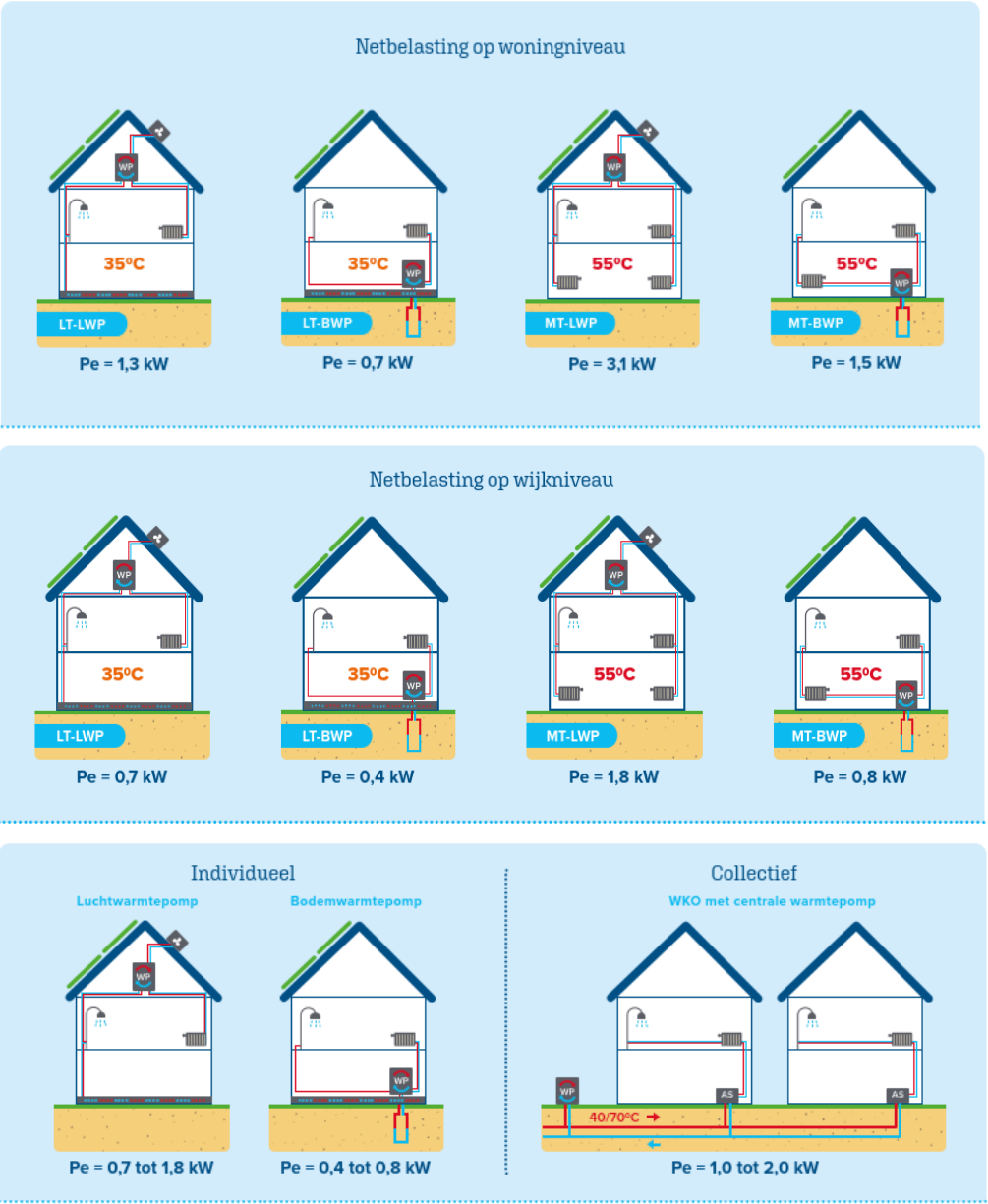
Figuur 23: Overzicht teruggeleverde vermogens van de gehele woningen opgesplitst naar verwarmingssysteem (BDH, 2024).

Teruggeleverde vermogen	Woning met Hybride warmtepomp	Woning met all-electric warmtepomp
Gemeten piekvermogens	0 – 17.5 kW	0- 17.5 kW
Gemiddeld piekvermogens	3 – 4 kW	4 – 6 kW
Gelijktijdig piekvermogens	2 – 4 kW	2 – 5 kW

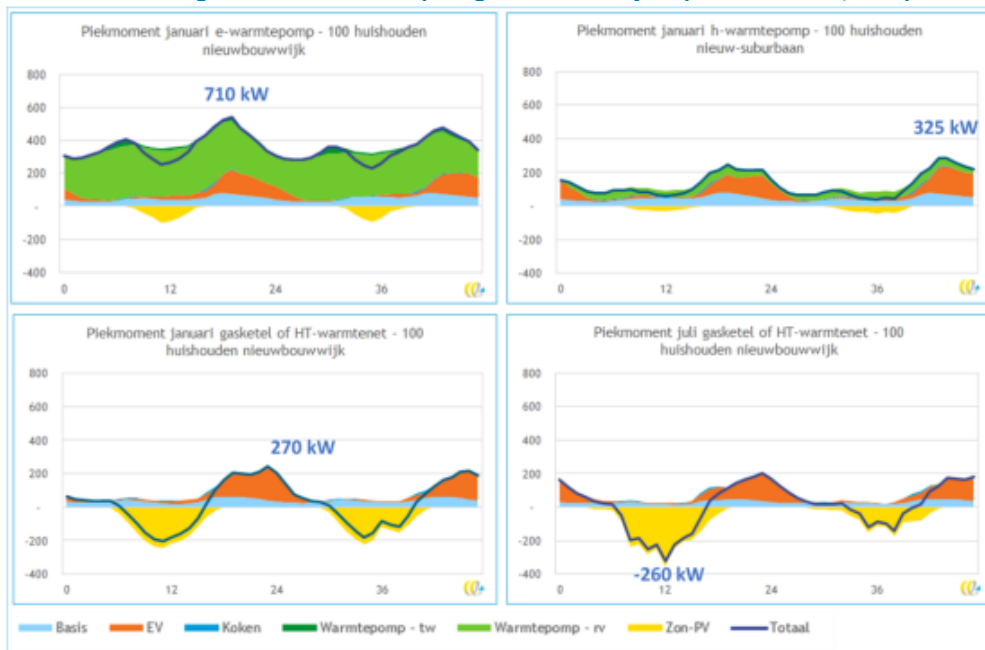
Figuur 24: De onder- en bovengrens van het warmtepompvermogen bij -10 graden Celsius opgesplitst naar verwarmingssysteem. Per scenario is het warmtepompvermogen voor woningen met het kleinste en het grootste verliesoppervlak gegeven (BDH, 2024).

Warmtepompvermogens bij -10 °C.	Hybride warmtepomp	All-electric warmtepomp
Ondergrens	0 kW	1.7 – 3.3 kW
Bovengrens	0.8 - 1.5 kW	2.2 – 4.2 kW

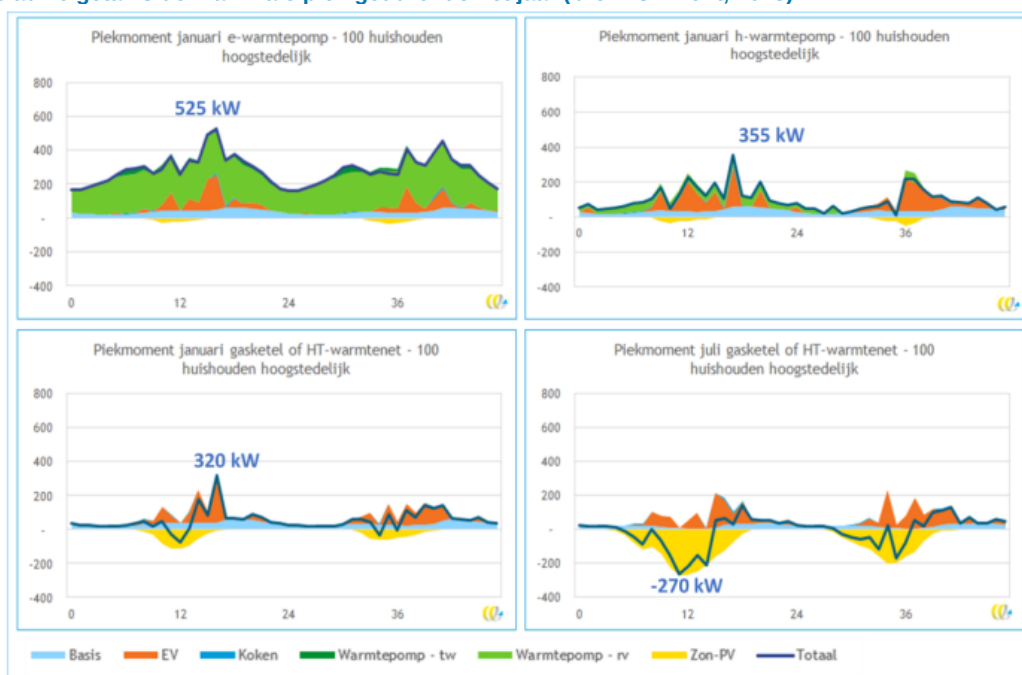
Figuur 25: Netbelasting op woningniveau, wijkniveau, en uitgesplitst naar individueel en collectief niveau (bron: Merosch 2024).



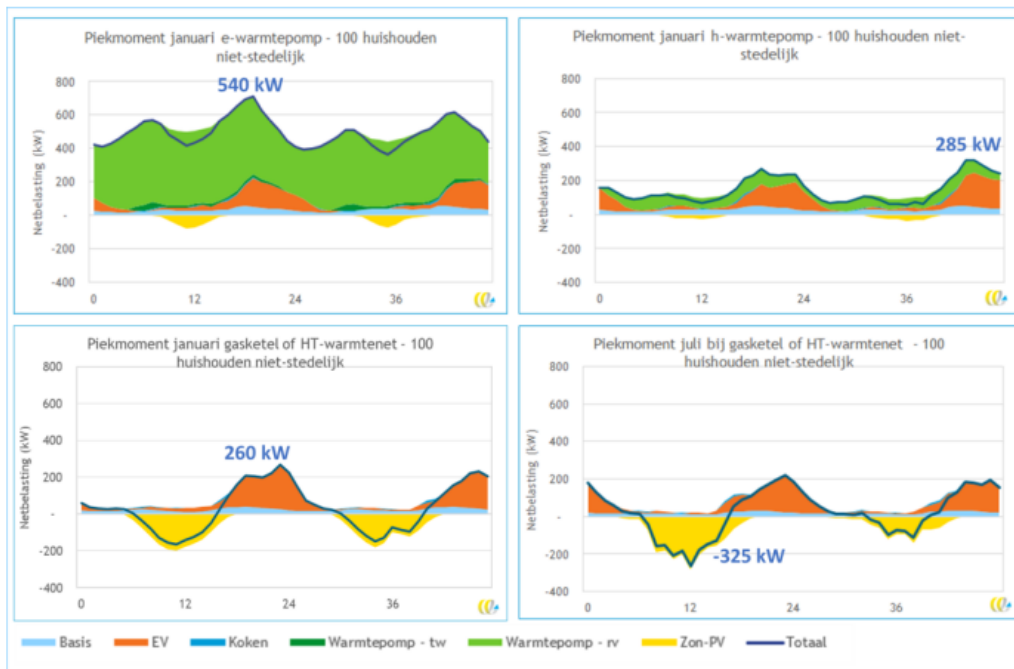
Figuur 26: Netimpact per warmtetechniek voor niet-stedelijke buurt (100 huishoudens) gedurende 48 uur. De ingekleurde vlakken geven de netbelasting per type apparaat. Zonnepanelen leveren elektriciteit en daarom is hun bijdrage negatief. De donkerblauwe lijn geeft de som van opwek en afname. Het blauwe getal is de maximale piek gedurende het jaar (bron: CE Delft, 2023).



Figuur 27: Netimpact per warmtetechniek voor hoogstedelijke buurt gedurende 48 uur. De ingekleurde vlakken geven de netbelasting per type apparaat. Zonnepanelen leveren elektriciteit en daarom is hun bijdrage negatief. De donkerblauwe lijn geeft de som van opwek en afname. Het blauwe getal is de maximale piek gedurende het jaar (bron: CE Delft, 2023).



Figuur 28: Netimpact per warmtetechniek voor nieuwbouwwijk gedurende 48 uur. De ingekleurde vlakken geven de netbelasting per type apparaat. Zonnepanelen leveren elektriciteit en daarom is hun bijdrage negatief. De donkerblauwe lijn geeft de som van opwek en afname. Het blauwe getal is de maximale piek gedurende het jaar (bron: CE Delft, 2023).



Warmtenetten, vooral HT- en MT-varianten, gebruiken relatief weinig elektriciteit voor warmtelevering

Hoge- en middentemperatuurnetten (HT/MT), gevoed door restwarmte of WKK, laten een veel lagere netimpact zien. De efficiëntieverhouding tussen benodigde elektriciteit en geleverde warmte ligt hier tot wel **41:1** (Enexis, 2025), wat deze systemen uitzonderlijk netvriendelijk maakt. Lage-temperatuurnetten (LT) vergen meer elektriciteit door het gebruik van elektrische naverwarming, maar blijven doorgaans onder de netimpact van all-electric alternatieven. Seizoensgebonden warmteopslag kan deze belasting verder verlagen en maakt het mogelijk om **tot 200%** van anders gecurtailde stroom alsnog nuttig in te zetten (Kalavasta, 2024).

Tabel 1: Efficiëntieverhouding tussen benodigde elektriciteit en geleverde warmte per type warmtenet/bron (Bron: Enexis (2025), databewerking door Ecorys (2025)).

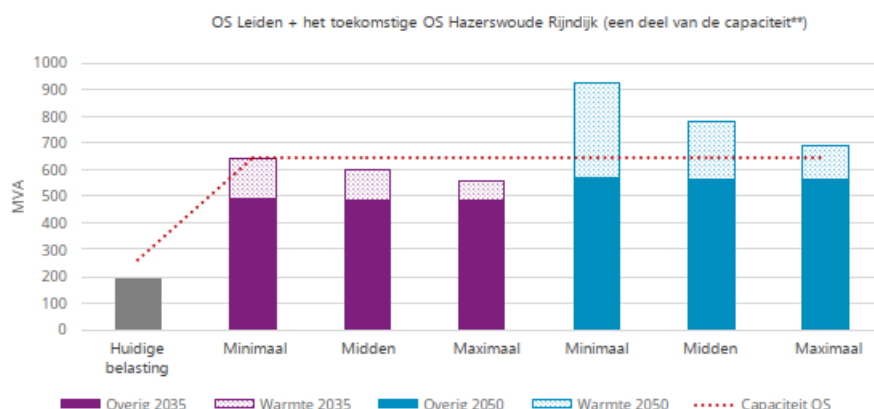
Temperatuur	Opwek	Bron	Piek	Verhouding warmte/elektra
HT	Geothermie	-	-	18
HT/MT	Restwarmte (proces)	-	-	41
HT/MT	Restwarmte (proces)	-	Gas	41
MT 70 hybride	Warmtepompen	WKO	Gas	16
	Warmtepompen	TEO	Gas	12
	Warmtepompen	RWZI	Gas	15
	Warmtepompen	Lucht	Gas	9
MT 70	Warmtepompen	WKO	-	5
	Warmtepompen	TEO	-	4
	Warmtepompen	RWZI	-	4
	Warmtepompen	Lucht	-	3
MT 55	Warmtepompen	WKO	-	4
	Warmtepompen	TEO	-	3

Temperatuur	Opwek	Bron	Piek	Verhouding warmte/elektra
	Warmtepompen	RWZI	-	4
	Warmtepompen	Lucht	-	3
LT	Warmtepompen	WKO	-	4
	Warmtepompen	TEO	-	3
	Warmtepompen	RWZI	-	4
	Warmtepompen	Lucht	-	3

Warmtenetten bieden concrete voordelen voor netcapaciteitsplanning

Empirische cases bevestigen deze inzichten. Zo toont Alliander (2024) aan dat een warmtenetscenario (scenario: Maximale benutting warmtebronnen) in de regio Leiden een tijdswinst van **circa 15 jaar** oplevert in netcapaciteitsontwikkeling ten opzichte van een all-electric alternatief (scenario: Minimale benutting warmtebronnen). Hierdoor worden knelpunten voorkomen, en ontstaat er ruimte voor economische groei en verdere elektrificatie van andere sectoren, wat maatschappelijk voordelig is (Ecorys, 2024). CE Delft (2023) bevestigt in bredere analyses dat warmtenetten, zeker in combinatie met opslag, de minste netverzwaring vragen van alle onderzochte warmteoplossingen.

Figuur 29: Scenario-analyse van de netcapaciteit op het onderstation (OS) Leiden + het toekomstige OS Hazerswoude Rijndijk (bron: Alliander, 2024).



Verdere verfijning van netimpactanalyses is wenselijk

Hoewel de algemene trend duidelijk is – warmtenetten belasten het net minder dan elektrische alternatieven – tonen studies ook dat uitkomsten sterk afhankelijk zijn van systeemontwerp, bijverwarming, en COP-waarden. Er is daarom behoefte aan verdere verfijning van netimpactschattingen, afgestemd op diverse woningtypen, regio's en warmtesystemen. Dit helpt beleidsmakers en netbeheerders om beter onderbouwde keuzes te maken voor gebiedsgerichte warmtestrategieën.

Bronnen:

- Alliander (2024). *Scenario-analyse: Leidse warmteopgave*.
- BDH (2024). *Netimpact woningen met warmtepomp*.
- CE Delft (2023). *Impact van de warmtetransitie op het lokale elektriciteitsnet*.
- Ecorys (2024). *Maatschappelijke kostprijs van netcongestie*.
- Enexis (2025). *Kengetallen warmtenetten*.
- Kalavasta (2024). *De kosten en baten van warmteopslag in warmtenetten*.
- Merosch (2024). *Meer collectieve aandacht voor het individuele spoor*.
- Netbeheer Nederland (2022). *Netimpact van warmtealternatieven*.

5 Duurzaamheid

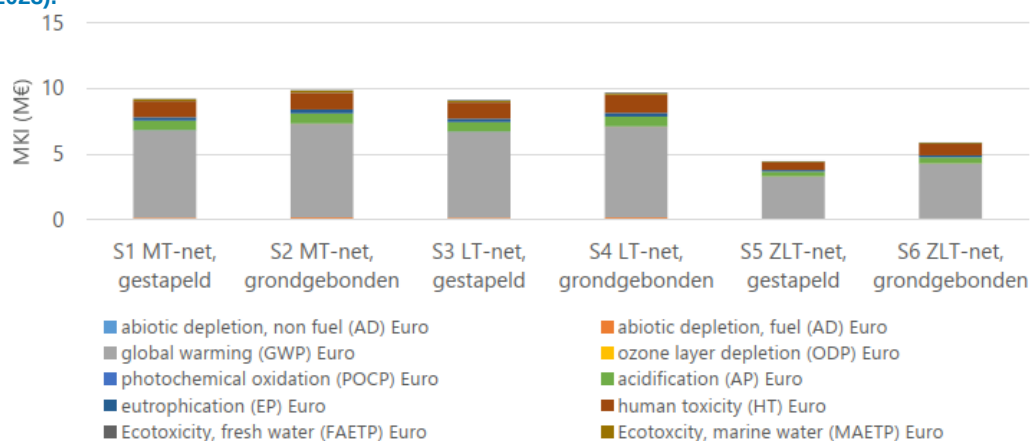
Binnen het impactdomein ‘Duurzaamheid’ onderzoeken we in hoeverre warmtenetten bijdragen aan bredere milieudoelen in vergelijking met andere haalbare alternatieven zoals warmtepompen. Zowel warmtenetten als warmtepompen tonen duidelijke voordelen ten opzichte van aardgasgestookte verwarming. Ze reduceren broeikasgasemissies en dragen bij aan een schoner energiesysteem. Maar hoe groot deze voordelen zijn, hangt sterk af van technische keuzes, lokale context en warmtesysteemconfiguratie.

De duurzaamheid van warmtenetten is sterk afhankelijk van bronmix en ontwerp

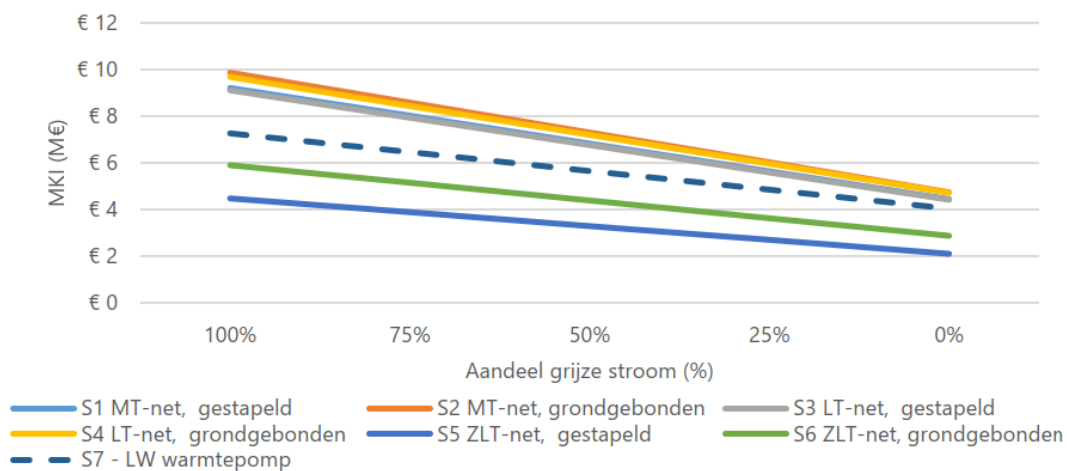
De milieuprestaties van warmtenetten variëren sterk en zijn vooral afhankelijk van de gebruikte warmtebronnen en bijbehorende systeemcomponenten zoals boosters of piekvoorzieningen. De duurzaamheid wordt veelal gekwantificeerd via CO₂-uitstoot per geleverde energie-eenheid of via de milieukostenindicator (MKI), die milieuschade omzet in euro's. In dat kader spelen ook materiaalgebruik en infrastructuurimpact een rol. CE Delft (2022) laat zien dat de verduurzaming van warmtenetten haalbaar is en dat de doelen voor 2030 ruimschoots kunnen worden behaald. De verwachte gemiddelde CO₂-intensiteit van de warmtebronnenmix ligt op **10,5 kg CO₂ per GJ**, ruim onder de Klimaatakkoord-doelstelling van **18,9 kg CO₂/GJ**. Deze verbetering wordt vooral gedreven door een toename in duurzame bronnen zoals geothermie, aquathermie en industriële restwarmte.

Op regionaal niveau blijkt uit een studie naar het Leidse open energiesysteem (ORES) van Greenvis (2022) dat slimme inzet van duurzame bronnen leidt tot **56%** lagere CO₂-emissies ten opzichte van conventionele lokale warmtenetten. Dit onderstreept het belang van schaalgrootte, samenwerking en strategische bronkeuze. Ook LBP (2023) laat zien dat de milieu impact van warmtenetten in sterke mate afhangt van brontype en toepassingsgebied. Zo presteren ZLT-warmtenetten in gestapelde bouw significant beter dan LT- of MT-netten in grondgebonden bouw. De MKI van een ZLT-systeem bedraagt **4,5 miljoen euro**, versus **9,9 miljoen euro** voor een MT-systeem. Binnen die milieu impact is het Global Warming Potential (GWP) de meest dominante factor (deze categorie bepaalt **70 – 72%** van de algemene milieu impact van warmtenetten).

Figuur 30: MKI van MT- en LT-warmtenetten in gestapelde- en grondgebonden bouw (bron: LBT, 2023).



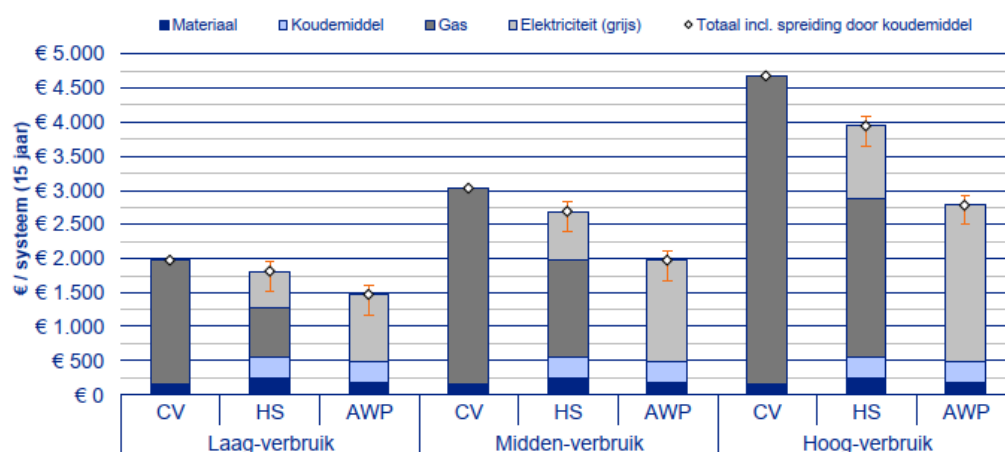
Figuur 31: Het aandeel grijze stroom in verhouding tot de MKI van MT- en LT-warmtebronnen in gestapelde- en grondgebonden bouw (bron: LBT, 2023).



Milieuprestaties van warmtepompen zijn vooral afhankelijk van de elektriciteitsmix en efficiëntie

TNO (2023) laat zien dat de ecologische voetafdruk bij warmtepompen vrijwel volledig afhankelijk van de efficiëntie van de warmtepomp en de herkomst van de gebruikte elektriciteit. Bij een schone, hernieuwbare elektriciteitsmix kan een warmtepomp bijzonder duurzaam zijn. Is de elektriciteit echter grijs of deels fossiel, dan neemt de CO₂-impact aanzienlijk toe. Materiaalproductie of afvalverwerking spelen hierin een ondergeschikte rol.

Figuur 32: Milieu-impact, bij gebruik van een grijze elektriciteitsmix, over de hele levensduur van de drie warmteopwekkingssystemen: cv-ketel (CV), hybride systeem (HS) en all-electric warmtepomp (AWP), met drie energieverbruiksscenario's (laag, midden en hoog verbruik). De foutbalk geeft de spreiding weer ten gevolge van variatie in koudemiddelen (bron: TNO, 2023).



Een breed vergelijkend duurzaamheidsonderzoek naar warmtenetten en haalbare alternatieven ontbreekt nog

Opvallend is dat bestaande studies nauwelijks een integrale vergelijking maken van warmtenetten en warmtepompen binnen één gezamenlijk duurzaamheidskader. Aspecten als bodemverstoring, watergebruik, vervuiling, natuur en biodiversiteit worden zelden

meegenomen in de afweging. Dit gebrek aan holistische vergelijkingen maakt het momenteel lastig om technologiekeuzes te maken op basis van een volledige milieueffectenraming.

Bronnen:

- Greenvis (2022). *Open Regionaal Energiesysteem (ORES)*.
- Kalavasta (2024). *Kosten en baten van warmteopslag*.
- CE Delft (2022). *Verduurzaming bronnen voor warmtenetten*.
- LBP (2023). *LCA van warmtenetconfiguraties*.
- TNO (2023). *Duiding milieuprestaties warmtepompen in de bestaande bouw*.

6 Sociaal

Binnen het **Sociale** impactdomein onderzoeken we hoe warmtenetten zich verhouden tot alternatieven sociale indicatoren als ongelijkheid, acceptatie, zelfstandigheid, cohesie, en privacy.

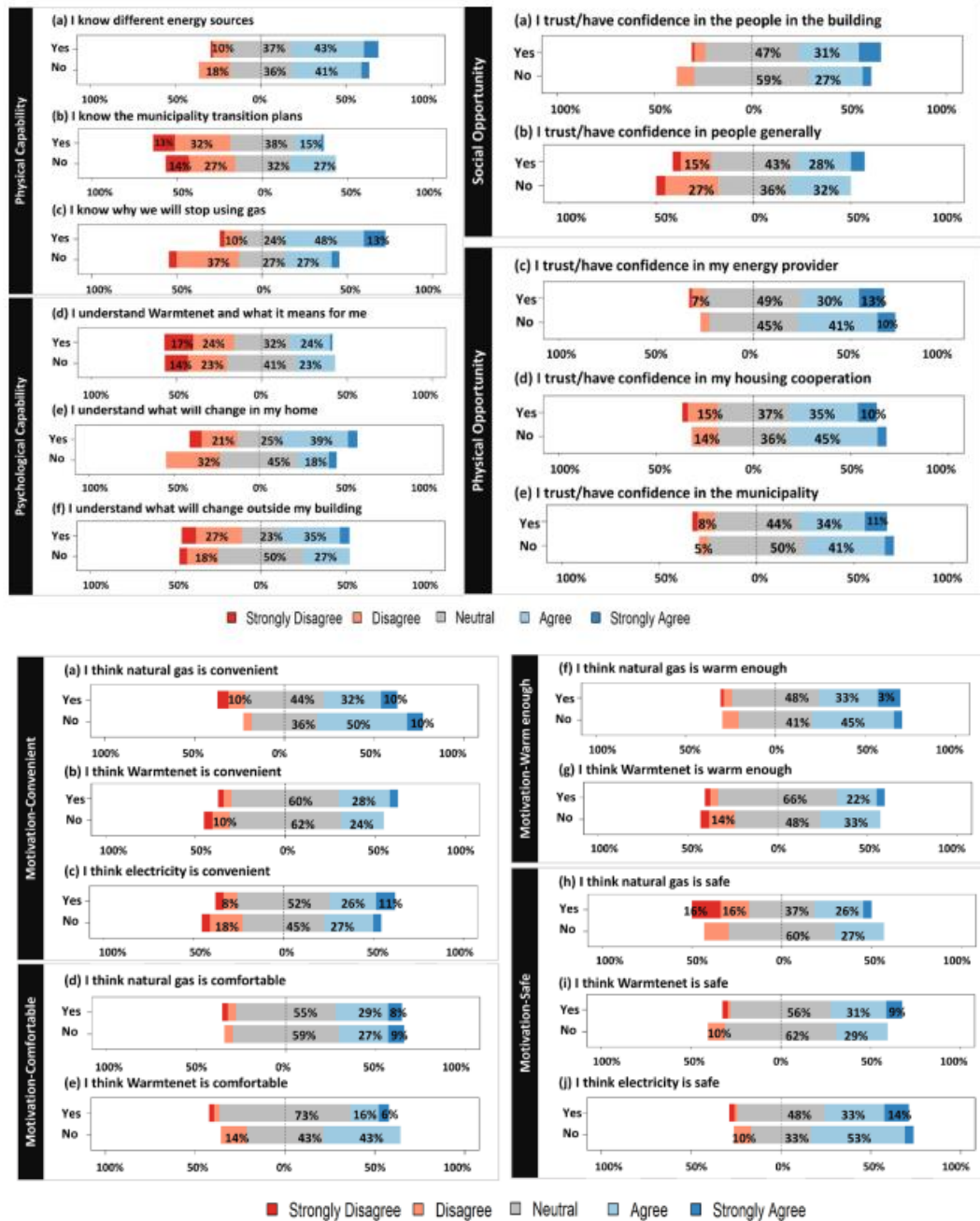
De verdeling van de kosten van warmtenetten is een bepalende factor voor ervaren rechtvaardigheid

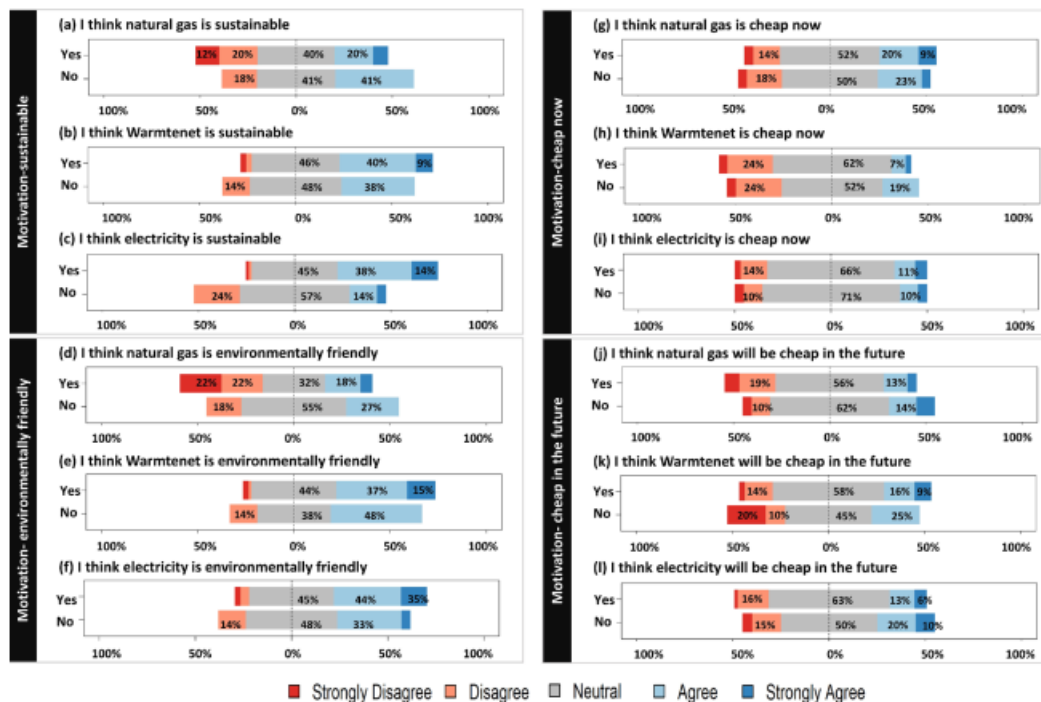
Een van de belangrijkste sociale factoren bij de verduurzaming van de warmtevoorziening is betaalbaarheid en dan met name de manier waarop de kosten worden verdeeld onder gebruikers. De kostenverdeling bepaalt de ervaren eerlijkheid en daarmee het draagvlak voor warmtenetten. Berenschot (2025) laat zien dat een alternatieve (meer kostenreflectieve) nettariensystematiek kan zorgen voor een verlaging van de energierekening van huishoudens die aangesloten zijn op een warmtenet. In een dergelijk tariefsysteem worden de kosten vooral gedragen door huishoudens met hoog verbruik, waarbij de gemiddelde jaarlast daalt van huishoudens met een warmtenetaansluiting daalt van **€386 naar €372**. Toch blijft betaalbaarheid sterk afhankelijk van contextuele factoren zoals woningtype, gekozen techniek en wijkenmerken.

Acceptatie van warmtenetten kent potentieel, maar ook frictiepunten

Warmtenetten worden in de basis positief ontvangen. Onderzoek van Onencan & de Koning (2024) laat zien dat **75%** van de ondervraagde bewoners positief staat tegenover aansluiting op een warmtenet, ruim boven de wettelijke drempel van **70%**. Toch betekent dit niet dat de acceptatie onvoorwaardelijk is. Er bestaan zorgen over gebrek aan kennis, vertrouwen en zeggenschap. Vooral huurders beschikken vaak over beperkte informatie over wat de overstap precies inhoudt. Daarnaast is het institutioneel vertrouwen in woningcorporaties, gemeenten en energieleveranciers laag. Bewoners ervaren weinig ruimte voor zelforganisatie, wat hun ervaren grip op het proces ondermijnt. Deze factoren kunnen de sociale legitimiteit van warmtenetprojecten onder druk zetten, ondanks een aanvankelijk positieve houding.

Figuur 33: Houding bewoners tegenover aansluiting op een warmtenet (bron: Onencan & de koning, 2024).

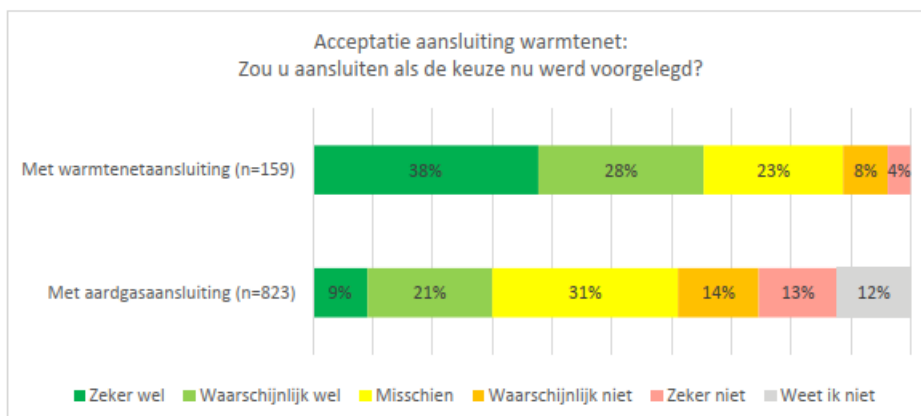




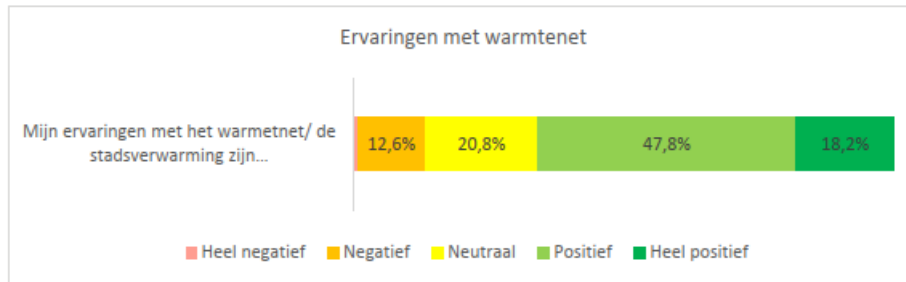
Acceptatie is gelaagd: van systeemvertrouwen tot dagelijkse beleving

De sociale acceptatie van warmtenetten laat zich onderverdelen in drie vormen: sociopolitiek, procesmatig en productgericht (Van Aalderen et al., 2021). De sociopolitieke acceptatie is van warmtenetten in Nederland blijkt relatief hoog: ongeveer de helft van de bewoners staat achter het aardgasvrije beleid. Wat betreft procesacceptatie, daar geeft **37%** van de benaderde bewoners aan dat zij vinden dat ze op acceptabele wijze zijn benaderd gedurende de overstap van aardgas op een warmtenet. Procesacceptatie wordt beïnvloed door vertrouwen in betrokken partijen en ervaren inspraak in de keuze voor een aardgasvrije oplossing. Bewoners in de bewustwordingsfase maken zich zorgen over installatie en kosten, terwijl bewoners in de besluitvormingsfase vragen hebben over inspraak. Met betrekking tot productacceptatie zijn gebruikers van warmtenetten overwegend tevreden: **66%** geeft aan positief te zijn over het gebruik, tegenover slechts **30%** bij aardgasgebruikers. Warmtenetgebruikers waarderen vooral het gebruiksgemak. Tegelijkertijd zorgen beperkingen in keuzevrijheid en onduidelijkheid over tarieven voor frustratie bij warmtenetgebruikers.

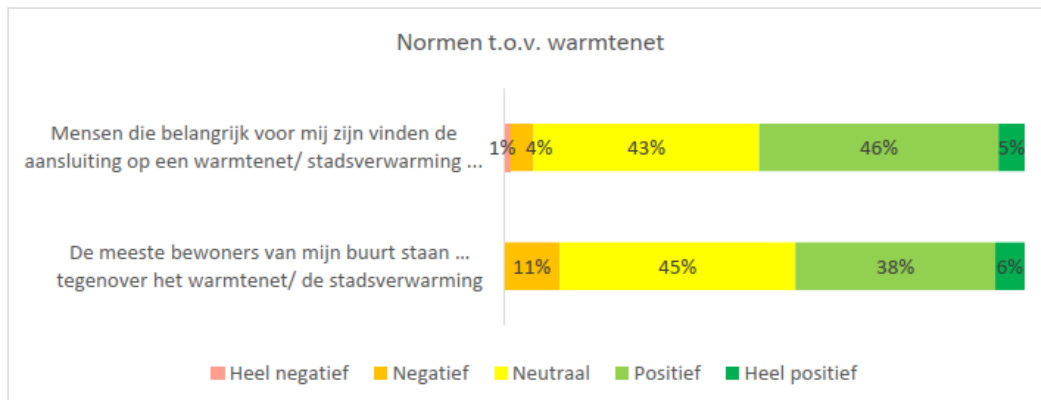
Figuur 34: Acceptatie van een aansluiting op een warmtenet door bewoners met een aardgasaansluiting (bewustwordings- en besluitvormingsfase) en een warmtenet (implementatiefase). De categorie 'weet niet' was geen optie voor bewoners met een warmtenetaansluiting (bron: Van Aalderen et al., 2021).



Figuur 35: Ervaringen met het warmtenet voor bewoners aangesloten (n=159) (bron: Van Aalderen et al., 2021).

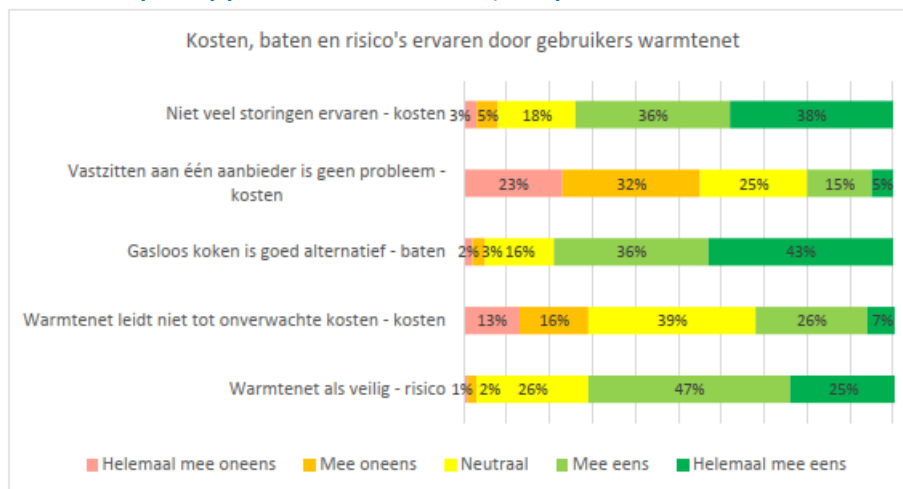


Figuur 36: Verdeling voorschrijvende normen voor bewoners aangesloten op een warmtenet (n=159) (bron: Van Aalderen et al., 2021).

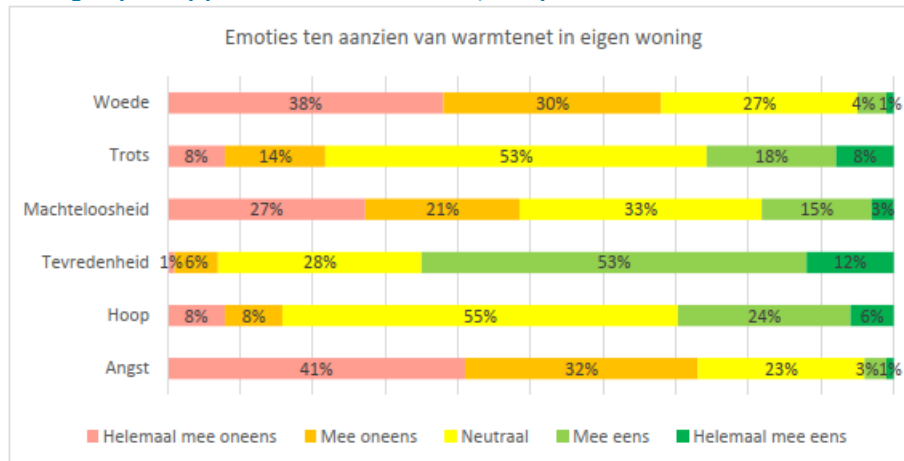


Figuur 24 - Verdeling voorschrijvende normen voor bewoners aangesloten op een warmtenet (n = 159).

Figuur 37: Reacties op stellingen over kosten, baten, en risico's door respondenten aangesloten op een warmtenet (n=159) (bron: Van Aalderen et al., 2021).



Figuur 38: Emoties van respondenten met een warmtenet ten aanzien van het warmtenet in hun eigen woningen (n=159) (bron: Van Aalderen et al., 2021).



Een directe vergelijking van warmtenetten met warmtepompen op sociale indicatoren ontbreekt nog

Ondanks de inzichten over kosten en acceptatie is het aantal studies dat warmtenetten expliciet vergelijkt met alternatieve warmteopties op bredere sociale criteria beperkt. Een directe vergelijking van warmtetechnieken op indicatoren als ongelijkheid in toegang, verlies van autonomie, gevolgen voor sociale cohesie in de wijk en de impact van datagedreven systemen op privacy blijven nagenoeg onverkend. Evenmin is onderzocht hoe de keuze voor collectieve of individuele oplossingen doorwerkt in vastgoedwaarden of lokale economische ontwikkeling. Dit gebrek aan breed sociaal perspectief vormt een belangrijke kennislacune. Zonder deze inzichten blijven beleidsmakers en ontwikkelaars blind voor de sociale neveneffecten van duurzame warmteopties, die juist bepalend kunnen zijn voor het slagen of falen van de warmtetransitie op buurtniveau.

Bronnen:

- Berenschot (2025). *Verkenning alternatief nettariaf kleinverbruik*.
- PBL (2024). *Aardgasvrij, een goed idee maar*
- Onencan & de Koning (2024). *Social acceptance of district heating evidence from the Netherlands*.
- Van Aalderen et al (2021). *Bewonersacceptatie-van-warmtenetten*.

7 Modelanalyse

We gebruiken het Vesta-MAIS model om het technisch-economisch potentieel van warmtetechnieken in beeld te brengen

Om het technisch-economisch potentieel van duurzame warmtetechnieken in de gebouwde omgeving te bepalen, maken we gebruik van het open source ruimtelijk energiemodel Vesta-MAIS. Dit model is ontwikkeld door het Planbureau voor de Leefomgeving en werd ingezet in de zogenoemde Startanalyse. De Startanalyse dient als vertrekpunt voor gemeenten en biedt inzicht in de nationale meerkosten van verschillende technische opties om gebouwen aardgasvrij te verwarmen. In deze analyse wordt een 'doelscenario' voor 2030 gepresenteerd, waarin de aardgasvoorziening volledig is uitgefaseerd. De warmtevraag in de gebouwde omgeving wordt in dit scenario volledig ingevuld via vier strategieën:

1. S1: Individuele elektrische warmtepomp;
2. S2: Warmtenet met midden- en hoge-temperatuurbronnen;
3. S3: Combinatie (Z)LT-warmtenet met individuele elektrische warmtepompen;
4. S4: Klimaatneutraal gas.

De Startanalyse, die voor het eerst in 2020 is opgesteld, is in 2025 geactualiseerd. De specifieke uitgangspunten en kengetallen die in het model worden toegepast, zijn toegelicht in de rapportages van het PBL^{3,4}.

We verkennen de kostenoptimale inzet van aardgasvrije warmtetechnieken in twee toekomstscenario's

Met onze modelanalyse verkennen we de optimale verdeling van aardgasvrije warmtetechnieken in Nederland, gebaseerd op de laagste nationale kosten. We hanteren daarbij twee toekomstbeelden:

- **Referentie:** inzet van warmtenetten is toegestaan;
- **Geen nieuwe warmtenetten:** warmtenetten worden uitgesloten als warmteoptie.

In het referentiescenario mag het model alle hernieuwbare warmtetechnieken inzetten, inclusief warmtenetten. In het scenario 'geen nieuwe warmtenetten' wordt deze techniek echter uitgeschakeld als beschikbare optie voor verwarming. Het model berekent per buurt welke strategie resulteert in de laagste nationale (meer)kosten.

Voor beide scenario's maken we gebruik van de standaardinstellingen van het Vesta-MAIS model. De gehanteerde kengetallen zijn nader toegelicht in de PBL-publicatie *Actualisatie Startanalyse aardgasvrije buurten 2025*.

Warmtenetten veelal ingezet als kostenoptimale techniek in hoogstedelijke gebieden

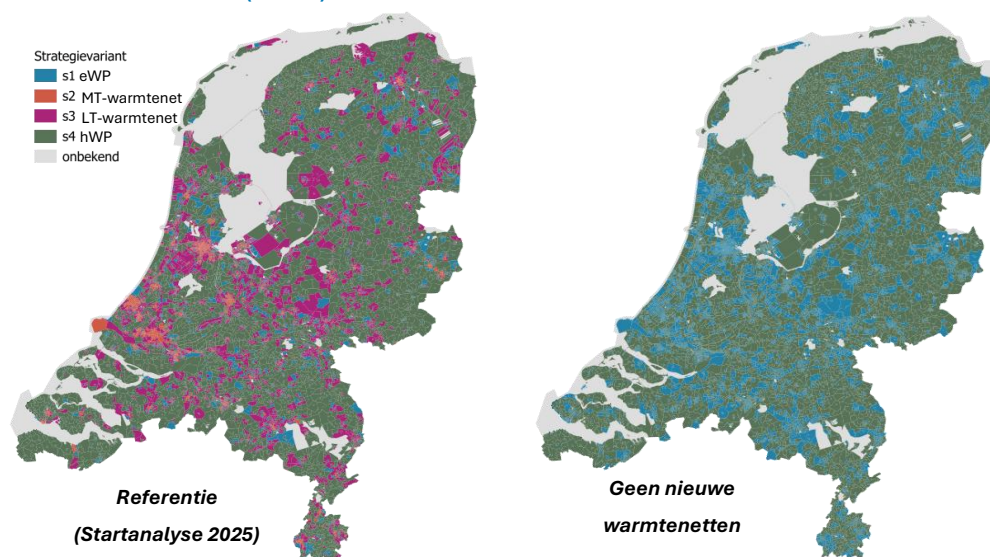
De volgende figuur toont de resultaten van de twee modelscenario's. In het referentiescenario – waarin warmtenetten zijn toegestaan als onderdeel van de warmtetransitie – blijken warmtenetten (S2 en S3) een kostenoptimale oplossing voor hoogstedelijke gebieden met een hoge woondichtheid en een geconcentreerde warmtevraag. In deze gebieden concurreren warmtenetten voornamelijk met elektrische warmtepompen.

³ PBL, 2025. Actualisatie Startanalyse aardgasvrije buurten 2025. [Link](#)

⁴ PBL, 2025. Publicaties; Actualisatie aardgasvrije buurten 2025. [Link](#), zie additionele achtergrondrapportages.

Daarnaast worden in enkele hoogstedelijke buurten hybride warmtepompen toegewezen. Deze systemen maken gebruik van klimaatneutraal gas. Omdat de beschikbaarheid van dit gas beperkt is, kunnen niet alle panden die hier vanuit kosten oogpunt baat bij zouden hebben, ervan worden voorzien. In het Vesta-MAIS model wordt aangenomen dat er in 2050 maximaal 1,5 miljard kubieke meter klimaatneutraal gas beschikbaar is voor hybride warmtepompen. De inzet van klimaatneutraal gas is aantrekkelijk voor veel panden, omdat het relatief lage investeringen vraagt in infrastructuur en gebouwaanpassingen. De schaarse hoeveelheid gas wordt echter grotendeels toegewezen aan hoogstedelijke gebieden, wat ten koste gaat van de beschikbaarheid in buitengebieden. Hierdoor worden in die gebieden vaker (duurdere) elektrische warmtepompen toegepast. In het algemeen geldt dat collectieve warmtetechnieken in hoogstedelijke gebieden kostenefficiënter zijn dan individuele technieken.

Figuur 39: Uitkomsten modelanalyse voor het referentiescenario (links) en het 'geen nieuwe warmtenetten' scenario (rechts).

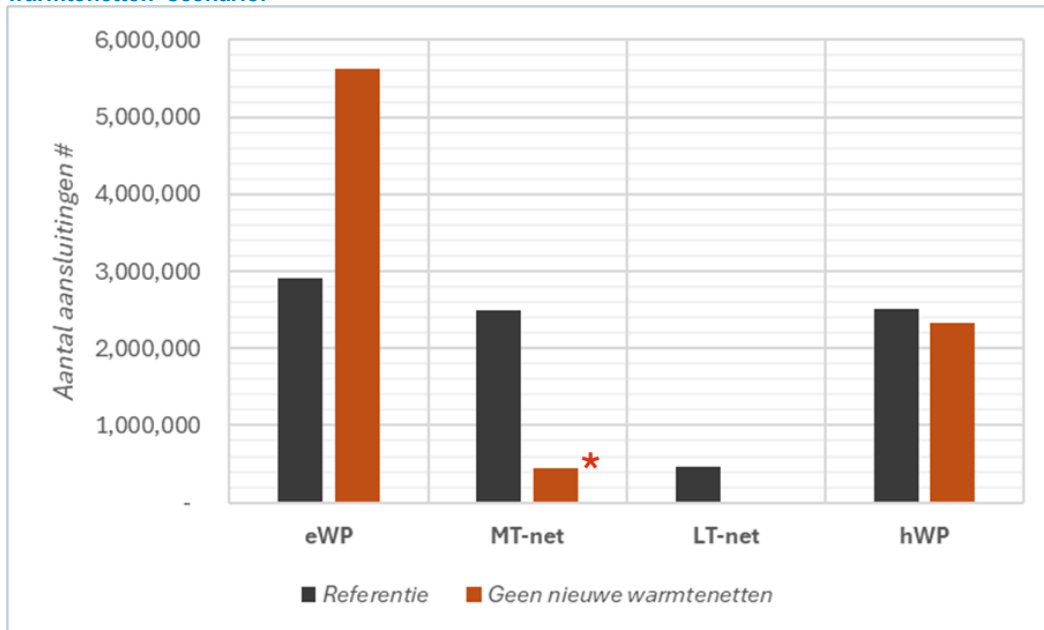


* Onbekende buurten zijn uitgesloten van de analyse; omdat het bijv. natuurgebieden betreffen of 'proeftuinen voor aardgasvrije wijken'.

Zonder investeringen in warmtenetten stijgt het aandeel eWP aansluitingen met 93%

De volgende figuur laat de verdeling van aardgasvrije warmtetechnieken over aansluitingen zien. Op landelijk niveau leidt het niet investeren in warmtenetten tot een aanzienlijke toename van het aantal aansluitingen met een elektrische warmtepomp (eWP). Het aantal eWP-aansluitingen stijgt met 93%. Tegelijkertijd daalt het aantal aansluitingen met een hybride warmtepomp (hWP) enigszins in het scenario zonder nieuwe warmtenetten. Dit komt doordat het beperkte aanbod van klimaatneutraal gas voor de hWP vooral wordt toegewezen aan slecht geïsoleerde woningen in hoogstedelijke gebieden, waar de warmtevraag hoog is. Als gevolg daarvan blijft er minder klimaatneutraal gas beschikbaar voor andere woningen in Nederland.

Figuur 40: Aantal aansluitingen per strategievariant in het referentiescenario en het 'geen nieuwe warmtenetten' scenario.



*De MT-warmtenet aansluitingen onder het 'geen nieuwe warmtenetten scenario' betreffen bestaande aansluitingen.

Geén warmtenetten leidt tot 11% hogere nationale kosten, waaronder een stijging van 49% voor het verzwaren van het net

De volgende tabel toont de nationale meerkosten van de twee scenario's. De modelanalyse laat zien dat geen warmtenetten leidt tot 11% hogere jaarlijkse nationale kosten. De maatschappelijke meerwaarde van warmtenetten in de energietransitie op basis van nationale kosten betreft 1,2 miljard euro, ongeveer 114 EUR₂₀₂₃/j per WEQ.

De stijging in eWP aansluitingen bij het niet investeren in nieuwe warmtenetten zorgt voor een toename van de nationale meerkosten van het verzwaren van het elektriciteitsnet met 104 mln. EUR₂₀₂₃/jaar, ofwel +49% t.o.v. referentiescenario. Als zodanig maken de kosten voor netverzwaring ongeveer 2% uit van de totale kosten voor de warmtetransitie in het referentiescenario, tegenover 3% in het scenario zonder nieuwe warmtenetten (zie onderstaande tabel).

Tabel 2: Nationale meerkosten in het referentiescenario en het 'geen nieuwe warmtenetten' scenario.

Resultaat	Referentie-scenario	Geen nieuwe warmtenetten scenario	Delta
Totale nationale meerkosten [EUR/j]	10,5 mld. EUR/j	11,7 mld EUR/j	1,2 mld EUR/j (+11%)
per WEQ	1.016 EUR/j	1.130 EUR/j	114 EUR/j (+11%)
Waarvan e-net verzwaren	215 mln. EUR/j	319 mln. EUR/j	104 mln. EUR/j (+49%)
per WEQ	21 EUR/j	31 EUR/j	10 EUR/j (49%)

8 Algemene conclusie

Warmtenetten spelen een sleutelrol in de energietransitie en bieden een duurzaam alternatief voor traditionele verwarmingsmethoden, zoals aardgasketels. Dit hoofdstuk vat de conclusies per maatschappelijk impactgebied over de prestaties van warmtenetten samen en beantwoordt de vraag: *wat is de algehele maatschappelijke (meer)waarde van warmtenetten in vergelijking met haalbare alternatieven?* Daarnaast wordt de robuustheid van deze conclusie besproken, evenals de belangrijkste kennislücken.

De volgende tabel geeft per impactgebied een prestatiebeoordeling van warmtenetten, die moet worden geïnterpreteerd in vergelijking met haalbare alternatieven (doorgaans individuele warmtepompen). Een beoordeling van **Hoog** betekent dat de prestatie beter is dan de alternatieven, **Midden** geeft aan dat de prestatie vergelijkbaar is, en **Laag** betekent een mindere prestatie. De robuustheid van de prestatiebeoordelingen wordt op eenzelfde schaal beoordeeld (van laag naar hoog).

Tabel 3: Conclusies over de prestatie van warmtenetten op maatschappelijke impactgebieden.

Impactdomein	Prestatie-beoordeling	Onderbouwing	Robuustheid	Kennishiaat
Bedrijfs-economisch	Midden	De financiële haalbaarheid van warmtenetten is in grote mate afhankelijk van de combinatie van de kenmerken van de warmtevraag en de beschikbare warmtebron. Hoe groter en constanter de warmtevraag, hoe gunstiger dit is voor de businesscase. Warmtenetten zijn kapitaalintensieve projecten, waarbij de initiële investeringskosten moeten worden terugverdiend door een constante en bij voorkeur zo groot mogelijke inkomstenstroom uit de geleverde warmte. Hoe hoger de investeringskosten (bij een gelijkblijvende warmtevraag), hoe moeilijker de businesscase wordt. Warmteopslag kan de businesscase aanzienlijk verbeteren door besparingen op investeringen in piekvoorzieningen mogelijk te maken. Warmtenetten zijn vooral financieel rendabel in gebieden met een hoge woningdichtheid (wat zorgt voor veel afzet) en wanneer de kenmerken van de gebouwen goed aansluiten op die van de warmtebron (bijvoorbeeld: een hoge isolatiegraad past goed bij een laagtemperatuurbron, terwijl een lage isolatiegraad beter aansluit bij hogere temperatuurbronnen). De onrendabele top voor de onderzochte warmtenetten ligt tussen €0,06 en €0,13 per kWh. De LCOH varieert van €16–53 per GJ voor warmtenetten en €43–46 per GJ voor elektrische warmtepompen.	De uiteindelijke financiële haalbaarheid van warmtenetten zijn altijd afhankelijk van specifieke situatie gebonden factoren. Warmtenetten zijn complexe systemen met veel context-afhankelijke variabelen, die zowel individueel als in combinatie kunnen leiden tot een exponentiële toename van onzekerheid. De robuustheid van deze prestatie-beoordeling wordt door ons dan ook als middelmatig beoordeeld.	Hoewel recente techno-economische studies waardevolle richtlijnen bieden, blijven de gehanteerde kostenkengetallen gevoelig voor veranderingen in technologie, marktprijzen en projectomstandigheden. Het is daarom van belang dat marktpartijen, ingenieursbureaus en beleidsmakers actief praktijkdata blijven verzamelen en terugkoppelen naar centrale (publieke) kennisbronnen.
Macro-economisch	Hoog	Op nationaal niveau kunnen warmtenetten bijdragen aan lagere kosten voor de energietransitie in vergelijking met een volledig all-electric scenario. Studies tonen aan dat warmtenetten, mits strategisch toegepast, leiden tot lagere nationale kosten en een efficiëntere benutting van warmtebronnen. Dit resulteert in maatschappelijke kostenvoordelen die variëren van €49 tot €292 per woning per jaar . De efficiëntie van de uitrol en de integratie met andere infrastructuurprojecten zijn echter cruciaal voor het realiseren van deze voordelen.	Wij beoordelen de robuustheid van de conclusie op dit impactgebied als hoog , omdat meerdere studies met verschillende benaderingen en modellen consistent dezelfde bevindingen rapporteren over de kosteneffectiviteit van warmtenetten op nationaal niveau.	Een belangrijke kennishiaat in bestaande rapporten betreft de (toekomstige) beschikbaarheid van voldoende toegankelijke warmtebronnen. Een lage beschikbaarheid van deze bronnen kan de maatschappelijke businesscase voor de warmtetransitie verslechteren met tot wel 1,2 miljard euro per jaar (analyse Ecorys, 2025).
Energie-systeem	Hoog	Warmtenetten verlagen de druk op het elektriciteitsnet in vergelijking met (elektrische) warmtepompen. Vooral hoge- en middentemperatuurnetten gebruiken relatief weinig elektriciteit per geleverde warmte-eenheid, wat leidt tot een lagere netimpact . Dit is een maatschappelijk voordeel gezien de toenemende netcongestie. Warmtenetten kunnen zo bijdragen aan een efficiëntere benutting van het net en het voorkomen van knelpunten, wat ruimte biedt voor verdere economische groei en elektrificatie.	De robuustheid van deze conclusie is hoog omdat verschillende studies, gebaseerd op empirische data en verschillende methoden, consistent dezelfde bevindingen ondersteunen.	Er lijken geen dringende kennishiaten te zijn op het gebied van warmtenetten en hun impact op het elektriciteitsnet, aangezien meerdere studies, gebaseerd op empirische data, al aantonen dat warmtenetten de druk op het net verlagen in vergelijking met elektrische systemen. De bevindingen over de netimpact van verschillende soorten warmtetechnieken zijn dus goed gedocumenteerd en bieden volgens ons een solide basis voor beleidsbeslissingen.

Duurzaamheid	Midden	De duurzaamheid van warmtenetten is sterk afhankelijk van de gebruikte warmtebronnen en het ontwerp van het systeem. Ze kunnen voor een aanzienlijke reductie van broeikasgasemissies zorgen in vergelijking met aardgasketels, vooral wanneer duurzame bronnen zoals geothermie, aquathermie en industriële restwarmte worden gebruikt. Net als bij warmtepompen hangen de duurzaamheidsprestaties van warmtenetten af van het type energiebron en de efficiëntie van de warmtelevering . Op basis van geselecteerde studies beschouwen we de duurzaamheidsprestaties van beide technieken als vergelijkbaar.	De robuustheid van deze conclusie wordt door ons beoordeeld als hoog , aangezien verschillende studies, die gebruikmaken van empirische data en uiteenlopende methoden, consistent dezelfde resultaten laten zien.	Een kennishiaat binnen het duurzaamheidsimpactgebied is het ontbreken van breed vergelijkend onderzoek tussen warmtenetten en alternatieven zoals warmtepompen. Hoewel er wel studies bestaan die de duurzaamheid van deze systemen afzonderlijk analyseren, is er een gebrek aan systematische vergelijkingen die de verschillende technieken onder gelijke voorwaarden en met dezelfde meetcriteria beoordelen.
Sociaal	Midden	De sociale acceptatie van warmtenetten is over het algemeen positief, maar er zijn frictiepunten zoals betaalbaarheid, gebrek aan kennis en vertrouwen, en beperkte zeggenschap voor bewoners. De verdeling van kosten en de ervaren rechtvaardigheid spelen een belangrijke rol in het draagvlak voor warmtenetten.	Deze conclusie is volgens ons hoog robuust omdat meerdere studies, die gebaseerd zijn op empirische data en verschillende benaderingen, telkens dezelfde bevindingen opleveren.	Een kennishiaat binnen het sociale impactgebied ligt in het gebrek aan directe vergelijkingen tussen warmtenetten en warmtepompen op sociale indicatoren zoals ongelijkheid, autonomie en sociale cohesie. Hoewel er veel aandacht is voor de technische en economische aspecten van deze technologieën, is er weinig onderzoek dat de sociale gevolgen van deze systemen vergelijkt.