



ECORYS



Answering
tomorrow's
challenges
today

Meta-analyse naar de maatschappelijke meerwaarde van warmtenetten

28 04 2025

Ecorys, Netbeheer Nederland

Inhoudsopgave

Introductie

- Aanleiding en context [4]

Plan van aanpak

- Stappenplan [6]
- Meta-analyseraamwerk [7]
- Modelanalyse [8]

Resultaten

- Bronnenlijst [10]
- Resultaten modelanalyse [11-12]

Conclusies

- Overzichtstabel [14]

Bijlage

- Bedrijfseconomische impact [16]
- Macro-economische impact [17-18]
- Energiesysteem impact [19-20]
- Duurzaamheidsimpact [21]
- Sociale impact [22]



Introductie

Met een **meta-analyse** van bestaande literatuur willen we bijdragen aan het weer op gang brengen van de warmtetransitie

Probleem

De ontwikkeling van warmtenetten in Nederland ligt momenteel vrijwel stil.

Oorzaken

Er spelen meerdere factoren die deze stagnatie veroorzaken:

- **Beperkte betaalbaarheid** voor eindgebruikers, waardoor warmtenetten weinig aantrekkelijk zijn voor consumenten.
- **Suboptimale financieringsstructuren**, die de financiële haalbaarheid van warmtenetten ondermijnen.
- **Verminderde realisatiekracht**, als gevolg van afgenomen vertrouwen tussen marktpartijen en de overheid. Dit vertrouwen is aangetast door het moeizame proces rondom de ontwikkeling van de beoogde Wet collectieve warmte (Wcw).

De huidige stilstand is dus geen bewuste keuze, maar eerder een gevolg van een samenloop van belemmerende factoren. Om deze impasse te doorbreken is een nieuwe impuls nodig.

Beoogde bijdrage van dit onderzoek

Het centrale doel van dit onderzoek is om inzicht te krijgen in het **maatschappelijk waardepotentieel van warmtenetten**, zodat beleidsmakers beter kunnen afwegen of – en in welke mate – het de moeite waard is om de genoemde knelpunten aan te pakken en de ontwikkeling van warmtenetten weer in beweging te brengen.

Op dit moment is relevante informatie over warmtenetten versnipperd over verschillende rapporten, wat leidt tot een gebrek aan overzicht. Door middel van een **meta-analyse** brengen we deze inzichten samen en maken we de maatschappelijke (meer)waarde van warmtenetten beter onderbouwd zichtbaar. Een helder beeld van deze waarde is essentieel om te bepalen **hoe urgent en wenselijk het is om publieke of private investeringen in warmtenetten te stimuleren**.



Plan van aanpak

Ons onderzoeksproces bestaat uit drie stappen

1. Literatuurstudie & meta-analyse

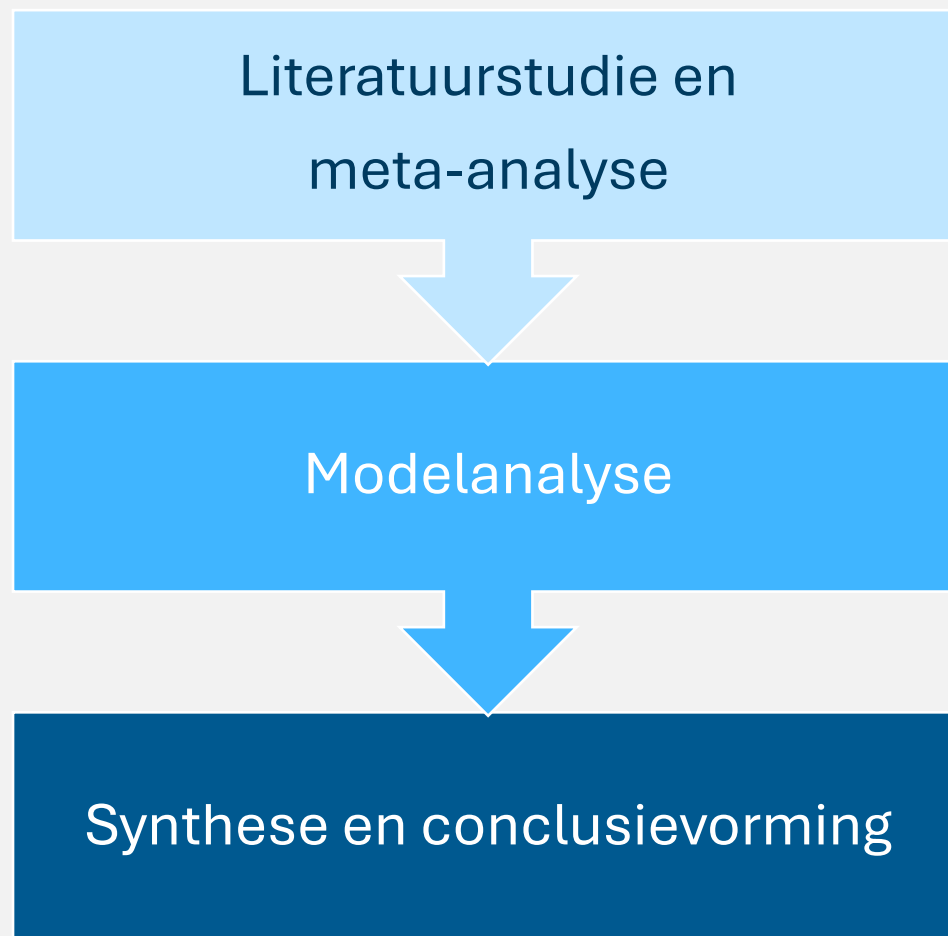
We verzamelen relevante literatuur en structureren deze thematisch. Dit waarborgt een compleet en actueel overzicht van inzichten rond warmtenetten.

2. Modelanalyse (Vesta-MAIS)

We vullen kennishiaten aan via scenarioanalyses met het PBL-warmtemodel Vesta-MAIS. Zo toetsen we de maatschappelijke kosten en meerwaarde van warmtenetten onder verschillende toekomstscenario's.

3. Synthese & conclusievorming

We combineren inzichten uit literatuur en modelanalyse, identificeren succes- en risicofactoren, en formuleren een verhaallijn over de maatschappelijke meerwaarde van warmtenetten.



Ons **meta-analyseraamwerk** ordent bestaande kennis over warmtenetten langs **vijf maatschappelijke impactgebieden** en vergelijkt studies op basis van methodologische kenmerken

Aanpak meta-analyse

Voor elke studie analyseren we twee hoofdonderdelen:

- **Het ontwerp**
We brengen in kaart welke ontwerpkeuzes zijn gemaakt bij het opzetten van de studie. Dit vormt de basis voor een consistente vergelijking tussen studies in een later stadium.
- **De uitkomsten**
We kijken naar wat de studie zegt over de prestaties van warmtenetten op de verschillende maatschappelijke impactgebieden.

Na analyse van alle studies:

- **Per impactgebied**
We harmoniseren en normaliseren de resultaten uit de verschillende rapporten, zodat ze onderling vergelijkbaar zijn en we per impactgebied duidelijke conclusies kunnen trekken.
- **Overkoepelende conclusie**
Op basis van de deelconclusies per impactgebied bepalen we de maatschappelijke waarde van warmtenetten in bredere zin.

Hoe is de studie
ontworpen?

Wat is de
onderzoeksvraag?

Wat onthullen de
uitkomsten van
een studie over de
prestatie van
warmtenetten (en
alternatieven) op
de verschillende
maatschappelijke
impactgebieden?

Thema	Vraagstuk
Technische kenmerken	Wat zijn de technische kenmerken van de warmtetechnieken die geanalyseerd worden?
Alternatieven	Welke warmtetechnieken worden met elkaar vergeleken?
Context	Welke contextuele factoren en randvoorwaarden worden toegepast?
Methodologie	Welke methode wordt gebruikt om de onderzoeksvraag te beantwoorden, en wat zijn de sterke en zwakke punten daarvan?
Impactgebied	Vraagstuk
Bedrijfseconomisch	Hoe verhouden de totale kosten per geleverde energie-eenheid van warmtenetten zich tot haalbare alternatieven?
Macro-economisch	Hoe verhouden de nationale werkgelegenheids- en bredere welvaartseffecten van warmtenetten zich tot haalbare alternatieven?
Energiesysteem	Hoe verhoudt de netimpact van warmtenetten zich tot haalbare alternatieven?
Duurzaamheid	Hoe verhouden de duurzaamheidseffecten (bijv. broeikasgasemissies, luchtvervuiling, bodemverstoring, watergebruik en vervuiling, natuur en biodiversiteit) van warmtenetten zich tot haalbare alternatieven?
Sociaal	Hoe verhoudt de impact van warmtenetten op sociale indicatoren als ongelijkheid, acceptatie, zelfstandigheid, cohesie, privacy zich tot die van haalbare alternatieven?

Met onze **modelanalyse** adresseren we belangrijke kennishiaten uit de bestaande literatuur

In ons onderzoek wordt een modelanalyse uitgevoerd om de maatschappelijke (meer)waarde van warmtenetten in de warmtetransitie verder te verkennen. Hiervoor wordt de meest recente versie van het Vesta-MAIS model gebruikt, ontwikkeld door het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

Wat is Vesta-MAIS?

Vesta-MAIS is een model dat wordt gebruikt om de nationale meerkosten van de warmtetransitie te bepalen. Het model optimaliseert de toewijzing van aardgasvrije warmtetechnieken per buurt in Nederland, met als doel het realiseren van de laagst mogelijke nationale kosten in 2030. Het wordt onder andere toegepast in de studie Startanalyse 2025 van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

Wat zijn nationale meerkosten?

De **nationale meerkosten** worden gedefinieerd als de totale directe maatschappelijke kosten van de warmtetransitie, afgezet tegen een scenario waarin de huidige, op aardgas gebaseerde warmtevoorziening wordt voortgezet. Het model houdt rekening met technische randvoorwaarden per buurt, zoals de beschikbaarheid van thermische energie uit puntbronnen en de energetische staat van de bebouwing.

Hoe werkt Vesta-MAIS?

Vesta MAIS neemt **vier typen aardgasvrije warmtetechnieken** in beschouwing: elektrische warmtepompen (eWP), MT-warmtenetten (gebaseerd op bronnen zoals industriële restwarmte en geothermie), LT-warmtenetten (gebaseerd op bronnen zoals restwarmte van datacenters en thermische energie uit oppervlaktewater), en hybride warmtepompen (hWP).

Hoe ziet onze modelanalyse er uit?

We rekenen met **twee scenario's**, waarbij we de nationale kosten vergelijken om de toegevoegde waarde van warmtenetten te bepalen:

- **Referentiescenario:** Geeft de optimale inzet van alle aardgasvrije warmtetechnieken weer, inclusief warmtenetten. Volgt de standaard aannames van de Startanalyse 2025 (PBL) met betrekking tot beschikbaarheid en kosten. Laat zien hoe warmtenetten, elektrische warmtepompen en hybride warmtepompen kostenefficiënt kunnen bijdragen aan een aardgasvrije warmtevoorziening.
- **Scenario zonder nieuwe warmtenetten:** Zelfde uitgangspunten als het referentiescenario, maar zonder inzet van warmtenetten. Laat zien in hoeverre elektrische en hybride warmtepompen de warmtetransitie zelfstandig kunnen realiseren. Warmtenetten worden uitgesloten als optie.

Door de nationale kosten van deze twee scenario's met elkaar te vergelijken, kunnen we beoordelen welke kostenbesparing of meerwaarde warmtenetten kunnen bieden in het totaalplaatje van de warmtetransitie.

A large image of a wind farm at sunset. The sky is filled with orange and yellow clouds, and the sun is low on the horizon. The water is a deep blue, and the wind turbines are silhouetted against the bright sky. The image is split vertically by a diagonal line, with the left side being a solid dark blue and the right side showing the actual sunset scene.

Resultaten

We categoriseren de verzamelde rapporten langs vijf maatschappelijke impactgebieden

ID	Studie	Titel	Relevantie*	Bedrijfseconomisch	Macro-economisch	Energiesysteem	Duurzaamheid	Sociaal
1	Berenschot, 2024	De keuze voor warmtenetten of andere warmteoplossingen	Hoog		X			
2	CE Delft, 2024	Het effect van het stagneren van de groei van warmtenetten	Hoog		X			
3	BDH, 2024	Netimpact woningen met warmtepomp	Midden			X		
4	Enexis, 2025	Archetypen warmtenetten	Midden			X		
5	Alliander, 2024	Scenario analyse: Leidse warmteopgave	Midden			X		
6	McKinsey, 2022	Netbeheer Nederland: Analyse WCW	Midden		X			
7	ii3050, 2023	Integrale Infrastructuurverkenning 2030-2050 (ii3050)	Midden		X			
8	IBO, 2025	Schakelen naar de toekomst	Laag		X			
9	TNO, 2025	Eindadviezen SDE++	Hoog	X				
10	NBNL, 2024	Slimme keuzes voor een betaalbaar en robuust energiesysteem	Laag			X		
11	Ecorys, 2024	De maatschappelijke kostprijs van netcongestie	Midden		X			
12	Berenschot, 2025	Verkenning alternatief nettatarief kleinverbruik	Midden		X			X
13	PBL, 2024	Aardgasvrij, een goed idee maar ...	Midden					X
14	Greenvis, 2022	Open Regionaal Energiesysteem (ORES)	Midden		X		X	
15	TNO, 2020	Financiering van warmtenetten	Laag	X				
16	CE Delft, 2018	Weg van het gas	Laag		X			
17	Kalavasta, 2024	Kosten baten van warmteopslag	Hoog	X		X	X	
18	CE Delft, 2022	Verduurzaming warmtebronnen	Midden				X	
19	CE Delft, 2023	Impact warmtetransitie elektriciteit buurten	Hoog		X	X		
20	NBNL, 2022	Netimpact van warmtealternatieven	Midden			X		
21	Merosch, 2024	Netbelasting individuele warmtepomp	Midden			X		
22	LBP, 2023	LCA warmteconfiguraties	Midden				X	
23	TNO, 2023	Duiding milieuprestaties warmtepompen	Midden				X	
24	Onencan & de Koning, 2024	Social acceptance of district heating evidence from the Netherlands	Midden					X
25	Van Aalderen et al., 2021	Bewonersacceptatie-van-warmtenetten	Midden					X
26	Royal HaskoningDHV, 2025	Maatschappelijke kosten & Eindgebruikerskosten Analyse WarmtelinQ+	Hoog	X	X			

*De relevantie van studies is hoog wanneer warmtenetten direct worden vergeleken met alternatieven op een specifiek impactgebied. De relevantie is gemiddeld wanneer de uitkomsten van een studie indirect inzicht bieden in de maatschappelijke prestaties van warmtenetten. De relevantie is laag wanneer de studie deels verouderd is of wanneer andere studies hetzelfde onderwerp hebben onderzocht op een manier die methodologisch sterker is.

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

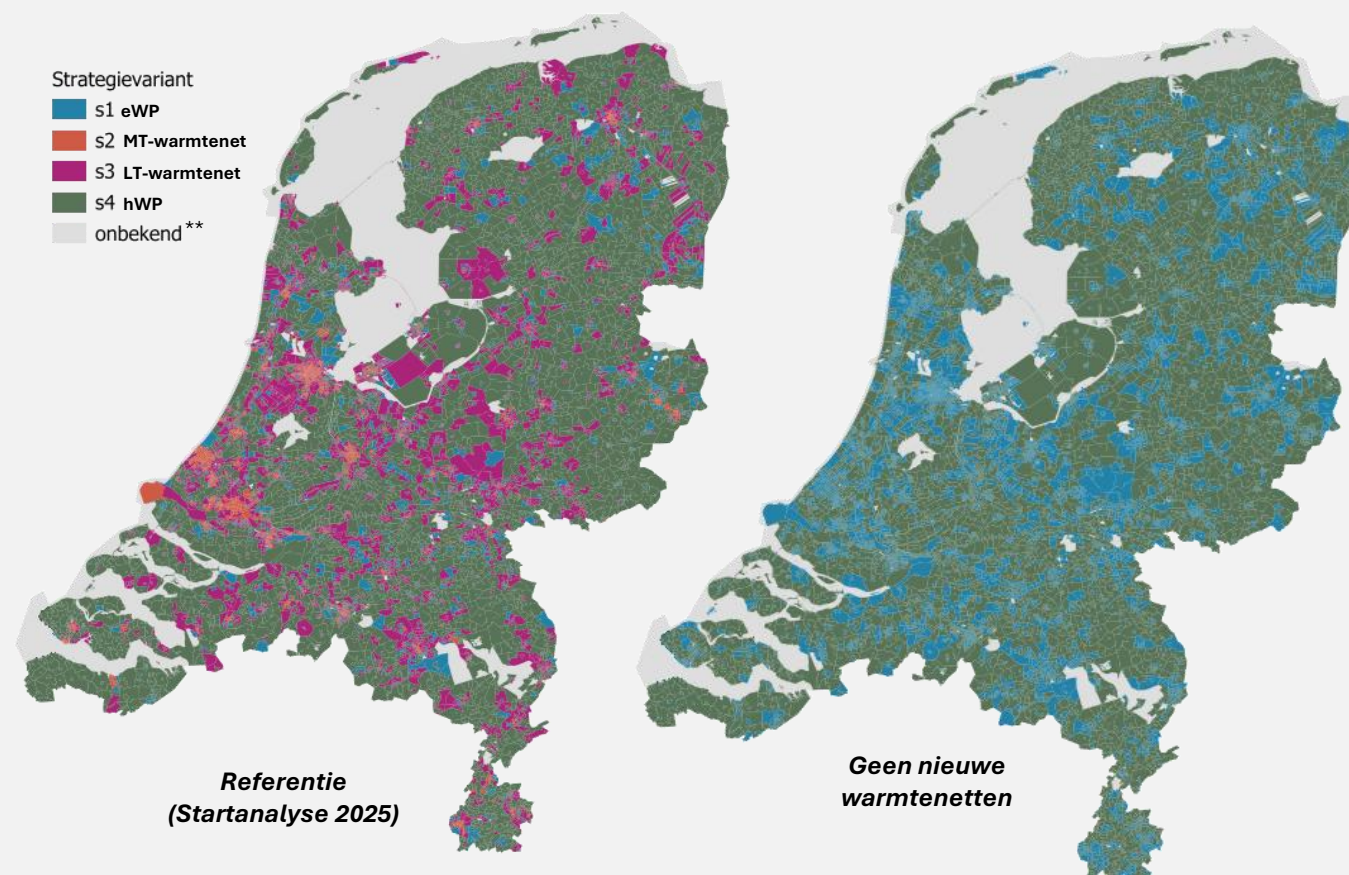
Met de modelanalyse verkennen we de optimale allocatie van aardgasvrije warmtetechnieken in Nederland op basis van de laagste nationale kosten. Daarbij verkennen we twee toekomstbeelden; een waarbij gebruik gemaakt kan worden van warmtenetten (het referentie scenario*), en een waarbij dat niet kan (het 'geen nieuwe warmtenetten' scenario).

De geografische allocatie van aardgasvrije warmtetechnieken:

- Wanneer warmtenetten een optie zijn in de warmtetransitie, vormt het veelal een kostenoptimale warmtetechniek voor hoogstedelijke gebieden met een hoge woondichtheid en concentratie van de warmtevraag.
- In deze hoogstedelijke gebieden concurreren warmtenetten hoofdzakelijk met de elektrische warmtepomp. Enkele hoogstedelijke buurten krijgen de hybride warmtepomp met klimaatneutraal gas toegewezen. De inzet van het schaarse klimaatneutrale gas voor deze buurten gaat ten koste van de inzet van dit gas in het buitengebied, die hierdoor een (duurdere) elektrische warmtepomp toebedeeld krijgen.
- In hoogstedelijke gebieden zijn collectieve warmtetechnieken kostenefficiënter dan individuele warmtetechnieken.

* We gaan in dit scenario uit van de Startanalyse van het PBL, die voor het eerst in 2020 is opgesteld, en in 2025 is geactualiseerd. De specifieke uitgangspunten en kengetallen die in dit modelscenario worden toegepast staan toegelicht in [Actualisatie Startanalyse aardgasvrije buurten 2025](#).

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



Het uitsluiten van warmtenetten in de warmtetransitie leidt in onze modelanalyse tot 11% hogere jaarlijkse nationale kosten (1,2 miljard euro)

Verdeling van aardgasvrije warmtetechnieken per aansluiting

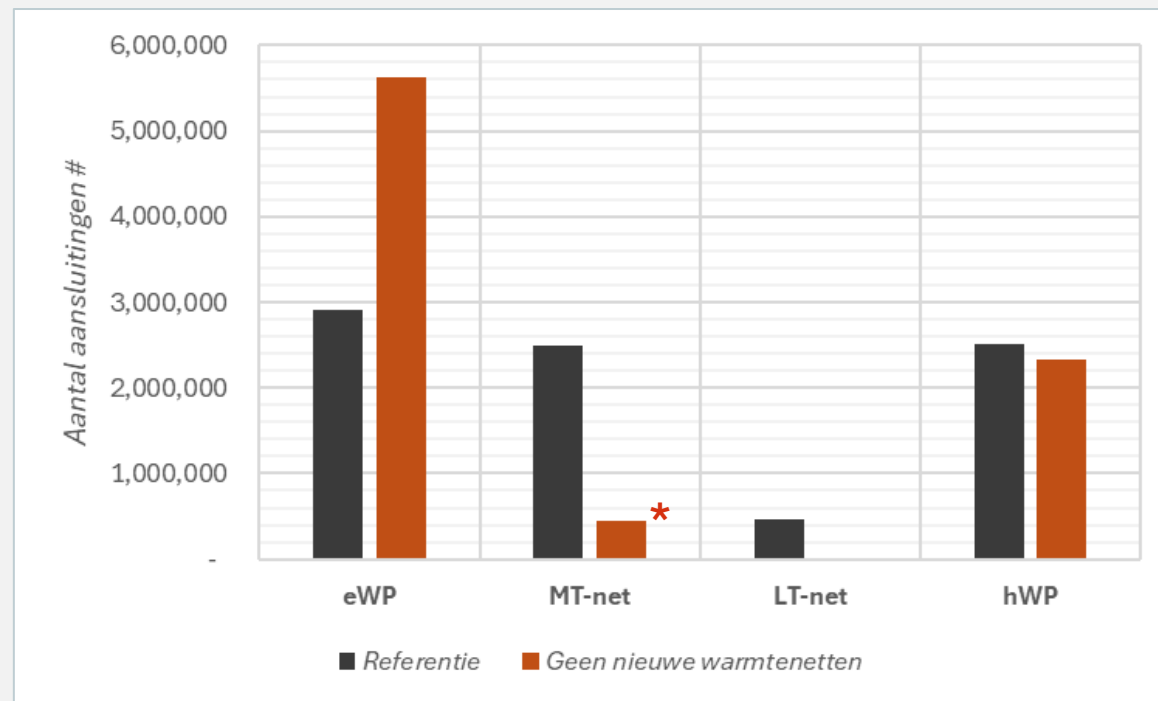
- Het niet investeren in nieuwe warmtenetten zorgt ervoor dat het aantal aansluitingen in Nederland met een eWP stijgt met 93%.
- Het aantal hWP-aansluitingen daalt als er niet wordt geïnvesteerd in nieuwe warmtenetten. Dit kan worden verklaard door het feit dat het beperkte beschikbare klimaatneutrale gas voor de hWP in dit scenario wordt toegewezen aan slecht geïsoleerde woningen in dichtbebouwde stedelijke gebieden met een hoge energievraag. Hierdoor blijft er minder klimaatneutraal gas over voor andere woningen in Nederland.

Meerwaarde van warmtenetten in de warmtetransitie

- De maatschappelijke meerwaarde van warmtenetten in de warmtetransitie op basis van nationale kosten betreft **1,2 mld. EUR/j** in 2030 (prijspeil euro 2023). Dit is ongeveer **114 EUR/j per WEQ**.
- Wanneer er niet wordt geïnvesteerd in nieuwe warmtenetten, stijgen de nationale kosten in onze modelanalyse met **11%**.

Additionele kosten voor netverzwaring

- 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. EUR/j**, ofwel 49%. 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.



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

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%



Conclusies

Uit onze meta-analyse blijkt dat warmtenetten de prestaties van alternatieven **evenaren of overtreffen** op de vijf maatschappelijke impactgebieden

De maatschappelijke meerwaarde van warmtenetten:

- Warmtenetten **verbeteren de maatschappelijke businesscase** van de warmtetransitie, mits efficiënt uitgerold en ondersteund door voldoende arbeid, materialen en geschikte warmtebronnen.
- Warmtenetten **verminderen de noodzaak tot netverzwaring**, vooral in het geval van midden en hoge temperatuur bronnen.
- Warmtenetten zijn een **duurzaam alternatief voor aardgas**, afhankelijk van de bron.
- Warmtenetten worden over het **algemeen geaccepteerd**, mits betaalbaar en eerlijk georganiseerd voor gebruikers.

Bedrijfseconomisch

Prestatiebeoordeling: Midden

- Warmtenetten zijn vooral rendabel in dichtbebouwde gebieden en wanneer gebouw- en bronkarakteristieken goed op elkaar aansluiten (bijv. goed geïsoleerde gebouwen bij laagtemperatuurbronnen). Een grote, constante warmtevraag en inzet van warmteopslag verbeteren de businesscase. De onrendabele top varieert momenteel 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 financiële haalbaarheid is sterk afhankelijk van lokale omstandigheden en kent veel onzekerheden. De robuustheid van de huidige inschatting wordt daarom als **gemiddeld** beoordeeld.
- Omdat kostenkengetallen gevoelig zijn voor technologische en marktontwikkelingen, is het essentieel dat marktpartijen, ingenieurbureaus en beleidsmakers actief praktijkdata blijven verzamelen en terugkoppelen naar centrale (publieke) kennisbronnen.

Macro-economisch

Prestatiebeoordeling: Hoog

- Warmtenetten kunnen op nationaal niveau kosten besparen ten opzichte van een volledig *all-electric* scenario. Bij strategische inzet kunnen ze leiden tot een maatschappelijk kostenvoordeel van **€49 tot €292 per woning per jaar** (afhankelijk van locatiespecifieke kenmerken). De mogelijke kostenbesparing hangt wel af van een efficiënte uitrol en integratie met andere (energie-)infrastructuur projecten.
- De robuustheid van de conclusie over de maatschappelijke kosteneffectiviteit van warmtenetten is **hoog**, omdat deze wordt ondersteund door meerdere studies met verschillende methodes.
- Wel is er onzekerheid over de toekomstige beschikbaarheid van voldoende warmtebronnen. Een tekort hieraan kan de maatschappelijke businesscase **tot €1,2 miljard per jaar** verslechteren (Ecorys, 2025).

Energiesysteem

Prestatiebeoordeling: Hoog

- Uit studies blijkt dat warmtenetten doorgaans **een lagere netimpact** hebben dan (elektrische) warmtepompen, vooral bij hoge- en middentemperatuurnetten. Voor hybride warmtepompen en (zeer) laagtemperatuurwarmtenetten ligt de netimpact dichter bij elkaar. Wel zijn collectieve systemen op het middenspanningsnet vaak kostenefficiënter aan te sluiten dan individuele hybride warmtepompen op het laagspanningsnet.
- Gezien de brede empirische onderbouwing beoordelen we de robuustheid van deze conclusie als **hoog**.
- Er is volgens ons geen groot kennishiaat binnen dit impactgebied, al blijft er wel behoefte aan continue verfijning van netimpactschattingen voor diverse situaties.

Duurzaamheid

Prestatiebeoordeling: Midden

- Zowel warmtenetten als warmtepompen **presteren beter dan aardgasinstallaties** op het gebied van duurzaamheid. Bij warmtenetten wordt de milieuprestatie vooral bepaald door de gebruikte warmtebron en componenten zoals boosters en piekvoorzieningen. Voor beide technieken is de *Global Warming Potential* (GWP), vooral door **energieverbruik**, de belangrijkste milieufactor.
- De robuustheid van deze conclusie is **hoog**, gezien de brede empirische onderbouwing.
- Een kennishiaat binnen dit impactgebied is het ontbreken van integrale, directe vergelijkingen tussen warmtenetten en warmtepompen binnen één systeemconfiguratie en op basis van uniforme duurzaamheidscriteria, rekening houdend met locatiespecifieke kenmerken.

Sociaal

Prestatiebeoordeling: Midden

- De sociale acceptatie van warmtenetten is **overwegend positief**, maar er bestaan zorgen over betaalbaarheid, gebrek aan kennis en zeggenschap. Rechtvaardige kostenverdeling speelt een cruciale rol in het draagvlak.
- De robuustheid van deze conclusie is **hoog**, omdat deze wordt ondersteund door meerdere empirische studies met consistente uitkomsten.
- Wel bestaat er een kennishiaat: er zijn nog nauwelijks directe vergelijkingen tussen warmtenetten en warmtepompen op sociale aspecten zoals ongelijkheid, autonomie, cohesie en privacy. Dit vormt een belangrijk aandachtspunt binnen het sociale impactgebied.



Bijlage

Wat is de maatschappelijke meerwaarde van warmtenetten vanuit een bedrijfseconomisch perspectief?

Studie	Wat is het centrale vraagstuk?	Hoe is de studie ontworpen?	Wat zegt het eindresultaat over de prestatie van warmtenetten en alternatieven op het impactgebied?
TNO, 2025	Welke kostenkengetallen worden gehanteerd bij het bepalen van de benodigde subsidiehoogtes voor de verschillende warmtetechnologieën binnen de SDE++-regeling?	De basisbedragen in de SDE++-regeling worden bepaald op basis van de gemiddelde kostprijs per eenheid geproduceerde energie of vermeden CO ₂ -uitstoot. Dit gebeurt via marktanalyses en consultaties door het PBL en RVO, waarbij factoren zoals investerings- en operationele kosten, levensduur en rendement van de technologie worden meegenomen. Daarnaast spelen energietarieven een rol: hoe hoger de marktprijs, hoe lager de benodigde subsidie. Tijdens de looptijd wordt het subsidiebedrag gecorrigeerd op basis van werkelijke opbrengsten. Tot slot beïnvloeden technologische ontwikkelingen en schaalvoordelen de basisbedragen in latere subsidierondes.	TNO (2025) rapporteert basisbedragen voor een breed scala aan warmtetechnieken. We selecteren de meest relevante (meest voorkomende) warmtebronnen. 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.
TNO, 2020	Welke factoren beïnvloeden de kosten van een warmtenet?	Studie gebruikt het Vesta-MAIS model . In het voorbeeld levert de bron 30% van de piekcapaciteit en dekt 80% van de warmtevraag. In dit voorbeeld is uitgegaan van de kosten van een groot hoge temperatuur warmtenet met 5.000 gestapelde en 5.000 grondgebonden woningen (totale warmtevraag van 335 TJ per jaar). De aanname is dat de primaire transportleiding - ook wel tracé buis - een lengte heeft van 5km.	De kosten van een warmtenet verschillen per woningtype en zijn onder te verdelen in verschillende componenten. Voor een grondgebonden woning bedragen de totale investeringskosten ongeveer €9.050 per woning . Dit bestaat uit €300 voor het onderstation, €6.000 voor de aansluiting en in pandige leiding, €1.750 voor de secundaire infrastructuur, €500 voor het warmteoverdrachtstation (WOS) en hulpketels, en €500 voor de primaire infrastructuur en tracé buis. Bij een gestapelde woning zijn de kosten aanzienlijk lager, met een totaal van ongeveer €6.050 per woning . De verdeling is vergelijkbaar: €300 voor het onderstation, €3.000 voor de aansluiting en in pandige leiding, €1.750 voor de secundaire infrastructuur, €500 voor het WOS en hulpketels, en €500 voor de primaire infrastructuur en tracé buis. Daarnaast speelt de warmtebron een belangrijke rol in de uiteindelijke kosten van de geleverde warmte. De productiekosten per kilowatt (kW) kunnen sterk variëren, met bijvoorbeeld €443/kW voor een biomassaketel en €1.909/kW voor diepe geothermie .
Kalavasta, 2024	Kan warmteopslag maatschappelijke en financiële meerwaarde bieden voor warmtenetten?	Studie gebruikt een zelfontwikkeld techno-economisch rekenmodel dat op uurbasis de warmtevraag, het warmteaanbod en de inzet van warmteopslag berekent. Met dit model worden drie verschillende warmtenet-configuraties geanalyseerd: (1) bodemafhankelijk MT-warmtenet, gebaseerd op geothermie, met ATES als opslagoptie; (2) overal toepasbaar MT-warmtenet, gebruikt een combinatie van een lucht/water-warmtepomp, WKK en gasketel, met PTES of TTES als opslagoptie; (3) WKO-afhankelijk LT-warmtenet, werkt met een water/water-warmtepomp en gasketel, en maakt gebruik van PTES of TTES voor warmteopslag. De scenario-analyse is gebaseerd op het 2035 IP2024 National Drivers-scenario uit het Energy Transition Model (ETM).	Warmteopslag verlaagt de kosten van afgeleverde warmte met 0,7 tot 3,2 €/GJ , afhankelijk van de configuratie. Dit komt door een lagere aardgasvraag (gebruik van opgeslagen geothermie- of warmtepompwarmte) en minder piekketels , wat investeringskosten bespaart.
Royal HaskoningDHV, 2025	Hoe verhoudt de levelized cost of heat van het WLQ+ (warmtenet) zich tot andere warmtebron-alternatieven?	De studie maakt gebruik van een zelfontwikkeld techno-economisch rekenmodel om de Levelized Cost of Heat (LCOH) te vergelijken voor verschillende warmtenetconfiguraties en all-electric warmtepompen. De LCOH is een maatstaf die inzicht geeft in de gemiddelde kosten om één gigajoule (GJ) warmte te leveren over de volledige levensduur van een warmtevoorziening. De vergelijking vindt plaats binnen een scenario waarin circa 50.000 woningen in Zuid-Holland worden voorzien van warmte via een leiding die restwarmte uit de haven van Rotterdam naar deze woningen transporteert.	De studie rapporteert de volgende uitkomsten: • Bestaande warmtenetten: €19,98 – €20,04 per GJ (LCOH) • WarmtelinQ-variaties: €15,98 – €53,02 per GJ (LCOH) • Collectieve aardgasketel: €28,50 – €31,57 per GJ (LCOH) • All-electric (met subsidie): €43,11 – €46,28 per GJ (LCOH) 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 zit in het aanleggen en beheren van het warmtedistributienetwerk.

Wat is de maatschappelijke meerwaarde van warmtenetten vanuit een macro-economisch perspectief?

Studie	Wat is het centrale vraagstuk?	Hoe is de studie ontworpen?	Wat zegt het eindresultaat over de prestatie van warmtenetten en alternatieven op het impactgebied?
Berenschot, 2024	Wat zijn de nationale kosten voor een warmtenet en all-electric warmtepompen voor een specifieke casus?	Het Vesta-MAIS model wordt gebruikt om twee duurzame warmteoplossingen (all-electric warmtepomp en warmtenet) met elkaar te vergelijken ten opzichte van de referentie (cv-ketel op aardgas). De vergelijking wordt gemaakt voor de gemeente Den Haag waarbij gekeken wordt naar de volgende drie onderdelen: (1) nationale meerkosten, (2) eindgebruikerskosten, (3) uitvoerbaarheid.	Warmtenetten resulteren in de laagste nationale meerkosten ten opzichte van de referentie (aardgasketels): - MT-warmtenet (label D+): 75 miljoen euro per jaar - MT-warmtenet (label B+): 100 miljoen per jaar - All-electric (label B+): 105 miljoen euro per jaar
CE Delft, 2024	Wat is het maatschappelijke belang en de urgentie van warmtenet-aansluitingen?	De studie vergelijkt drie scenario's waarin dezelfde CO ₂ -reductie van 0,54 Mton wordt behaald, maar de uitrol van warmtenetten verschilt in de periode 2019-2040. In het warmtenetscenario zijn in 2040 1,3 miljoen extra woning-equivalenten (WEQ) aangesloten, met een ontwikkeltempo van 80.000 WEQ per jaar. In het all-electric scenario stappen 315.000 WEQ over van gasketel naar warmtenet (15.000 per jaar), terwijl 830.000 WEQ overstappen naar een elektrische warmtepomp en 156.000 WEQ op gasketel blijven. In het hybride scenario verhuizen 315.000 WEQ naar een warmtenet, 397.000 WEQ naar een hybride warmtepomp en 588.000 WEQ naar een elektrische warmtepomp. De analyse maakt gebruik van de Startanalyse 2020 (Vesta-MAIS modelvariant) en een eigen raming van de netverzwakingskosten in elk scenario. Daarnaast onderzoekt de studie de invloed van verschillende piekvoorzieningen voor warmtenetten, zoals aardgas, elektriciteit en groen gas, en hoe woonbuurten worden ingedeeld door het model voor de toewijzing van verschillende warmtetechnieken.	Hoewel alle scenario's dezelfde emissiereductie realiseren, variëren de kosten en technische implicaties sterk. All-electric en hybride oplossingen verhogen het elektriciteitsverbruik met 6 PJ per jaar en de piekvraag op koude dagen met ongeveer 1 GW, wat aanzienlijke investeringen in netverzwaring en opwekcapaciteit vereist. Op basis van de gevoeligheidsanalyse kan een versnelde uitrol van warmtenetten tot 2040 jaarlijks tussen de 110 en 188 miljoen euro aan nationale meerkosten besparen in vergelijking met het gebruik van elektrische en hybride warmtepompen.
ii3050, 2023	Hoe ziet een klimaatneutraal Nederlands energiesysteem er in 2050 uit?	Het rapport onderzoekt met het Energy Transition Model (ETM) vier verschillende scenario's voor de energietransitie, waarbij verschillende factoren zoals overheidssturing, marktwerking, nationale en internationale organisatie, en het type energiedrager worden verkend. Het doel is om beleidsmakers te ondersteunen bij het maken van keuzes en om een basis te bieden voor gesprekken over de toekomst van het energiesysteem.	Warmtenetten spelen een belangrijke rol in de energietransitie, waarbij ze in verschillende scenario's worden ingezet voor de verwarming van gebouwen. Dit hangt af van de beschikbaarheid van elektriciteit, waterstof, groen gas en hybride systemen. Het warmtenet wordt het vaakst als warmteoplossing toegepast in het scenario Nationaal Leiderschap, en het minst in het scenario Internationale Handel. Wat betreft de kosten, zien we dat de jaarlijkse kosten van de energie-infrastructuur in het scenario Nationaal Leiderschap bijna 60 miljard euro bedragen, terwijl dit in het scenario Internationale Handel bijna 50 miljard euro is.
McKinsey, 2022	Wat is de arbeidsvraag en de investeringslast van een (versnelde) uitrol van warmtenetten?	Het onderzoek richt zich op twee scenario's voor de overgang van de warmte-infrastructuur naar publieke handen: (1) een snelle overgang, waarbij 70% van de infrastructuur in 2030 in publieke handen is, of (2) een geleidelijke overgang, waarbij dit aandeel 50% in 2030 bedraagt. Dit wordt onderzocht aan de hand van openbare bronnen en expertinterviews .	Voor het beheer van 10.000 aansluitingen heeft een typisch warmtebedrijf tussen de 24 en 32 FTE nodig. De benodigde FTE voor de uitrol van de warmte-infrastructuur tot en met 2030 zijn als volgt: 400 tot 600 FTE voor onderhoud, 200 tot 300 FTE voor systeembalans, 200 tot 400 FTE voor levering (inclusief inkoop en leveringsverantwoordelijkheden), 50 tot 70 FTE voor de voorbereiding van aanleg, en 500 tot 700 FTE voor de realisatie. Netwerkbedrijven geven de voorkeur aan het snelle scenario, waarbij de gemiddelde investering per aansluiting tussen de 8.000 en 16.000 euro ligt. Voor een versnelde overgang is een piekinvestering van 1,5 miljard euro nodig voor de uitrol van warmtenetten.
IBO, 2025	Wat is de omvang van de investeringen in de elektriciteits-infrastructuur tot en met 2040?	De studie volgt een synthese-aanpak op basis van diverse secundaire bronnen en rapporteert uitsluitend secundaire data. De waarde ervan ligt voornamelijk in het samenvatten van de verzamelde studies.	Warmtenetten, gecombineerd met tariefdifferentiatie, flexibiliteit en energiebesparing binnen het interventiecluster voor kleinverbruikers, kunnen de totale nationale investeringsopgave met maximaal 4 miljard euro verlagen .

Wat is de maatschappelijke meerwaarde van warmtenetten vanuit een macro-economisch perspectief?

Studie	Wat is het centrale vraagstuk?	Hoe is de studie ontworpen?	Wat zegt het eindresultaat over de prestatie van warmtenetten en alternatieven op het impactgebied?
Greenvis, 2022	Is het Open Regionaal Energiesysteem (ORES) een betere keuze voor lokale warmtevoorziening dan de zelfstandige, lokale ontwikkeling van warmtenetten?	Voor deze studie wordt het dynamische model van TNO, de WarmingUP-tool , gebruikt. Hiermee worden de ontwerpen van de verschillende scenario's geëvalueerd door de gemiddelde warmtevraag op uurbasis te vergelijken met het beschikbare aanbod. De scenario's worden beoordeeld op cumulatieve kosten, duurzaamheid en impact op het elektriciteitsnet. De financiële haalbaarheid en robuustheid worden bepaald aan de hand van de Netto Contante Waarde (NCW) en de Total Cost of Ownership (TCO).	Het onderzoek toont aan dat het ORES aanzienlijk beter presteert dan lokale warmtenetten op basis van buurtwarmtepompen, zowel op bedrijfseconomisch gebied als qua duurzaamheid. Alle ORES-scenario's vertonen lagere cumulatieve kosten over een periode van 30 jaar (2 – 2.5 miljard euro tegenover 3.5 miljard euro) in vergelijking met het referentiescenario van lokale warmtenetten, dankzij een efficiënter gebruik van hoge temperatuurbronnen zoals geothermie en WLQ+. Dit vermindert de noodzaak voor externe inkoop van elektriciteit en gas. De onrendabele top per woningequivalent is gemiddeld €2.000 lager in de ORES-scenario's dan in het referentiescenario , wat wijst op een betere financiële haalbaarheid. Het ORES verlaagt daarnaast de druk op het elektriciteitsnet aanzienlijk, wat de uitbreidingsbehoefte voor netbeheerder Liander verkleint.
CE Delft, 2018	Welke kostengetallen worden geïdentificeerd van verschillende varianten van LT-warmtenetten (lagetemperatuuraardwarmte en Mijwater)?	De studie verkent, beschrijft en vergelijkt twee varianten van LT-warmtenetten. De kansen en beperkingen van beide concepten worden geanalyseerd door middel van zowel kwalitatieve als kwantitatieve benaderingen. Voor LTA zijn bodempotentieelkaarten opgesteld, die in relatie zijn gebracht met de bovengrondse warmtevraag. Voor Mijwater zijn de bovengrondse uitwisselingsmogelijkheden geïnventariseerd en gekoppeld aan de mogelijkheden in de ondergrond of voor kunstmatige opslaglocaties. Daarnaast zijn de financiële aspecten van beide concepten uitgewerkt via globale businesscases , en zijn de kansen en beperkingen vanuit beleid en regelgeving in kaart gebracht. Bij de uitvoering van dit onderzoek hebben zowel de opdrachtgevers als Mijwater B.V. en Visser & Smit Hanab input geleverd en fungeerden zij als klankbord voor de analyses en rapportage.	- Het technische potentieel voor LTA in Nederland is 229 PJ per jaar en kan daarmee 37% van de huidige warmtevraag in de gebouwde omgeving in Nederland voorzien. Binnen stedelijk gebied (waar de grootste kans is dat warmtenetten tot stand komen) kan zelfs meer dan 70% van de warmtevraag (in 2018) gedekt worden met behulp van LTA. Er is op dit moment nog geen sluitende businesscase door te rekenen voor de toepassing van LTA in de bestaande woningbouw. De totale investeringskosten inclusief distributie en warmtepompen van LTA zijn ruim 18.000 euro/woning. Met een aansluitbijdrage tussen de 2.000 en 4.000 euro/woning is een rendabele exploitatie haalbaar. - De investeringskosten van Mijwater zijn ruim 11.000 euro/woning. Het technische potentieel voor Mijwater in Nederland is 85,7-159,5 PJ warmtelevering en 2,4-4,3 PJ koudelevering van de huidige vraag. voor circa 2,0-3,6 mln woningen kan Mijwater een optie zijn. Dit kan nog groter worden, wanneer ook nieuwe, duurzame LT-warmteproductie wordt toegevoegd, zoals zonthermie en/of warmte uit oppervlaktewater. - Ook de mogelijkheid om LTA te koppelen aan Mijwater biedt een vergroting van het potentieel. Het aantal gebouwen dat door deze combinatie kan worden voorzien, bedraagt circa 3,5-4,5 mln woningen.
Ecorys, 2024	Wat zijn de maatschappelijke kosten van transporttekort als gevolg van netcongestie?	Op basis van publieke data is berekend hoeveel energie verschillende sectoren gebruiken om toegevoegde waarde te genereren. Hieruit is de gederfde toegevoegde waarde en de verduurzamingsbaten van een MWh transporttekort door netcongestie bepaald.	De studie laat zien dat de maatschappelijke economische schade door netcongestie kan oplopen tot enkele duizenden euro's per MWh aan transporttekort . Deze bevindingen zijn relevant voor het inzichtelijk maken van de economische baten van een gereduceerde netimpact van de warmtetransitie door een slimme inzet van warmtenetten.
CE Delft, 2023	Wat zijn de kosten voor het verzwaren van verschillende netvlakken?	Deze studie schat de investeringskosten en personele inzet die gepaard gaan met het versterken van verschillende netvlakken, gebaseerd op publieke bronnen en gesprekken met experts van Enexis .	- De vereiste netinvesteringen en werkzaamheden in fte veroorzaakt door vermogensvraag (1 MW) op het LS-net in buurten (LS-net) is ongeveer twee tot vier keer groter dan een gelijke vermogensvraag op respectievelijk het MS en HS-net. De keuze voor het warmtealternatief op buurniveau is dus één van de meest bepalende factoren voor de omvang van de benodigde netverzwaringen. - Netverzwaring op het laagspanningsnet kost €850.000 per MW en vereist 7 tijdelijke en 6 permanente FTE per MW. Op het middenspanningsnet bedragen de kosten €375.000 per MW, met 3 tijdelijke en 3 permanente FTE per MW. Voor het hoogspanningsnet zijn de kosten €175.000 per MW, met 2 tijdelijke en 1 permanente FTE per MW. De doorlooptijd voor netverzwaring varieert van 0,5 tot 7 jaar.
Berenschot, 2025	Wat levert de invoering van een alternatief nettariëfsysteem op in termen van ruimte op het net en verbetering van kostenreflectiviteit?	Het onderzoek omvatte een verkenningfase, gevolgd door een uitvoeringsfase waarin verschillende scenario's en verbruiksprofielen werden gemodelleerd . Een projectgroep met vertegenwoordigers van regionale netbeheerders en een stuurgroep met bestuurders begeleidde het onderzoek. De impactanalyse richtte zich op de effecten van het nieuwe tariefstelsel op piekbelasting, kostenverdeling en gedragsverandering bij consumenten.	Kleinverbruikers die het net intensief gebruiken tijdens piekmomenten, worden steviger belast, terwijl kleine kleinverbruikers juist minder gaan betalen. Voor circa twee derde van de huishoudens verbetert de financiële situatie onder het nieuwe stelsel, ten opzichte van wat het in 2030 onder het huidige stelsel zou zijn. Dit betreft ook vaak warmtenetwoningen, waarvoor de elektriciteitsnetkosten kunnen halveren . De kosten van gemiddelde huishoudens met vergaande elektrificatie, zoals EV en (hybride) warmtepompen, nemen toe, maar kunnen aanzienlijk beperkt worden door slimme sturing.
Royal HaskoningDHV, 2025	Hoe verhoudt WLQ+ (warmtenet) zich tot andere warmtebronalternatieven op basis van (een schatting van) de maatschappelijke kosten?	De studie maakt gebruik van een zelfontwikkeld techno-economisch rekenmodel om de maatschappelijke kosten te vergelijken tussen verschillende warmtenetconfiguraties en all-electric warmtepompen. De vergelijking vindt plaats binnen een scenario waarin circa 50.000 woningen in Zuid-Holland worden voorzien van warmte via een leiding die restwarmte uit de haven van Rotterdam naar deze woningen transporteert.	Wanneer zowel de investerings- als operationele kosten over een periode van 30 jaar worden samengenomen (TOTEX), blijkt dat het warmtenet (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.

Wat is de maatschappelijke meerwaarde van warmtenetten vanuit een
 energiesysteem perspectief?

Studie	Wat is het centrale vraagstuk?	Hoe is de studie ontworpen?	Wat zegt het eindresultaat over de prestatie van warmtenetten en alternatieven op het impactgebied?
BDH, 2024	Wat is de impact van warmtepompen op de belasting van het elektriciteitsnet in Nederland?	Deze analyse is gebaseerd op slimme meterdata van meer dan 6.000 woningen die deelnemen aan het Installatiemonitor-project gedurende periode 09/2023 tot 09/2024. Het onderzoek richt zich op de impact van hybride en volledig elektrische (all-electric) warmtepompen op het elektriciteitsnet. Daarbij wordt niet alleen gekeken naar de totale netbelasting per woning, maar ook naar de bijdrage van specifieke apparaten, zoals zonnepanelen en elektrische voertuigen.	Terugleverpieken zijn doorgaans hoger dan de opgenomen piekvermogens, omdat zonnepanelen in de meeste woningen tegelijkertijd energie terugleveren. Het gemiddelde piekvermogen per woning (inclusief PV, EV en warmtepomp) is aanzienlijk hoger dan het gelijktijdige piekvermogen van alle woningen samen. Voor een voorbeeldwoning met een hybride warmtepomp bedraagt het maximaal opgenomen vermogen gemiddeld 6,3 kW , terwijl dit voor eenzelfde woningtype met een all-electric warmtepomp met hetzelfde verliesoppervlak 9,2 kW is.
Enexis, 2025	Wat zijn de technische parameters van verschillende typen warmtenetten?	De parameterisatie en kalibratie zijn uitgevoerd door Enexis op basis van interne analyses .	Verschillende typen warmtenetten vertonen een grote variatie in de verhouding tussen de benodigde elektriciteit en de geleverde warmte. Zo hebben MT/HT-warmtenetten die gebruikmaken van restwarmte een efficiëntiecoëfficiënt tot wel 40 , terwijl LT-warmtenetten met een luchtwarmtepomp een coëfficiënt van slechts 2,8 behalen. Hierdoor heeft het LT-warmtenet een grotere impact op het elektriciteitsnet dan de MT-/HT-variant.
Alliander, 2024	Wat is de impact van de inzet van warmtebronnen op het elektriciteitsnet in de regio Leiden?	Er worden drie scenario's geanalyseerd voor de jaren 2022, 2035 en 2050. De studie richt zich op de regio Leiden en gebruikt resultaten van de ORES-studie (Greenvis 2022) , elektrische belastingprognoses, nettopologie en investeringsplannen van Liander om inzicht te bieden in de benodigde elektrische capaciteit voor de warmtetransitie en de gevolgen voor de elektrische infrastructuur.	Het maximale warmtescenario zorgt ervoor dat de elektrische transportcapaciteit in de regio pas ongeveer 15 jaar later volledig wordt benut in vergelijking met het minimale (all-electric) warmtescenario; warmtenetten zorgen in deze studie dus voor een tijdswinst van 15 jaar aan netcapaciteit . Dit stelt de regio in staat om zowel economische groei als verduurzaming te realiseren, zonder vroegtijdige capaciteitsproblemen te ervaren.
Kalavasta, 2024	Kan warmteopslag maatschappelijke en financiële meerwaarde bieden voor warmtenetten?	Studie gebruikt een zelfontwikkeld techno-economisch rekenmodel dat op uurbasis de warmtevraag, het warmteaanbod en de inzet van warmteopslag berekent. Met dit model worden drie verschillende warmtenet-configuraties geanalyseerd: (1) bodemafhankelijk MT-warmtenet, gebaseerd op geothermie, met ATES als opslagoptie; (2) overal toepasbaar MT-warmtenet, gebruikt een combinatie van een lucht/water-warmtepomp, WKK en gasketel, met PTES of TTES als opslagoptie; (3) WKO-afhankelijk LT-warmtenet, werkt met een water/water-warmtepomp en gasketel, en maakt gebruik van PTES of TTES voor warmteopslag. De scenario-analyse is gebaseerd op het 2035 IP2024 National Drivers-scenario uit het Energy Transition Model (ETM).	- Warmteopslag voorkomt 150-200% aan anders gecurtailede stroom. In een middelgroot warmtenet (3.500 woningen) leidt dit tot 300 MWh minder curtailment, vergelijkbaar met een zonnepark van 0,35 MWp. - Warmteopslag maakt aansluiting via een non-firm ATO mogelijk, waardoor geen extra netcapaciteit nodig is voor warmtepompen of e-boilers. De totale maatschappelijke kosten van een non-firm ATO versus netverzwaring blijven onzeker (hangt af van de frequentie waarop transportbeperkingen worden afgeroepen in een NF-ATO constructie en van de daadwerkelijke kosten van netverzwaring). Wel vergt een warmtenet met warmteopslag aanzienlijk minder netcapaciteit dan een wijk met individuele warmtepompen.
CE Delft, 2023	Welk effect heeft de warmtetransitie op de elektriciteitsvraag en welke impact heeft dat op het elektriciteitsnet?	Deze studie analyseert de netimpact van drie voorbeeldbuurten (niet-stedelijk, hoog-stedelijk, suburban) in drie warmtetransitie-scenario's; waarbij rekening is gehouden met het piekvermogen, gelijktijdigheid en verbruik van apparaten. Netbeheerder Stedin berekende vervolgens de benodigde netverzwaring voor iedere voorbeeldbuurt.	De keuze voor het warmtealternatief beïnvloedt de benodigde netverzwaring. Bij maximale elektrificatie met elektrische warmtepompen ontstaan de meeste knelpunten, gevolgd door gematigde elektrificatie met hybride warmtepompen, terwijl warmtenetten (HT) of gasketels de minste knelpunten veroorzaken.

Wat is de maatschappelijke meerwaarde van warmtenetten vanuit een **energiesysteem** perspectief?

Studie	Wat is het centrale vraagstuk?	Hoe is de studie ontworpen?	Wat zegt het eindresultaat over de prestatie van warmtenetten en alternatieven op het impactgebied?
NBNL, 2022	Wat is de impact van verschillende warmtealternatieven op de elektriciteits- en gasnetten, en welke vuistregels kunnen gemeenten hanteren om de warmtetransitie effectief te plannen en uit te voeren?	De studie analyseert de impact van verschillende warmtealternatieven op de elektriciteits- en gasnetten. De analyse omvat het gebruik van referentiewijken en de verwachte groei van elektrische voertuigen (EV) en zonnepanelen (zon-PV). Daarnaast werden de ruimtelijke en infrastructurele gevolgen van de verschillende warmteoplossingen geëvalueerd, zoals all-electric warmtepompen, hybride warmtepompen, en diverse warmtenetten.	All-electric warmtepompen vereisen aanzienlijke capaciteitsuitbreidingen en maken geen gebruik meer van het gasnet, mits de gehele wijk overstapt op elektrisch koken en verwarmen. Hybride warmtepompen leiden tot een aanzienlijke stijging van de elektriciteitsvraag en blijven het gasnet gebruiken , dat op termijn kan worden aangepast voor groengas of waterstof. HT/MT-warmtenetten hebben minimale impact op het elektriciteitsnet , maar vereisen extra transformatorstations om de groei van elektrische voertuigen (EV's) en zon-PV op te vangen. Ze kunnen het gasnet elimineren, mits de gehele wijk overstapt. (Z)LT-warmtenetten met individuele bijverwarming vereisen extra transformatorstations en kabels , maar minder dan all-electric warmtepompen, en kunnen het gasnet verwijderen als de hele wijk overstapt op het warmtenet en elektrisch koken. (Z)LT-warmtenetten met collectieve bijverwarming hebben een grotere impact op het middenspanningsnet (MS-net) door het gebruik van collectieve warmtepompen, maar kunnen het gasnet eveneens verwijderen als de hele wijk overstapt op het warmtenet en elektrisch koken. Groengas biedt regelbare elektriciteitsproductie via warmtekrachtkoppeling (WKK), maar vereist extra transformatorstations, kabels en aanpassingen aan het gasnet voor de productie en het transport van groengas.
NBNL, 2024	Hoe kan het rendement van netuitbreidingen gemaximaliseerd worden?	Dit onderzoek beoordeelt de economische impact van vijf maatregelen op het energienet, waaronder flexibiliteit bij klein- en grootverbruik, strategische locatiekeuze, efficiëntere netbenutting en lokale conversie van wind op zee. De analyse is gebaseerd op investeringsplannen en netmodellen van netbeheerders, met een gedetailleerde modellering voor LS/MS en een meer globale benadering voor HS/EHS.	- Versnelde uitrol van warmtenetten, in combinatie met flexibiliteit bij kleinverbruik, zoals nieuwe nettarieven, capaciteitsbeheer en efficiënter zonnepaneelgebruik, kan de piekbelasting verlagen en tot 35% besparen op de uitbreidingskosten van het LS-net (5% van de totale netinvesteringen). - Bij warmtenetten en warmtepompen is tijdige coördinatie op wijkniveau essentieel om dubbele investeringen te voorkomen, waarbij zowel een warmtenet als een verzaamd elektriciteitsnet nodig zou zijn.
Merosch, 2024	Hoe kunnen warmtepompen netbewust ingepast kunnen worden en wat is daarvan het effect op de netbelasting?	De studie deed onderzoek aan de hand van beschikbare praktijkgegevens , modelberekeningen en een rondgang langs warmtepompleveranciers .	De netbelastingimpact van individuele warmtepompen varieert afhankelijk van het type en de temperatuurvraag. Op woningniveau heeft een LT-lucht/water-warmtepomp (LT-LWP) met een warmtevraag van 35°C een piekvraag van 1,3 kW, terwijl een LT-bron/water-warmtepomp (LT-BWP) bij dezelfde temperatuur een piekvraag van 0,7 kW heeft. Bij een hogere temperatuurvraag (55°C) stijgt de piekvraag: een MT-LWP vraagt 3,1 kW, terwijl een MT-BWP 1,5 kW vraagt. Op wijkniveau, waarbij rekening wordt gehouden met gelijktijdigheid, dalen deze piekvermogens. Een LT-LWP heeft dan een piekvraag van 0,7 kW en een LT-BWP 0,4 kW. Voor hogere temperaturen geldt: een MT-LWP heeft een piekvraag van 1,8 kW en een MT-BWP 0,8 kW. Samenvattend ligt de piekvraag voor individuele lucht/water-warmtepompen tussen 0,7 en 1,8 kW, en voor bron/water-warmtepompen tussen 0,4 en 0,8 kW. Collectieve warmtepompen, zoals een WKO met een centrale warmtepomp in een laagtemperatuur-warmtenet, hebben een piekvraag van 1 tot 2 kW.

Wat is de maatschappelijke meerwaarde van warmtenetten vanuit een
 duurzaamheid perspectief?

Studie	Wat is het centrale vraagstuk?	Hoe is de studie ontworpen?	Wat zegt het eindresultaat over de prestatie van warmtenetten en alternatieven op het impactgebied?
Greenvis, 2022	Is het Open Regionaal Energiesysteem (ORES) een betere keuze voor lokale warmtevoorziening dan de zelfstandige, lokale ontwikkeling van warmtenetten?	Voor deze studie wordt het dynamische model van TNO, de WarmingUP-tool , gebruikt. Hiermee worden de ontwerpen van de verschillende scenario's geëvalueerd door de gemiddelde warmtevraag op uurbasis te vergelijken met het beschikbare aanbod. De scenario's worden beoordeeld op cumulatieve kosten, duurzaamheid en impact op het elektriciteitsnet. De financiële haalbaarheid en robuustheid worden bepaald aan de hand van de Netto Contante Waarde (NCW) en de Total Cost of Ownership (TCO).	Het ORES zorgt voor een gemiddelde CO₂-reductie van 56% ten opzichte van lokale warmtenetten, door het gebruik van duurzame warmtebronnen en een lager elektriciteits- en gasverbruik.
Kalavasta, 2024	Kan warmteopslag maatschappelijke en financiële meerwaarde bieden voor warmtenetten?	Studie gebruikt een zelfontwikkeld techno-economisch rekenmodel dat op uurbasis de warmtevraag, het warmteaanbod en de inzet van warmteopslag berekent. Met dit model worden drie verschillende warmtenet-configuraties geanalyseerd: (1) bodemafhankelijk MT-warmtenet, gebaseerd op geothermie, met ATES als opslagoptie; (2) overall toepasbaar MT-warmtenet, gebruikt een combinatie van een lucht/water-warmtepomp, WKK en gasketel, met PTES of TTES als opslagoptie; (3) WKO-afhankelijk LT-warmtenet, werkt met een water/water-warmtepomp en gasketel, en maakt gebruik van PTES of TTES voor warmteopslag. De scenario-analyse is gebaseerd op het 2035 IP2024 National Drivers-scenario uit het Energy Transition Model (ETM).	Door aardgasbesparing daalt de emissiefactor per GJ warmte. Een HT-ATES bij geothermie verlaagt CO ₂ -uitstoot met 5 kg/GJ , terwijl een TTES of PTES met warmtepomp, WKK of gasboiler de emissie met 1,5-2 kg/GJ reduceert. Overdimensionering van warmtepomp en opslag kan de uitstoot bijna volledig elimineren.
CE Delft, 2022	Hoeveel subsidiebudget is nodig om de onrendabele top te dekken voor de nieuwe warmtenetbronnen die nodig zijn om de gestelde klimaatdoelen in 2030 te halen?	Het rapport onderzoekt hoeveel subsidiebudget nodig is om de onrendabele top te dekken voor nieuwe warmtebronnen die essentieel zijn voor het behalen van de verduurzamingsdoelen voor 2030. Dit gebeurt door de huidige bronnenmix en de CO ₂ -intensiteit van warmtenetten te analyseren, een toekomstige bronnenmix voor 2030 te projecteren, de onrendabele top van nieuwe bronnen te berekenen en de haalbaarheid van geplande projecten te evalueren. De studie maakt gebruik van duurzaamheidsrapportages en interviews met warmtebedrijven , waarbij verschillende energieprijsscenario's worden meegenomen in de analyse.	De studie toont aan dat de verduurzaming van warmtenetten haalbaar is en dat de doelen voor 2030 ruimschoots kunnen worden behaald. De verwachte warmtebronnenmix in 2030 heeft een gemiddelde CO ₂ -intensiteit van 10,5 kg CO₂/GJ , wat aanzienlijk lager is dan de doelstelling van 18,9 kg CO ₂ /GJ uit het Klimaatakkoord. Deze daling wordt voornamelijk bereikt door het gebruik van duurzame basislastbronnen zoals geothermie, restwarmte uit de industrie en aquathermie. Hoewel er uitdagingen zijn bij het verduurzamen van de midden- en pieklast, zoals netcongestie en hoge nettarieven, blijkt uit de studie dat de verduurzaming van warmtenetten mogelijk is met de juiste investeringen en subsidies, zoals de SDE++. De studie benadrukt ook dat biomassa ondanks maatschappelijke discussies een kosteneffectieve optie blijft voor de middenlast. De verwachte jaarlijkse onrendabele top bedraagt 374 miljoen euro , en het benodigde SDE++-budget is 6,7 miljard euro .
LBP, 2023	Wat is de brede milieu-impact van verschillende type warmtenetten?	In deze studie is het milieuprofiel opgesteld van zes warmteconfiguraties. Het betreft een cradle-to-grave levenscyclusanalyse (LCA) van door Deltares opgestelde configuraties van warmtenetten, waarin enerzijds onderscheid is gemaakt tussen gestapelde/grondgebonden bouw (hoogbouw/laagbouw), en anderzijds tussen een warmtenet op midden-temperatuur (MT), lage-temperatuur (LT) en zeer lage-temperatuur (ZLT). De LCA is uitgevoerd door LBPSIGHT in de periode van oktober 2022 tot en met april 2023	De resultaten laten zien dat ZLT-warmtenetten een lagere milieu-impact hebben dan LT- en MT-netten, vooral bij gestapelde bouw. Dit wordt beoordeeld op basis van de Milieu Kosten Indicator (MKI): • S1 MT-net, gestapelde bouw: 9,2 miljoen euro • S2 MT-net, grondgebonden bouw: 9,9 miljoen euro • S3 LT-net, gestapelde bouw: 9,1 miljoen euro • S4 LT-net, grondgebonden bouw: 9,7 miljoen euro • S5 ZLT-net, gestapelde bouw: 4,5 miljoen euro • S6 ZLT-net, grondgebonden bouw: 5,9 miljoen euro Daarnaast laat de studie zien dat de milieu-impact van warmtenetten voornamelijk wordt bepaald door drie factoren: Global Warming Potential (70-72%), Human Toxicity (13-15%) en Acidification (8%). Samen zijn deze milieueffecten verantwoordelijk voor 93% van de totale milieu-impact van warmtenetten.
TNO, 2023	Wat is de milieu-impact van zowel de productie als de energieprestatie van warmtepompen in vergelijking met cv-ketels en hybride systemen?	Dit onderzoek vergelijkt de milieu-impact van (hybride) warmtepompen en traditionele cv-ketels via een levenscyclusanalyse (LCA), met nadruk op materiaalgebruik en energieverbruik.	• Energieverbruik is de dominante factor in milieu-impact; efficiëntie en elektriciteitsmix zijn belangrijker dan materiaalproductie en afvalverwerking. • Warmtepompen hebben een hogere materiaalimpact dan cv-ketels, maar compenseren dit door efficiëntere warmteproductie, vooral bij een duurzamere elektriciteitsmix. • Hybride systemen en cv-ketels verschillen weinig (<10%) in impact bij laag energieverbruik en grijze stroom, maar dit scenario is uitzonderlijk gezien de verduurzaming van de elektriciteitssector. • Een duurzamere elektriciteitsmix verlaagt de milieu-impact van alle warmtepompen aanzienlijk, vooral door lagere broeikasgasemissies. • Lekken van koudemiddel is een belangrijke milieu-impact bij all-electric warmtepompen; alternatieve koudemiddelen zoals propaan kunnen dit verminderen. • De materiaalimpact van warmtepompen komt vooral door koperproductie; recycling en herontwerp kunnen dit verlagen, maar het totale effect blijft beperkt.

Wat is de maatschappelijke meerwaarde van warmtenetten vanuit een sociaal perspectief?

Studie	Wat is het centrale vraagstuk?	Hoe is de studie ontworpen?	Wat zegt het eindresultaat over de prestatie van warmtenetten en alternatieven op het impactgebied?
Berenschot, 2025	Wat levert de invoering van een alternatief nettariëfsysteem op in termen van ruimte op het net en verbetering van kostenreflectiviteit?	Het onderzoek omvatte een verkenningfase, gevolgd door een uitvoeringsfase waarin verschillende scenario's en verbruiksprofielen werden gemodelleerd . Een projectgroep met vertegenwoordigers van regionale netbeheerders en een stuurgroep met bestuurders begeleidten het onderzoek. De impactanalyse richtte zich op de effecten van het nieuwe tariefstelsel op piekbelasting, kostenverdeling en gedragsverandering bij consumenten.	Woningen met een warmtenetaansluiting zullen in de regel lagere nettarieven voor elektriciteit gaan betalen en er daarmee op vooruit gaan in het nieuwe nettariëfstelsel (van €386 naar €372 per jaar). Het voorgestelde nettariëf zorgt ervoor dat de kosten voor warmtepompen, net zoals bij warmtenetten, terechtkomen bij degenen die deze kosten veroorzaken , waardoor een kostenrechtvaardigere vergelijking tussen systeemopties mogelijk gemaakt wordt.
PBL, 2024	Wat is de door burgers ervaren legitimiteit van het aardgasvrijbeleid, en welke sociale aspecten worden hierin meegenomen en in welke mate?	Het PBL onderzoekt het aardgasvrijbeleid vanuit het perspectief van burgers, met aandacht voor hun beleving van de beleidsredenen, de besluitvorming, het vertrouwen in autoriteiten en de keuzes in wijkplannen en de gevolgen daarvan voor henzelf. De studie maakt gebruik van een mixed-methods benadering , waarbij zowel beleidsanalyses als focusgroepen en een steekproef onder 2034 deelnemers werden ingezet.	- Burgers onderschrijven het belang van aardgasvrij verwarmen, maar zijn sceptisch over de uitwerking. Betaalbaarheid en een eerlijke verdeling van de kosten zijn doorslaggevend voor ervaren legitimiteit van het aardgasvrijbeleid: de kosten die gemaakt moeten worden om woningen zonder aardgas te gaan verwarmen zijn vooraf onzeker en variëren sterk tussen de gekozen technische oplossing, woning en wijken. Dit gaat om zowel de kosten van een nieuwe techniek, maar ook kosten om beter te isoleren. Klimaatbeleid wordt als inconsistent ervaren: zo kunnen eindgebruikerskosten voor individuele warmtepompen lager zijn dan voor warmtenetten, terwijl het warmtenet voor gebruikers duurder wordt als niet iedereen meedoet.
Onencan & de Koning (2024)	Wat is de sociale acceptatie van een stadsverwarmingsnet onder huurders van sociale woningen?	De studie gebruikte een enquête die onder vijftiennegentig huurders van sociale woningen in Haarlem werd gehouden.	Uit het onderzoek blijkt dat 75% van de respondenten positief staat tegenover de aansluiting op een warmtenet , waarmee de wettelijke drempel van 70% wordt overschreden. Ondanks deze brede acceptatie ontbreekt bij veel huurders praktische kennis over de overgang naar DHN. Daarnaast is het vertrouwen in woningcorporaties, energieleveranciers en gemeenten laag, wat duidt op een gebrek aan institutioneel vertrouwen . Ook de onderlinge zelforganisatie van huurders is beperkt , waardoor hun invloed op energie-instellingen gering is. Verder bestaan er zorgen over de kosten en haalbaarheid van DHN, met name op het gebied van warmtevoorziening en betrouwbaarheid.
Van Aalderen et al. (2021)	Wat is de bewonersacceptatie van warmtenetten in Nederland?	In deze studie is met een literatuuronderzoek , interviews , een vragenlijst en focusgroepen getracht een beter begrip te krijgen van bewonersacceptatie van warmtenetten op drie verschillende analyseniveaus: sociopolitiek , procesmatige en productgericht .	- Sociopolitieke acceptatie: 50% van de respondenten vindt de aardgasvrije ambities van de overheid acceptabel. Sociopolitieke acceptatie hangt samen met vertrouwen in de overheid, eerlijke verdeling van kosten, uitkomstefficiëntie en houding t.o.v. aardgasvrij wonen. - Procesacceptatie: 37% van de bewoners vindt de manier waarop zij zijn benaderd acceptabel. 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. - Productacceptatie: 66% van de warmtenetgebruikers beoordeelt hun aansluiting als positief, tegenover 30% van de bewoners met een aardgasaansluiting. Voor aardgasgebruikers hangt acceptatie sterk samen met persoonlijke en sociale normen en een positief gevoel over de overstap. Voor warmtenetgebruikers spelen ervaren kosten (zoals vastzitten aan één leverancier) en baten (zoals gemak en gasloos koken) een belangrijke rol. Kennis over warmtenetten is beperkt onder bewoners met een aardgasaansluiting, die zich zorgen maken over onverwachte kosten. Warmtenetgebruikers waarderen vooral het gebruiksgemak.

Ecorys

Kurt Kreulen

Kurt.Kreulen@ecorys.com

Maurice Thijsen

Maurice.Thijsen@ecorys.com

Joost Gubbels

Joost.Gubbels@ecorys.com

Eva Colussi

Eva.Colussi@ecorys.com

