



BTO 2020.046 | Oktober 2020

BTO rapport

Wordt het heet onder onze voeten?

Gevolgen van de energietransitie op
stedelijke drinkwaterinfrastructuur in
kaart gebracht

Wordt het heet onder onze voeten?

**Gevolgen van de energietransitie op stedelijke
drinkwaterinfrastructuur in kaart gebracht**

BTO 2020.046 | Oktober 2020

Opdrachtnummer

402045.159

Projectmanager

Jos Frijns

Opdrachtgever

BTO - Beleidsonderbouwend onderzoek

Auteur

Ralph Beuken

Kwaliteitsborger(s)

Mirjam Blokker

Verzonden naar

Dit rapport is verspreid onder BTO-participanten.

Een jaar na publicatie is het openbaar.

Keywords

Energietransitie, leidingen, opwarming

Jaar van publicatie
2020

Meer informatie
Ir, Ralph Beuken
T +31306069758
E ralph.beuken@kwrwater.nl

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511
F +31 (0)30 60 61 165
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl

KWR

Oktober 2020 ©

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevens bestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

BTO Managementsamenvatting

Energietransitie vraagt om strategische heroriëntatie van stedelijke drinkwaterinfrastructuur

Auteur ir. Ralph Beuken

De energietransitie zal een grote invloed hebben op de levering van drinkwater, met name in die gebieden waar gasleidingen worden vervangen door warmteleidingen. De belangrijkste negatieve gevolgen betreffen het mogelijk niet voldoen aan de wettelijke eisen voor drinkwaterkwaliteit als gevolg van opwarming van drinkwater tot boven de 25°C en kapitaalvernietiging als gevolg van de vroegtijdige vervanging van leidingen. Reageren op de energietransitie vergt een integrale aanpak en een heroriëntatie van drinkwaterbedrijven hoe zij hun wettelijke leveringsplicht moeten uitoefenen in een snel veranderende samenleving.



De aanleg van warmteleidingen (foto's: Waterbedrijf Groningen)

Belang: effect van energietransitie op ondergrondse drinkwaterleidingnet

Het Klimaatpakket is een omvangrijk pakket aan afspraken, maatregelen en instrumenten om de uitstoot van broeikasgassen tegen te gaan. Een belangrijk onderdeel hiervan is de energietransitie, met als een van de doelstellingen dat de huidige warmtevoorziening van woningen en gebouwen met aardgas wordt vervangen door andere warmtebronnen. In deze nieuwe situatie vindt het energietransport voor een groot deel plaats door warmteleidingen, wat effecten heeft voor ondergrondse leidingen voor het transport van drinkwater. Welke gevolgen dit heeft voor de drinkwaterinfrastructuur is binnen het Beleidsondersteunend Onderzoek van BTO door KWR in opdracht van Vewin in kaart gebracht.

Aanpak: omvang en gevolgen in kaart brengen

Aan de hand van internetpublicaties is inzicht verkregen in ontwikkelingen van de energietransitie en de snelheid hiervan. Daarnaast is met een literatuuronderzoek op rij gezet wat tot nu toe bekend is over opwarming van drinkwater door de aanleg van ondergrondse warmteleidingen. Ook is met een vragenlijst voor drinkwaterbedrijven duidelijk geworden welke ervaringen en verwachtingen over de energietransitie daar leven. Vervolgens is een inventarisatie gemaakt van de mogelijke gevolgen van de energietransitie voor de drinkwaterinfrastructuur en heeft een aantal doorgerekende representatieve casestudies inzicht gegeven in de omvang van deze impact.

Resultaten: opwarming van drinkwater en vroegtijdig vervangen van leidingen

De ambities en concrete doelen van de energietransitie worden maatschappelijk breed ondersteund en zijn vastgelegd in de Klimaatwet. Zij moeten worden beschouwd als een realiteit. De bijbehorende aanleg van warmtenetten zal leiden tot omvangrijke werken in de ondergrond. Een ontwikkeling die al op korte termijn speelt, is de verplichting van gemeenten om eind 2021 een Transitieplan Warmte te hebben, waarin zij concrete plannen moeten presenteren over de verduurzaming van 1,5 miljoen bestaande woningen.

De aanleg van warmtenetten heeft twee belangrijke gevolgen voor de levering van drinkwater. Als gevolg van een geringe afstand tot de warmtebronnen warmt het leidingwater op. De wettelijke eis van 25°C aan de tap is daardoor niet in alle gevallen te garanderen en kan resulteren in microbiologische kwaliteitsvermindering. Daarnaast moeten drinkwaterbedrijven steeds meer reageren op de uitvoering van grootschalige projecten door derden waardoor leidingen vroegtijdig zullen worden vervangen. Dit kan leiden tot kapitaalvernietiging.

Een prognose van het Planbureau voor de Leefomgeving laat zien dat warmtenetten vooral zullen worden toegepast in stedelijke gebieden, met uitzondering van oude binnensteden. Zowel uit de literatuur als uit de reacties op de vragenlijst, blijkt dat drinkwaterbedrijven vaak nog beperkt zijn betrokken bij deze ontwikkelingen. Tegelijkertijd zien zij ook mogelijkheden voor een betere

samenwerking.

Een belangrijke bevinding is dat waar nu vaak veel aandacht uitgaat naar afstanden tussen distributieleidingen en warmteleidingen, er ook aandacht moet zijn voor de talrijke kruisingen van leidingen, de aansluitleidingen en de drinkwaterinstallatie.

Toepassing: strategische heroriëntatie vereist

Opwarming van het leidingwater vereist een integrale aanpak. Er spelen zowel civieltechnische als microbiologische aspecten over het traject van de distributieleiding tot aan de tap. Daarom moeten meerdere onderdelen van drinkwaterbedrijven bij deze problematiek worden betrokken, zoals strategische planvorming, werkvoorbereiding, uitvoering, inspectie en informatievoorziening.

Onze aanbevelingen voor de drinkwaterbedrijven en Vewin zijn:

- juridische aspecten rondom grootschalige werkzaamheden nader te onderzoeken, met het oog op financiële consequenties en aansprakelijkheden;
- actief belangen te behartigen op landelijk en gemeentelijk niveau;
- zich te oriënteren op noodzakelijke veranderingen voor toekomstige bedrijfsvoering;
- nog flexibeler te opereren in onzekere situaties;
- gericht kennis te genereren om belangen effectief te kunnen verdedigen.

Rapport

Dit onderzoek is beschreven in het rapport *Wordt het heet onder onze voeten?* (BTO 2020.046)

Jaar van publicatie
2020

Meer informatie
Ir, Ralph Beuken
T +31306069758
E ralph.beuken@kwrwater.nl

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511
F +31 (0)30 60 61 165
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl

KWR

Oktober 2020 ©

Alle rechten voorbehouden aan KWR. Niets uit deze uitgave mag - zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van KWR - worden veelelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier.

Keywords

Energietransitie, leidingen, opwarming

Inhoud

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Doel en kader	5
1.3	Onderzoeksmethoden en leeswijzer	5
2	Een schets van de energietransitie	7
2.1	Energietransitie en doelstellingen	7
2.2	Toekomstbeelden energiesysteem	7
2.3	Programma Aardgasvrije Wijken	8
2.4	Beschouwingen over energietransitie en de ondergrond	10
2.5	Zijn drinkwaterleidingen in beeld?	12
2.6	Monitoringsronde Programma Aardgasvrije Wijken	13
2.7	Warmtenetten	13
3	Energietransitie en drinkwater	16
3.1	Wettelijk kader en watertemperatuur	16
3.2	Verkenning relatie energietransitie en drinkwaterinfrastructuur	16
3.3	Onderzoek naar opwarming drinkwater in leidingen	17
3.3.1	Overzichtsartikel over opwarming: Drinking Water Temperature around the Globe	17
3.3.2	Onderzoek naar hotspots	18
3.3.3	Metingen bij drinkwaterbedrijven	19
3.3.4	Modelleren temperatuur aansluitleiding, de meterkast en de drinkwaterinstallatie	20
3.3.5	Doorkijk assetmanagement naar 2030 en 2050	21
3.3.6	Workshop Systeemontwerp Power-to X	21
3.4	Gepland en lopend onderzoek	22
3.5	Ontwikkelingen op het gebied van normalisatie	23
4	Vragenlijst drinkwaterbedrijven	24
5	Analyse van systeem en levenscyclus	28
5.1	Inleiding	28
5.2	Gevolgen bezien vanuit een systeembeschrijving	28
5.3	Gevolgen bezien vanuit de levenscyclus	29
5.4	Synthese	30

6	Kwantitatieve beschouwing van gevolgen	32
6.1	Vertaling van ambitie Klimaatakkoord naar aantal woningen	32
6.2	Vertaling van energiestrategieën naar toepassing	33
6.3	Lokale analyse van gevolgen warmteleidingen	35
7	Mogelijke gevolgen van de energietransitie op drinkwaterinfrastructuur	38
8	Conclusies en aanbevelingen	42
8.1	Conclusies	42
8.2	Aanbevelingen	45
9	Literatuur	48
I	Strategieën voor aardgasvrij oplossingen	50
II	Rapportage aardgasvrije wijken	53
III	Vragenlijst over gevolgen energietransitie	55
IV	Lokale analyse gevolgen warmteleidingen	56

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De wereld, en ook Nederland staat voor een enorme opgave om de uitstoot van broeikasgassen te reduceren om de gevolgen van klimaatverandering binnen de perken te houden. In juni 2019 heeft het kabinet het Klimaatakkoord (Klimaatberaad, 2019) aangeboden aan de Tweede Kamer. In het Klimaatakkoord staat een omvangrijk pakket van afspraken, maatregelen en instrumenten die de totale Nederlandse CO₂-uitstoot in 2030 met ten minste 49% moet terugdringen ten opzichte van de uitstoot in 1990. Om dit doel te halen is een energietransitie nodig met een omvangrijke maatschappelijke impact. In het Klimaatakkoord staat dat het gebruik van aardgas aanzienlijk gereduceerd zal worden, terwijl de productie van hernieuwbare energie verviervoudigd wordt. Deze ontwikkelingen zullen grote gevolgen hebben voor de boven- en ondergrondse ruimtelijke inrichting, en daarmee ook voor de drinkwaterinfrastructuur.

Het klimaatakkoord is onderverdeeld in vijf sectoren (Gebouwde Omgeving, Mobiliteit, Landbouw en Landgebruik, Elektriciteit en Industrie) met specifieke doelstellingen. Binnen de sector Gebouwde Omgeving, die naar verwachting de meeste impact zal hebben op de drinkwaterinfrastructuur, is het doel geformuleerd dat in 2050 7 miljoen woningen en 1 miljoen gebouwen van het aardgas af moeten. Dat zal plaatsvinden door te isoleren en gebruik te maken van duurzame warmte en elektriciteit. Als eerste stap moeten in 2030 de eerste 1,5 miljoen bestaande woningen verduurzaamd zijn. Daarnaast moet ook een verduurzaming plaatsvinden van bestaande utiliteitsbouw. Om dit te bereiken, zal een toename van de verduurzaming moeten plaatsvinden van meer dan 50.000 woningen per jaar in 2021 tot 200.000 woningen per jaar in 2030, en een gelijkmatige verduurzaming vanaf 2030 tot en met 2050 van 200.0000 woningen per jaar. Voor nieuwe woningen en andere nieuwe gebouwen geldt verder dat zij niet meer met aardgas verwarmd zullen worden, wat een omvangrijke innovatie-opgave vergt. De verduurzaming en de uitfasering van aardgas is een enorme opgave in de gebouwde omgeving. De overheid kiest hierbij voor een wijkgerichte aanpak, waarbij gemeenten de regie voeren.

Belangrijke componenten van de energietransitie zijn onder andere de aanleg van warmtenetten, de verzwaring van het elektriciteitsnet en de aanleg van oplaadpunten voor elektrische auto's. Verder zullen er omvangrijke isolatie-initiatieven gaan plaatsvinden, die naar verwachting zullen leiden tot grootschalige renovatie van woningen. Een groot deel van deze ingrepen zal, direct of indirect, gevolgen hebben op de levering van drinkwater. Warmtebronnen in de bodem of op het bodemoppervlakte kunnen leiden tot opwarming van drinkwater, wat kan betekenen dat niet meer wordt voldaan aan de wettelijke eis om drinkwater te leveren met een temperatuur lager dan 25°C. Daarnaast zullen de werkzaamheden in de ondergrond leiden tot grootschalige herstructurering, waarbij het voor drinkwaterbedrijven noodzakelijk zal zijn het vervangingsbeleid hierop aan te laten sluiten. Dit zal betekenen dat bepaalde leidingen vroegtijdig vervangen moeten worden, wat leidt tot een vervroeging van geplande investeringen en een extra inspanning van personeel voor afstemming, voorbereiding, begeleiding en afronding van werkzaamheden. In andere situaties, bijvoorbeeld als de gezamenlijke werkzaamheden pas over een aantal jaren plaatsvinden, zullen leidingen later vervangen worden, wat leidt tot extra lekkages en leveringsonderbrekingen. De gevolgen zullen naar verwachting het grootste zijn bij de aanleg van warmtenetten. Om die reden zal de meeste aandacht uitgaan naar de aanleg van warmtenetten.

1.2 Doel en kader

Het doel is om de gevolgen van deze energietransitie op de drinkwaterinfrastructuur te verkennen, handelingsperspectieven voor de drinkwatersector te onderzoeken alsmede opties te verkennen hoe op een goede wijze rekening gehouden kan worden met de belangen van de drinkwaterinfrastructuur in de uitfasering van gasnetten en aanleg van warmtenetten. Met de resultaten van dit beleidsonderbouwend onderzoek kan Vewin de belangen van drinkwaterbedrijven ondersteunen op dit beleidsterrein. Dit rapport beschrijft zo objectief mogelijk de gevolgen van de energietransitie op drinkwaterinfrastructuur. Het bevat hier over geen oordeel. In dit onderzoek ligt de scope bij de sector Gebouwde Omgeving.

Dit onderzoek bouwt voort op beleidsonderbouwend onderzoek dat KWR in 2019 voor Vewin heeft uitgevoerd (van Dorsen en Segrave, 2019). Dit onderzoek uit 2019 heeft de potentiële gevolgen van de beoogde energietransitie voor drinkwaterbedrijven beschreven, met nadruk op mogelijke handelingsperspectieven waarin is aangegeven hoe drinkwaterbedrijven zich op de energietransitie kunnen voorbereiden en daarin een rol kunnen spelen. Voorliggend rapport zal ingaan op de gevolgen van de energietransitie op het beheer en vervangingsbeleid voor drinkwaterinfrastructuur. Hierbij wordt vooral gekeken vanuit het perspectief van veiligstellen van de wettelijke taak van drinkwaterbedrijven. Om die reden ligt de nadruk op de negatieve gevolgen van de energietransitie.

De ambitie van de energietransitie is duidelijk, de wijze waarop deze geconcretiseerd gaat worden, de partijen die hierbij betrokken (leidend) zullen zijn en de daadwerkelijke snelheid van realisatie is nog voor een groot deel onzeker. Om die reden is gebruik gemaakt van de huidige beschikbare informatie en is gepoogd deze zo goed mogelijk te relateren aan de huidige drinkwaterinfrastructuur en het beleid van drinkwaterbedrijven om deze zo goed mogelijk te beheren, ten einde te voldoen aan hun wettelijke taak. Als vertrekpunt is in dit onderzoek het beeld van de energietransitie gehanteerd zoals dat is opgesteld door het Planbureau van de Leefomgeving. In dit beeld wordt een grote rol toebedeeld aan hoogtemperatuur- en middentemperatuurwarmtenetten. Omdat er nog erg veel onzeker is over de concrete invulling van de energietransitie en er op nog diverse onderwerpen maatschappelijke discussies zijn (denk aan de acceptatie van windenergie, de rol van waterstof, de acceptatie van nieuwe hoogtemperatuurwarmtenetten), is het goed mogelijk dat de energietransitie een andere uitwerking zal hebben op de drinkwaterinfrastructuur dan in dit onderzoek beschreven. De conclusies zullen derhalve nadrukkelijk gezien moeten worden vanuit het heersende beeld medio 2020.

1.3 Onderzoeksmethoden en leeswijzer

Om inzicht te krijgen in de meest actuele ontwikkelingen over de energietransitie is een literatuuronderzoek uitgevoerd dat zich voornamelijk richtte op internetpublicaties. De hierbij verkregen bronnen betreffen overheidspublicaties, bedrijfspublicaties, afstudeerrapporten en webpagina's. Deze zogenaamde grijze literatuur geeft niet in alle gevallen wetenschappelijk onderbouwde informatie, maar is in zich dit snel ontwikkelend werkveld vooral gebruikt om een beeld te vormen van de energietransitie. De resultaten hiervan weergegeven in hoofdstuk 2. In dit hoofdstuk is tevens een omschrijving opgenomen over warmtenetten.

De afgelopen jaren zijn door KWR, in samenwerking met internationale collega's, diverse onderzoeksprojecten uitgevoerd over de gevolgen van de energietransitie op drinkwater, met de meeste aandacht voor de opwarming van water. Deze onderzoeksrapporten zijn geanalyseerd en ook zijn temperatuurmetingen van drinkwaterbedrijven besproken. De opwarming van drinkwater heeft een direct verband met de wettelijke eis om water te leveren met een maximale temperatuur van 25°C. Om die reden start hoofdstuk 3 met een beschouwing van het wettelijk kader en de acties die drinkwaterbedrijven dienen te nemen in geval van overschrijding van de temperatuurseis. In dit hoofdstuk zijn ook enkele resultaten opgenomen van een workshop met drinkwaterbedrijven over de gevolgen van

de energietransitie. Tevens is aangegeven hoe deze onderzoeksresultaten zich verhouden tot normalisatie (regelgeving).

In hoofdstuk 4 zijn de antwoorden samengevat van een vragenlijst die is gestuurd aan de drinkwaterbedrijven over hun ervaringen en verwachtingen van de energietransitie met oog op het beheer en de vervanging van drinkwaterleidingen.

In hoofdstuk 5 zijn mogelijke risico's geïdentificeerd van de energietransitie op de drinkwaterinfrastructuur vanuit het perspectief van een systeembeschrijving en vanuit het perspectief van de levenscyclus.

Om de gevolgen van de energietransitie zo concreet mogelijk voor ogen te krijgen, zijn drie kwantitatieve analyses uitgevoerd. Als eerste is nagegaan hoeveel leidingen en huisaansluitingen betrokken zijn als de prognoses uit het Energieakkoord worden gerealiseerd. Vervolgens zijn de uitwerkingen van het Planbureau voor de Leefomgeving vertaald naar de betekenis voor buurten. De geraadpleegde gegevens over de Energietransitie zijn afkomstig uit de Startanalyse voor het Programma Aardgasvrije Wijken en van de website van het Planbureau voor de Leefomgeving¹. Overige statistische data is afkomstig van het CBS². Voor de verdere interpretatie is gebruik gemaakt van het Planbureau voor de Leefomgeving opgestelde en openbaar beschikbare Vesta-MAIS model. Er zijn ook andere modellen beschikbaar, deze zijn echter niet publiek toegankelijk. Als derde, is voor vijftien stedelijke situaties een inschatting gemaakt waar een warmtenet gepositioneerd kan worden en wat in dat geval de gevolgen zijn op de bestaande drinkwaterleidingen. Een en ander is beschreven in hoofdstuk 6.

Op basis van informatie van de voorgaande hoofdstukken zijn in hoofdstuk 7 de mogelijke gevolgen in kaart gebracht van de energietransitie op de drinkwaterinfrastructuur.

In hoofdstuk 8 zijn de conclusies en aanbevelingen gegeven.

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

² https://opendata.cbs.nl/statline/portal.html?_la=nl&_catalog=CBS

2 Een schets van de energietransitie

2.1 Energietransitie en doelstellingen

Het realiseren van de in 2015 vastgestelde klimaatdoelen van Parijs is nodig om verdere opwarming van de aarde en de gevolgen daarvan zo veel mogelijk te voorkomen. Om aan de afspraken van Parijs te voldoen moet Nederland onder andere overstappen van fossiele brandstoffen op duurzame energiebronnen. De Klimaatwet stelt vast met hoeveel procent de CO₂-uitstoot in Nederland verminderd moet worden. De Klimaatwet geeft burgers en bedrijven waarborgen over de klimaatdoelen, te weten:

- 49% minder CO₂-uitstoot in 2030 ten opzichte van 1990;
- 95% minder CO₂-uitstoot in 2050 ten opzichte van 1990.

Om het doel in 2030 te halen, hebben de overheid, bedrijven en maatschappelijke organisaties in juni 2019 het Klimaatakkoord gesloten. In het Klimaatakkoord zijn vijf sectoren benoemd (Gebouwde Omgeving, Mobiliteit, Landbouw en Landgebruik, Elektriciteit en Industrie) en is aangegeven dat voor elke sector een ministerie verantwoordelijk is. Voor de sector Gebouwde Omgeving die relevant is voor de levering van drinkwater, is het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties verantwoordelijk. Het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat geldt als coördinerend ministerie voor alle sectoren.

In het Klimaatakkoord is voor de sector Gebouwde Omgeving aangegeven dat in 2050 7 miljoen woningen en 1 miljoen gebouwen aardgasvrij moeten zijn. Als eerste stap moeten in 2030 de eerste 1,5 miljoen bestaande woningen verduurzaamd zijn volgens een wijkgericht aanpak. De gemeentes moeten, samen met stakeholders, uiterlijk eind 2021 een Transitievisie Warmte hebben vastgesteld. Hierover schrijft het Klimaatakkoord: “Hierin leggen ze het tijdpad vast voor een (stapsgewijze) aanpak richting aardgasvrij (waarbij isoleren een stap kan zijn, mits onderdeel van de wijkgerichte aanpak naar aardgasvrij). Voor wijken waarvan de transitie voor 2030 is gepland, maken zij ook de potentiële alternatieve energie-infrastructuren bekend en bieden zij inzicht in de maatschappelijke kosten en baten en de integrale kosten voor eindverbruikers hiervan. Bij de transitievisies warmte programmeren gemeenten zoveel als mogelijk op basis van de laagste maatschappelijke kosten en kosten voor de eindgebruiker. (...) Gemeenten actualiseren in eerste instantie de Transitievisie Warmte elke 5 jaar. VNG en Rijk evalueren uiterlijk in 2022 of deze actualisatie-termijn van iedere 5 jaar de juiste is (Klimaatakkoord 2019, blz 27)”.

Vanaf 2019 stelt het Planbureau voor de Leefomgeving elk jaar een Klimaat- en Energieverkenning (KEV) op. Deze rapportage geeft inzicht in de totale CO₂-uitstoot in Nederland. De nadere uitwerking voor de sectoren vindt plaats in de Voortgangsmonitor Klimaatbeleid. Het kabinet zal jaarlijks een Klimaatnota opstellen, waarvan de KEV en de Voortgangsmonitor onderdeel zijn.

2.2 Toekomstbeelden energiesysteem

Door Netbeheer Nederland (Arfman and Rooijers, 2017) zijn vier toekomstbeelden uitgewerkt met inzichten in de mogelijke ontwikkeling van de energie-infrastructuur. Deze toekomstbeelden zijn overgenomen door Staatstoezicht op de Mijnen (SodM, 2018). Deze beelden hebben als doel om de rol en impact van bepaalde technische ontwikkelingen inzichtelijk te maken door een energiesysteem te schetsen waarin de genoemde ontwikkeling wordt ‘uitvergroot’ (SodM, 2018). Vermoedelijk zal het energiesysteem in 2050 een mix vormen van de geschetste scenario’s, al dan niet aangevuld met (elementen van) nog andere beelden die niet in de studie aan bod zijn gekomen. In die zin schetsen de scenario’s extremen en vormen deze dus vooral een discussiestuk. De vier toekomstbeelden zijn hieronder weergegeven.

- **Scenario Generieke sturing**
In dit scenario komt de toekomstige energievoorziening via een organisch proces tot stand, deels gestuurd door een CO₂-prijs, maar zonder verdere regie van de overheid. De energievoorziening is een mix van lokale en internationale opties.
- **Scenario Internationaal**
In dit scenario is Nederland een mondiaal georiënteerd land dat verschillende vormen van hernieuwbare energie importeert (en daarmee voor de energievoorziening sterk afhankelijk blijft van het buitenland).
- **Scenario Regie Nationaal**
In dit scenario neemt de rijksoverheid de regie en stuurt op energie-autonomie voor Nederland via een mix van vooral centrale energiebronnen, met name wind op zee.
- **Scenario Regie Regionaal**
In dit scenario hebben provincies en gemeenten veel regie. Er wordt ingezet op zoveel mogelijk productie van elektriciteit als energiedrager. Verder wordt veel warmte benut uit lokale energiebronnen, zoals zon, wind, biomassa en geothermie.

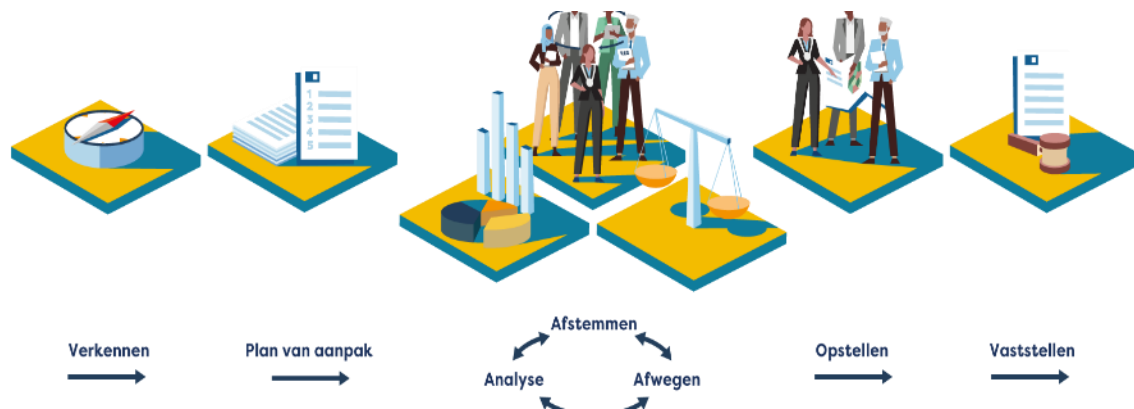
2.3 Programma Aardgasvrije Wijken

De overheid draagt actief bij aan de energietransitie onder andere door het in 2018 gestarte interbestuurlijke Programma Aardgasvrije Wijken (PAW). Hierin werken het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, het ministerie van Economische Zaken en Klimaat, het Interprovinciaal Overleg, de Unie van Waterschappen en de Vereniging van Nederlandse Gemeenten samen om gemeenten en betrokken partijen zo goed mogelijk te ondersteunen in de aardgasvrije opgave. Hierbij wordt gewerkt met een wijkgerichte aanpak, waarbij op dit moment ervaring wordt opgedaan in 27 proeftuinen. Het is de bedoeling dat de opgedane kennis wordt gebruikt om op te schalen naar een landelijke aanpak. Er zijn soortgelijke initiatieven gaande in andere klimaatprogramma's, zoals de Regionale Energiestrategieën (RES'en), het Netwerk Aquathermie en het Expertisecentrum Warmte.

Door het PAW is een leidraad opgesteld die gemeenten kan helpen om uiterlijk eind 2021 een Transitievisie Warmte vast te kunnen stellen. Deze leidraad bestaat uit twee onderdelen, die zijn opgesteld onder verantwoordelijkheid van het Planbureau voor de Leefomgeving: de Startanalyse (Hoogervorst et al., 2019-a) en de Handreiking voor lokale analyse (Hoogervorst et al., 2019-b). De Startanalyse helpt gemeenten bij het vinden van een acceptabel alternatief voor het huidige verwarmen van gebouwen met aardgas. De Handreiking voor lokale analyse bevat tips en richtlijnen voor gemeenten en andere belanghebbenden bij het verrijken van de Startanalyse met lokale data, afkomstig van de gemeente en (lokale) stakeholders. De Startanalyse is een technisch-economische analyse om voor elke buurt³ een eerste globale selectie te kunnen maken van de meest aantrekkelijk strategie (of combinatie van strategieën) om van het aardgas af te gaan. Elke strategie bestaat uit maatregelen die zijn gericht op vermindering van de warmtevraag door isolatie en op het aanleggen of verzwaren van de energie-infrastructuur om woningen en gebouwen duurzaam te verwarmen. De Startanalyse hanteert de doelstelling uit het Klimaatakkoord dat de gemeenten bij voorkeur die optie moeten kiezen die de warmtevoorziening aardgasvrij kan maken tegen de laagste maatschappelijke kosten, waarbij afwijking hiervan goed onderbouwd dient te worden. In de Startanalyse is nadrukkelijk aangegeven dat dit een hulpmiddel is bij het opstellen van de Transitievisie Warmte en dat gemeenten ook andere werkwijzen mogen volgen als die tot het zelfde resultaat leiden. De startanalyse is ook nog niet volledig. Op de website van het Expertisecentrum Warmte (ECW) is aangekondigd dat

³ Het CBS definieert een buurt als een onderdeel van een gemeente, dat op basis van historische dan wel stedenbouwkundige kenmerken homogeen is afgebakend. Homogeen wil hier zeggen dat één functie dominant is, bijvoorbeeld de woonfunctie. De gemeenten in Nederland zijn onderverdeeld in wijken en buurten, waarbij buurten het laagste regionale niveau vormen.

in de zomer van 2020 een vernieuwde versie van de Startanalyse zal verschijnen⁴. De belangrijkste aangekondigde veranderingen in de vernieuwde Startanalyse zijn onder andere: de toevoeging van waterstof als nieuwe strategie en de verwerking van eerder aangeleverde data door gemeenten en provincies. Gebaseerd op praktijkervaringen heeft het PAW een stappenplan Transitievisie Warmte uitgewerkt. Figuur 2-1 geeft dit stappenplan weer. In dit stappenplan is tevens een afwegingskader opgenomen om gemeenten te helpen bij het kiezen van een regierol in de energietransitie⁵.



Figuur 2-1 Stappenplan om gemeente te ondersteunen te komen tot een Transitievisie Warmte.

In de Startanalyse zijn vijf strategieën uitgewerkt die een combinatie vormen van technische maatregelen voor het vermindering van de warmtevraag (door isolatie en warmteterugwinning) en het aanleggen van een energie-infrastructuur die het aardgasnet kan vervangen. De Startanalyse geeft hierbij een eindbeeld en spreekt zich niet uit over de transitie daartoe. Uitgangspunt is dat voor alle strategieën alle gebouwen een isolatie hebben die ten minste overeenkomst met schillabel B⁶. Hoogervorst et al. (2019-b) geeft aan dat begin 2019 ongeveer 40% van de woningen een schillabel A of B hadden. De vijf strategieën, met bijbehorende varianten zijn:

1. individuele elektrische warmtepomp (S1)
 - a. elektrische luchtwarmtepomp (S1a)
 - b. elektrische bodemwarmtepomp (1b)
2. warmtenet met midden- en hoogtemperatuurbron (S2)
 - a. restwarmte (S2a)
 - b. geothermie volgens kansenkaart TNO (S2b)
 - c. geothermie overal (S2c) (niet in viewer)
 - d. bio-WKK (S2d) (niet in viewer)
3. warmtenet met laagtemperatuurbron (S3)
 - a. levering op 30°C (S3a)
 - b. levering op 70°C (S3b)
 - c. levering op 50°C (S3c)
 - d. warmte-koudeopslag (WKO), levering op 50°C (S3d)
 - e. Thermische Energie uit Oppervlaktewater (+ WKO), levering op 70°C (S3e)
4. hernieuwbaar gas met hybride warmtepomp
5. hernieuwbaar gas met HR-ketel

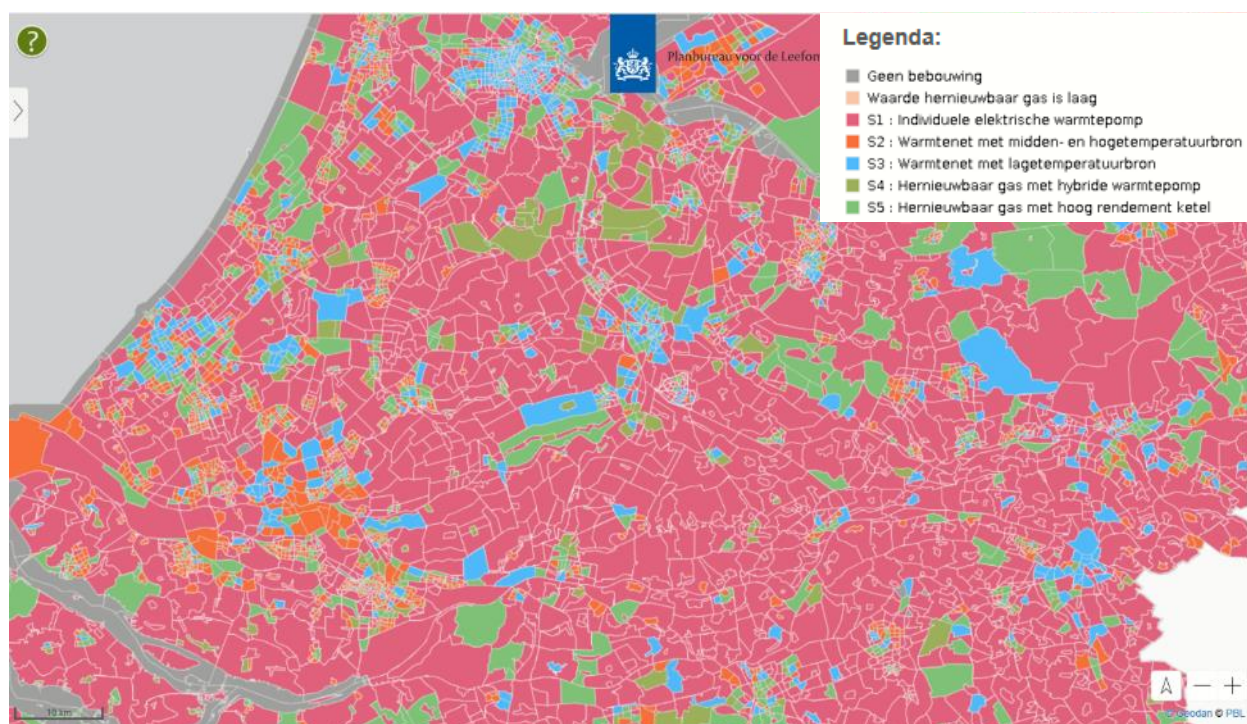
⁴ <https://www.expertisecentrumwarmte.nl/nieuws/1591693.aspx>

⁵ Voor meer informatie, zie: <https://www.aardgasvrijewijken.nl/klp/ro/transitievisie+warmte2/stappenplan+transitievisie+warmte/default.aspx>

⁶ Dat betekent voor woningen een Rc-waarde van minimaal 2,5 en voor utiliteitsgebouwen van minimaal 3,5.

Voor alle buurten in Nederland is om te voorzien in de warmtevraag bepaald wat de strategie is met de laagste maatschappelijke kosten, zie Figuur 2-2. Hiervoor gebruikt het PBL het Vesta-MAIS model⁷. Uit dit beeld blijkt dat voor de meeste buitengebieden wordt voorgesteld om elektrische warmtepompen te installeren (S1). Voor de steden wordt voornamelijk een warmtenet voorgesteld gevoed door een laag, midden- of hogetemperatuurbron (S2 en S3). Een nadere uitwerking wordt gegeven in paragraaf 6.2. De met het Vesta-MAIS model doorgekende scenario's zijn gericht op het aardgasvrij maken van gebouwen. De verzwaren van de elektriciteitsvoorziening als gevolg van decentrale opwekking met zon of wind is hier nog niet in meegenomen, wat betekent dat de gepresenteerde verzwaren van het elektriciteitsnet waarschijnlijk zwaarder zal uitpakken. In Bijlage I zijn de strategieën en varianten voor wat betreft de benodigde ondergrondse infrastructuur nader beschreven.

Overigens zijn er ook gemeenten die andere modellen hanteren die zijn ontwikkeld door commerciële partijen. De gegevens hierover zijn echter niet openbaar toegankelijk en daardoor niet toegankelijk voor dit onderzoek.



Figuur 2-2 Overzicht van strategieën met laagste maatschappelijke kosten op buurtniveau, voor het midden van Nederland.

2.4 Beschouwingen over energietransitie en de ondergrond

Door Rijkswaterstaat is een strategische verkenning uitgevoerd naar de betekenis van de energietransitie op het ondergronds transport via buisleidingen en op de ondergrondse ruimtelijke ordening (de Vries et al., 2019). Zij concluderen dat de energietransitie voor een belangrijk deel in de ondergrond gaat plaatsvinden en dat de drukte in de ondergrond nog verder zal toenemen. Als belangrijke ontwikkelingen zijn genoemd: warmte als energiemedium, de opkomst van waterstof, de aanpassing van het hoogspanningsnet ten behoeve van toenemende elektrificatie van de energievoorziening en het transport van CO₂.

De Vries et al. geven verder aan dat de door de rijksoverheid gekozen aanpak van Regionale EnergieStrategieën er waarschijnlijk toe zal leiden dat er vooral zal worden ingezet op regionale warmtebronnen, waarbij het aspect van

⁷ Dit is een publiek toegankelijk model dat gratis beschikbaar wordt gesteld, zie: <https://www.pbl.nl/publicaties/het-vesta-mais-ruimtelijk-energiemodel-voor-de-gebouwde-omgeving-algemene-beschrijving>

leveringszekerheid met oog op uitval van de energiebron of veranderde omstandigheden een belangrijk aandachtspunt zal zijn. Het is te verwachten dat er naast de invulling per RES een grootschalige energie-infrastructuur nodig zal zijn om te dienen als back-up, waarbij ook ruimte nodig is voor onder- en verdeelstations, compressiestations en conversiepunten. De Vries et al. (2019) onderstrepen de lange realisatietijd van dergelijke voorzieningen en de mogelijke maatschappelijke weerstand. Zij pleiten derhalve voor een uitbreiding van het planologisch instrumentarium voor reserveringen voor ondergrondse buisleidingen.

De Vries et al. (2019) onderkennen dat rekening gehouden moet worden met de invloed van nieuwe infrastructuur op de omgeving. Zij noemen hier specifiek warmteleidingen, waarvan zij aangeven dat deze relatief groot zijn, een aanvoer- en afvoerleiding hebben en een opwarmend effect hebben op de nabije omgeving. De Vries et al. (2019) waarschuwen verder dat nieuwe soorten infrastructuur nog onbekende gevolgen kunnen hebben. Zij pleiten voor het uitgebreid delen van ervaringen, met name op het gebied van onderlinge beïnvloeding. Expliciet noemen zij als voorbeelden de beïnvloeding van leidingen door zwerfstromen als gevolg van zonneparken en de opwarming van drinkwaterleidingen door warmteleidingen of als gevolg van de algemene temperatuurstijging.

In het rapport Common Ground, heeft het COB samen met tientallen belanghebbenden in de ondergrond (grondroerders, netbeheerders, wetenschappers, beleidsmakers en bestuurders) een analyse gemaakt van de status van en uitdagingen voor de ondergrondse kabel- en leidinginfrastructuur in Nederland (COB, 2019). Als voornaamste uitdagingen wordt gezien: de verschillende vervangingsopgaven van ondergrondse infrastructuur, de energietransitie, de klimaatadaptatie, de uitrol van het 5G-netwerk en de groei van steden. In dit rapport is de verwachting aangegeven dat in de periode tot 2050 30-35% van de huishoudens wordt aangesloten op een collectief warmtenet. Het COB geeft aan dat de implicaties van de energietransitie voor de ondergrondse infrastructuur enorm kunnen zijn en dat er problemen zijn te verwachten in wijken met een hoge bebouwingsdichtheid of op plekken met krappe kabel- en leidingtracés, zoals langs waterwegen.

Het COB (2019) geeft aan dat veel partijen nog onvoldoende beseffen wat de implicaties zijn van de energietransitie voor de ondergrond en dat er meer aandacht nodig is voor de drukte en de complexiteit van de ondergrond. Met oog op de drukte in de ondergrond, geeft het COB (2019) in Tabel 2-1 een schatting van de totale lengte van de ondergrondse kabels en leidingen in Nederland. Opgemerkt wordt dat de benodigde transportleidingen voor warmte meer ruimte vergen dan de gasleidingen die zij vervangen, wat tot nieuwe uitdagingen kan leiden bij het inpassen van deze leidingen. Ook kan het betekenen dat nieuwe partijen hun intrede doen in de kabels-en-leidingensector, die wellicht minder coöperatief opereren dan nu usance is. De verwachting van het COB is dat de energietransitie zal zorgen voor een fundamentele aanpassing van de ondergrondse infrastructuur en dat de onzekerheden over termijnen, systeemadaptaties en kosten groot zijn.

Tabel 2-1. Overzicht omvang van ondergrondse kabels en leidingen (Bron: Common ground voor ondergrondse infra, COB, 2019)

Ondergronds netwerk	Lengte (in km)
Riolering	200.000
Water	120.000
Gas (excl. hoofdtransportnet)	135.000
Elektra	310.000
Telecom (excl. 5G)	655.000
Warmte (transport en distributie)	13.000
Industriële leidingen (gassen (aard)olieproducten en chemicaliën)	20.000
Drainage	415.000
Openbare verlichting	155.000

Het COB (2019) beschrijft ook andere ontwikkelingen die van invloed zullen zijn op de bestaande kabels en leidingen. Deze ontwikkelingen kunnen niet los worden gezien van de ontwikkelingen van de energietransitie en kunnen ook kansen bieden voor het koppelen van ruimtelijke opgaven. Het COB (2029) noemt:

- Laadpalen voor elektrische auto's: de elektrificatie van het wagenpark vraagt om aanpassing van het elektriciteitsnet in de vorm van nieuwe aansluitingen en verzwaring van het bestaande laagspanningsnet.
- Klimaatadaptatie: door de meer intense regenval en de wens tot afkoppelen leidt tot nieuwe en verzwaarde hemelwaterriolen en bezinkbassins. Daarnaast zullen met name in de steden meer bomen worden aangeplant om water vast te houden en hittestress tegen te gaan.
- De uitrol van 5G: dit zal naar verwachting leiden tot een uitbreiding van het glasvezelnetwerk met 160.000 kilometer, gedurende de komende jaren.
- Verstedelijking: het Planbureau voor de Leefomgeving verwacht dat de groei van de Nederlandse bevolking (bijna 950 duizend tussen 2015 en 2030) voor bijna driekwart zal plaatsvinden in de grotere gemeenten, met de grootste groei in de vier grote steden. Dit gaat samen met een lagere woningbezetting. Beide ontwikkelingen hebben tot gevolg dat het ministerie van Binnenlandse Zaken aangeeft dat er 845.000 woningen tot 2030 moeten worden bijgebouwd⁸.

De overheid wil met de Omgevingswet de regels voor ruimtelijke ontwikkeling vereenvoudigen en samenvoegen. De Omgevingswet is daarmee in potentie een katalysator voor het beter positioneren van de ondergrond(se) infrastructuur. Het COB (2019) geeft aan dat gemeenten hun bestaande verordeningen op het gebied van (kabel/leiding) graafvergunningen moeten gaan integreren in hun lokale omgevingsplannen. Dit kan een extra administratieve opgave worden voor drinkwaterbedrijven. Deze onzekere ontwikkelingen betekenen dat de sector zich moet instellen op onzekerheden en dat zij haar reactievermogen daarop zal moeten inrichten.

2.5 Zijn drinkwaterleidingen in beeld?

Opvallend is dat de aandacht voor kabels en leidingen in de ondergrond bij de energietransitie in eerste instantie beperkt was. Ter illustratie, in de effectanalyse voor de Noord-Hollandse Energie Regio, die als doel had beelden te vormen van relevante effecten van de energietransitie, is geen aandacht gegeven aan de inpassing van de infrastructuur voor de energietransitie in de bestaande ondergrondse infrastructuur (Noord-Hollandse Energieregio, 2019). De drinkwaterbedrijven zijn op dit moment nog beperkt in beeld bij organisaties die op dit moment nadrukkelijk betrokken zijn bij de totstandkoming van de energietransitie⁹. Nu de activiteiten rondom de energietransitie meer concreet worden, blijkt er meer aandacht te komen voor het inventariseren van stakeholders en het tijdig in contact treden met beheerders van ondergrondse infrastructuur. Door het Expertisecentrum Warmte is een handleiding gegeven voor gemeenten voor het uitvoeren van een lokale analyse voor het opstellen van de Transitievisie Warmte (Expertisecentrum Warmte, 2019). Als één van de stappen in deze analyse wordt gewezen op het in contract treden met netbeheerders van ondergrondse infrastructuur, zie Figuur 2-3.

⁸ Zie: <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2020/06/15/staat-van-de-woningmarkt-2020>

⁹ Telefonisch interview Gerdien van de Vreede, VNG, op 24-2-20

WANNEER - Verdieping criteria

5 Investeringsinfrastructuur

Wat & waarom:

In de wijken liggen diverse vormen van infrastructuur die maar eens in de 40 jaar of langer vervangen worden. Denk daarbij aan de riolering, de **drinkwaterleidingen**, het elektriciteitsnet en het gasnet. Het combineren van de aanleg van nieuwe infrastructuur met de uitbreiding of vervanging van bestaande infrastructuur levert vaak kostenbesparing op en beperkt ook de overlast in de openbare ruimte. Deze “meekoppelkansen” zijn dus relevant voor zowel de vraag in welk jaar het slim is de wijk aardgasvrij te maken als voor de keuze van de technisch-economische oplossing in een wijk (omdat meekoppelkansen de omvang van de investeringen kunnen beïnvloeden). Andersom werkt dit overigens ook, als er een nieuwe warmteinfrastructuur wordt aangelegd, biedt dit een kans om de bestaande infrastructuur kostenefficiënt te vervangen.

Het **drinkwaterbedrijf** en de netbeheerder (elektriciteit en gas) hebben informatie over hun investerings- en vervangingsplanning. Binnen de gemeenten is informatie beschikbaar over de planning van vervanging van de riolering. Door deze informatie voor alle buurten inzichtelijk te krijgen, kunnen buurten worden geïdentificeerd waar (de meest optimale) meekoppelkansen zijn. Lokaal wordt vaak al samengewerkt door infrastructuurbedrijven om planningen met elkaar te delen.

Welke data nodig:

De planning van vervanging van de diverse vormen van infrastructuur in de tijd (voor 2025, 2025-2030 en na 2030). De meekoppelkansen zullen zich geven de doorlooptijd van de realisatie van infrastructuur en ook de warmtetransitie met name voordoen in de periode 2025-2030.

Welke partij heeft de data:

- **Drinkwaterbedrijf:** klik [hier](#) voor overzicht van **drinkwaterbedrijven** in gemeenten.
- **Netbeheerders elektriciteit en gas:** klik [hier](#) voor overzicht van de verzorgingsgebieden van netbeheerders elektriciteit en gas.
- **Gemeente:** binnen de gemeente kan een planning beschikbaar zijn van het vervangen van de riolering en de wegen.
- **Warmte:** het warmtebedrijf dat mogelijk al in de gemeente actief is, heeft de benodigde data over vervanging, onderhoud of uitbreiding van bestaande warmtenetten.

Wanneer:

Het is aan te raden vroeg in het proces te beginnen met het verzamelen van de data. Daar kan nu al mee begonnen worden, het is niet nodig om daarvoor te wachten op de meer uitgebreide versie van de Startanalyse die in maart 2020 verschijnt. Hoe meer data op dat moment beschikbaar zijn, hoe beter daarna de lokale analyse kan worden uitgevoerd.

Welke output:

Een rangschikking van wijken waar veel investeringen plaatsvinden in de periode 2025-2030, waar *gemiddeld* en waar *weinig* investeringen plaatsvinden. Dit kan in Excel plaatsvinden. Daarnaast kan met GIS bovenstaande ranking visueel inzichtelijk worden gemaakt.

Figuur 2-3 Onderdeel van de Handreiking voor lokale analyse van het Expertisecentrum Warmte over afstemming met netbeheerders van ondergrondse infrastructuur, uit: Expertisecentrum Warmte, 2019

2.6 Monitoringsronde Programma Aardgasvrije Wijken

De uitvoering van de afspraken voor Gebouwde omgeving valt onder verantwoordelijkheid van het Ministerie van Binnenlandse Zaken (BZK). Het Programma Aardgasvrije Wijken voert jaarlijks een monitoring uit (Programma Aardgasvrije Wijken, 2020). De eerste monitoringsronde vond plaats in het najaar van 2019 en is in januari 2020 aangeboden aan de Tweede Kamer. In Bijlage II zijn leerpunten gegeven die relevant zijn voor deze studie. Het beeld dat hierbij naar voren komt is dat er in diverse gemeenten voorbereidingen gaande zijn voor een wijkgerichte aanpak van de energietransitie. Gemeente hebben hierbij een spilfunctie en zij geven aan dat de opgave zeer complex is, veel inspanningen vergt, met name bij het overleg met bewoners, dat zij nog erg zoekende zijn en dat zij behoefte hebben aan betere regie-instrumenten. De gemeente lijken te kiezen voor een wijkgerichte aanpak, waarbij zij diverse aspecten in samenhang willen aanpakken en waarbij zij er naar streven werkzaamheden in de ondergrond zo veel mogelijk in samenhang te willen uitvoeren. Gezien de grote inspanningen is het te verwachten dat projecten in de ondergrond steeds meer wijkgericht zullen plaatsvinden en dat het zelfstandig opereren van drinkwaterbedrijven in een stedelijke omgeving steeds minder voor zal komen.

2.7 Warmtenetten

Warmtenetten transporteren warm water van warmtebronnen, bijvoorbeeld de restwarmte van een elektriciteitscentrales of uit duurzaam opgewekte energiebronnen naar gebouwen. De eerste stad in Nederland met stadsverwarming was Utrecht in 1923. In de jaren zeventig en tachtig is de aanleg van warmtenetten op gang gekomen. In 2000 hadden 212.000 huishoudens een aansluiting op een warmtenet. In april 2011 zijn er ongeveer 550.000 huishoudens aangesloten op stads- of blokverwarming. In Oost-Europa en Scandinavië en Noord Amerika wordt veel gebruik gemaakt van warmtenetten. In 2019 besloeg de levering van energie via warmtenetten in Europa meer dan 10% van de totale Europese warmtevraag¹⁰. Het Planbureau voor de Leefomgeving schat dat in

¹⁰ Deze cijfers zijn afkomstig van: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Warmtedistributie> (geraadpleegd op 27-5-20)

2050 meer dan de helft van de woningen zijn aangesloten op een collectieve warmtebron (Hoogervorst, 2017), oftewel aangesloten op een warmtenet.

Het belangrijkste voordeel van warmtedistributie is dat gebruik wordt gemaakt van restwarmte en duurzame bronnen. Een ander voordeel is de flexibiliteit ten aanzien van de bron. Omdat bronnen inwisselbaar zijn is het vergelijkbaar flexibel systeem als het gasnet of het elektriciteitsnet. Ook kunnen er verschillende leveranciers op hetzelfde netwerk zijn aangesloten waarbij de op dat moment efficiëntste leverancier de warmte levert. Belangrijke nadelen van warmtenetten zijn het grote energieverlies, met name bij netten met een hoge temperatuur, en het grote ruimtegebruik, onder andere omdat het grote diameters betreffen en het systeem een heen- en retourleiding heeft.

In een college over warmtenetten voor HVC geeft Weij (2018) aan dat een conventioneel warmtenet in de regel bestaat uit een primair net en een secundair net. Warmteleidingen worden op ongeveer 1 meter diepte aangelegd. Deze netten zijn hydraulisch gescheiden door een regelstation. Het primair net kent hogere drukken en een temperatuur hoger dan 100°C. De leidingen zijn meestal vervaardigd van staal met een PUR isolatie en een PE buitenschil. Deze buitenschil kan bij grotere transportleidingen ook zijn vervaardigd van staal. Grote afnemers kunnen direct beleverd worden via een primair net. Een secundair net kent een lagere druk en temperatuur en dient om warmte te leveren aan grote groepen verbruikers. Secundaire leidingen buiten gebouwen zijn in het algemeen net als primaire leidingen vervaardigd van staal met een PUR isolatie en een PE buitenschil. Net als bij drinkwaterleidingen bedragen de aanlegkosten een groot deel van de kosten over de levensduur. Als levensduur wordt minimaal 35 jaar aangehouden (Weij, 2018).

Voor nieuw aan te leggen warmtenetten wordt niet altijd meer een indeling aangehouden in primair en secundair gemaakt. Deze nieuwe netten hebben een lagere temperatuur, er geldt hoe lager de temperatuur, hoe lager de energieverliezen. Voor zeer-laagtemperatuurnetten is daarom geen isolatie noodzakelijk. Kirch et al. (2020) noemen in hun overzicht 'Warmtenetten ontrafeld' alleen warmtenetten met een midden, lage en zeer lage temperatuur. Warmtesystemen worden ingedeeld naar watertemperatuur van de bron of aanvoerleiding, zie ook Tabel 2-2. De temperatuur van de retourleiding is lager.

Tabel 2-2 Warmtenetten ingedeeld naar temperatuur. Bron: Weij (2018) en Kirch et al. (2020)

Benaming	Temperatuur, aanvoerleidingen	Warmtebron (voorbeelden)	Voordelen	Nadelen
Hoogtemperatuur (HT)	90° C - 100° C (primair) 80° C - 90° C (secundair)	Grootschalige industriële verbranding of zeer diepe geothermie	Goed toepasbaar in nabijheid industriële warmtebron	Grootste impact op opwarming drinkwater. Veel warmteverlies. Beperkt toepasbaar voor duurzame bronnen
Middentemperatuur (MT)	55° C - 75° C	Diepe geothermie, biomassa, restwarmte zonthermie, warmtepomp	Direct bruikbaar voor ruimteverwarming en warm tapwater. MT bronnen kunnen gebruik maken van bestaand HT-net.	Relatief veel energieverlies t.o.v. LT en ZLT
Laagtemperatuur (LT)	30° C - 55° C	Ondiepe geothermie, zonthermie, warmtepomp	Direct bruikbaar voor ruimteverwarming. Voor oude woningen is de installatie van MT-radiatoren nodig.	Additionele opwarming van warm tapwater. Door klein temperatuurverschil, zijn grotere leidingdiameters nodig.
Zeer-laagtemperatuur (ZLT)	10° C - 30° C	Aquathermie, restwarmte, zonthermie	Warmteverlies leiding is verwaarloosbaar, leidingisolatie niet nodig. Leidingnet ook bruikbaar als koudernet in zomer. Toepasbaar op zeer kleine schaal.	Additionele opwarming voor ruimteverwarming en warm tapwater. Hoge isolatiegraad woningen noodzakelijk (nieuwe woningen). Trage opwarming



Figuur 2-4 Een warmtenet in aanleg.

In een interview met Informatie Casper Jansen van Vattenfall (18-10-18) is informatie verkregen over het beheer van warmteleidingen. Er treden weinig breuken op vanwege de sterkte van het staal. In geval van falen betreft dat meestal de verbinding. Deze gaat lekken, waardoor de isolatielaag langzaam wordt aangetast ('versnot'). Het kan in dat geval maanden of jaren duren voordat de hele leiding is aangetast. Het is mogelijk om middels inspectie lekkage op te sporen, dit gebeurt voornamelijk op primaire leidingen. Een groter lek in een HT-warmtenet is vaak vrij makkelijk te vinden door het uittreden van warm water of stoom. Bij een LT-warmtenet is dit minder goed zichtbaar. Veroudering van warmteleidingen aangelegd in de jaren zeventig en tachtig is nog geen issue maar dat zal de komende jaren waarschijnlijker wel gaan spelen. Bij een breuk in het distributienetwerk kan een groot deel van de aangesloten woningen niet meer van warmte worden voorzien, wat vooral in de winter tot grote overlast leidt.

3 Energietransitie en drinkwater

3.1 Wettelijk kader en watertemperatuur

In het Drinkwaterbesluit (Artikel 13.1) staat “De eigenaar van een drinkwaterbedrijf draagt er zorg voor dat het drinkwater op het leveringspunt en op het tappunt voldoet aan de eisen die daaraan worden gesteld in de tabellen I, II, IIIa, IIIb, IIIc en IV van bijlage A, behorende bij dit besluit.” In Bijlage A, Tabel IIIa. Indicatoren – Bedrijfstechnische parameters, is aangegeven dat de maximum waarde voor de temperatuur van drinkwater 25°C betreft. In geval van het niet voldoen aan de gestelde kwaliteitseisen zal het drinkwaterbedrijf:

- volgens Artikel 25.1, terstond en volledig de toezichthouder informeren en onderzoek verrichten naar de oorzaak en de mogelijke nadelige gevolgen voor de volksgezondheid;
- volgens Artikel 25.2, terstond de in het belang van de volksgezondheid noodzakelijke en passende herstelmaatregelen nemen waardoor het drinkwater alsnog voldoet aan de daaraan gestelde eisen, tenzij de toezichthouder van oordeel is dat de normoverschrijding geen nadelige gevolgen heeft voor de gezondheid van de consumenten en voor de aan hen toebehorende goederen;
- volgens Artikel 25.3, de consumenten en andere afnemers informeren over het niet voldoen aan de bedoelde eis of eisen en hen adviseren omtrent de maatregelen die zij kunnen nemen om nadelige gevolgen voor de gezondheid te voorkomen, tenzij de toezichthouder van oordeel is dat de normoverschrijding geen nadelige gevolgen heeft voor de gezondheid van de consumenten en voor de aan hen toebehorende goederen.

Het bovengenoemde geeft aan dat drinkwaterbedrijven in het geval van het niet voldoen aan de temperatuuiseis, direct in contact dienen te treden met de toezichthouder over de aard van de overschrijding en de mogelijke nadelige gevolgen voor de gezondheid van consumenten.

3.2 Verkenning relatie energietransitie en drinkwaterinfrastructuur

Van Dorsen en Segrave (2019) onderzochten in een eerdere fase de potentiële gevolgen van de beoogde energietransitie voor drinkwaterbedrijven, met nadruk op mogelijke handelingsperspectieven. Hiervoor voerden zij een literatuurstudie uit en hadden zij interviews met vier respondenten binnen de drinkwatersector en vijf respondenten buiten de drinkwatersector. Om de resultaten hiervan te toetsen en verder aan te vullen is een werksessie georganiseerd waarbij strategen en beleidsmakers van drinkwaterbedrijven alsmede enkele respondenten van de interviews met elkaar in gesprek gingen. Vertegenwoordigers van acht drinkwaterbedrijven waren hier aanwezig. Van Dorsen en Seagrave (2019) geven aan dat de handelingsperspectieven en meningen die naar voren komen in dit onderzoek geen geautoriseerde standpunten zijn van de drinkwaterbedrijven en dat deze vooral gezien moeten worden als persoonlijke meningen van betrokken experts. De interviews met medewerkers van drinkwaterbedrijven laten grote verschillen zien over de inschatting van de ernst van de risico's voor de drinkwaterbedrijven en over de vraag welke opstelling het bedrijf het beste kan hanteren ten opzichte van de energietransitie. Uit het onderzoek bleek tevens de behoefte aan betere verspreiding van beschikbare kennis over de gevolgen van de energietransitie en handelingsperspectieven en werd geconstateerd dat het gebrek aan kennis belemmerend is voor de besluitvorming.

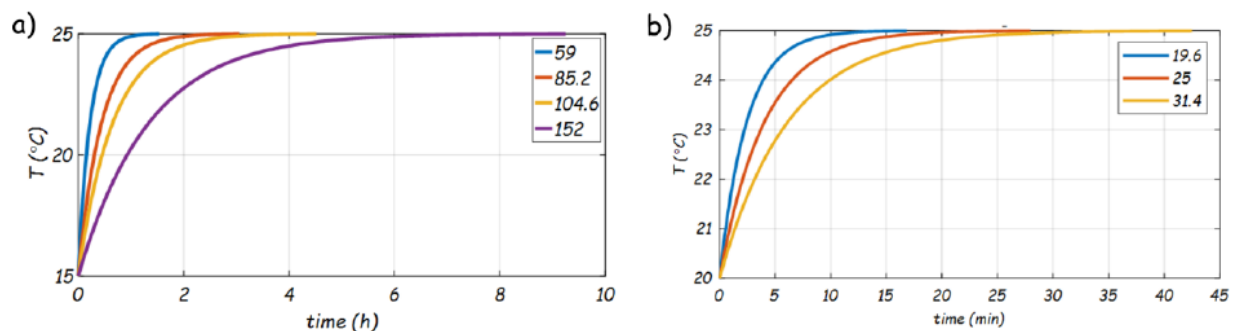
Van Dorsen en Segrave (2019) bevelen de drinkwaterbedrijven aan een proactieve houding aan te nemen ten opzichte van de energietransitie en breed gedragen handelingsperspectieven in nauwe samenwerking met andere partijen te benutten, zoals de toepassing van geothermie of het beheer van warmtenetten. Er is beperkt aandacht besteed aan de meer specifieke gevolgen van de energietransitie op de leidinginfrastructuur.

3.3 Onderzoek naar opwarming drinkwater in leidingen

3.3.1 Overzichtsartikel over opwarming: Drinking Water Temperature around the Globe

Recent (publicatiedatum 7-4-2020) is een peer reviewed overzichtsartikel verschenen genaamd 'Drinking Water Temperature around the Globe: Understanding, Policies, Challenges and Opportunities' (Agudela et al., 2020). Dit artikel geeft een overzicht van de bestaande kennis, beleid en uitdagingen over opwarming van drinkwater in het distributienet. De meest relevante bevindingen voor voorliggend onderzoek zijn hieronder weergegeven.

1. Nederland is één van de weinige landen met een wettelijke waterkwaliteitsstandaard voor temperatuur, te weten maximaal 25°C aan de tap. De WHO beveelt deze temperatuur aan.
2. Temperatuur is een belangrijke bepalende factor voor de waterkwaliteit, aangezien het van invloed is op fysische, chemische en microbiologische processen. Meer in het bijzonder, een hogere temperatuur bevordert de groeicondities van micro-organismen, alsmede de afbraak van vrij chloor. Een hogere temperatuur bevordert daarnaast de biofilmvorming, die een verzamelplaats is voor micro-organismen zoals opportunistische pathogenen. Deze kunnen op enig moment worden afgegeven aan het doorstromende water, wat kan leiden tot een vermindering van de biologische waterkwaliteit. Als belangrijkste reden voor de aandacht voor de watertemperatuur in leidingen en drinkwaterinstallaties geldt het gevaar voor pathogenen zoals Legionella. Het is een algemeen geaccepteerde aanname dat bij een temperatuur lager dan 25°C de groei van Legionella Pneumophila niet of nauwelijks optreedt. Daarentegen is de verwachting dat bij een temperatuur hoger dan 30°C er een aanzienlijke groei zal plaatsvinden, mits deze groei zich gedurende een langere tijd zal voortdoen, algemeen uitgelegd als langer dan 7 dagen.
Overigens heeft van de Wielen (2020) in een recenter onderzoek aangetoond dat een verhoging van de watertemperatuur in het drinkwaterdistributiesysteem tot boven 25°C kan leiden tot een hoger aantal opportunistische ziekteverwekkers. Dit is vastgesteld voor de soorten *P. aeruginosa*, *M. kansasii*, en *A. fumigatus*. Voor *L. pneumophila* is dit waargenomen bij een verhoging vanaf 28°C. Van der Wielen (2020) geeft verder aan dat hogere aantallen van deze opportunistische ziekteverwekkers in het drinkwater het gezondheidsrisico verhoogt van mensen met een verzwakt immuunsysteem. Van der Wielen adviseert derhalve de huidige norm voor de drinkwatertemperatuur (25°C) te handhaven.
3. De drinkwatertemperatuur kan aanzienlijk variëren in het leidingnet en in de drinkwaterinstallatie. Deze wordt beïnvloed door een groot aantal factoren: het weer (temperatuur en straling), de bodembedekking, de bodemgesteldheid, de aanwezigheid van grondwater, de diepteligging, leidingeigenschappen, de verblijftijd van het water, en de aanwezigheid van antropogene warmtebronnen. Deze antropogene warmtebronnen zijn bijvoorbeeld warmtenetten, elektriciteitskabels of ondergrondse parkeergarages. In drinkwaterinstallaties kunnen dit leidingen zijn voor verwarming of warm-watervoorziening.
4. De opwarming van water in leidingen vindt plaats door energieoverdracht van de bodem naar de binnenzijde van de leidingwand, met het leidingmateriaal en de wanddikte als meest bepalende factoren. Vervolgens wordt de warmte afgegeven aan het water, met de diameter en de stroomsnelheid (inclusief de variaties hiervan) als meest bepalende factoren. Met een model dat is opgesteld door Blokker en Quirijns (2013) is het mogelijk te berekenen hoe snel stilstaand water opwarmt in een leiding van een bepaalde diameter, gegeven een initiële water- en bodemtemperatuur. Deze berekeningen laten zien dat de opwarming in distributieleidingen een kwestie is van uren en in aansluitleidingen een kwestie is van minuten. In Figuur 3-1 is dit weergegeven voor PVC leidingen. Berekeningen laten verder zien dat opwarming van metalen leidingen aanzienlijk sneller gaat.



Figuur 3-1 Berekende temperatuurontwikkeling in een PVC distributienet met diameters variërend van 59 tot 152 mm (a) en in aansluitleidingen met diameters variërend van 19,6 tot 31,4 mm (b). Hierbij is uitgegaan van een bodemtemperatuur van 25°C. Voor (a) gold een starttemperatuur van 15°C en voor (b) van 20°C (Agudelo et al., 2020).

5. Onderzoek in Nederland laat zien dat de gemeten temperatuur aan de tap (na doorstroming) de bodemtemperatuur benadert. Metingen in een stedelijke omgeving van de bodemtemperatuur op 1 meter diepte lieten zien dat 25°C regelmatig wordt genaderd en dat deze nabij enkele antropogene warmtebronnen ook werd overschreden. Opwarming van het klimaat en verdere urbanisatie, waaronder de toename van antropogene warmtebronnen, zal naar verwachting leiden tot een verdere toename van de drinkwatertemperatuur.
6. Er zijn zeer beperkte beheermaatregelen om opwarming van leidingwater tegen te gaan. Spuien kan lokale opwarming tegengaan, maar niet op alle locaties in het net is voldoende capaciteit beschikbaar om een dusdanig spuivolume te genereren voor voldoende verversing. Verder staat spuien ten tijde van warme perioden haaks op noodzakelijke maatregelen om waterverbruik te reduceren. Daarnaast zal het positief effect van spuien na korte tijd weer teniet zijn gedaan, aangezien opwarming in het gehele netwerk plaatsvindt. Agudelo et al. geven als werkbare maatregelen: (1) het dieper leggen van leidingen, (2) het aanpassen van omgevingsfactoren (vernatten van de ondergrond, aanbrengen van begroeiing boven de leiding en het op afstand houden van warmtebronnen) en (3) het accepteren van een hogere temperatuur in combinatie met het zuiveren en/of koelen van drinkwater aan de kraan.
7. Agudelo et al. wijzen ook op de gevolgen van waterbesparing door bijvoorbeeld hergebruik van water of de installatie van waterbesparende apparaten. Een afname van het drinkwatergebruik via het leidingnet, leidt tot langere verblijftijden en zal daarmee bijdragen aan verdere opwarming van het leidingnet. Anderzijds kunnen nieuwe technologieën, bijvoorbeeld schakelschema's van wasmachines en vaatwasmachines, worden ingezet om langdurige stagnatie te voorkomen.
8. Aangegeven wordt dat de kennis en informatie over de opwarming van drinkwater te beperkt is om de locatie en het tijdstip van opwarming te voorspellen en om het effect van maatregelen te bepalen. Als voornaamste kennisbehoefte wordt gezien kennis over de biologisch processen en gezondheidseffecten van opwarming van drinkwater en een meer representatief model voor simulatie van opwarming. Dit is van belang om onderbouwing te geven aan de wettelijke eis van 25°C en gericht randvoorwaarden te stellen aan specifieke situaties en oplossingen te zoeken waar de wettelijke eis wordt overschreden. Tevens is twijfel uitgesproken of een monsternamen aan de tap voldoende inzicht oplevert in de temperaturen die van bron tot tap heersen, en het effect daarvan op de microbiologische waterkwaliteit in het leidingnet.

3.3.2 Onderzoek naar hotspots

Agudelo-Vera en Fujita (2017) onderzochten het optreden van hotspots in een stedelijke omgeving¹¹. Hotspots zijn locaties in het distributienet met de grootste kans op hoge temperaturen. Agudelo-Vera en Fujita identificeerden

¹¹ Dit onderzoek is ook opgenomen door Agudelo-Vera et al. (2020), de beschrijving hier is aanvullend hierop.

stedelijke antropogene warmtebronnen die tot hotspots kunnen leiden. Tevens is gedurende twaalf weken de bodemtemperatuur continu gemonitord. Deze monitoring vond plaats op 1 meter diep op 42 locaties in Rotterdam. Bij meerdere meetpunten zijn bodemtemperaturen aangetoond hoger dan 25°C. Uit deze metingen bleek ook dat de ruimtelijke variatie van de temperatuur hoog kan zijn, tot wel 10°C tussen twee nabijgelegen locaties. Drie bepalende factoren voor het optreden van hotspots bleken te zijn: de zoninstraling, het bodemoppervlak en de aanwezigheid van (boven- en ondergrondse) antropogene warmtebronnen. In Tabel 3-1 is een overzicht gegeven van factoren die de stedelijke bodemtemperatuur bepalen en zijn antropogene bronnen benoemd die van invloed kunnen zijn op de bodemtemperatuur. Nader onderzoek is nodig om duidelijk te maken welke bronnen en welke bijbehorende omstandigheden de meeste invloed hebben op de drinkwatertemperatuur.

Tabel 3-1 Bepalende factoren die de stedelijke bodemtemperatuur beïnvloeden (uit: Agudelo-Vera en Fujita, 2017).

Schaduwconditie		Zon	Half schaduw	Schaduw		
Stedelijk type		Residentieel		Industrie	Plein	Park
Bodembedekking		Gras		Tegels		Asfalt
Antropogene bronnen	Boven maaiveld	Restwarmte uit specifieke gebouwen		Stedelijke kenmerken		Andere infra
		Ziekenhuis, wasserette, zwembad, koelhuizen, etc.		Hoge dichtheid van gebouwen, reflectie van gebouwen, etc.		Elektrische sub-stations, laadpalen, etc.
	Onder maaiveld	Andere infrastructuur - Netwerken			Andere infrastructuur (lokaal)	
		Metro, hoogspanningskabels, stadsverwarming, tunnels, spoorwegen, riolering, etc.			Kelders, parkeergarage, WKO's, etc.	

3.3.3 Metingen bij drinkwaterbedrijven

Metingen uitgevoerd bij Evides (van den Bos, 2020) laten zien dat warmtenetten een aanzienlijke invloed kunnen hebben op de temperatuur van de ondergrond en daarmee op de watertemperatuur, zie Tabel 3-2. Opwarming van 5°C is gemeten direct boven een primair warmtenet en 3°C boven een secundaire warmtenet. Op een afstand van circa 1 meter zijn temperatuurverhogingen van 5°C en 4°C gemeten bij primaire warmtenetten en 2°C bij een secundaire warmtenet. De gemeten invloed van 150 kV kabels op de temperatuur bleek relatief beperkt. Hoewel de omvang van deze metingen beperkt is en er veel factoren zijn die de temperatuurverloop als gevolg van warmtenetten kunnen beïnvloeden, tonen zij aan dat een aanzienlijke verhoging van de bodemtemperatuur kan optreden in de nabijheid van hoogtemperatuurwarmtenetten.

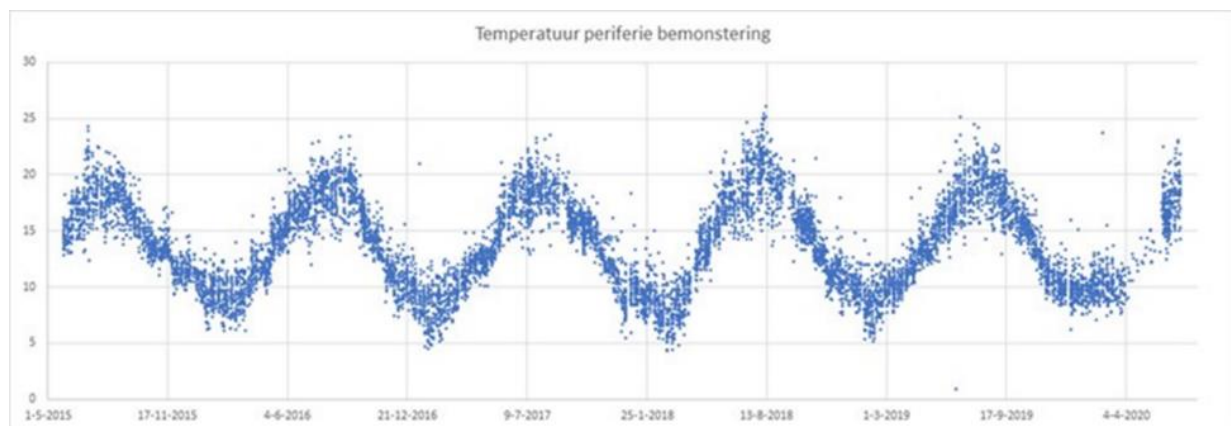
Tabel 3-2 Gemeten temperatuuroptename in de ondergrond als gevolg van antropogene warmtebronnen (van den Bos, 2020).

Locatie	Direct boven warmteleiding	Op ca. 1 meter van hart warmtebron	Afstand waar een temperatuurverhoging is gemeten van 1°C
3 parallelle 150kV	0,5°C	0,3°C	-
2* 700 mm primair (120°C/70°C)	5°C	4°C	5,3 m
2* 150 mm staal primair (70°C/40°C)	3°C	2°C	2,3 m
2* 500 mm primair (120°C/70°C)	5°C	5°C	3,8 m

Door Waternet zijn temperatuurmetingen uitgevoerd aan de buitenzijde van een nodulair gietijzeren leiding (diameter 110 mm, aanlegjaar 1999) die warmteleidingen kruisen. Deze warmteleidingen transporteren warmte van 70°C (heen) en 40°C (retour). De onderlinge afstand tussen de warmte- en drinkwaterleidingen bedraagt 0,3 m. Waternet heeft een halve meter voor en een halve meter na de kruising thermometers geplaatst. In een meetreeks van eind juli tot begin augustus werd een opwarming gemeten van 0,2°C (gecorrigeerde waarde na calibratie van de meters). Deze opwarming betreft de buitenzijde van de leiding en de opwarming zal na enige tijd (afstand) weer

stabiliseren door warmteafgifte aan de omgeving. De metingen wijzen echter uit dat een kruising met een tussenafstand van 0,3 m een temperatuurverhogend effect heeft op de drinkwaterleiding en daarmee ook op het water. Een bijkomende vraag is of er zich een verhoogde biofilmvorming voordoet ter plaatse van de kruising en wat dan het effect is op de waterkwaliteit.

Door Oasen zijn temperatuurmetingen aangeleverd die deel uitmaken van het reguliere monsterprogramma in het distributienet, zie Figuur 3-2. Uit deze meetreeks die de periode medio 2015 tot en met medio 2020 beslaat, blijkt dat elke zomer met grote regelmaat temperaturen worden gemeten die hoger zijn dan 20°C. In 2018 en in 2019 zijn incidenteel temperaturen gemeten die hoger waren dan 25°C.



Figuur 3-2 Temperatuurmetingen in het distributienet van Oasen.

Dunea meldt dat er in de zomer van 2018 een melding van een klant is onderzocht over de temperatuur van het geleverde drinkwater. Bij dit adres en in de directe omgeving daarvan zijn temperatuurmetingen uitgevoerd op in distributieleidingen. Temperaturen nabij of hoger dan 25°C werden gemeten in leidingen in een kademuur, waarbij een temperatuur van 26°C werd gemeten van het oppervlaktewater.

3.3.4 Modelleren temperatuur aansluitleiding, de meterkast en de drinkwaterinstallatie

Hillebrand et al. (2020) hebben met behulp van numerieke simulaties onderzocht wat de invloed is van warmtelevering door hoog- en laagtemperatuurwarmtenetten op de drinkwatertemperatuur in de aansluitleiding, de meterkast en de drinkwaterinstallatie. Voor verschillende situaties bleek de gemiddelde drinkwatertemperatuur aan de tap hoger dan 25°C. De temperatuur van het warmtenet heeft hierbij de grootste invloed op de drinkwatertemperatuur. Van kleinere invloed is het seizoen, de lengte van de aansluitleiding en het gebruikte leidingmateriaal in de drinkwaterinstallatie. Ter voorkoming van hoge drinkwatertemperaturen is het belangrijk de directe omgevingstemperatuur van de drinkwateraansluitleiding laag te houden. Dit kan door voldoende afstand te hanteren tussen de aansluitleidingen van het warmtenet en van het drinkwaternet of door te kiezen voor laagtemperatuurwarmtenetten.

Dat er in werkelijkheid hoge temperaturen op kunnen treden in de drinkwaterinstallatie wordt ook bevestigd door een foto genomen door WML, waarbij in een meterkast een temperatuur werd gemeten van 39°C als gevolg een verkeerde geplaatste afleverset voor stadswarmte, zie Figuur 3-3. Opgemerkt wordt dat deze situatie als incident is te kenschetsen. Het toont echter wel aan dat hoge temperaturen in de praktijk kunnen optreden.



Figuur 3-3 Een temperatuur gemeten van 39°C in een meterkast, bron Jos Volleberg, WML.

3.3.5 Doorkijk assetmanagement naar 2030 en 2050

In het BTO-rapport 'Doorkijk assetmanagement naar 2030 en 2050' (van Aalderen et al., 2020) zijn kansen en bedreigingen beschreven van de mogelijke impact van drie trends op integraal assetmanagement, waaronder de impact van de energietransitie. In het rapport zijn de volgende kansen beschreven:

- faciliteren: aanleggen, beheren of onderhouden van warmtenetten die eigendom zijn van derden, daarbij gebruik makend van de ervaring van drinkwaterbedrijven met het beheer van drinkwaterleidingen;
- bezitten: zelf actief deelnemen aan de energietransitie door het in eigendom nemen van warmtenetten of het winnen van energie (bijvoorbeeld via Thermische energie uit drinkwater – TED);
- actief regie te nemen: in dit geval voert het drinkwaterbedrijf zelf geen actieve ontwikkelingen uit maar investeert zij in de samenwerking met gemeenten en andere stakeholders om synergievoordelen te behalen, bijvoorbeeld door het vervangingsprogramma af te stemmen op de aanleg van warmtenetten.

Als aandachtspunten noemen van Aalderen et al.:

- de energie- en warmteplannen van gemeenten en warmtebedrijven voor de komende decennia zijn momenteel vaak onduidelijk, wat het moeilijk maakt om de lange- termijnplanning hier op af te stemmen en kan leiden tot een ongeordend planningsproces;
- er zullen meer warmtebronnen komen in de boven- en ondergrond, waarvan de impact op de drinkwatertemperatuur en de gevolgen voor de waterkwaliteit nog niet bekend zijn, maar zeker niet gunstig;
- de grootschalige aanleg van warmtenetten beïnvloedt het vervangingsprogramma van drinkwaterleidingen, wat kan leiden tot vroegtijdige vervangingen.

3.3.6 Workshop Systeemontwerp Power-to X

In het project Systeemontwerp Power-to X worden de sectoren elektriciteit, mobiliteit, warmte en water aan elkaar gekoppeld in één integraal systeem met als doel kennis op te doen over de verschillende aspecten van het systeem en toe te werken naar een demonstratieproject in Nieuwegein. Dit demonstratieproject bestaat onder andere uit

het genereren van energie door zonnecollectoren, de opslag van warmte in de bodem, de omzetting van energie naar waterstof en het voorzien van een wijk van warmte. Dit project biedt voor de drinkwaterbedrijven handvatten om bij te dragen aan de energietransitie in Nederland middels het benutten/opwekken van hernieuwbare energie en het integreren daarvan in bestaande systemen.

Op 30-2-20 vond een workshop plaats om de resultaten van het project terug te koppelen aan de drinkwatersector en een discussie te voeren hoe de drinkwatersector de opbrengsten kan toepassen (Oosterholt en van der Roest, 2020). Onderstaande conclusies uit deze workshop zijn interessant voor voorliggend rapport.

- 1 Als grootse bedreigingen voor de drinkwatervoorziening wordt gezien de opwarming van het leidingnet door diverse warmtebronnen. De aanleg van warmtenetten en de verzwaring van het elektriciteitsnet zal leiden tot veel werkzaamheden in de ondergrond en additionele risico's voor opwarming van drinkwater. Dit zal leiden tot een grote vervangingsopgave, vervroegde investeringen en een drukkere ondergrond.
- 2 De energiestrategie die als het minst risicovol wordt gezien voor drinkwaterleidingen is een energievoorziening voor warmte door het handhaven van gasleidingen, al dan niet voorzien van groen gas of waterstof. De energiestrategie die als het meest risicovol wordt gezien is hoogtemperatuurwarmtenetten en verzwaring van het elektriciteitsnet.
- 3 Er is veel onduidelijkheid over de regierol van de gemeente.
- 4 De energietransitie betreft een enorme opgave voor gemeenten en energieregio's. Het is een complexe en omvangrijke operatie met veel betrokkenen. Voor drinkwaterbedrijven zullen er uitdagingen zijn van technische en organisatorische aard. PWN heeft becijferd dat er in 2020 uitnodigingen zijn voor ongeveer 200 bijeenkomsten voor het opstellen van regionale energievisies, transitievisies en overige bijeenkomsten over klimaatadaptatie (Klaver, 2020). Drinkwaterbedrijven moeten prioriteren om hier effectief te kunnen sturen.
- 5 Aanwezigen vroegen zich af of de drinkwatersector in staat is haar belangen goed te verdedigen als dit conflicteert met een grootschalige overgang naar duurzame energie. De vraag is of de drinkwatersector voldoende op één lijn zit, voldoende zicht heeft op de belangrijkste ontwikkelingen, voldoende kennis heeft over de gevolgen van de energietransitie en een onderhandelingspositie heeft die stevig genoeg is.
- 6 Aanwezigen waren van mening dat de drinkwaterbedrijven nog te beperkt zijn betrokken bij het opstellen van Regionale Energie Strategieën.

3.4 Gepland en lopend onderzoek

Ten tijde van schrijven van dit rapport voert KWR in samenwerking met ander organisaties diverse onderzoeken uit naar opwarming van drinkwater; dit betreffen de bovenste drie van onderstaande opsomming. Tevens zijn er onderzoeken in voorbereiding; dit betreffen de onderste twee.

1. BTO - Maatregelen tegen ongewenste opwarming van het drinkwater in het leidingnet: met als doel om inzicht te geven in waar in het leidingnet de hoogste risico's van hoge temperaturen optreden, en waar actie te ondernemen.
2. DPWE - Effectiviteit maatregelen klimaatadaptatie: met als beoogd resultaat een gevalideerde uitspraak te doen over het effect van lokale maatregelen (bijv. gras, schaduw) tegen opwarming van drinkwater. Hiermee kunnen de tweedimensionale bodemtemperatuurmodellen worden aangescherpt.
3. Warming-up: een onderzoekssamenwerking van TNO, Deltares, KWR en vele andere partijen, met als doel het ontwikkelen van collectieve warmtesystemen (aquathermie) die betaalbaar, duurzaam, betrouwbaar, veilig en sociaal geaccepteerd. Hiervoor wordt nieuwe kennis ontwikkeld over o.a. de combinatie van warmtebronnen, ondergrondse warmteopslag en de integratie in collectieve systemen.
4. Een MOOI voorstel genaamd 'Verantwoord versnellen van de energietransitie' waarin verschillende stakeholders nadenken over instrumenten voor toezicht en handhaving. Ook met name aandacht voor de effecten op de volksgezondheid bij hoge drinkwatertemperaturen.
5. Het TKI onderzoek ENGINE over minimale afstanden van drinkwaterleidingen tot ondergrondse warmtebronnen.

3.5 Ontwikkelingen op het gebied van normalisatie

Normalisatie vormt een van de laatste stappen bij de ontwikkeling van nieuwe technologieën en werkwijzen. In normen staan afspraken over de te hanteren kwaliteit van een product, dienst of organisatie. Voor wat betreft de mogelijke opwarming van drinkwater als gevolg van de energietransitie, zijn vier normgebieden relevant, te weten:

- de normsubcommissie Dwarsprofielen, die zich bezig houdt met het onderhouden van de NEN 7171 'Ordering van ondergrondse netten';
- de normcommissie Meterruimte, die zich bezig houdt met het onderhouden van de NEN 2768 'Meterruimten en bijbehorende bouwkundige voorzieningen in woningen';
- de normsubcommissie Functionele eigenschappen leidingwaterinstallaties, die zich bezig houdt met het onderhouden van de NEN 1006 'Algemene voorschriften voor leidingwaterinstallaties', en die zich richt op de drinkwaterinstallatie na de watermeter;
- de normcommissie Transportleidingen, die zich onder andere bezig houdt met het onderhouden van de NEN 3654 'Wederzijdse beïnvloeding van buisleidingen en hoogspanningssystemen'.

Op het moment van schrijven van dit rapport vindt in subcommissie Dwarsprofielen een actualisatie gaande van de NEN7171 en in de normcommissie Meterruimte speelt de discussie over de meterruimte van de toekomst. In beide actualisaties wordt aandacht gegeven aan de opwarming van leidingwater. De discussies hierover wordt echter gehinderd door het gebrek aan voldoende kennis, zoals ook beschreven in paragraaf 3.3. Afgevaardigden in normcommissies namens de drinkwaterbedrijven geven aan dat de discussies in deze commissies te geïsoleerd plaatsvindt en dat een gedragen sectorstandpunt over opwarming (van HD-pomp tot tap) wenselijk is¹².

Nederlandse norm NEN 7171- 1 "Ordering van ondergrondse netten - Deel 1: Criteria" heeft als doel het bevorderen van een geordende aanleg van ondergrondse netten, gericht op onder andere: het bevorderen van een goede bereikbaarheid, het voorkomen van beïnvloeding en het optimaal gebruik maken van de beschikbare ruimte. De norm is afkomstig uit 2009 en geldt als normatief voor nieuwbouwsituaties en als informatief en ondersteunend voor bestaande situaties. De NEN7171 richt zich op dwarsprofielen (i.c. distributieleidingen) en doet geen uitspraak over huisaansluitingen. In de norm wordt geen uitspraak gedaan of het normatieve karakter geldt in geval een warmtenet wordt aangelegd in een bestaande situatie. In de NEN 7171-1 staat in paragraaf 6.6.5 aangegeven dat "waterleidingen moeten vorstvrij worden aangelegd en liggen (afhankelijk van de geografische omstandigheden is hiervoor een dekking noodzakelijk van ten minste 800 mm tot 1000 mm) en mogen niet te veel worden opgewarmd". Tevens staat in paragraaf 6.5.1 "Voorkomen moet worden dat drinkwaterleidingen tot temperaturen hoger dan 20°C worden opgewarmd." Hoewel de norm niet bindend lijkt te zijn voor de aanleg van nieuwe warmteleidingen in een bestaande omgeving, kan deze drinkwaterbedrijven houvast bieden bij discussies over de bescherming van de wettelijke temperatuurseis. Er is een actualisatie gaande van deze norm, waarvan de oplevering verwacht wordt in 2021.

De NEN 3654 gaat nader in op de beïnvloeding van buisleidingen door hoogspanningssystemen, onder andere op het gebied van thermische beïnvloeding. In paragraaf 6.3.6 staat aangegeven dat "Indien de toename van de bodemtemperatuur nabij de buisleiding, ten gevolge van de thermische beïnvloeding door ondergrondse hoogspanningskabels, 5 °C overschrijdt, moet overleg plaatsvinden tussen betrokken partijen over de noodzaak van mitigerende maatregelen." In een toelichtende opmerking staat verder: "De temperatuur van de bodem moet bij voorkeur 20 °C niet overschrijden. Wanneer door hoogspanningskabels de bodemtemperatuur wordt verhoogd tot hoger dan 20 °C moet overleg plaatsvinden tussen alle betrokken partijen die bijdragen aan de thermische beïnvloeding." Verder wijst de NEN op de risico's van aanraking van hoogspanningssystemen en alle daarmee verbonden delen (ook in geval van graafincidenten).

¹² Mondelinge mededeling van Albert Clement (Waternet) en Gerwin Groenewegen (Waterbedrijf Groningen).

4 Vragenlijst drinkwaterbedrijven

Om de visie en praktijkervaringen van drinkwaterbedrijven over de gevolgen van de energietransitie op de leidinginfrastructuur te inventariseren, is vragenlijst opgesteld. Voor wat betreft de energietransitie lag de nadruk op de aanleg van warmtenetten. Deze vragenlijst is beantwoord door de tien drinkwaterbedrijven. Een bundeling van de antwoorden is hieronder weergegeven. Voor de vragenlijst wordt verwezen naar Bijlage III.

Alle bedrijven zijn van mening dat de energietransitie een grote uitdaging zal vormen. Aan hen is gevraagd (open vraag) wat zij zagen als de belangrijkste elementen van de energietransitie. Onderstaande reacties zijn gegeven, waarbij de volgorde geen prioriteit weergeeft.

- Er ontstaat steeds meer gebrek aan ruimte in de ondergrond.
- Door warmteproductie van elektriciteitskabels, stadsverwarming en andere energiedragers zal er meer opwarming van de ondergrond plaatsvinden en daarmee van drinkwater in leidingen.
- Infrastructuur zal meer gezamenlijk worden vervangen.
- Wij verwachten een drang of aanwijzing tot gezamenlijke vervangingsprogramma's, waardoor er minder mogelijkheden komen om het vervangingsbeleid van leidingen te baseren op 'eigen' prioriteiten.
- Naast bedreigingen komen er ook kansen voor betere samenwerking.
- Doordat meer partijen moeten samenwerken, worden de projecten complexer, wat zal leiden tot een algemene kostenverhoging voor de aanleg en het beheer van ondergrondse infrastructuur.
- Er komt meer behoefte aan integrale planvorming door de gemeente, waarbij de uitdagingen van de energietransitie in samenhang moeten worden gezien met andere maatschappelijke ontwikkelingen.
- Door een toename van werkzaamheden zal de druk op aannemers toenemen wat een prijsopdrijvend effect zal hebben.
- Er is meer noodzaak om als drinkwatersector gezamenlijk op te trekken.
- Door de energietransitie zullen er meer graafbewegingen zijn in de nabijheid van de bestaande leidingen, wat kan leiden tot meer storingen.
- Door de ligging van meer ondergrondse infrastructuren boven of naast de drinkwaterleidingen, zal de toegankelijkheid van drinkwaterleidingen verminderen.
- De toenemende complexiteit in de ondergrond stelt nieuwe eisen aan liggingsgegevens (2D, 3D, 4D).
- Onderzoek de verdere toepassingen om thematische energie uit drinkwater te benutten.
- Er zijn onzekerheden wat de distributie van waterstof kan betekenen voor bijvoorbeeld het veilig werken in de ondergrond.

De meeste bedrijven geven aan dat er met oog op het beheer en de vervanging van leidingen nog geen concrete plannen zijn opgesteld hoe te anticiperen op de uitdagingen die de energietransitie stelt. De meeste bedrijven geven echter aan dat dit onderwerp bestuurlijke aandacht heeft, maar dat grootschalige en concrete afspraken nog moeten worden gemaakt. De meeste drinkwaterbedrijven geven aan dat zij in gesprek zijn met de gemeenten en nutsbedrijven om ruimtelijke opgaven af te stemmen. Deze acties komen deels voort uit de sanering van brosse gasleidingen.

Er is verder gevraagd of er afstemming is met de gemeenten over de totstandkoming van de Transitievisie Warmte, die eind 2021 gerealiseerd moet worden. Bij geen van de bedrijven is sprake van een uitgebreide en bedrijfsbrede afstemming. Er wordt gesproken over algemene verkenningen en initiatieven van enkele actieve gemeenten. Vaak zijn de overleggen die gemeenten organiseren voor drinkwaterbedrijven nog weinig concreet. Waterbedrijf Groningen geeft aan dat er afstemming plaatsvindt met Warmtestad, waarvan zij zelf aandeelhouder is.

Twee bedrijven geven aan dat er concrete initiatieven zijn ontvangen voor de aanleg van warmtenetten waarbij leidingen vervangen dienen te worden. Hierbij is er vooral aandacht geweest voor specifieke knelpunten en minder voor een wijkgerichte vervanging. Het ene bedrijf schetst ervaringen met een wijk waar het leidingnet gelijktijdig met de aanleg van het warmtenet is vervangen. Ten opzichte van reguliere vervangingsprojecten werd de uitvoering als relatief complex gekenschetst. Afstemming met bewoners bleek minder makkelijk dan in normale projecten en ook was er meer maatwerk nodig bij het aansluiten van woningen. Het andere bedrijf geeft aan ervaring te hebben met één vervangingsproject als gevolg van de aanleg van een warmtenet door een particuliere partij. Dat zelfde waterbedrijf constateert “De ambtenaren die fungeren als vast aanspreekpunt bij de gemeenten zijn niet op de hoogte zijn van concrete ontwikkelingen om wijken gasloos te maken. Informatie hierover ontvingen wij via het energiebedrijf”. Dit waterbedrijf verwacht echter dat de vertaalslag naar de uitvoerende afdelingen de komende periode zal plaatsvinden.

Vrijwel alle bedrijven geven aan dat de gevolgen van de energietransitie nog niet zijn opgenomen in het meerjareninvesteringsplan. Enkele bedrijven geven aan globale schattingen te hebben gemaakt. Voor de meeste bedrijven zijn de ontwikkelingen hiervoor nog te weinig concreet. Enkele bedrijven gaven aan dat zij verwachten dat de kosten die nu geraamd zijn voor het samen met het energiebedrijf vervangen van het ‘oude’ gasnet, in de toekomst bestemd zullen worden voor de energietransitie.

De meeste drinkwaterbedrijven verwachten dat als gevolg van de energietransitie, en in het bijzonder de aanleg van warmtenetten, leidingen eerder vervangen moeten worden. Dit zal vanuit het perspectief van drinkwaterbedrijven leiden tot een minder gunstige aanwending van investeringen. De omvang hiervan kunnen zij nog niet aangeven, al verwacht één bedrijf dat de jaarbudgetten orde grootte met 15% kunnen toenemen. De vraag wordt opgeworpen of drinkwaterbedrijven tot vroegtijdig vervangen gedwongen kunnen worden, wat daarvoor de juridische basis is en welke financiële effecten dit heeft. Ook stelt een bedrijf de vraag wat de garanties zijn dat haar belangen bij een grootschalige herstructurering voldoende worden verdedigd. In dit kader geven bedrijven het belang aan van de actualisatie van de NEN7171, met duidelijkheid voor minimale afstanden tussen warmtebronnen en drinkwaterleidingen.

Aan de drinkwaterbedrijven is ook gevraagd of zij verwachten dat als gevolg van de energietransitie leidingen later vervangen moeten worden dan wenselijk is, bijvoorbeeld omdat de aanleg van warmtenetten voor een latere periode staat ingepland. Dit zou kunnen leiden tot extra storingen of tot ongewenste situaties vanuit het oogpunt van risicobeheer. Ongeveer de helft van de bedrijven onderschrijft dit probleem. Of dit tot een significant hoger aantal storingen gaat leiden zal in de toekomst moeten blijken. Een belangrijk aspect dat hierbij speelt is het beleid van gemeenten over graafrust na aanleg van een warmtenet. Het maakt veel uit of die vijf, tien of twintig jaar betreft.

De meeste drinkwaterbedrijven verwachten dat als gevolg van de energietransitie, er meer werkzaamheden moeten worden uitgevoerd. Dit betreffen bij het vervangen van leidingen werkzaamheden voor bijvoorbeeld afstemming, werkvoorbereiding, uitvoering, toezicht en informatievoorziening. Een deel van deze werkzaamheden is ook noodzakelijk als het drinkwaterbedrijf besluit niet mee te gaan bij een sanering van derde partijen. De verwachting is dat de informatievoorziening cruciaal zal zijn voor een goede projectuitvoering. Omdat de ruimte in de ondergrond steeds schaarser wordt, zullen er waarschijnlijk aanvullende voorzieningen nodig zijn om te borgen dat leidingen toegankelijk blijven en niet te veel opwarmen. Traditioneel maken drinkwaterbedrijven afspraken met gemeenten en de netbeheerder. Voor het beheer van warmtenetten zullen nieuwe partijen toetreden, vaak (semi-) private partijen, met in sommige gevallen een klein leveringsgebied.

De meeste bedrijven geven aan dat er naast de gevolgen van de energietransitie voor distributieleidingen, ook aandacht nodig is voor de gevolgen voor aansluitleidingen, de meterkast en de binneninstallatie.

Drinkwaterbedrijven noemen met name de volgende aspecten:

- de beperkte ruimte voor het aanleggen van aansluitleidingen;
- het inrichten van de meterkast, niet conform de geldende regelgeving;
- het plaatsen van warmteafleversets in de meterkast en het risico voor opwarming van drinkwater;
- nieuwe woningconcepten en methoden voor woningbouw, zoals de prefab meterkast waarbij de traditionele meterkast wordt gecombineerd met een installatieruimte en toiletvoorzieningen;
- de wens om sneller te bouwen, waardoor er meer druk komt de wettelijke inspectietaken van het drinkwaterbedrijf;
- de noodzaak om installateurs beter voor te lichten over de risico's van opwarming in de drinkwaterinstallatie.

De energietransitie biedt ook kansen voor drinkwaterbedrijven. De volgende kansen zijn genoemd:

- er kan een impuls worden gegeven aan het verder optimaliseren van de samenwerking tussen gemeenten en beheerders van ondergrondse infrastructuur;
- deze samenwerking leidt tot minder overlast voor bewoners en potentieel tot lagere kosten;
- door de versnelde uitvoering van vervangingsprojecten kan sneller 'bewogen' worden naar een verbeterde netstructuur, de zogenaamde streefstructuur en zelfreinigende tertiaire netten, of naar een ordelijke ligging van alle ondergrondse infrastructuur ("het einde van de ondergrondse spaghetti");
- thermische energie uit drinkwater (TED) kan benut worden voor warmtesystemen, maar kan ook worden ingezet om de temperatuur van het drinkwater lokaal te verlagen.

In het voorgaande zijn al een aantal bedreigingen genoemd voor het voldoen van drinkwaterbedrijven aan hun wettelijke taak. Aanvullend hierop werd onderstaande aandachtspunten genoemd die een meer indirect karakter hebben.

- de aantrekkingskracht voor aannemers om zich te focussen op de aanleg van de energievoorziening, waarbij hogere marges worden verondersteld en als gevolg daarvan een beperktere beschikbaarheid van aannemers;
- de noodzaak van drinkwaterbedrijven om beter in te spelen op nieuwe maatschappelijke ontwikkelingen, onder andere door aangepaste bedrijfsvoeringsmodellen en competenties van medewerkers;
- projectrealisatietermijnen van meer commerciële partijen die veel korter zijn (denk aan enkele maanden) dan nu gebruikelijk is bij drinkwaterbedrijven (denk aan 1 à 2 jaar);
- tijd en prioriteit bij drinkwaterbedrijven om zich voor te bereiden op de gevolgen van de energietransitie;
- meer intensieve belangbehartiging van drinkwaterbedrijven op meerdere bestuursniveaus;
- meer onderzoek naar opwarming van drinkwater en samenwerking in de ondergrond;
- meer aandacht voor de specifieke effecten van ondergrondse hoogspanningskabels op het gebied van wisselspanningscorrosie van stalen leidingen en Arboveiligheid (aanraakspanning);
- het door overhaaste of niet-efficiënte uitvoering van de aanleg van de energietransitie het verder "verrommelen" van de ondergrond, leidend tot toenemende graafschades, wijzigingsprojecten en beheerkosten.

Door twee bedrijven is aandacht gevraagd voor de positie van drinkwaterbedrijven in het maatschappelijk krachtenveld. Aangegeven werd dat zij een belangrijke taak hebben met oog op de volksgezondheid, maar dat zij vaak een relatief kleine partij zijn bij vraagstukken rondom ruimtelijke ordening. De investeringsmacht van drinkwaterbedrijven is kleiner dan die van energiebedrijven of gemeenten, met oog op riolering en bovengrondse infrastructuur. Ook wordt aangegeven dat als gemeenten politieke belangen, zoals het realiseren van projecten voor de energietransitie, laten prevaleren boven samenwerking, het voor drinkwaterbedrijven lastig is om te

komen tot een effectieve uitvoering van haar taken. Vooralsnog wordt aangegeven dat er behoefte is aan een duidelijke regierol van de gemeenten, alsmede duidelijke randvoorwaarden.

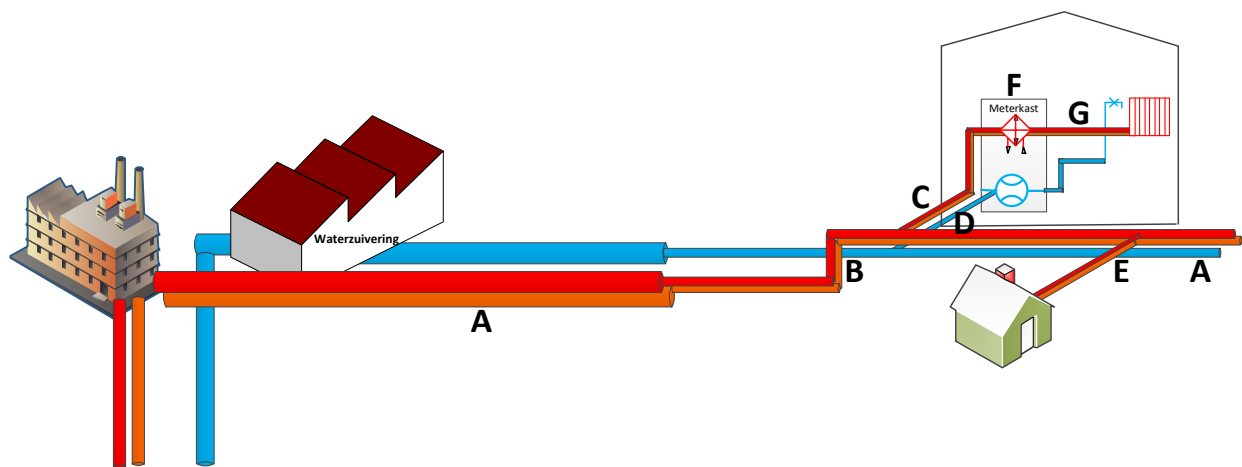
5 Analyse van systeem en levenscyclus

5.1 Inleiding

In de volgende twee paragrafen is vanuit twee invalshoeken gekeken naar de voorzieningen die nodig zijn om de energietransitie te realiseren, waarbij steeds is gekeken wat de gevolgen kunnen zijn voor de drinkwatervoorziening. Op basis van de metingen van van den Bos (2020) is de focus gelegd bij warmtenetten voor wat betreft de risico's van opwarming. Ook vanuit het perspectief van ondergronds ruimtegebruik hebben warmtenetten de grootste impact op drinkwaterleidingen vanwege de heen- en retourleiding en dezelfde diepteligging.

5.2 Gevolgen gezien vanuit een systeembeschrijving

In Figuur 5-1 zijn de componenten van een warmtenet en een drinkwaternet weergegeven en geven de cijfers aan in welke situaties er sprake kan zijn van opwarming van drinkwater door warmtenetten. Opgemerkt wordt dat deze opwarming door verschillende factoren wordt bepaald, waaronder de temperatuur in de warmteleidingen, de onderlinge afstand, de lengte waarover beïnvloeding plaatsvindt en de hoeveelheid op te warmen water.



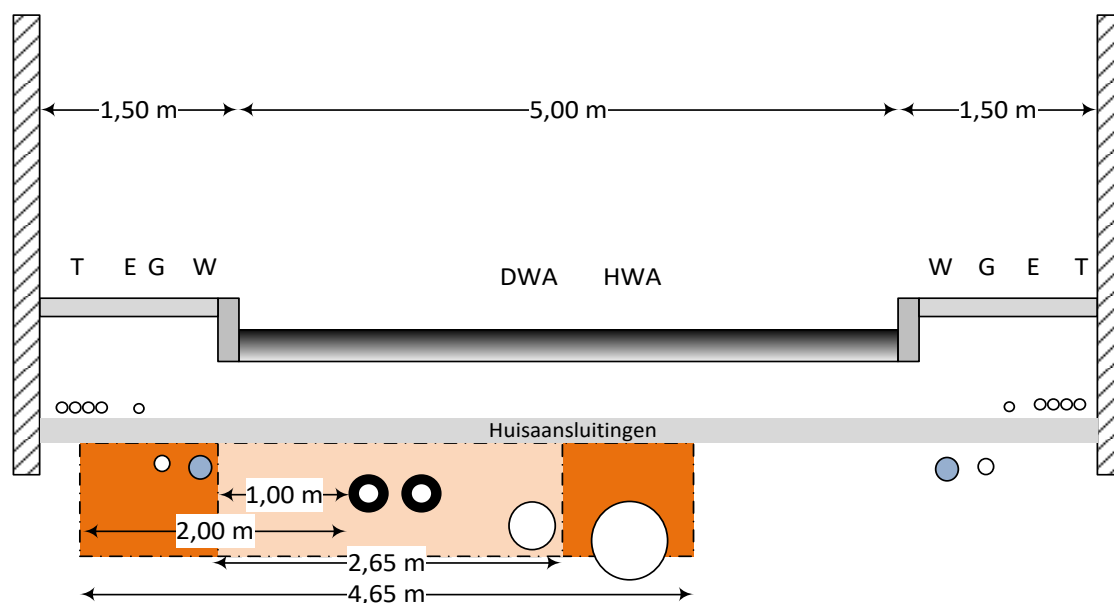
Figuur 5-1 Systeem van warmte- en drinkwaterleidingen, de letters in kapitalen verwijzen naar de onderstaande tekst. Blauw betreft drinkwater en rood warmteleidingen.

Onderstaande situaties worden gezien als het meest relevant voor opwarming van drinkwaterleidingen door warmtenetten. De letters verwijzen naar Figuur 5-1.

- A. warmteleidingen parallel aan drinkwaterleidingen;
- B. warmteleidingen gekruist met drinkwaterleidingen;
- C. warmte-aansluitleidingen parallel aan drinkwateraansluitleidingen;
- D. warmteleidingen gekruist met drinkwateraansluitleidingen;
- E. warmte-aansluitleidingen gekruist met drinkwaterleidingen;
- F. warmteafleversets en watermeters in de meterkast;
- G. installaties en leidingen voor warmte nabij gelegen aan drinkwaterinstallaties voor drinkwater.

De gevolgen van een minimale afstand van een warmteleiding tot een drinkwaterleiding van 1 of 2 meter wordt weergegeven in Figuur 5-2. In het geval van een dwarsprofiel met een breedte van de openbare ruimte van 7 meter en een minimale afstand van 2 meter, is ligging van drinkwaterleidingen aan weerszijden van een straat niet mogelijk. Bij ligging aan één zijde van de straat zullen de huisaansluitingen de warmteleidingen op korte afstand kruisen. Overigens is het mogelijk om bij de aanleg van nieuwe woningen warmteleidingen in aaneengesloten kruipruimtes te leggen. In dat geval vervalt een deel van de hier geschetste problematiek, echter aandacht voor binneninstallaties blijft dan van belang.

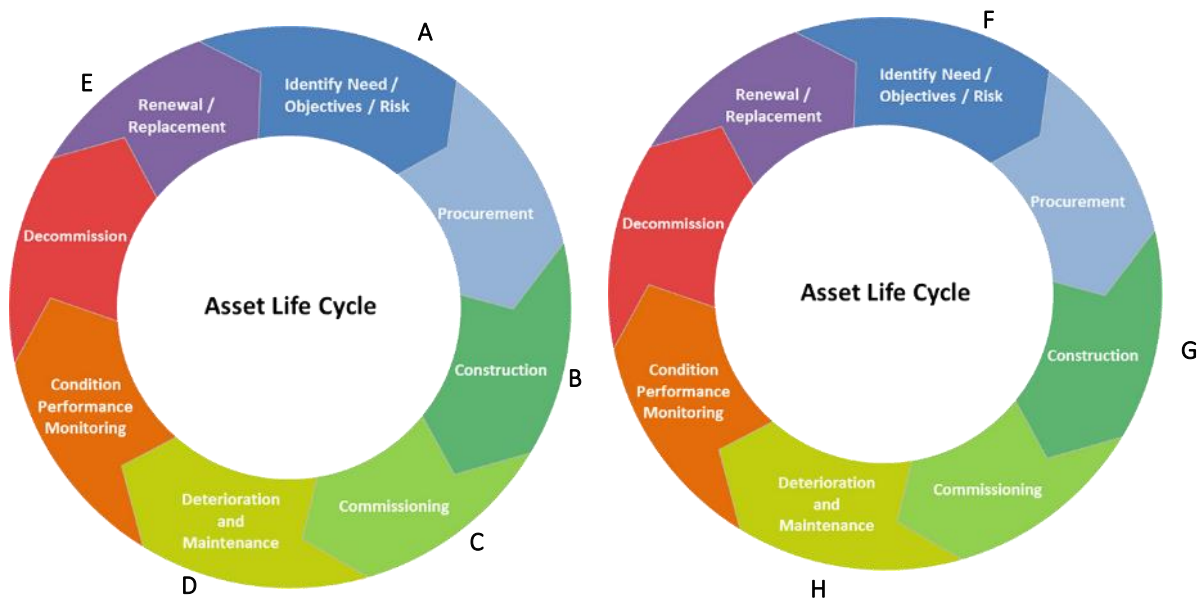
Naast de gevolgen die zich richten op opwarming, zijn er ook gevolgen die betrekking hebben op het onderhouden en repareren van leidingen.



Figuur 5-2 Dwarsprofiel van ondergrondse netten, met een ordening volgens de NEN 7171 ('W' staat voor drinkwater). Het lichtoranje vlak geeft een minimale afstand aan van 1 meter tot een waterleiding en het donkeroranje vlak een minimale afstand van 2 meter.

5.3 Gevolgen gezien vanuit de levenscyclus

Denkend vanuit de levenscyclus van assets zijn momenten te identificeren dat er activiteiten plaatsvinden aan ondergrondse warmteleidingen of aan drinkwaterleidingen en waarbij ongewenste opwarming mogelijk is en waar mogelijke maatregelen genomen kunnen worden om opwarming te beperken. In Figuur 5-3 is dit weergegeven op basis van de levenscycli van warmtenetten en drinkwaterleidingen en in Tabel 5-1 zijn de mogelijke negatieve gevolgen op een rij gezet.



Figuur 5-3 Generieke weergave van de levenscyclus van warmteleidingen (links) en drinkwaterleidingen (rechts), de letters in kapitaal verwijzen naar Tabel 5-1.

Tabel 5-1 Mogelijke interacties tussen warmtenetten en drinkwaterleidingen op basis van de levenscyclus, in combinatie met gevolgen en aandachtspunten voor maatregelen door drinkwaterbedrijven.

Mogelijke interacties	Gevolgen en aandachtspunten voor drinkwaterbedrijf
A: Ontwerp warmtenet	Risicoanalyse opwarming, afstemmen vervangingsopgave, impact op investeringen, benodigde menskracht, toegankelijkheid leidingen
B: Aanleg warmtenet	risicoanalyse opwarming bij niet-meegaan ¹³ , toezicht, uitvoering combiwerk, tijdelijke drinkwatervoorziening
C: Beheerfase warmtenet	monitoring van opwarming met sensoren in of aan de buitenzijde van leidingen of van het drinkwater bij monstername
D: Lekkage warmtenet	Directe schade door uitstromende warm water, opwarming bodem in geval van een onopgemerkt lek in een warmteleiding
E: Vervanging van warmtenet	afstemmen vervangingsopgave, zie ook zie B
F: Ontwerp nieuwe drinkwaterleidingen	ligging te opzichte van warmtebronnen, beschikbaarheid ruimte
G: Aanleg drinkwaterleidingen	beschikbaarheid aannemers, complexere uitvoering door toename drukte
H: Lekkage waterleiding	ketenrisico in geval van schade aan warmtenet tijdens de lekkage of bij reparatie, hogere verzekeringspremies

5.4 Synthese

Vanuit het perspectief van de systeembeschrijving en vanuit het perspectief van de levenscyclus, is de interactie tussen warmtenetten en drinkwaterleidingen in kaart gebracht. Vanuit de systeembeschrijving wordt duidelijk dat

¹³ Onder meegaan wordt in deze context verstaan het eerder vervangen van drinkwaterleidingen als gevolg van initiatieven van derde partijen nabij de leiding.

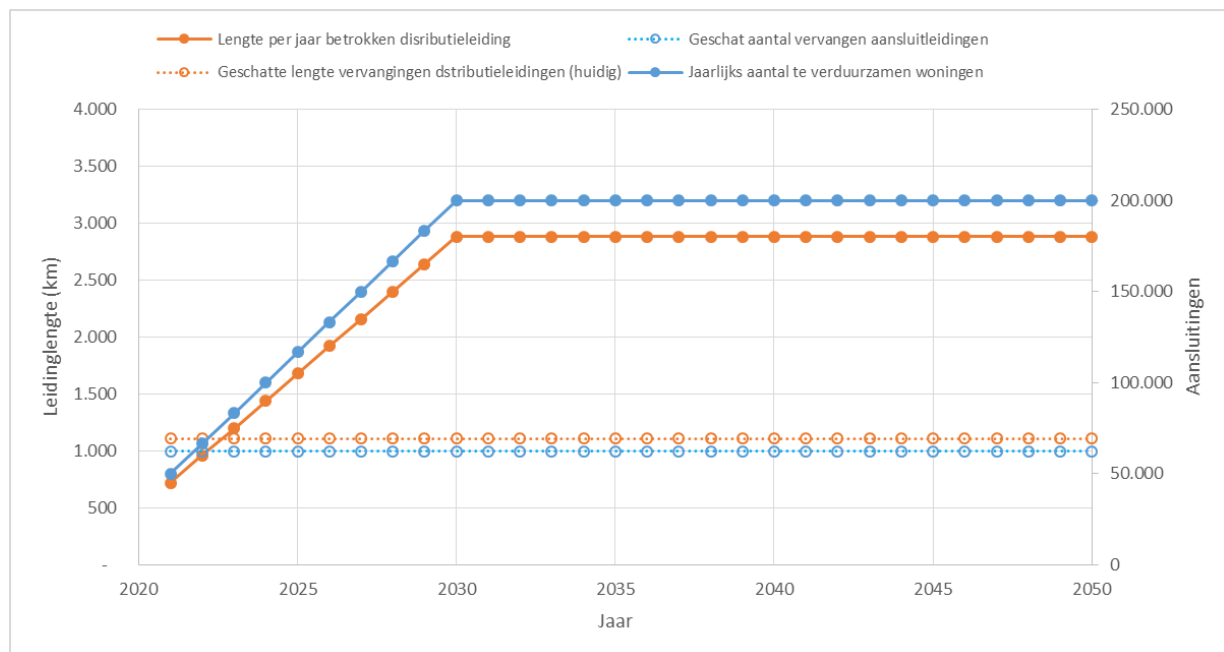
er veel plekken zijn waar opwarming kan plaatsvinden. Dus naast het parallel liggen van distributieleidingen, wat vaak de meeste aandacht krijgt, spelen ook de kruisingen tussen distributieleidingen en aansluitleidingen een rol, almede het aansluittraject en de installatie in de woning. Voor het beschouwen van opwarming en mogelijke beheermaatregelen dient daarom het gehele traject van distributieleiding tot tap beschouwd te worden. Uit het dwarsprofiel blijkt verder hoe beperkt de ruimte is in met name smalle straten. Dit zal voor drinkwaterleidingen nog beperkender worden als uit nader onderzoek blijkt dat de minimale afstand tussen warmteleidingen en drinkwaterleidingen meer dan de huidige 1 meter zal zijn, hetgeen te verwachten is op basis van de metingen van van den Bos (2020).

Ook gedurende alle fasen van de levenscyclus van drinkwaternetten en warmtenetten kunnen er ongewenste interacties optreden. Dit speelt bij de aanleg van warmtenetten, zowel wanneer drinkwaterbedrijven meegaan met vervanging van drinkwaterleidingen als wanneer zij niet meegaan. Ook dient er aandacht te zijn voor monitoring van de watertemperatuur, de toenemende drukte in de ondergrond, die nieuwe uitdagingen kan opleveren voor werkzaamheden bij lekkages of onderhoud. Ook zal het in de drukkere ondergrond minder makkelijk zijn om aanpassingen aan het drinkwaternet uit te voeren. De drukkere ondergrond vraagt daarom om een betere regievoering door gemeenten.

6 Kwantitatieve beschouwing van gevolgen

6.1 Vertaling van ambitie Klimaatakkoord naar aantal woningen

In het Klimaatakkoord is de ambitie aangegeven voor de sector Gebouwde Omgeving, te weten dat in 2050 7 miljoen woningen en 1 miljoen gebouwen van het aardgas af moeten. Om dit te bereiken, zal een verduurzaming moeten plaatsvinden van meer dan 50.000 woningen per jaar in 2021, oplopend tot 200.000 woningen per jaar vanaf 2030. In Figuur 6-1 is deze opgave voor woningen vertaald naar het aantal aansluitingen (blauwe getrokken lijn). Tot 2050 zullen in totaal 5,25 miljoen woningen, c.q. aansluitingen aangepast moeten worden. Volgens de PBL-gegevens zijn er in Nederland 6,94 miljoen woningen, wat betekent dat 76% van alle woningen te maken krijgen met deze verduurzamingsopgave. Als we er van uitgaan dat de distributieleidingen in totaal 100.000 km beslaan, dan zal ook ongeveer driekwart hiervan te maken krijgen met deze opgave. In Figuur 6-1 geeft de oranje getrokken lijn de omvang van deze inspanning aan volgens de zelfde verdeling als het aantal woningen. In Figuur 6-1 zijn deze aantallen vergeleken bij het huidige geschatte vervangingspercentage voor leidingen en voor aansluitingen (beiden geraamd op 1% per jaar). De geschatte omvang van de ambitie van het Klimaatakkoord is aanzienlijk hoger dan de huidige vervangingen. Dit betekent overigens niet dat al deze leidingen en aansluitingen vervangen moeten worden, zij zullen echter wel allemaal aandacht van het drinkwaterbedrijf vergen in de zin van oriëntatie, afweging, afstemming, toezicht, etc. Dit grove rekenvoorbeeld schetst de omvang van de te verwachten inspanningen van de energietransitie voor drinkwaterbedrijven. In de komende paragrafen wordt dit nader genuanceerd.



Figuur 6-1 Ambitie Klimaatakkoord voor de distributieleidingen en aansluitingen.

6.2 Vertaling van energiestrategieën naar toepassing

In de Startanalyse Aardgasvrije Buurten (Hoogervorst, 2019-a) zijn scenario's en bijbehorende varianten uitgewerkt voor de transitie naar een aardgasvrije energievoorziening. Deze scenario's en varianten zijn voor wat betreft de aanleg van ondergrondse infrastructuur nader beschreven in Bijlage I. Tabel 6-1 geeft een samenvatting van de benodigde voorzieningen die kunnen leiden tot opwarming van de ondergrond per scenario en variant.

Opgemerkt moet worden dat de hier gepresenteerde beschrijvingen gericht zijn op het vervangen van aardgas voor de energievoorziening en niet op de andere ontwikkelingen zoals het bijvoorbeeld aanpassen van het elektriciteitsnet voor laadpalen of het decentraal opwekken van elektriciteit met zonnepanelen.

Tabel 6-1 Samenvatting van maatregelen die kunnen leiden tot opwarming van de ondergrond (HT; hoogtemperatuur; MT; middentemperatuur; LT; laagtemperatuur; E: elektriciteit; W: warmte; G: gas)

Effect	1a	1b	2a	2b	2c	2d	3a	3b	3c	3d	3e	4	5
a. Warmtenetten op wijkniveau			HT	HT	HT	HT	LT	HT	MT	MT	MT		
b. Verzwaring elektriciteitsnet op wijkniveau	++	+					+		+	+		+	
c. Kleinschalige geothermie op wijkniveau		+											
d. Grootschalige additionele energievoorziening	E	E	WG	WG	WG	WGE	(LT)W	(LT)W, E	(LT)W, E	(LT)W, E	(LT)WE	G	G
e. Grootschalige geothermie				+	+		+	+	+	+	+		

Om een beeld te krijgen van de te verwachten ingrepen om de energietransitie te realiseren, is de analyse van het PBL aangehouden, zie ook Figuur 2-2. In deze analyse is per buurt aangegeven wat de optimale energiestrategie is op basis van de laagste maatschappelijke kosten. Deze informatie is in Tabel 6-2 gekoppeld met informatie van het CBS over buurten. Het aantal inwoners is lager dan woonachtig in Nederland. Dit komt omdat door een herindeling van gemeenten en buurten verschillende databases niet volledig te koppelen zijn. Om die reden is verdere analyse gemaakt van het aantal woningen en utiliteitsgebouwen. Verder moet opgemerkt worden dat de hier gehanteerde voorspelling over strategieën van het PBL gezien moet worden als het best beschikbaar en dat de werkelijkheid met zekerheid anders zal uitpakken.

Tabel 6-2 Samenvatting resultaat optimale strategie voor energietransitie.

Strategie	Buurt (n)	Woningen (n)	Utiliteitsgeb. (n)	Som gebouwen (n)	Oppervlakte (ha)	Inwoners (n)	Oppervlakte	Gebouwen
S1a	4.004	1.353.954	90.394	1.444.348	1.417.141	2.910.795	42%	19%
S1b	2.970	583.497	157.477	740.974	1.154.929	1.282.800	34%	10%
S1	6.974	1.937.451	247.871	2.185.322	2.572.070	4.193.595	77%	28%
S2a	1.372	1.482.893	127.744	1.610.637	90.879	3.110.315	3%	21%
S2b	822	598.959	38.587	637.546	28.076	1.293.155	1%	8%
S2	2.194	2.081.852	166.331	2.248.183	118.955	4.403.470	4%	29%
S3a	3	3.645	130	3.775	300	9.125	0%	0%
S3b	514	644.612	56.309	700.921	26.631	1.252.755	1%	9%
S3c	1	1.770	42	1.812	129	4.700	0%	0%
S3d	477	668.076	44.187	712.263	58.587	1.346.245	2%	9%
S3e	211	227.069	16.282	243.351	16.373	455.265	0%	3%
S3	1.206	1.545.172	116.950	1.662.122	102.020	3.068.090	3%	21%
S4a	692	549.887	61.309	611.196	90.861	1.174.215	3%	8%
S5a	1.447	829.322	207.270	1.036.592	467.413	1.607.560	14%	13%
Som	12.513	6.943.684	799.731	7.743.415	3.351.319	14.446.930	100%	100%

Volgens de CBS-indeling telt Nederland 12.513 buurten. In Tabel 6-2 is per strategie en bijbehorende varianten aangegeven voor hoeveel buurten dit de optimale keuze is. Uit Tabel 6-2 blijkt het volgende:

- Individuele elektrische warmtepompen (S1), ook wel aangeduid als all-electric, worden naar verwachting vooral toegepast in dun bebouwde gebieden en in oude stadskernen. Dit betreft 28% van de gebouwen (de som van woningen en utiliteitsgebouwen) en 77% van het Nederlandse oppervlak. De variant met een elektrische bodemwarmtepomp (S1b) wordt dan toegepast in de meest dunbevolkte gebieden en zij zullen 10% van de gebouwen van energie voorzien. De elektrische luchtwarmtepomp (S1a) wordt naar verwachting toegepast bij 19% van de gebouwen.
- Warmtenetten met een midden- en hoogtemperatuurbron (S2) worden naar verwachting vooral toegepast in stedelijke gebieden waar dergelijke warmtebronnen aanwezig zijn. Dit betreft 29% van de gebouwen en 4% van het oppervlak. De variant die gebruik maakt van restwarmte van industriële processen (S2a) wordt het meeste toegepast (21% van de gebouwen).
- Warmtenetten met een laagtemperatuurbron (S3) worden naar verwachting ook vooral toegepast in stedelijke gebieden, maar dan in gebieden waar geen hoogtemperatuurbron aanwezig is. Dit betreft 21% van de gebouwen en 3% van het oppervlak. Er zijn vijf verschillende varianten doorgerekend, waarbij de meest voorkomende varianten zijn: variant 3b waar een warmte van een middentemperatuurbron wordt gedistribueerd via een 70°C warmtenet en variant 3d waar warmte uit een collectieve lagetemperatuur warmteopslag in temperatuurniveau wordt gedistribueerd via een 50°C warmtenet.
- Hernieuwbaar gas in combinatie met een hybride warmtepomp (S4) en hernieuwbaar gas in combinatie met HR-ketel (S5) worden naar verwachting vooral toegepast in gebieden waar groen gas geproduceerd kan worden en waar geen warmtebron aanwezig is. Op basis van de openbare informatie van het PBL is niet te achterhalen in welke gevallen strategie S4 of S5 de voorkeur geniet. Verwacht wordt strategie S4 toepasbaar is voor 8% van de gebouwen en 3% van het oppervlak en strategie S5 voor 13% van de gebouwen en 14% van het oppervlak.

Het CPB hanteert vijf stedelijkheidsklassen gebaseerd op de gemiddelde dichtheid van adressen. Deze klassen variëren van zeer sterk stedelijk (Stedelijkheidsklasse 1) tot en met niet stedelijk (Stedelijkheidsklasse 5). In Tabel

6-3 zijn de voorkeurstrategieën voor het aantal gebouwen (zijnde woningen en utiliteitsgebouwen) verdeeld naar stedelijkheidsklasse. De percentages tellen in verticale richting op tot 100%.

Tabel 6-3 Gebouwen verdeeld over de door Vesta-MAIS voorgestelde strategieën en stedelijkheidsklassen

	Sted.kl. 1 Zeer sterk	Sted.kl. 2 Sterk	Sted.kl. 3 Matig	Sted.kl. 4 Weinig	Sted.kl. 5 Niet	Som
S1	7%	13%	25%	47%	74%	2.185.320
S2	32%	40%	32%	23%	8%	2.248.183
S3	42%	18%	17%	15%	5%	1.662.122
S4	3%	10%	14%	9%	5%	611.162
S5	16%	19%	13%	6%	9%	1.036.477
Som	2.061.727	2.024.896	1.267.842	1.092.728	1.296.071	7.743.264

Uit Tabel 6-3 blijkt dat de zeer sterk stedelijke gebieden met name van energie worden voorzien door warmtenetten met een midden- of hoogtemperatuurbron (S2) of met een laagtemperatuurbron (S3), de sterk stedelijke gebieden en de matig stedelijke gebieden vooral door warmtenetten met een midden- of hoogtemperatuurbron (S2) en de weinig stedelijke gebieden en de niet stedelijke gebieden door all-electric.

De warmtenetten die de grootste impact hebben op de drinkwaterleidingen en die worden toegepast in de strategie S2 en S3 zullen volgens deze analyse worden toegepast op 50% van de Nederlandse gebouwen (52% van de woningen en 35% van de utiliteitsgebouwen), die in totaal 27% van het aantal buurten beslaan en 7% van het Nederlandse landoppervlak.

6.3 Lokale analyse van gevolgen warmteleidingen

Om een beeld te krijgen wat de aanleg van warmteleidingen in de praktijk betekent, is voor vijftien situaties een projectie gemaakt van de ligging van warmteleidingen en is nagegaan wat hiervan de gevolgen zijn voor de ligging van drinkwaterleidingen en aansluitleidingen. Deze projecties zijn uitgevoerd voor vijftien random geselecteerde gebieden verdeeld over drie verschillende stedelijkheidsklassen, zie Bijlage IV. Deze gebieden zijn:

- Eindhoven centrum: Stedelijkheidsklasse 1, zeer stedelijk;
- Veldhoven: Stedelijkheidsklasse 2, stedelijk;
- Nuenen: Stedelijkheidsklasse 3, matig stedelijk.

Er zijn oriëntatieverzoeken voor kabels en leidingen gedaan voor deze gebieden bij het Kadaster, welke zijn gehonoreerd. Vervolgens is met behulp van Google Streetview een projectie gemaakt van de ligging van warmteleidingen op basis van onderstaande principes (in afnemende prioriteit):

- ligging in publieke grond;
- ligging niet nabij 'beeldbepalende' bomen;
- ligging bij voorkeur in een groenstrook;
- ligging bij voorkeur niet in een rijbaan;
- ligging bij voorkeur in vrije plaatsen met oog op bestaande kabels en leidingen.

In de figuren in Bijlage IV, representeren de blauwe lijnen de hartlijn van de heen- en retourleiding. Om deze hartlijn is met een oranje kleur een buffer weergegeven met een breedte van 2,5 meter aan weerszijden van de hartlijn. Deze 2,5 meter is opgebouwd uit 0,5 meter van de hartlijn tot de zijkant van de warmteleiding en 2 meter als minimale afstand tot een drinkwaterleiding in verband met opwarming. Deze twee meter is een aanname, anticiperend op nieuwe afstandsregels in de NEN7171. Hiervoor bestaat geen wetenschappelijke basis. Nadat er

dus een warmteleiding is geprojecteerd, ontstaat er een strook met een breedte van 5 meter waarvan is aangenomen dat er zich in principe geen drinkwaterleidingen kunnen bevinden.

Bij de aanleg van warmtenetten zijn de volgende vijf typen conflicten met drinkwaterleidingen geïdentificeerd:

1. Een warmtedistributieleiding ligt parallel en de hartlijn bevindt zich binnen twee meter van de drinkwaterdistributieleiding (DDL)
2. Een warmtedistributieleiding kruist een drinkwaterdistributieleiding (DDK)
3. Een warmtedistributieleiding kruist een drinkwateraansluitleiding (DAK)
4. Een warmteaansluitleiding kruist een drinkwaterdistributieleiding (ADK)
5. Een woning met een drinkwateraansluiting krijgt ook een warmteaansluiting (dit conflict geldt voor alle aansluitingen) (AAL)

Bovengenoemde conflicten komen overeen met respectievelijk de situaties A, B, D, E en C uit Figuur 5-1.

In Tabel 6-4 is de samenvatting van deze analyse gegeven. De vijftien gebieden hebben een totale lengte aan drinkwaterleidingen van 6.100 m en hebben 819 aansluitingen. Van deze 6.100 meter, geldt voor 1.880 meter (31%) een conflicttype 1, zij liggen te dicht bij een warmteleiding en zullen daarom vervangen dienen te worden, ook als deze leiding nog in goede staat is (vanzelfsprekend is dit een vereenvoudigde aanname). Tabel 6-4 geeft een aanwijzing dat in de meer stedelijke gebieden, het aandeel vervangingen als gevolg van conflicttype 1 hoger zal zijn. Dit is verklaarbaar omdat hier minder ruimte beschikbaar is, voornamelijk minder groenstroken zijn.

Overigens geldt dat als gevolg van de aanleg van warmteleidingen om ook andere ondergrondse infrastructuur wordt vervangen, zoals rioleringen, dat dan zal het aandeel te vervangen drinkwaterleidingen hoger zijn omdat er dan in een aanzienlijk groter deel van de beschikbare ruimte grondroerig zal plaatsvinden. .

Tabel 6-4 Resultaat van de analyse naar conflicten warmteleidingen en drinkwaterleidingen voor 15 gebieden

Stedelijkheid	Buurt	Lengte (m)	Confl. 1	Vervanging		Confl. 2	Confl. 3	Confl. 4	Confl. 5
			DDL (m)	voor 2050 (m)	vanaf 2050 (m)	DDK (n)	DAK (n)	ADK (n)	AAL (n)
Zeer sterk	Centrum Eindhoven	1.830	970	765	205	11	54	133	306
Sterk	Veldhoven	2.050	550	550	0	18	26	160	254
Matig	Nuenen	2.220	360	90	270	18	77	127	259
som		6.100	1.880	1.405	475	29	157	420	819
Confl./km DWL						4,8	25,7	69	134

Aan Brabant Water is gevraagd wat de beoogde vervangingsjaren waren op basis van een analyse met het beslissingsondersteunende softwarepakket Rasmariant. Op basis van deze analyse geldt dat 1.405 meter leiding (23%) voor 2050 vervangen zouden moeten worden en 475 meter na 2050. Voor de 1.405 m leidingen die vervangen moeten worden als gevolg van de aanleg van warmtenetten en die een geschat vervangingsjaar hebben van voor 2050, is het de vraag of het vervangingsmoment voor het drinkwaterbedrijf altijd gunstig uitpakt. Vanuit het perspectief van kosten van aanleg, zal de vervangingsopgave voor drinkwaterleidingen van beperkte omvang zijn ten opzichte van de opgaven van andere partijen, zoals de aanleg warmtenetten, de vervanging riolering, weg- en straatwerkzaamheden, etc). Het is dan bijvoorbeeld ook niet vanzelfsprekend dat een gietijzeren leiding uit 1925 met een slechte conditie op korte termijn vervangen kan worden. Wellicht dat deze het nog 25 jaar zal moeten 'volhouden'.

Voor alle onderzochte gebieden treden er additioneel aan bovengenoemde vervangingen volgens conflicttype 1, meerdere conflicten op waar aanpassingen van het drinkwatersysteem noodzakelijk zal zijn. In de vijftien gebieden zijn de volgende conflicten geconstateerd (zie ook Tabel 6-4).

- Conflicttype 2: er zijn 29 kruisingen van drinkwaterdistributieleidingen met warmtedistributieleidingen (ongeveer 5 km waterleiding). Uitgaande van minimale aanlegkosten, is het te verwachten dat in deze gevallen de drinkwaterdistributieleiding over een lengte van enkele meters verdiept aangelegd zal moeten worden.
- Conflicttype 3: er zijn 157 kruisingen van aansluitleidingen met warmtedistributieleidingen (ongeveer 25 per km waterleiding). In deze gevallen zal de drinkwateraansluitleiding verdiept aangelegd moeten worden.
- Conflicttype 4: er zijn 420 kruisingen van drinkwaterdistributieleidingen met warmteaansluitleidingen (ongeveer 70 per km waterleiding). Het lijkt logisch dat drinkwaterbedrijven er voor ijveren dat in deze gevallen de warmteaansluitleiding wordt omgelegd om opwarming van de drinkwaterleiding te voorkomen.
- Conflicttype 5: Voor alle aansluitingen geldt dat er afgestemd moet worden hoe overmatige opwarming in het aansluittraject voorkomen gaat worden.

In deze paragraaf is op basis van min of meer realistische voorbeelden beschreven hoe groot de impact kan zijn van de aanleg van warmtenetten voor de huidige drinkwaterinfrastructuur. Concluderend kan men stellen dat met name in drukke stedelijke gebieden, wellicht met uitzondering van de oude binnesteden, er in een aanzienlijk geval drinkwaterleidingen vervangen moeten worden om de gevolgen van opwarming door warmtenetten te voorkomen. Dit kunnen ook leidingen zijn met een nog lange restlevensduur. Daarnaast geldt voor alle gebieden waar een warmtenet wordt aangelegd dat er een groot aantal liggingsconflicten zullen ontstaan als gevolg van kruisingen en bij het aansluiten van woningen. De wijze waarop deze kruisingen het beste kunnen worden vormgegeven verdient nadere aandacht.

7 Mogelijke gevolgen van de energietransitie op drinkwaterinfrastructuur

Drinkwaterbedrijven zijn verplicht drinkwater te leveren met een temperatuur van maximaal 25°C. De energietransitie zal tot gevolg hebben dat er meer warmtebronnen in de bovengrond of ondergrond komen die kunnen leiden tot opwarming van drinkwater in leidingen. Hierbij hebben warmteleidingen de grootste impact, vooral als dit hoogtemperatuurwarmteleidingen betreft. Daarnaast zal ook de aanleg van warmtenetten impact hebben door grootschalige grondroering, vooral als deze werkzaamheden worden gecombineerd met andere boven- of ondergrondse aanpassingen. Op basis van de voorgaande hoofdstukken zijn de mogelijke gevolgen geschetst voor drinkwaterinfrastructuur. Deze gevolgen zijn ondergebracht in vier clusters.

Cluster 1: Gevolgen voor waterkwaliteit

- 1a. Opwarming bodem en drinkwater: De opwarming van de bodem als gevolg van warmtenetten (in het bijzonder met een hoge temperatuur) zal waarschijnlijk over een afstand van enkele meters plaatsvinden, zie ook van den Bos (2020). Niet in alle gevallen zal het drinkwaterbedrijf tot verlegging van leidingen over kunnen gaan, met name als de opwarming relatief beperkt is of als er te weinig ruimte beschikbaar is voor een alternatieve ligging. Ook zal er opwarming kunnen ontstaan bij kruisingen van waterleidingen met warmteleidingen. Omdat de opties voor het tegengaan van opwarming van drinkwater zeer beperkt zijn, zal het drinkwaterbedrijf opwarming in bepaalde situaties moeten accepteren. Het is van belang hierbij oog te blijven houden voor de eisen die de Drinkwaterwet stelt en waar nodig de toezichthouder en consumenten te informeren.
- 1b. Microbiologische waterkwaliteit wordt moeilijker garanderen: In vervolg op 1a, dit zal betekenen dat de temperatuur van het water dat wordt afgeleverd aan bepaalde woningen en gebouwen zal toenemen. Dit kan in combinatie met andere warmtebronnen en klimaatverandering leiden tot een toename van biologische activiteit, waaronder legionella pneumophila.
- 1c. Meer sensing en/of monsternamen: In vervolg op punt 1a, dit kan betekenen dat drinkwaterbedrijven een grotere inspanning zullen leveren voor sensing en/of monsternamen op leveringspunten.

Cluster 2: Gevolgen voor lange termijn strategie en investeringen in het leidingnet

- 2a. Minder autonomie: Gemeenten zullen een Transitievisie Warmte opstellen die leidend zal zijn voor de inrichting van de gemeentelijke infrastructuur. Daarmee krijgen drinkwaterbedrijven minder autonomie bij het prioriteren en plannen van hun werkzaamheden. Dit kan gevolgen hebben op het investeringsbeleid en op de plannen voor watervdeling. Drinkwaterbedrijven zullen moeten nagaan of hun planvorming aansluit op of inpasbaar is in de fasering van de Transitievisie Warmte. Dit speelt bijvoorbeeld in gebieden waar drinkwaterbedrijven hun leidingnet opnieuw inrichten volgens de filosofie van primaire, secundaire en tertiaire leidingen. De vraag is of prestaties risico's en kosten hierdoor negatief beïnvloed zullen worden.
- 2b. Hogere vervangingskosten: Het eerder dan gewenst vervangen van leidingen, vanwege de aanleg van warmtenetten, al dan niet gecombineerd met de aanleg of vervanging van andere ondergrondse infrastructuur (riolering, elektriciteit of telecom) of bovengrondse infrastructuur (wegdek, laadpalen, etc). Dit kan leiden tot vervroegde investeringen en een aangepaste vervangingsprioriteit.
- 2c. Extra storingen: Het later dan gewenst vervangen van leidingen, in het geval dat het noodzakelijk wordt geacht een leiding te vervangen, terwijl er over bijvoorbeeld 10 of 20 jaar een grootschalige herstructurering

van de infrastructuur staat gepland vanwege de aanleg van warmtenetten. In dat geval is er sprake van uitstel van investering. De leiding zal echter langer in gebruik blijven dan wenselijk, wat kan leiden tot extra storingen.

- 2d. Meer focus op de stedelijke omgeving: De aanleg van warmtenetten zal zich met name richten op de stedelijke omgeving. Als gevolg daarvan zal er ook meer aandacht uitgaan naar het vervangen van leidingen in stedelijke gebieden. Dit kan er toe leiden dat drinkwaterbedrijven minder aandacht kunnen geven aan het in aanvaardbare conditie houden van leidingen in buitengebieden waar minder grootschalige werkzaamheden voor de energietransitie zullen plaatsvinden. Dit kan leiden tot meer storingen in het buitengebied.
- 2e. Bij niet-meegaan, extra werkzaamheden: In het geval het drinkwaterbedrijf besluit dat het niet noodzakelijk is mee te gaan met de aanleg van warmteleidingen, zal er een aanvullende inspanning nodig zijn voor het afstemmen van werkzaamheden, het aanleveren van informatie en het toezien op een juiste uitvoering van werkzaamheden in de nabijheid van drinkwaterleidingen.
- 2f. Bij niet-meegaan, extra aanpassingen: In het geval het drinkwaterbedrijf besluit dat het niet noodzakelijk is mee te gaan met de aanleg van warmteleidingen, zullen er toch op een aanzienlijk aantal locaties netaanpassingen uitgevoerd moeten worden. Hierbij valt te denken aan kruisingen van leidingen en aansluitleidingen en in het bijzonder aan het aansluittraject tot en met de meterkast. Deze kruisingen kunnen leiden tot opwarming.
- 2g. Kostenverhoging vervangingswerken: Werkzaamheden voor de aanleg van warmtenetten zullen van invloed zijn op de orderportefeuille van aannemers en adviesbureaus. Aangenomen kan worden dat dit ongunstig effect zal hebben op de beschikbaarheid en de prijsvorming.
- 2h. Toenemende complexiteit bij werken in ondergrond: De uitvoering van vervangingswerkzaamheden zal complexer zijn dan nu het geval is, doordat er meer activiteiten plaatsvinden zoals het aanleggen van warmtenetten, verwijderen van gasleidingen en het verzwaren van het elektriciteitsnet. Hierdoor zal de voorbereiding en uitvoering van werkzaamheden meer tijd vergen en een grotere uitvoeringsrisico's opleveren. Ook kan dit nadelige effecten hebben op de beschikbare ruimte voor toekomstige aanpassingen of uitbreidingen van het drinkwaternet.
- 2i. Wijkgerichte vervanging, gestuurd door warmtelevering: De invoering van de Transitievisie Warmte zal betekenen dat de infrastructuur meer op wijkniveau wordt aangepast en vervangen. Het schaalniveau van werkzaamheden zal daardoor verder toenemen. Bij deze grootschalige vervangingen is het goed mogelijk dat de volgorde van werken wordt gedirigeerd door de warmtevoorziening aan bewoners, dit geldt met name in koudere perioden. In dat geval zal de cyclus van het verwijderen van gas en het aanleggen van warmtenetten leidend zijn. Het is nog onduidelijk wat hiervan de implicaties zijn voor drinkwaterbedrijven. Dit kan er toe leiden dat er meer aandacht nodig is voor werkvoorbereiding, tijdelijke drinkwatervoorziening en afstemming met bewoners.

Cluster3: invloed op onderhoud en beheer van het drinkwaternet

- 3a. Toenemende complexiteit bij beheer en calamiteiten: De aanleg van warmtenetten zal leiden tot een toename van de drukte in de ondergrond. Tevens kan dit nadelige gevolgen hebben voor de toegankelijkheid bij werkzaamheden aan het leidingnet en bij het handelen in geval van storingen. Tevens zal een drukker ondergrond en de bijbehorende werkzaamheden leiden tot een hogere kans op storingen op drinkwaterleidingen door een externe oorzaak.
- 3b. Werken in zettingsgevoelige grond: In gebieden met zettingsgevoelige grond zal de interactie tussen warmtenetten en drinkwaternetten specifieke aandacht vragen. Hierbij valt te denken aan kruisingen waarbij

sprake is van ongelijkmatige zettingen. Dit kan ook spelen bij aansluitingen waarbij lussen worden aangelegd om de nadelige effecten van grondzettingen naar gefundeerde woningen op te vangen.

- 3c. Hoogspanning in ondergrond: De energietransitie zal er in bepaalde gebieden toe leiden dan het elektriciteitsnet zal worden verzwaaard, dit geldt met name als men overgaat naar Strategie 1, All-electric. Hoe deze verzwaring vorm zal krijgen is nog niet duidelijk. Het is echter te verwachten dat dit zal leiden tot een groter aantal midden- en hoogspanningskabels in de ondergrond. Aangezien het graven in de nabijheid van deze kabels aan zwaardere veiligheidseisen is gebonden, zal dit in deze gevallen leiden tot meer inspanningen en beperkingen (bijvoorbeeld het uitschakelen van elektra bij werkzaamheden aan drinkwaterleidingen). Afgezien hiervan is extra hoogspanning in de ondergrond per definitie gevaarlijk, denk hierbij aan graafincidenten en verkeerde liggingsgegevens. Tevens kan hoogspanning leiden tot versnelde corrosie van stalen leidingen
- 3d. Effecten breuk warmteleiding: De kans op een breuk in een warmteleiding (staal) zal in het algemeen relatief klein zijn. Vanwege de hoge druk en hoge temperatuur van het medium zullen de effecten op de omgeving van een breuk in een warmteleiding aanzienlijk zijn. Mogelijke effecten kunnen zijn een breuk in een waterleiding als gevolg van uitspoeling en verzakking van de ondergrond of van verweking van de kunststof leiding. Ook kunnen door uittreding van warm water gevaarlijke situaties ontstaan voor monteurs.
- 3e. Opwarming door beschadiging isolatie warmteleidingen: Warmteleidingen hebben een isolatielaag en een PE buitenmantel. Het is niet duidelijk wat de effecten zijn van beschadiging aan deze isolatie, bijvoorbeeld als gevolg van een graafincident, voor warmteafgifte naar de omgeving en voor het lokaal opwarmen van drinkwater.

Cluster4: Bestuurlijke gevolgen

- 4a. Onvoldoende regie door gemeenten: De gemeenten spelen een centrale rol bij de totstandkoming van de energietransitie, hierbij kan ook sprake zijn van profileringsdrang. Deze belangen kunnen conflicteren met de verantwoordelijkheid van gemeenten voor de ordening van de ondergrond. Het is daarom van groot belang om de ondergrond op de agenda te blijven houden. De belangen van drinkwaterbedrijven kunnen ernstig in het gedrang komen als zij niet tijdig aan de juiste tafel komen. Er zijn enkele ervaringen van drinkwaterbedrijven die op dit punt niet positief zijn.
- 4b. Verminderd belang drinkwater: Het gezamenlijk optrekken van drinkwaterbedrijven blijft belangrijk. Als voorbeeld hiervan, op dit moment vinden er op verschillende niveaus discussies plaats over de herziening van regelgeving. Hierbij staan belangen van bouwers van woningen en energiebedrijven soms haaks van die van de drinkwaterbedrijven en daarmee op die van de volksgezondheid. Het is van belang dat drinkwaterbedrijven hun belangen over meerdere aandachtsvelden (distributieleidingen, aansluitleidingen, meterkasten en drinkwaterinstallaties) blijven bewaken. Ter illustratie, momenteel loopt de herziening van de NEN7171 over onder andere onderlinge parallelle afstanden tussen warmteleidingen en drinkwaterleidingen. Het is van belang om hier ook aandacht te schenken aan kruisingen en aansluitleidingen. Op het moment dat de NEN7171 is vastgesteld, zal een nieuwe herziening meerdere jaren op zich laten wachten.
- 4c. Veranderende klantrelatie: De verwachting is dat er steeds meer sprake zal zijn van decentrale oplossingen voor de energievoorziening, denk hierbij aan wko's op woningniveau en de bijbehorende leidingen, nieuwe apparatuur in de meterkast en lokale energieopwekking. Er zullen waarschijnlijk meer verschillen ontstaan tussen klanten en er zullen nieuwe samenwerkingsverbanden ontstaan, zoals wijkcomités die de energievoorziening zelf gaan inrichten. Dit zal leiden tot minder standaardoplossingen voor de energievoorziening en andere leverancier-klant relaties. Dit kan ook zijn weerslag hebben op de levering van drinkwater in de vorm van minder standaardsituaties en andere klantrelaties. Deze ontwikkeling zal

samenvallen met een meer nadrukkelijke gemeentelijke regievoering, waarbij voor de uitvoering van de energietransitie veel aandacht wordt gegeven aan participatie en inspraak van de bevolking.

Bovengenoemde gevolgen zijn samengevat in Tabel 7-1. De mogelijke gevolgen zijn hierbij uitgewerkt naar zeven categorieën. In geval van een 'X' heeft het gevolg en directe relatie. In geval van een 'i' heeft het gevolg mogelijk een indirecte relatie. Opgemerkt wordt dat de toewijzing vooral illustratief is en dat de categorieën niet geheel onafhankelijk zijn. Als voorbeeld: extra inspanning door medewerkers, kan ook leiden tot een toename in beheerkosten (opex). De categorieën betreffen:

- strategie: gevolg kan vragen om een strategische heroriëntatie bij een drinkwaterbedrijf;
- waterkwaliteit: gevolg kan leiden tot een verminderde waterkwaliteit;
- OLM: gevolg kan leiden tot een toename van de geplande of ongeplande OLM;
- inspanning planning: gevolg kan leiden tot extra werkzaamheden op het gebied van planning, afstemming, werkvoorbereiding of informatieverstrekking;
- beheerbaarheid: gevolg kan leiden tot verminderde beheerbaarheid of toegankelijkheid;
- capex: gevolg kan leiden tot extra of vervroegde investeringen;
- opex: gevolg kan leiden tot extra of vervroegde onderhoudskosten.

Tabel 7-1 Schematische weergave van mogelijke negatieve gevolgen van de energietransitie op drinkwaterinfrastructuur ('X') en eventuele indirecte gevolgen ('i').

Cluster	Gevolg	Strategie	Water-kwaliteit	OLM	Inspanning planning	Beheer-baarheid	Capex	Opex
1. Aanleg en vervanging	a. Opwarming bodem en drinkwater	i	X		i		i	i
	b. Garanderen microbiol. waterkwaliteit	I	X					
	c. Meer sensing en/of monsternamen				X		X	X
2 lange termijn strategie en investeringen	a. Minder autonomie	X	i	i	X	i	i	i
	b. Hogere vervangingskosten				X		X	
	c. Extra storingen			X				X
	d. Focus op stedelijke omgeving	X		i				
	e. Bij niet-meegaan, extra werkzaamheden				X	X		X
	f. Bij niet-meegaan, extra aanpassingen		X			X	X	
	g. Kostenverhoging vervangingswerken						X	X
	h. Toenemende complexiteit uitvoering		i	i	X	i	X	
	i. Wijkgerichte vervanging en warmtelevering	X	i	i	X		X	
3. Onderhoud en beheer	a. Toenemende complexiteit beheer en calamiteiten		i	X	X	X		X
	b. Werken in zettingsgevoelige grond		i	X		X	X	X
	c. Hoogspanning in ondergrond				X	X		X
	d. Effecten breuk warmteleiding			X		X		i
	e. Opwarming door beschadiging isolatie warmteleidingen		X					i
4. Bestuurlijk	a. Onvoldoende regie door gemeenten	X	i	i	X	X	i	X
	b. Verminderd belang drinkwater	X	i	i	i	i	i	i
	c. Veranderende klantrelatie	X			i	i	i	i

8 Conclusies en aanbevelingen

8.1 Conclusies

In dit onderzoek is nagegaan wat de gevolgen kunnen zijn van de energietransitie op de drinkwaterinfrastructuur. Vanuit diverse perspectieven is deze vraag benaderd (zie hoofdstukken 2 tot en met 6), resulterend in een overzicht van mogelijke gevolgen (zie hoofdstuk 7). De omvang en urgentie van deze gevolgen, verdient nog nadere bestudering. De belangrijkste focus is in dit onderzoek gelegd op de gevolgen van de energietransitie als uitwerking van het Klimaatakkoord. De belangrijkste conclusies van dit onderzoek zijn hieronder gegeven.

1. De ambities en concrete doelen van de energietransitie zijn maatschappelijk breed ondersteund en vastgelegd in de Klimaatwet en het Klimaatakkoord. Hierin staan heldere uitgangspunten voor een transitie van ons energiesysteem. Alle klimaatmaatregelen en in het bijzonder de energietransitie zal de komende dertig jaar grote impact hebben op de inrichting van de ondergrondse infrastructuur. Hierbij zal de impact van de aanleg en het beheer van warmtenetten aanzienlijk groter zijn dan die van het verzwaren van het elektriciteitsnet of het geschikt maken van gasleidingen voor waterstof. Naast de aanleg van warmtenetten zijn er ook andere ontwikkelingen met een grote impact op de ondergrondse ruimtelijke inrichting zoals de verdergaande elektrificatie van de energievoorziening, het afkoppelen van riolen vanwege de klimaatadaptatie, de uitrol van het 5G netwerk en de verdergaande verstedelijking.
2. Meer concrete uitwerkingen van de energietransitie zoals gedaan door het Planbureau voor de Leefomgeving voor het Programma Aardgasvrije Wijken, geven een beeld dat de volledige elektrificatie en het gebruik van Individuele elektrische warmtepompen vooral worden toegepast in dun bebouwde gebieden en in oude stadskernen. Warmtenetten worden naar verwachting vooral toegepast in de overige stedelijke gebieden. In het geval grootschalige warmtebronnen lokaal aanwezig zijn, zal de keuze eerder vallen op een hoog- of middentemperatuurnet. Indien die niet aanwezig zijn dan zal vooral gekozen worden voor laagtemperatuurnetten
3. Een ontwikkeling die op korte termijn speelt is de verplichting van gemeenten om eind 2021 een Transitieplan Warmte af te ronden. Onderdeel hiervan is dat in 2030 de eerste 1,5 miljoen bestaande woningen verduurzaamd zijn volgens een wijkgericht aanpak. In het Klimaatakkoord is aangegeven dat gemeenten stakeholders moeten betrekken, dus ook drinkwaterbedrijven. Ten tijde van het schrijven van dit rapport blijkt dat drinkwaterbedrijven nog beperkt zijn benaderd vanuit hun rol als stakeholder. De auteur valt op dat de bespreking over de energietransitie op overheidswebsites nog relatief vaak gaat over de vraag en aanbod van energie en nog veel minder over de fysieke inrichting van het transportsysteem en de implicaties voor de overige ondergrondse infrastructuur. Het is daarom belangrijk om daar nu aandacht voor te vragen.
4. Drinkwaterbedrijven geven aan dat de energietransitie aandacht heeft, maar dat dit vooral van verkennende aard is. De meeste drinkwaterbedrijven geven aan dat zij in gesprek zijn met de gemeenten en nutsbedrijven om ruimtelijke opgaven af te stemmen. Het ontbreken van concrete plannen en randvoorwaarden voor uitvoering, maakt het echter voor drinkwaterbedrijven lastig om actief op ontwikkelingen in te spelen en hun belangen proactief te behartigen. Gezien de urgentie vanuit het Klimaatakkoord dient rekening gehouden te worden met een stortvloed van initiatieven die zich op korte termijn kunnen aandienen. In veel gevallen zullen (semi-) private partijen hiervoor initiatieven nemen, die een hogere handelingsnelheid hanteren dan de traditionele samenwerkingspartners.

5. Vanwege het decentrale beleid, zal de verwezenlijking van de energietransitie zich vooral op lokaal niveau afspelen. Op dit niveau kunnen allerlei conflicten ontstaan die uiteindelijk zijn terug te voeren op twee nationale belangen, te weten het voldoen aan klimaatdoelen versus het gezondheidsbelang van goed drinkwater. Het blijft daarom van belang dat ook op nationaal niveau aandacht is voor het gezondheidsbelang van goed drinkwater en dat dit wordt meegewogen bij de realisatie van de energietransitie. Hiermee wordt voorkomen dat drinkwaterbedrijven bij lokale initiatieven veelvuldig 'op de rem moeten staan' en daarmee het imago krijgen als 'lastpost' bij een noodzakelijk ontwikkeling.
6. Gezien de verwachte noodzaak om mee te gaan met grootschalige projecten voor warmteleidingen en de omvang en planning hiervan, is het zeer aannemelijk dat de investeringen voor het vervangen van leidingen bij drinkwaterbedrijven de komende jaren zullen toenemen.
7. De gevolgen van de energietransitie op de drinkwaterinfrastructuur richt zich met name op de kans op opwarming van drinkwater en op de grootschalige aanlegprojecten voor warmtenetten met veel grondroering.
 - Ten aanzien van de gevolgen voor opwarming:
 - a. momenteel worden bij monsternamen aan de tap regelmatig temperaturen gemeten van net onder de wettelijke temperatuurseis van 25°C en in incidentele gevallen daarboven;
 - b. gezien de aanleg van warmtenetten en andere ontwikkelingen zoals verdere opwarming van het klimaat, stedelijke hitte-eilanden en verdergaande elektrificatie, is het aannemelijk dat bij ongewijzigde omstandigheden de temperatuur van het leidingwater zal toenemen, met als gevolg een toename van overschrijdingen van de wettelijke temperatuurseis;
 - c. recent onderzoek naar de groei van microbiologische pathogenen toont aan dat het gewenst is de huidige wettelijke temperatuurseis te handhaven en dat verhoging van de temperatuur kan leiden tot microbiologische kwaliteitsvermindering;
 - d. omdat er geen operationele maatregelen zijn voor het verlagen van de drinkwatertemperatuur aan de tap ten gevolge van structurele opwarming, is het preventief voorkomen van opwarming noodzakelijk;
 - e. op locaties met ruimtegebrek zullen er waarschijnlijk onvoldoende mogelijkheden zijn voor drinkwaterbedrijven om de wettelijke temperatuurseis te kunnen garanderen;
 - f. opwarming dient integraal beschouwd te worden, wat betekent dat er naast de drinkwaterleidingen ook aandacht nodig is voor aansluitleidingen, meterkasten en drinkwaterinstallaties.
 - Ten aanzien van de gevolgen van grootschalige aanlegprojecten
 - a. om de effecten van opwarming tegen te gaan en om samen op te trekken met andere beheerders van ondergrondse infrastructuur, zullen drinkwaterbedrijven op grote schaal aanpassingen moeten doen aan hun leidingsystemen, wat naar verwachting zal leiden tot vroegtijdige vervangingen en een toename van de investeringen;
 - b. een grootschalige toepassing van warmtenetten zal leiden tot een groot aantal kruisingen, waar maatregelen (vooral verdiept aanleggen) noodzakelijk zullen zijn om opwarming tegen te gaan;
 - c. de energietransitie dient wijkgericht vormgegeven te worden, wat kan leiden tot een schaalvergroting van vervangingsprojecten;

- d. gezien alle ontwikkelingen is de verwachting dat het voor drinkwaterbedrijven moeilijker wordt om in de stedelijke omgeving zelfstandig werkzaamheden uit te voeren;
 - e. door de verdere toepassing van warmtenetten en de toetreding van nieuwe, vaak meer commerciële partijen, zal de uitvoering van werkzaamheden complexer zijn en zal er een grotere nadruk liggen op informatievoorziening;
 - f. de meer grootschalige werkwijze en de toetreding van nieuwe vaak meer commercieel georiënteerde partijen kan leiden tot nieuwe afspraken over samenwerken, verantwoordelijkheden, kostenverdeling en aansprakelijkheid;
 - g. de gemeente wordt geconfronteerd met een opeenhoping van taken en verantwoordelijkheden (als vormgever van de energietransitie, regisseur van de ondergrond, beheerder van de bovengrondse infrastructuur en het rioleringsnet, aanspreekpunt van de bevolking, aandeelhouder van drinkwaterbedrijven en energienetbeheerders) en diverse betrokkenen van drinkwaterbedrijven hebben twijfels geuit of de gemeenten hiervoor voldoende zijn toegerust;
 - h. diverse betrokkenen geven verder aan dat de vele werkzaamheden die voortkomen uit de energietransitie zullen leiden tot een andere en waarschijnlijk minder gunstige positie van drinkwaterbedrijven ten opzichte van aannemers;
 - i. gemeenten hebben de plicht bewoners inspraak te geven bij de totstandkoming van de energietransitie en daarmee ook met de uitvoering van grootschalige wijkgerichte programma's, wat kan leiden tot meer mondige bewoners bij de uitvoering van werkzaamheden van drinkwaterbedrijven;
 - j. naast de activiteiten voor de energietransitie op wijkniveau, zullen er ook grootschalige werkzaamheden gaan plaatsvinden op interregionaal niveau, zoals het aanleggen van energietransportsystemen naar grootschalige zonne- of windparken of CO₂-opslag, back-up voorzieningen tussen regionale systemen, verdeelstations, die gevolgen kunnen hebben voor bestaande of nieuw aan te leggen wingebieden en transportleidingen.
8. Bij de realisatie van de energietransitie is er nog een groot aantal onbekende factoren. Zonder volledig te kunnen zijn, wordt hierbij gedacht aan:
- a. een betere voorspelling, onderbouwd met metingen, van maatregelen die de effecten tegengaan van opwarming van de bodem door antropogene bronnen, waaronder warmtenetten en rekening houdend met de complexiteit van bodemopbouw en hydraulica;
 - b. een betere voorspelling, onderbouwd met metingen, van de gevolgen van temperatuur op de groei van pathogenen, inclusief de rol die biofilm en hydraulische processen hierin spelen;
 - c. een betere vertaling van bovengenoemde inzichten in ontwerpregels (zoals onderlinge afstanden tussen infrastructuur) naar algemeen geaccepteerde regelgeving in de NEN 7171;
 - d. inzicht in beheermogelijkheden om drinkwater te beschermen tegen opwarming voor locaties met ruimtegebrek;
 - e. een integrale benadering van opwarming, waarbij leidingen, aansluitleidingen, meterkasten en drinkwaterinstallaties in samenhang worden beschouwd;

- f. het onder verantwoordelijkheid van de gemeenten vormgeven van een stedelijke regie, in nauwe samenhang met andere beheerders van stedelijke infrastructuur;
- g. meer in het bijzonder het opstellen van vervangingsplannen die dusdanig robuust zijn dat zij rekening kunnen houden met een gezamenlijke wijkgerichte aanpak, maar waarmee het drinkwaterbedrijf ook in staat is om haar eigen visie en prioriteiten (zoals een streefstructuur) te kunnen handhaven;
- h. samenwerkingsvormen met bewoners die inspraak zullen hebben bij de totstandkoming van de energietransitie;
- i. nieuwe werkwijzen en afsprakenkaders bij de uitvoering van werkzaamheden
- j. de rechtspositie van drinkwaterbedrijven ten opzichte van de grootschalige werkzaamheden en bij behorende complicaties voor het uitoefenen van de aan hen opgedragen wettelijke taak voor het leveren van betrouwbaar drinkwater.

Dit rapport is verschenen op het moment dat nog niet duidelijk is wat de implicaties van de Covid-19 pandemie op beleidsdossiers zoals de energietransitie. Het is denkbaar dat bepaalde kortetermijnmaatregelen worden uitgesteld, waarbij in het bijzonder wordt gedacht aan de verplichting van gemeenten om eind 2021 hun Transitieplan Warmte te hebben afgerond.

8.2 Aanbevelingen

Om als drinkwatersector in te kunnen spelen op de gevolgen van de energietransitie worden onderstaande aanbevelingen gedaan.

Aanbevelingen aan individuele drinkwaterbedrijven:

1. Treedt actief in contact met de verantwoordelijken voor de lokale Regionale Energie Strategie (RES) en met gemeenten om zicht te krijgen op de planvorming (Transitieplan Warmte) en deze waar nodig te beïnvloeden. Hiervoor kan het zinvol zijn de gemeenten vanuit diverse invalshoeken te benaderen: als aandeelhouder, regisseur voor de ondergrond, infrabeheerder, verantwoordelijke voor de energietransitie, etc.
2. Denk vanuit een samenwerkingsmodel, gebruikmakend van een lange-termijnstreefbeeld voor de drinkwaterinfrastructuur.
3. Houd er rekening mee dat er grote aanpassingen in de ondergrond zullen plaatsvinden, voornamelijk bij de aanleg van warmteleidingen die wijkgericht en gezamenlijk worden aangepakt. Dit kan consequenties hebben voor aspecten als:
 - het vervangingsbeleid, waarin minder ruimte zal zijn voor het eigen initiatieven;
 - de omvang van voor te bereiden en uit te voeren vervangingen;
 - de wijze van samenwerken in de ondergrond;
 - een toenemende druk op de ondergrond;
 - een beperktere toegankelijkheid van leidingen;
 - een verschuivende focus voor wat betreft vernieuwing en investeringen naar stedelijke infrastructuur;
 - zwaardere eisen aan informatievoorziening, zoals een beperking van de nauwkeurigheid en het vastleggen van de diepteligging (met name relevant bij kruisingen).

4. Gezien de verwachte grote hoeveelheid werkzaamheden van aannemers, is het belangrijk te streven naar duurzame en langdurige samenwerkingsrelaties.
5. Omdat nog veel ontwikkelingen omtrent de energietransitie onduidelijk zijn en omdat activiteiten van derden steeds prominenter zullen worden, zullen drinkwaterbedrijven snel en flexibel moeten kunnen inspelen op ontwikkelingen. Hiervoor moeten assetmanagers kunnen beschikken over nieuwe instrumenten gericht op bijvoorbeeld impactbeoordeling van warmteplannen, flexibele transitiepaden naar een gewenst streefbeeld en informatie over de omgeving en planvorming van derden.
6. Stel duidelijke en uniforme richtlijnen op hoe om te reageren op initiatieven van derden, over wat wel en niet wordt geaccepteerd, welke oplossingsmethode prevaleert en hoe om te gaan uit uitzonderlijke situaties. Kom met alle drinkwaterbedrijven tot uniforme afspraken, vanuit een gemeenschappelijk kader.
7. Draag er zorg voor dat inspecteurs van drinkwaterbedrijven in staat zijn om ongewenste installaties en werkwijzen tijdig op te sporen en te laten aanpassen. Voer steekproefsgewijs inspecties uit in de nabijheid van bestaande warmteleidingen, registreer meetresultaten en wissel ervaringen uit met andere bedrijven. Registreer temperatuurklachten van klanten.
8. Probeer in beeld te krijgen welke grootschalige werkzaamheden gaan plaatsvinden op interregionaal niveau, en wat de gevolgen kunnen zijn voor bestaande of nieuw aan te leggen wingebieden en transportleidingen.
9. Bereid je als bedrijf voor op de energietransitie en de daaruit voorkomende extra werkzaamheden. Zorg voor voldoende gekwalificeerde werknemers en tref voorbereidingen om te voorkomen dat er sprake zal zijn van een ad-hoc werkwijze.

Aanbevelingen aan de sector:

1. Onderzoek wat de juridische aspecten zijn rondom het gezamenlijk uitvoeren van wijkgerichte vervangingsprogramma's en bijbehorende financiële consequenties en aansprakelijkheden. Kunnen drinkwaterbedrijven tot deelname verplicht worden, is er sprake van compensatie en wat zijn de consequenties bij niet-meegaan? Hoe om te gaan ('wie moet wijken') bij kruisingen op gelijke diepte van een warmteleiding en een drinkwaterleiding en bij langsliggingen waarbij het niet mogelijk is voldoende afstand te houden?
2. Breng het belang van drinkwater vanuit het perspectief van de volksgezondheid onder de aandacht van partijen die actief zijn in de energietransitie, ten einde begrip te kweken voor het belang van drinkwaterbedrijven.
3. Bespreek het recent beschikbaar gekomen onderzoek naar de groei van microbiologische pathogenen (van der Wielen, 2020). Ga na of dit onderzoek een voldoende onderbouwing geeft om de waterkwaliteitseis van 25°C streng te kunnen handhaven.
4. Treedt in overleg met de Inspectie over hoe om te gaan met de verwachte toename van overschrijdingen van de drinkwatertemperatuur, welke maatregelen mogelijk zijn en hoe klanten te informeren. Zorg tevens voor synchronisatie van afspraken op het niveau van individuele bedrijven.
5. De effecten van opwarming zijn het grootste bij warmtenetten met een hoge temperatuur. Aanbevolen wordt om invloed uit te oefenen om dergelijke warmtenetten zo min mogelijk te laten toepassen, of alleen in situaties waar dat vanuit het oogpunt van de drinkwaterlevering zo min mogelijk kwaad kan.

6. Ondersteun afgevaardigden die namens de drinkwaterbedrijven deelnemen aan normcommissies met voldoende informatie en mandaat zodat zij een gedragen sectorstandpunt kunnen verdedigen.

Aanbevelingen voor onderzoek en aanvullend op de punten die zijn genoemd onder punt 7 van de conclusies:

1. Onderzoek het gehele opwarmingstraject van distributieleiding tot aan de tap en maak de resultaten dusdanig concreet en robuust dat deze de basis vormen voor nieuwe regelgeving.
2. In dit rapport is een overzicht gegeven van gepland en lopend onderzoek over opwarming van drinkwater (zie paragraaf 3.4). Ga na welke witte vlekken hier nog zijn om te komen tot een integrale benadering. Uit voorliggend onderzoek zijn onder andere de volgende witten vlekken naar voren gekomen:
 - Kruisingen van warmteleidingen (effect opwarming, benodigde afstand, inzet isolatiemaatregelen);
 - Opwarming in de aansluitleiding en in de drinkwaterinstallatie;
 - Monitoringsmethoden van de temperatuur en biofilm.
3. Hoe drinkwaterbedrijven te ondersteunen, bijvoorbeeld door de ontwikkeling van een optimalisatiesoftware, bij grootschalige en wijkgerichte vervangingsprogramma's? Wat zijn hier de consequenties en handelingsperspectieven van drinkwaterbedrijven (te denken valt aan werken naar een gewenste netstructuur, tijdelijke drinkwatervoorzieningen, flexibiliteit van uitvoering, etc)?
4. Hoe aan te sluiten op de plicht van gemeenten om de bewoners bij de energietransitie te laten meedenken en meebeslissen over de opzet en uitvoering van projecten?
5. In het rapport ligt het zwaartepunt bij opwarming van drinkwater door warmteleidingen. Op dit punt heeft onderzoek plaatsgevonden en is onderzoek gaande. Aanbevolen wordt om ook aandacht te hebben voor de impact van hoogspanningskabels, bovengrondse warmtebronnen, dit alles in combinatie met opwarming als gevolg van klimaatverandering.

9 Literatuur

Aalderen, N. van, J. van Vossen en H.J. van Alphen (2020): Doorkijk assetmanagement naar 2030 en 2050, BTO 2020.006, KWR Nieuwgein.

Agudelo-Vera, A. en Y. Fujita (2017): Hotspots in het leidingnet, BTO 2017.023, KWR Nieuwgein.

Agudelo-Vera, Claudia, Stefania Avvedimento, Joby Boxall, Enrico Creaco, Henk de Kater, Armando Di Nardo, Aleksandar Djukic, Isabel Douterelo, Katherine E. Fish, Pedro L. Iglesias Rey, Nenad Jacimovic, Heinz E. Jacobs, Zoran Kapelan, Javier Martinez Solano, Carolina Montoya Pachongo, Olivier Piller, Claudia Quintiliani, Jan Ručka, Ladislav Tuhovčák and Mirjam Blokker (2020). Drinking Water Temperature around the Globe: Understanding, Policies, Challenges and Opportunities. *Water* 2020, 12, 1049; doi:10.3390/w12041049.

Arfman, M., and Rooijers, F. (2017). Net voor de toekomst: achtergrondrapport, CE Delft in opdracht van Netbeheer Nederland, Begeleidingsgroep Net voor de Toekomst, Delft.

Blokker, E.J.M. and Pieterse-Quirijns, I. (2013). Modeling temperature in the drinking water distribution system. *J. Am. Water Works Assoc.* 2013, 105, E19–E28. doi:10.5942/jawwa.2013.105.0011.

Bos, L. van den (2020). Quantifying the effects of anthropogenic heat sources on the water temperature in the drinking water distribution system. Thesis 4617894, Delft University of Technology, Delft.

COB Nederlands kenniscentrum voor ondergronds bouwen en ondergronds ruimtegebruik (2019): Common ground voor ondergrondse infra, Kennisanalyse voor een overallstrategie voor kabels en leidingen, COB Delft.

Dorssen A.J. van, en A.J. Segrave (2019). Energietransitie: handelingsperspectieven voor drinkwaterbedrijven, BTO 2019.025, KWR Nieuwgein.

Expertise Centrum Warmte (2019): Handreiking voor lokale analyse, verrijking Startanalyse Leidraad ten behoeve van de Transitievisie Warmte, Expertise Centrum Warmte, Den Haag.

Hillebrand, B., E.J.M. Blokker en J. van Summeren (2020). Modellering van de opwarming van drinkwater in drinkwaterinstallaties onder invloed van warmtenetten, KWR 2020.029, KWR Nieuwgein.

Hoogervorst, Nico (2017). Naar een schone economie in 2050: routes verkend. Hoe Nederland klimaatneutraal kan worden. Planbureau voor de Leefomgeving, PBL-publicatienummer: 1926, Den Haag.

Hoogervorst, Nico, Ruud van den Wijngaart, Bas van Bommel, Tijs Langeveld, Folckert van der Molen, Steven van Polen en Joana Tavares (2019-a). Startanalyse voor aardgasvrije buurten (eerste versie, 30 oktober 2019); Gemeenterapport met toelichting bij tabellen met resultaten van de Startanalyse voor de Leidraad Transitievisie Warmte. PBL Planbureau voor de Leefomgeving, PBL-publicatienummer: 3790, Den Haag.

Hoogervorst, Nico, Tijs Langeveld, Bas van Bommel, Folckert van der Molen, Steven van Polen, Joana Tavares, en Ruud van den Wijngaart (2019-b). Startanalyse aardgasvrije buurten (eerste versie, 30 oktober 2019) Achtergrondstudie, Planbureau voor de Leefomgeving, PBL-publicatienummer: 4049, Den Haag.

Kirch, Michiel, Lambert den Dekker en Rogier Duijff (2020). Warmtenetten ontrafeld, opgesteld door adviesbureau DWA in opdracht van TKI Urban Energy,

https://www.topsectorenergie.nl/sites/default/files/uploads/Urban%20energy/publicaties/TKI_WarmtenettenOntrafeld.pdf

Klaver, J (2020). Presentatie: Drinkwaterbedrijven in de energietransitie. PWN, Workshop Workshop terugkoppeling SPX 29 januari 2020.

Klimaatberaad (2019). Klimaatakkoord. 2019.

Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (2020). Rapportage Reflectieve Monitor 2019, Voortgang & Leerervaringen 27 proeftuinen aardgasvrije wijken, Januari 2020

NEN (2009). Ordening van ondergrondse netten - Deel 1: Criteria, NEN 7171-1 (nl), Nederlands Normalisatie-instituut, Delft.

Noord-Hollandse Energieregio (2019): Integraal rapport expertsessies effectbepaling/secundaire effecten, uitgegeven door Decisio, Amsterdam.

Oesterholt, Frank en Els van der Roest (2020). Verslag workshop terugkoppeling SPX 29 januari 2020. KWR, Nieuwegein.

Programma Aardgasvrije wijken (2020). Rapportage Reflectieve Monitor 2019, Voortgang & Leerervaringen 27 proeftuinen aardgasvrije wijken, Januari 2020. Uitgave van Rijksoverheid IPO, Unie van Waterschappen en de VNG.

RES Zeeland (2020): Regionale Energiestrategie Zeeland, RES 1.0, stuurgroep RES Zeeland.

Regionale Energie Strategie (2018): Handreiking Regionale Energie Strategieën; handreiking voor regio's ten behoeve van het opstellen van een Regionale Energiestrategie, versie 20 november 2018, Uitgave van Rijksoverheid IPO, Unie van Waterschappen en de VNG.

Rekenkamer Metropool Amsterdam (2019). Verduurzaming warmtevoorziening met warmtenetten: Onderzoeksrapport. <https://publicaties.rekenkamer.amsterdam.nl/verduurzaming-warmtevoorziening-met-warmtenetten-onderzoeksrapport/index.html#colofon>

Staatstoezicht op de Mijnen (2018): Toekomstbeelden van de energietransitie, Staatstoezicht op de Mijnen, Den Haag.

Vries, J. de, W. Hazelhorst, G. Westdorp en J. de Boer (2019): Uitkomsten Quick scan Buisleidingen Energietransitie en Ondergrond (BEO), Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving, Utrecht

Vewin en IPO (2019): Regionale Energie Strategie (RES) en de drinkwatervoorziening, <https://www.regionale-energiestrategie.nl/documenten/handlerdownloadfiles.ashx?idnv=1494433>

Weij, Hans (2018). Warmtecollege, presentatie gegeven voor HVC Warmte op 07 & 28 mei 2018, ontvangen van op 29-5-20 van Martin de Kuijper, HVC.

Wielen, van der Paul (2020). Invloed van temperatuur op groei van opportunistische ziekteverwekkers in drinkwater, BTO 2020.036, KWR Nieuwegein.

I Strategieën voor aardgasvrij oplossingen

Om een beter beeld te krijgen van de impact van de aanleg van infrastructuur voor het realiseren van de energietransitie wordt in deze paragraaf een beschrijving gegeven van de verschillende strategieën zoals beschreven in de Achtergrondstudie van de Startanalyse Aardgasvrije Buurten (Hoogervorst et al, 2019-b). Per strategie en bijbehorende varianten is aangegeven hoe deze uitpakken met oog op opwarming van de ondergrond.

Strategie 1 – All-electric

De inzet van individuele warmtepompen en energie uit het elektriciteitsnet, waarbij er gebruik wordt gemaakt van verschillende soorten warmtepompen.

Variant 1a – luchtwarmtepomp

Hierbij wordt warmte voor woningen opgewekt door elektrische lucht-water warmtepompen die worden gevoed door elektriciteit. Dit heeft een verzwarend van het elektriciteitsnet (kabels en transformatoren) tot gevolg.

Variant 1b – bodemwarmtepomp

Hierbij wordt warmte voor woningen opgewekt door elektrische water-water warmtepompen, bestaande uit een bodemcollector met warmtewisselaar en een binnenunit met warmtepomp. De bodemcollector wordt onder of nabij de woning aangebracht in de bodem. Bodemwarmte is de belangrijkste warmtebron, de warmtepomp wordt aangedreven met elektriciteit. Dit heeft een verzwarend van het elektriciteitsnet (kabels en transformatoren) tot gevolg, alsmede extra aan- en afvoerleidingen voor het gebruik van bodemwarmte. Omdat gebruik wordt gemaakt van warmte uit de grond, zal de verzwarend van het elektriciteitsnet minder zijn dan bij variant 1a.

Strategie 2 Warmtenet met midden- tot hoogtemperatuur (MT/HT) bron

Warmtevoorziening via een warmtenet op middentemperatuur, waarbij gebruik wordt gemaakt van verschillende warmtebronnen. Het elektriciteitsnet blijft ongewijzigd. Op wijkniveau wordt een hoogtemperatuurwarmtenet aangelegd (70°C). De warmtebron wordt gecombineerd met een piek- en back-upvoorziening op basis van groengas.

Variant 2a – Warmtenet met middentemperatuurrestwarmtebron

Deze variant is toepasbaar bij een nabijgelegen bestaande of geplande hoge-temperatuur warmtebron.

Variant 2b en 2c – Warmtenet met MT/HT-bron – Geothermie

Deze variant is toepasbaar bij een nabijgelegen bestaande of geplande diepe geothermie-installatie. In geval van variant 2b zijn bronnen voor geothermie gebaseerd op de Kansen kaart van TNO. In geval van Variant 2c wordt aangenomen dat er overal geothermie beschikbaar is.

Variant 2d – Warmtenet met middentemperatuurbron bio-WKK

Deze variant is gebaseerd op het volledig voeden van het warmtenet door een nieuw te realiseren bio-WKK-installatie.

Strategie 3 – Warmtenet met laagtemperatuurwarmtebronnen

Hier vindt verwarming met warmtenetten plaats die worden gevoed met laagtemperatuurwarmtebronnen. De opwarming naar een hogere temperatuur kan collectief of per gebouw. Het collectief opwaarderen naar een hogere temperatuur (70°C) kost elektriciteit, maar het leidt tot minder aanpassingen in woningen.

Variant 3a – Warmtenet met laagtemperatuurbron – aflevering op 30°C

Laagtemperatuurwarmte afkomstig van een (industriële) restwarmtebron wordt via een nieuw te ontwikkelen laagtemperatuurwarmtenet bij woningen en gebouwen afgeleverd op LT-niveau (30°C) en binnen woningen en gebouwen met een individuele combiwarmtepomp opgewaardeerd naar de juiste temperatuurniveaus voor ruimteverwarming en warmtap-water. Plaatsing van individuele warmtepompen in alle woningen en gebouwen vereist een verzwaring van het elektriciteitsnet in de buurt. Om gedurende de koudere winterdagen voldoende warmte te kunnen leveren en ook op momenten te kunnen leveren waarop er vanuit de restwarmtebron tijdelijk geen warmte beschikbaar is, wordt het warmtenet voorzien van een buffervat met seizoensopslag.

Variant 3b – Warmtenet met laagtemperatuurbron – aflevering op 70°C

De warmte wordt bij woningen en gebouwen afgeleverd op MT-niveau (70°C) en is daarmee binnen woningen en gebouwen direct geschikt voor gebruik voor ruimteverwarming en warmtapwater. Laagtemperatuurwarmte afkomstig van een (industriële) restwarmtebron wordt hiervoor met een collectieve warmtepomp in temperatuurniveau verhoogd naar (70°C) en via een nieuw te ontwikkelen warmtenet bij woningen en gebouwen afgeleverd. Hiermee kan direct worden voorzien in ruimteverwarming en warmtapwater. Dankzij toepassing van de collectieve warmtepomp vereist deze variant geen verzwaring van het elektriciteitsnet in de buurt. Net als bij variant 3a is een buffervat met seizoensopslag nodig om koudere winterdagen en onbeschikbaarheid van de restwarmtebron te overbruggen. De collectieve warmtepomp wordt aangesloten op een elektriciteitsnet (hoog-of middenspanning).

Variant 3c – Warmtenet met LT-bron – aflevering op 50°C

Deze variant is identiek aan variant 3b, met dat verschil dat de temperatuur in het warmtenet 50°C is.

Variant 3d – Warmtenet met laagtemperatuurbron – WKO met aflevering op 50°C

Laagtemperatuurwarmte afkomstig uit een WKO-bron wordt met een collectieve warmtepomp opgewaardeerd naar een temperatuurniveau geschikt voor ruimteverwarming bij aflevering op 50°C en wordt via een nieuw te ontwikkelen warmtenet bij woningen en gebouwen afgeleverd. Bestaande radiatoren worden vervangen voor LT-radiatoren. Voor warmtapwater maken afnemers gebruik van individuele boosterwarmtepompen. Op collectief niveau wordt een droge koeler toegepast voor regeneratie van de WKO. Dankzij toepassing van de collectieve warmtepomp vereist deze variant geen verzwaring van het elektriciteitsnet in de buurt. De collectieve warmtepomp zal aangesloten worden op een elektriciteitsnet (hoog-of middenspanning).

Variant 3e – WKO

In deze variant is de warmtebron een WKO, gevoed door het elektriciteitsnet. Voor regeneratie wordt omgevingswarmte uit oppervlaktewater gebruikt (TEO - Thermische Energie uit Oppervlaktewater). De onttrokken warmte uit de WKO wordt op collectief niveau opgewaardeerd naar MT-niveau (70°C) en aangeleverd aan woningen en gebouwen. In deze variant worden gebouwen in de zomer gekoeld met koud water uit de WKO-bron, waarbij het opgewarmde water wat terugkomt uit de gebouwen wordt opgeslagen in de WKO. Het resterend benodigd volume warmte om de WKO in balans te brengen wordt geproduceerd met een droge koeler die wordt aangedreven met elektriciteit en onttrekt die gedurende de warmere seizoenen omgevingswarmte uit de buitenlucht onttrekt voor opslag in de WKO. Deze variant vereist geen verzwaring van het elektriciteitsnet in de buurt.

Strategie 4 – Hernieuwbaar gas met hybride warmtepomp

In deze strategie worden hybride warmtepompen toegepast. Een hybride warmtepomp combineert een (kleine) elektrische warmtepomp met een HR-combiketel op groengas. Het merendeel van de warmtevraag voor ruimteverwarming wordt ingevuld met de warmtepomp, op koude dagen waarop de warmtepomp onvoldoende vermogen kan leveren springt de gasketel bij. Het vermogen van de warmtepomp in hybride warmtepompsystemen ligt lager in verhouding tot combiwarmtepompen waardoor het elektriciteitsnet in de meeste gevallen niet verzwaard hoeft te worden. In deze strategie zal het bestaande gasnet worden gevoed met groengas, in de overgangperiode kan dit nog aardgas zijn.

Strategie 5 – Hernieuwbaar gas met hoogrendementkete

In deze strategie worden groengas gestookte combiketels toegepast. Zowel ruimteverwarming als het warmtapwater worden met een HR-ketel geproduceerd door een HR-brander op gas. De aanvoertemperatuur voor ruimteverwarming ligt in deze variant op 50°C, bestaande radiatoren worden vervangen door LT-radiatoren. In deze strategie zal het bestaande gasnet worden gevoed met groengas, in de overgangperiode kan dit nog aardgas zijn.

	Bronnen	Temperatuur warmtebron	Aanvoer temperatuur ruimte verwarming	Collectieve installaties	Individuele installaties	Paragraaf
S1 - Individuele elektrische warmtepomp						
S1a	Elektriciteit + warmte uit buitenlucht	15 °C	50 °C	-	Combiwarmtepomp + LT-radiatoren	4.3.1
S1b	Elektriciteit + bodemwarmte	15 °C	50 °C	-	Combiwarmtepomp + LT-radiatoren	4.3.2
S2 - Warmtenet met midden- tot hogetemperatuurbron						
S2a	Restwarmte + groengas voor plekvraag	> 70 °C	70 °C	Warmtecentrale, MT-restwarmtebron, groengasproductie, MT-warmtenet (70 °C)	Aansluiting op warmtenet + HT-radiatoren	4.4.1
S2b	Geothermie + groengas voor plekvraag			Warmtecentrale, geothermiebron, groengasproductie, MT-warmtenet (70 °C)		4.4.2
S2c						
S2d	Groengas			Bio-WKK warmtecentrale, groengasproductie, MT-warmtenet (70 °C)		4.4.3
S3 - Warmtenet met lagetemperatuurbron						
S3a	Restwarmte + elektriciteit	30°C	30 °C	LT-warmtenet (30 °C)	Aansluiting op warmtenet + combiwarmtepomp + LT-radiatoren	4.5.1
S3b	Restwarmte + elektriciteit		70 °C	Collectieve warmtepomp, MT-warmtenet (70 °C)	Aansluiting op warmtenet + HT-radiatoren	4.5.2
S3c	Restwarmte + elektriciteit		50 °C	Collectieve warmtepomp, MT-warmtenet (50 °C)	Aansluiting op warmtenet + booster warmtepomp + LT-radiatoren	4.5.3
S3d	Warmte uit buitenlucht + elektriciteit	15°C	50 °C	Collectieve warmtepomp, WKO + MT-warmtenet (50 °C)	Aansluiting op warmtenet + booster warmtepomp + LT-radiatoren	4.5.4
S3e	Warmte uit oppervlaktewater + elektriciteit		70 °C	Collectieve warmtepomp, WKO + MT-warmtenet (70 °C)	Aansluiting op warmtenet + HT-radiatoren	4.5.5
S4 - Hernieuwbaar gas met hybride warmtepomp						
	Groengas + elektriciteit	70 °C	70 °C	Groengasproductie, gasnet	Hybride lucht-warmtepomp + HT-radiatoren	4.6
S5 - Hernieuwbaar gas met hoogrendement ketel						
	Groengas	70 °C	70 °C	Groengasproductie, gasnet	HR-combiketel + HT-radiatoren	4.7

Figuur 9-1 Kenmerken van strategieën en varianten, zoals opgesteld voor het Programma Aardgasvrije Wijken, bron: Hoogervorst (2019-b).

II Rapportage aardgasvrije wijken

In januari 2020 heeft het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties de Tweede Kamer geïnformeerd over de voortgang van 27 proeftuinen voor aardgasvrije wijken. In onderstaande tabel zijn de leerpunten gegeven die relevant zijn voor deze studie.

Relevante leerpunten uit rapportage Programma Aardgasvrije Wijken, januari 2020

Algemeen: • Het proces voor de uitwerking van de aanpak (techniek, businesscase) en de participatie met bewoners en gebouweigenaren is veel intensiever dan gedacht en kost veel tijd en inzet menskracht. • De aanpak voor utiliteitsbouw heeft nog nauwelijks aandacht binnen de eerste 27 proeftuinen. • Context blijkt belangrijk: iedere wijk is anders door onder andere cultuur, stedelijk of landelijk, krimp of groei, regio, beschikbaarheid warmtebronnen, en wijze van bebouwing; dit vereist maatwerk.
Regie en organisatie: • Gemeenten zien dat samenwerking tussen gemeente, woningcorporaties en netbeheerders (partijen met publieke taak) een nieuwe manier van werken vereist: - Gemeenten zijn op zoek naar wat de regierol precies inhoudt. - Woningcorporaties zijn een belangrijke aanjager en zoeken naar hoe dat te doen binnen een wijkgerichte aanpak en hun juridische kaders. - Netbeheerders zijn zeer actief in de samenwerking, maar zijn nog niet goed ingericht op het uitfasen van aardgas en een wijkgerichte manier van werken. • Gemeenten geven over het algemeen aan onvoldoende te kunnen sturen op de borging van publieke belangen bij warmtenetten en hebben verschillende opvattingen over de scheiding publiek/privaat inclusief de rol voor de netbeheerder; diverse gemeenten geven aan een grotere rol te zien vanuit het publieke domein. • Invullen van de regierol vergt een grote inzet van tijd, mensen en middelen; gemeenten maken zich zorgen over de middelen die hiervoor nodig- en (nog) niet beschikbaar zijn.
Participatie en communicatie: • Gemeenten ervaren dat veel bewoners begrip hebben voor aardgasvrij en dat ze vooral vragen hebben over het “hoe en wat”. De meeste bewoners vinden hierbij betaalbaarheid het belangrijkste, gevolgd door “geen gedoe”; ook rechtvaardigheid scoort hoog (iedereen zelfde lusten en lasten). • Communicatie is cruciaal, kost tijd en vereist budget; van website tot gesprekken met bewoners. Gemeenten hebben geleerd hier veel tijd in te steken en goed na te denken over de boodschap.
Kosten en financiering: • De gemeenten hebben de businesscases in de meeste gevallen nog onvoldoende scherp; hierdoor is er nog geen precies beeld wat de optimale technische oplossing is en wat het concrete aanbod aan bewoners wordt. De meeste gemeenten verwachten dit in 2020 wel te hebben. • Gemeenten signaleren dat verschillende factoren zoals rendement, afschrijftermijn en investeringskosten grote invloed hebben op de businesscase. •
Technische oplossingen: • Warmtenetten hebben meestal een grotere schaal dan een buurt of wijk nodig om een rendabele businesscase te creëren, gemeenten zoeken naar manier om dit te verbinden met de proeftuin. • Grote gemeenten zien dat het in vlekken aanleggen van warmtenet (“kralen rijgen”) voor clusters woningen/gebouwen en later deze op elkaar laten aansluiten beter aansluit op planning van corporaties en organisatorisch beter is.
Wetgeving en juridische randvoorwaarden: • Gemeenten geven aan dat de huidige juridisch kaders voor warmtenetten niet voldoen zijn (huidige Warmtewet); diverse gemeente maken zich ook zorgen over Warmtewet 2 die in voorbereiding is.

- Veel gemeenten vragen zich af hoe om te gaan met het de bewoners die uiteindelijk niet vrijwillig aardgasvrij willen worden.
- Gemeenten geven aan dat de huidige juridisch kaders voor warmtenetten niet voldoen zijn (huidige Warmtewet); diverse gemeente maken zich ook zorgen over Warmtewet 2 die in voorbereiding is.
- Veel gemeenten vragen zich af hoe om te gaan met het de bewoners die uiteindelijk niet vrijwillig aardgasvrij willen worden.
- Aanbesteding van warmtenetten is complex voor gemeenten in de huidige marktordening.

Datagedreven planvorming:

- Gemeenten geven aan dat de ondergrond een belangrijk aandachtspunt is en goed in kaart gebracht moet worden. Dit is vaak niet het geval. Ook blijkt soms dat als de schop de grond in gaat, de situatie anders is dan volgens de 'kaart'.
- Aan het begin van het proces is het goed om op basis van informatie en data te komen tot joint fact finding met alle stakeholders.

Verbinden met andere opgaven in wijk:

- Gemeenten zien goede mogelijkheden voor het meekoppelen, dat wil zeggen met andere thema's waar relatief makkelijk verbinding kan worden gelegd, zoals vervanging riolering en herinrichting van de openbare ruimte.
- Er is een aantal gemeenten dat de opgave koppelt aan wijkvernieuwing of -verbetering. Daarbij gaan ze uit van gebiedsontwikkeling en de ontwikkeling van de wijk naar de toekomst. Vervolgens verbinden ze daar aardgasvrij aan. Dit sluit volgens hen ook beter aan bij de behoeften van de bewoners.
- Diverse gemeenten geven aan dat het aardgasvrij maken op zich al complex is; het verbinden met andere opgaven lukt alleen als het echt meerwaarde oplevert en het proces niet sterk vertraagt of anderszins ingewikkeld maakt.

III Vragenlijst over gevolgen energietransitie

Aan de tien drinkwaterbedrijven is onderstaande vragenlijst voorgelegd.

1. Onderschrijft uw bedrijf dat de energietransitie een grote uitdaging vormt voor het beheer van het leidingnet? Zo ja, wat zijn daarin de belangrijkste elementen?
2. Zijn er concrete plannen opgesteld hoe te anticiperen op deze uitdaging? Zo ja, wat voor soort plannen zijn dit met oog op de leidinginfrastructuur?
3. Vindt er afstemming plaats met gemeenten en/of netbeheerders energie over het opstellen van het Transitievisie Warmte (deze dient elke gemeente eind 2021 afgerond te hebben)? Zo ja, betreft dit algemene verkenningen of concrete planvorming?
4. Zijn er al concrete initiatieven binnengekomen voor de aanleg van warmtenetten die leiden tot het vervangen van leidingen? Zo ja kunt u een kenschets geven?
5. Is er zicht op de effecten van de energietransitie op het meerjaren investeringsplan? Zo ja welke effecten zijn dat?
6. Verwacht u dat als gevolg van de energietransitie (aanleg van warmtenetten) er leidingen eerder vervangen moeten worden die anders nog geruime tijd hadden kunnen functioneren? Heeft u zicht op de omvang daarvan?
7. Verwacht u dat als gevolg van de energietransitie (aanleg van warmtenetten) er leidingen later vervangen moeten worden (omdat de aanleg van warmtenetten voor een later tijdstip staat ingepland) wat kan leiden tot extra storingen of tot ongewenste situaties vanuit het oogpunt van risicobeheer?
8. Verwacht uw bedrijf dat er als gevolg van de energietransitie meer werkzaamheden moeten worden uitgevoerd voor het vervangen van leidingen (zelf of in uitbesteding)? Denk hierbij ook aan werkzaamheden voor afstemming, werkvoorbereiding, uitvoering, toezicht of informatievoorziening?
9. Naast de aandacht voor leidingen, is er ook aandacht nodig voor aansluitleidingen, de meterkast en de binneninstallatie. Zijn er op dit vlak ontwikkelingen die om nadere aandacht vragen?
10. Welke kansen ziet u voor uw bedrijf als gevolg van de energietransitie met oog op het leidingnet?
11. Welke bedreigingen (anders dan hierboven genoemd) ziet u voor uw bedrijf als gevolg van de energietransitie met oog op het leidingnet?
12. Heeft u eerder metingen uitgevoerd aan leidingen of binneninstallaties waar temperaturen zijn gemeten vlakbij of hoger dan 25°C? Zo ja, dan zou ik die graag willen meenemen in het rapport.

IV Lokale analyse gevolgen warmteleidingen

Stedelijkheidsfactor 1: Eindhoven

1. Jacobus Deckersstraat



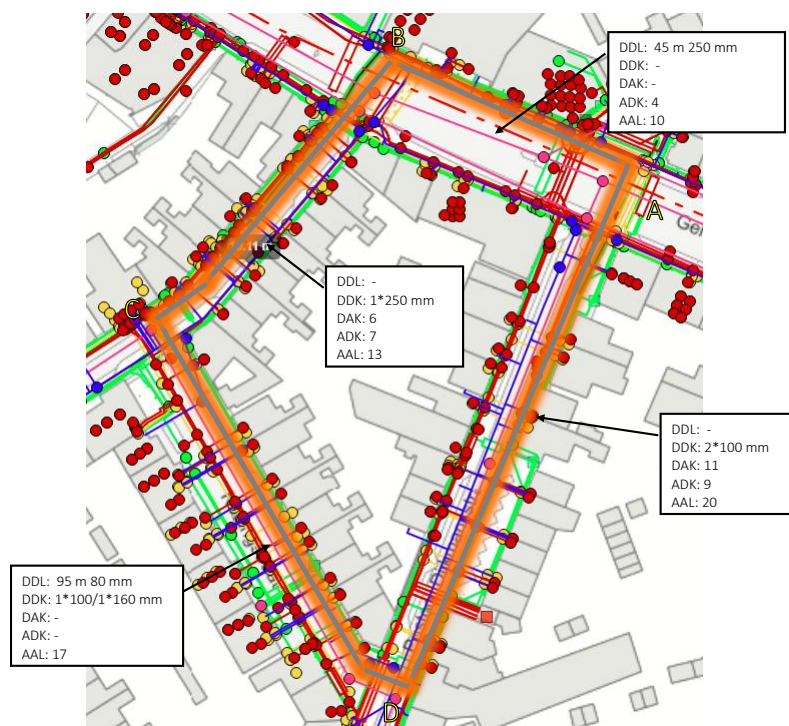
2. Polanerweg – Louise de Colignystraat



3. Ericastraat – Jasmijnstraat



4. Geldropseweg – Kettingstraat



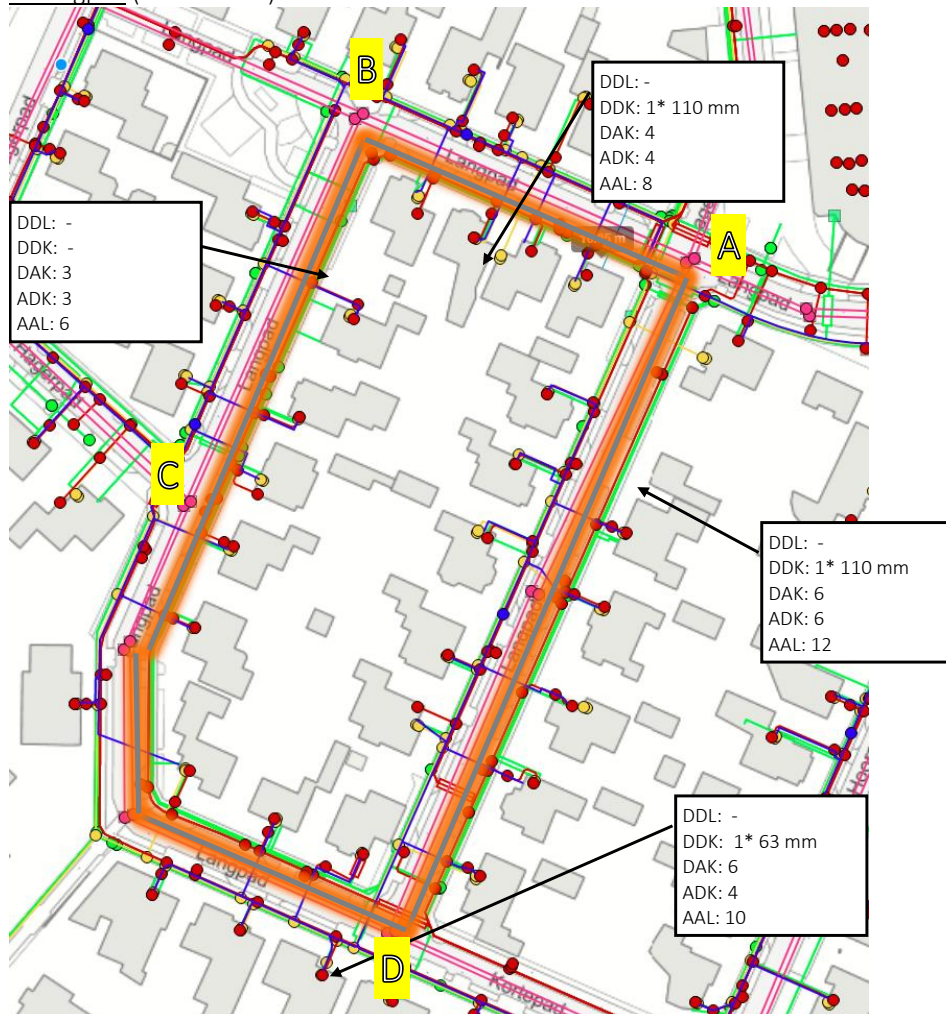
5. Keizersgracht – Bergstraat



Traject AC, 2 maal 100 mm beide vervangen door een enkele leiding

Stedelijkheidsfactor 2: Veldhoven

1. Langpad (Veldhoven1)



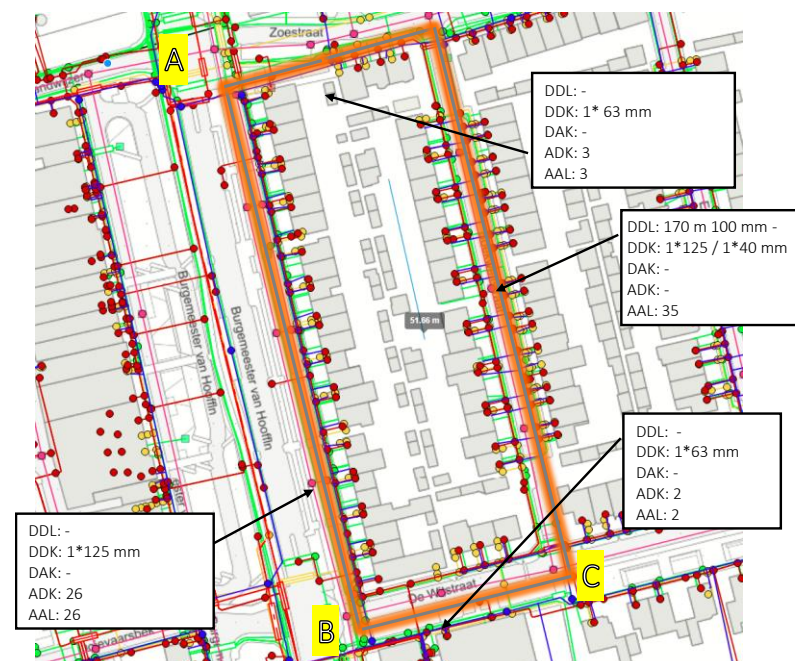
2. Heuvelwal – Hoekwal



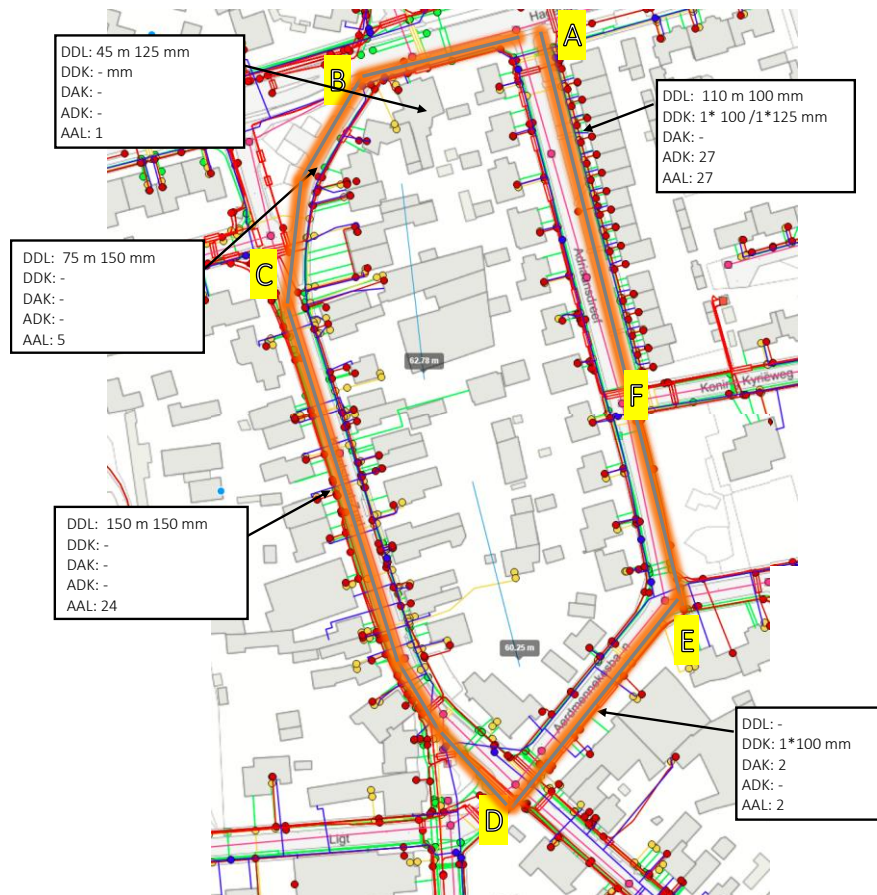
3. De Pompenmaker – De Wagenmaker



4. Burg. van Hooflaan – Boekweitstraat

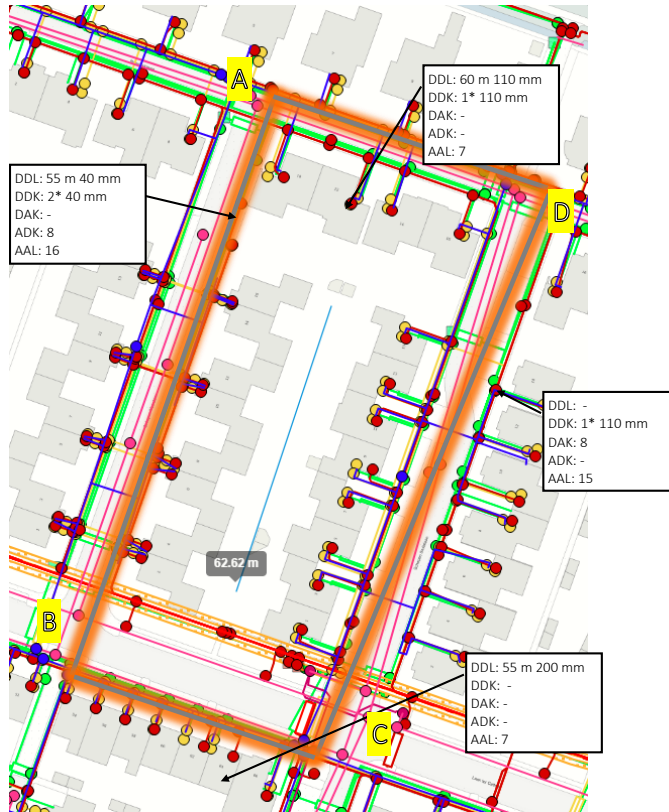


5. Kapelstraat Zuid – Adriaansedreef

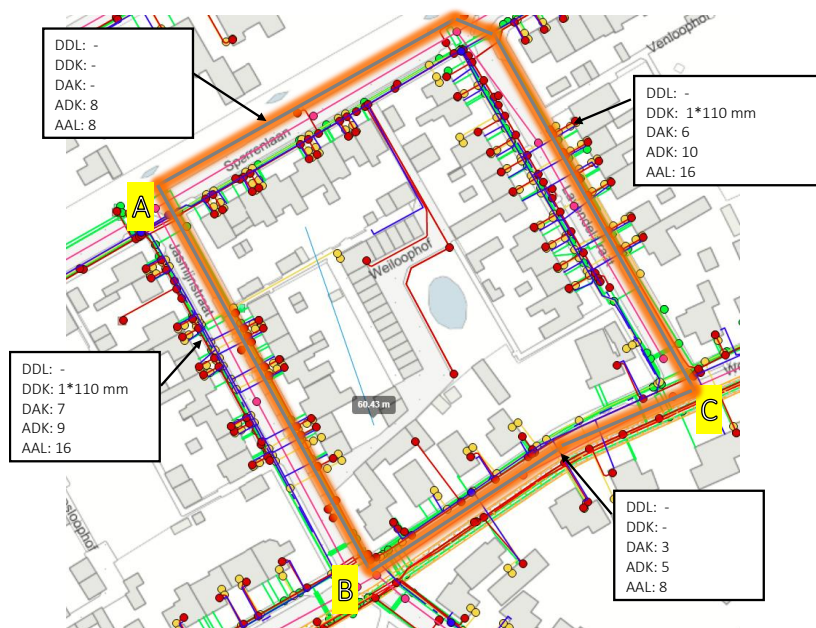


Stedelijkheidsfactor 3: Nuenen

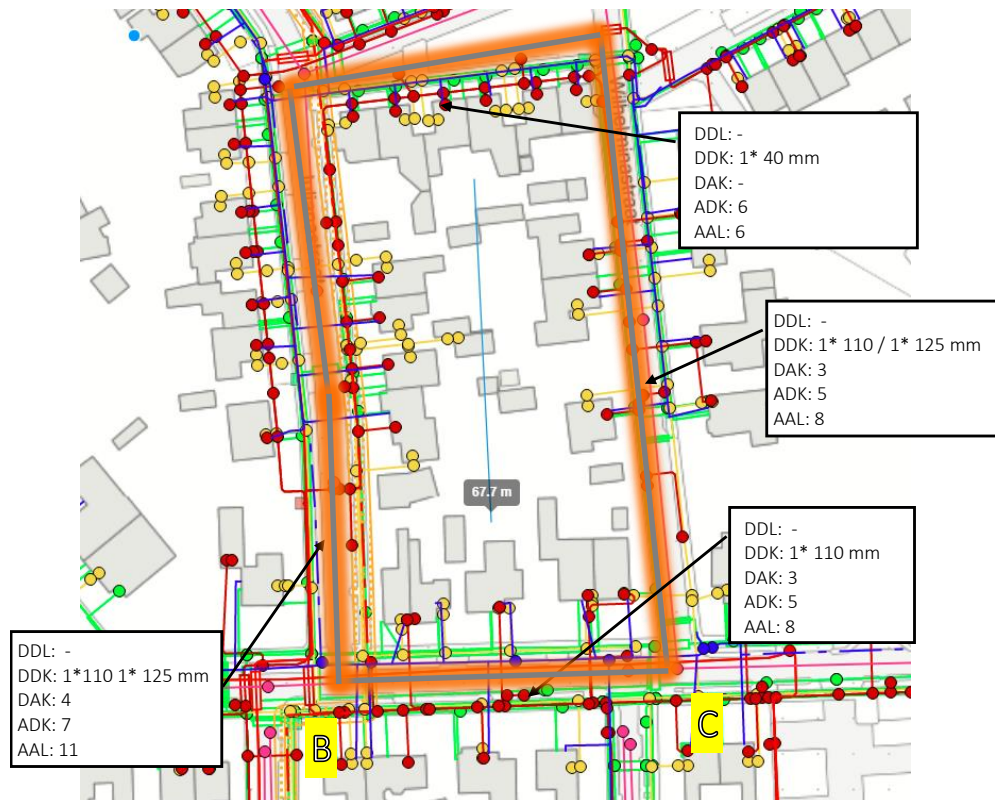
1. Schepen Maaslaan – Schepen Smitslaan



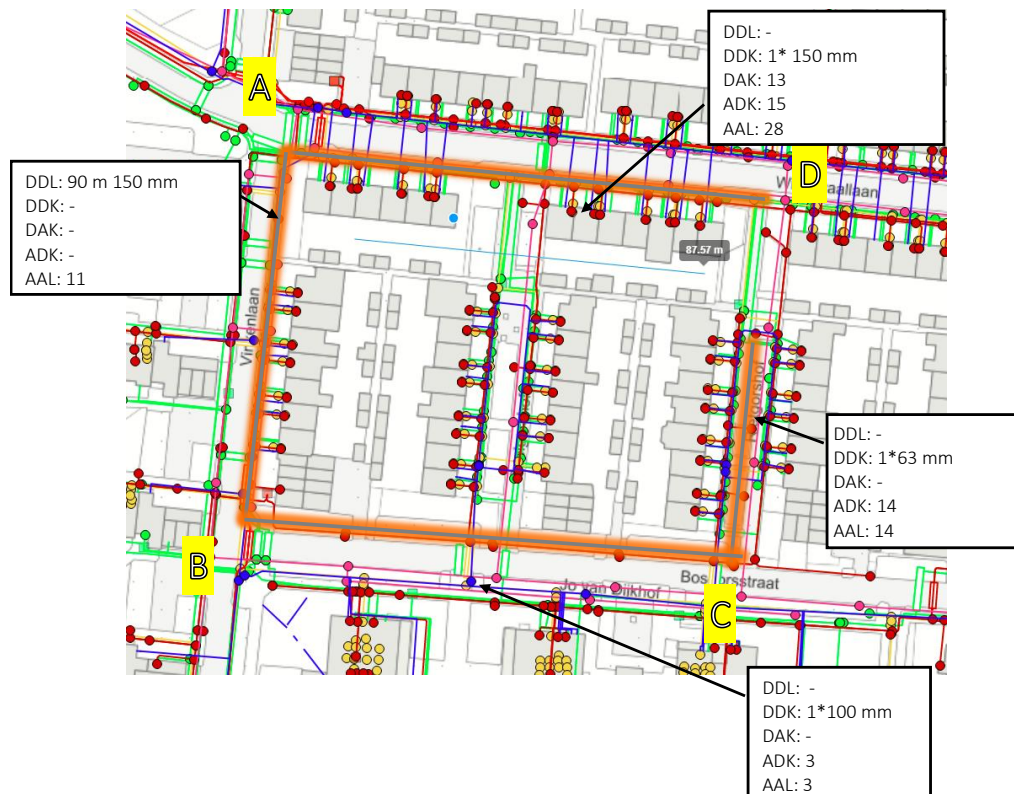
2. Lavendelstaat – Jasmijnstraat



3. Julianastraat – Wilhelminastraat



4. Bosgorsstraat – Wielewaallaan



5. Margrietstraat – Nassaustraat