A network diagram consisting of various sized light blue circles connected by thin white lines, set against a solid blue background. The circles vary in size, with some being significantly larger than others, and they are interconnected in a complex, non-linear fashion.

**Bedrijfstakonderzoek
BTO 2023.211(s) | Mei 2023**

**Energietransitie:
Verkenning
beschikbare ruimte op
1 meter diepte**

Bedrijfstakonderzoek

KWR

Bridging Science to Practice

Rapport

Energietransitie: Verkenning beschikbare ruimte op 1 meter diepte

BTO 2023.211(s) | Mei 2023

Dit onderzoek is onderdeel van het collectieve Bedrijfstakonderzoek van KWR, de waterbedrijven en Vewin.

Opdrachtnummer

402045-259

Projectmanager

I. (Ina) Vertommen MSc

Opdrachtgever

BTO - Bedrijfsonderzoek

Auteur(s)

A.(Aulia) Galama-Tirtamarina MSc, Ir. R.H.S. (Ralph) Beuken

Kwaliteitsborger(s)

dr.ir. E.J.M. (Mirjam) Blokker.

Verzonden naar

Dit rapport is verspreid onder BTO-participanten.

Een jaar na publicatie is het openbaar.

Keywords

Energietransitie, ruimte, warmtenet

Jaar van publicatie

2023

Meer informatie

AGa

T +31(0)30 6 21666539

E Aulia.tirtamarina@kwrwater.nl

PO Box 1072

3430 BB Nieuwegein

The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511

E info@kwrwater.nl

I www.kwrwater.nl

KWR

Mei 2023 ©

Alle rechten voorbehouden aan KWR. Niets uit deze uitgave mag - zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van KWR - worden verveelvoudigd, 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.

Inhoud

Rapport	1
<i>Samenvatting</i>	Error! Bookmark not defined.
Inhoud	2
1 Inleiding	3
2 Aanpak	4
3 Analyse Haarlem	7
3.1 Transitievisie warmte en het leidingnet van Haarlem	7
3.2 Beschikbare vrije ruimte in Haarlem	8
Drinkwaterzijde: $V1 < 2\text{m}$	8
Tussen drinkwater en riool: $V2 < 2,5\text{ m}$	8
Rioolzijde: $V3 < 1,5\text{ m}$ en $V2 < 1\text{ m}$	9
Totaalbeeld	9
3.3 Conclusie voor situatie Haarlem	11
4 Analyse Eindhoven	12
4.1 Transitievisie warmte Eindhoven	12
4.2 Beschikbare vrije ruimte in Eindhoven	14
4.3 Conclusie voor situatie Eindhoven	15
5 Discussie	16
Referenties	18
Bijlage 19	
I De verhouding tussen beschikbare openbare ruimte en de lengte van drinkwaterleidingen	19
II Mogelijke verbeteringen van deze analyse	21

Meer informatie

A. Galama-Tirtamarina
T +31(0)30 6 21666539
E Aulia.tirtamarina@kwrwater.nl

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands



1 Inleiding

Nederland heeft zijn klimaatambities nader uitgewerkt in landelijk beleid voor onder andere de gebouwde omgeving. Een van de doelen is om in 2050 7,5 miljoen woningen en gebouwen te voorzien van een duurzame warmtevoorziening. Hiervoor zullen onder andere warmtenetten worden aangelegd waardoor de drukte in de ondergrond verder zal toenemen, warmtenetten bestaan immers uit heen- en retourleidingen. De impact op drinkwaterleidingen zal groter zijn bij warmtenetten met een hoge temperatuur, omdat de warmte-uitstraling groter is. Voor drinkwaterbedrijven is het relevant te weten of het extra ruimtebeslag impact zal hebben op het vervangingsbeleid van drinkwaterleidingen. Beuken [1] heeft in 2020 de impact van de aanleg van warmtenetten in kaart gebracht. Hij concludeerde op basis van een ruimtelijke inschatting dat als gevolg van de geprojecteerde aanleg van warmtenetten in stedelijke gebieden ongeveer 30% van de lengte van drinkwaterleidingen zich binnen een afstand bevindt van 2 meter¹ van een warmtenet. Dit betekent dat het vervangingsbeleid van een aanzienlijk aandeel van de stedelijke drinkwaterleidingen beïnvloed zal worden door de aanleg van warmtenetten ten behoeve van de energietransitie. In het BTO-project “Invloed van Energietransitie op leidingvervanging”, kijken we meer in detail en met een actuele blik naar de impact van de aanleg van warmtenetten op drinkwaterleidingen. In dit rapport beschrijven we de resultaten van een GIS-analyse die in meer detail ingaat op de beschikbare vrije openbare ruimte om warmtenetten in te plannen. Het doel van deze analyse is gedefinieerd als: breng in twee concrete casussen in beeld hoeveel vrije openbare ruimte er beschikbaar is voor de aanleg van een warmtenet, waarbij er van wordt uitgegaan dat in geval van onvoldoende ruimte voor een warmtenet er actie van het drinkwaterbedrijf noodzakelijk zal zijn. Deze actie kan zijn het verleggen van de drinkwaterleiding of het met gemeente en warmtebedrijf komen tot een aanvaardbare alternatieve oplossing. Opgemerkt wordt dat de warmteplannen nog een voorlopig karakter hebben en in de komende jaren nog aangepast zullen worden. De resultaten van deze analyse dienen daarom beschouwd te worden als indicatief. Het doel van deze analyse is na te gaan of het met een relatief eenvoudige GIS-analyse mogelijk is om dergelijke vraagstukken te onderzoeken.

Deze analyse beperkt zich tot het identificeren van langsliggingen. Er wordt niet nader ingegaan op kruisingen van drinkwaterdistributieleidingen of aansluitleidingen met distributieleidingen en aansluitleidingen voor warmte. Ook is binnen het bestek van deze verkenning de aanwezigheid van andere ondergrondse objecten, zoals boomwortels of afvalcontainers niet mee genomen. Tijdens de uitvoering van de berekeningen waren de resultaten over de opwarming van drinkwater in leidingen door warmtenetten (project TKI-Engine) en de daarop gebaseerde minimale afstanden tussen drinkwater- en warmteleidingen nog niet bekend.

¹ Deze 2 meter is de afstand tussen de hartlijn van de drinkwaterleiding en de hartlijn van de heen- en retourleidingen voor het warmtetransport. Voor deze afstand bestond in 2020 geen wetenschappelijke onderbouwing. De maat komt echter goed overeen met het standpunt van drinkwaterbedrijven (eind 2022) dat er bij langsliggingen anderhalve meter afstand dient te zijn tussen distributieleidingen voor warmte en voor drinkwater.

2 Aanpak

In dit project zijn de risico's voor de beschikbare ondergrondse ruimte van de warmtetransitie op het drinkwaternetwerk onderzocht op basis van de publiek beschikbare transitievisie warmte van gemeente Haarlem en gemeente Eindhoven. Er is voor deze steden informatie beschikbaar over de voorkeursoplossing voor de toekomstige warmtevrage, alsmede een globale periode van realisatie. Zowel Haarlem als Eindhoven geven aan dat zij een warmtenet willen aanleggen op een middentemperatuur (55 – 75°C). Bij de GIS-analyse is het uitgangspunt gehanteerd dat de beschikbare ruimte op een diepte van ongeveer 1 meter bepaald wordt door de aanwezigheid van een warmtenet, het rioleringsstelsel en het drinkwaterleidingnet (objecten als boomwortels en ondergrondse afvalcontainers zijn niet beschouwd). Anders gezegd, er is geen probleem als er in het openbare deel van het straatprofiel naast het aanwezige rioolstelsel en het drinkwaternet én met inachtneming van voldoende onderlinge afstand, er voldoende ruimte is voor de aanleg van een warmtenet. Als die ruimte er niet is en de gemeente plant de aanleg van een warmtenet, zal dat leiden tot inspanningen (verleggingen, acceptatie, discussie over hoe samen te gaan, etc).

De openbare ruimte en de ligging van het riool zijn bepaald op basis van de GIS kaarten vanuit open data van gemeente Haarlem ([Link naar open data Haarlem](#)) en gemeente Eindhoven ([Link naar open data Eindhoven](#)). Het begrip Openbare Ruimte verschilt enigszins tussen gemeente Haarlem en gemeente Eindhoven. De openbare ruimte van gemeente Haarlem wordt bepaald door de gronden in eigendom van de gemeente, provincie en rijksoverheid. Gemeente Eindhoven heeft de openbare ruimte opgesplitst in openbaar groen (bron: [Openbaar groen — Eindhoven Open Data](#)) en openbare bestrating (bron: [Bestrating — Eindhoven Open Data](#)). Gebieden die bestaan uit water zijn in de analyses niet beschouwd als mogelijke locatie voor een warmtenet.

De ligging van de drinkwaterleidingen volgt uit de leidingnetgegevens die zijn verkregen van PWN en Brabant Water. De analyse is uitgevoerd op basis van hartlijnen van leidingen, daarmee worden diameterverschillen buiten beschouwing gelaten.

Voor het bepalen van de benodigde ruimte zijn de volgende aannames gedaan:

- Voor de aanleg van een heen- en retourwarmteleiding is een strook nodig met een breedte van 1,0 meter.
- De zijkant van de strook waarin warmteleidingen worden aangelegd bevindt zich vanwege een veilige constructie op een afstand van minimaal 0,5 meter van het hart van het riool (geldt voor alle typen riool).
- De strook waarin een warmtenet wordt aangelegd moet vanwege een veilige constructie en het tegengaan van opwarming van drinkwater altijd liggen op een afstand van minimaal 1,0 meter van het hart van de leiding tot het hart van de dichtstbijzijnde warmteleiding. Deze afstandseis is gekozen omdat er een warmtenet wordt aangelegd van middentemperatuur. *NB. Ten tijde van dit onderzoek waren de resultaten van TKI-Engine nog niet bekend en bestond er nog geen wetenschappelijke onderbouwing voor deze afstanden.*
- Als het warmtenet naast de drinkwaterleiding wordt aangelegd, dan moet er, naast het hart van de drinkwaterleiding, een minimale openbare ruimte beschikbaar zijn van minimaal 2 meter (1,0 meter breedte voor de aanleg van een heen- en retourwarmteleiding plus een afstand van minimaal 1,0 meter vanaf het hart van de leiding). Als het warmtenet wordt aangelegd in een openbare ruimte waar er minder dan 2 meter ruimte beschikbaar is naast de drinkwaterleiding, dan kan de aanleg van het warmtenet leiden tot opwarming van drinkwater of graafschade aan de leiding.
- Als het warmtenet wordt aangelegd tussen rioolleiding en drinkwaterleiding dan is de minimale afstand tussen het hart van de rioolleiding en het hart van de drinkwaterleiding 2,5 meter (1,0 meter breedte voor de aanleg van een heen- en retourwarmteleiding plus een afstand van minimaal 1,0 meter van het hart van de drinkwaterleiding plus een afstand van minimaal 0,5 meter van het hart van het riool).

- Als het warmtenet wordt aangelegd naast de rioolleiding, dan moet er, naast het hart van de rioolleiding, een minimale openbare ruimte beschikbaar van minimaal 1,5 meter (1 meter vrije ruimte voor warmtenet plus 0,5 meter minimale afstand tussen warmtenet en riool). Daarnaast moet er ook minimaal 1 m vrije ruimte beschikbaar zijn tussen het hart van de rioolleiding en het hart van de drinkwaterleiding aan de andere kant. Het plaatsen van het warmtenet in een openbare ruimte met minder dan 1,5 meter breedte naast het hart van de rioolleiding zorgt voor een domino effect. Doordat het warmtenet wordt geplaatst op een afstand van minder dan 0,5 meter van het hart van de rioolleiding, moet de rioolbuis verplaatst of vervangen worden. Als de afstand tussen rioolbuis en drinkwaterleiding minder dan 1 m is, dan kan de verplaatsing van de rioolleiding leiden tot opwarming van drinkwater of graafschade aan de drinkwaterleiding.

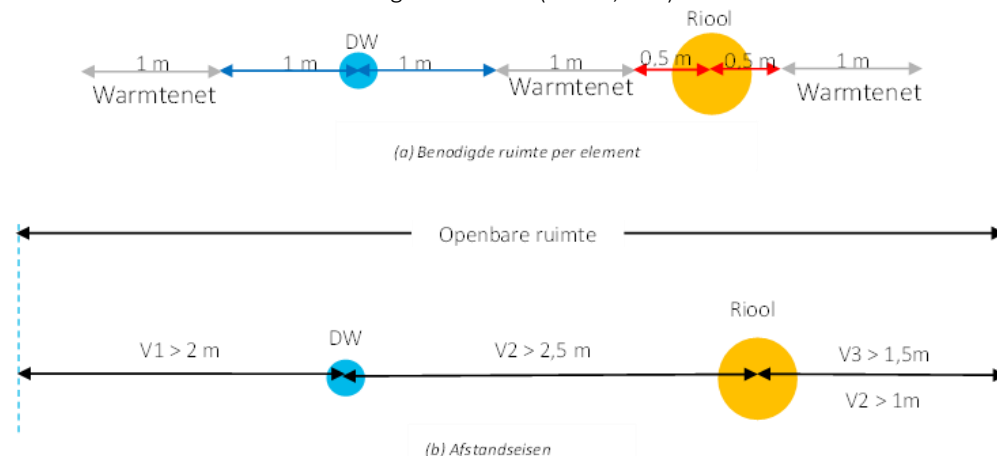
Op basis van deze aannames zijn de volgende afstandseisen geformuleerd voor het positioneren van de twee warmteleidingen in de vrije openbare ruimte (zie ook Figuur 1):

- V1 – afstand tussen drinkwaterleiding en warmtenet: minimaal 2 meter vrije ruimte naast (t.o.v. hartlijn) de drinkwaterleiding (eis: $v1 > 2$ m).
- V2 – afstand tussen riool en drinkwater: minimaal 2,5 meter vrije ruimte (eis: $V2 > 2,5$ m);
- V3 – afstand tussen riool en warmtenet: minimaal 1,5 meter vrije ruimte naast het hart van de riool leiding én minimaal 1 m vrije ruimte tussen de drinkwaterleiding en het riool aan de andere kant ($V3 > 1,5$ m en $V2 > 1$ m).

Er is voldoende openbare ruimte beschikbaar als de situatie voldoet aan één van de drie eisen.

De GIS analyse is uitgevoerd in drie stappen

- In stap 1 is gekeken of $V1 > 2$ m is. Als $V1 < 2$ meter is dan $V2$ is automatisch ook $< 2,5$ m.
- In de tweede stap is gekeken naar de situatie waarin de meeste beschikbare openbare ruimte zich bevindt naast het riool, $V3$ moet $> 1,5$ m en $V2 > 1$ m.
- In de derde stap is gekeken naar de situatie waarin de meeste beschikbare openbare ruimte zich bevindt tussen de drinkwaterleiding en het riool ($V2 > 2,5$ m)



Figuur 1 Minimale benodigde openbare ruimte

In de gepresenteerde GIS-figuren (Figuur 3, 4, 5, 6 en 7) in Hoofdstuk 3 zijn de volgende kleuren aangehouden:

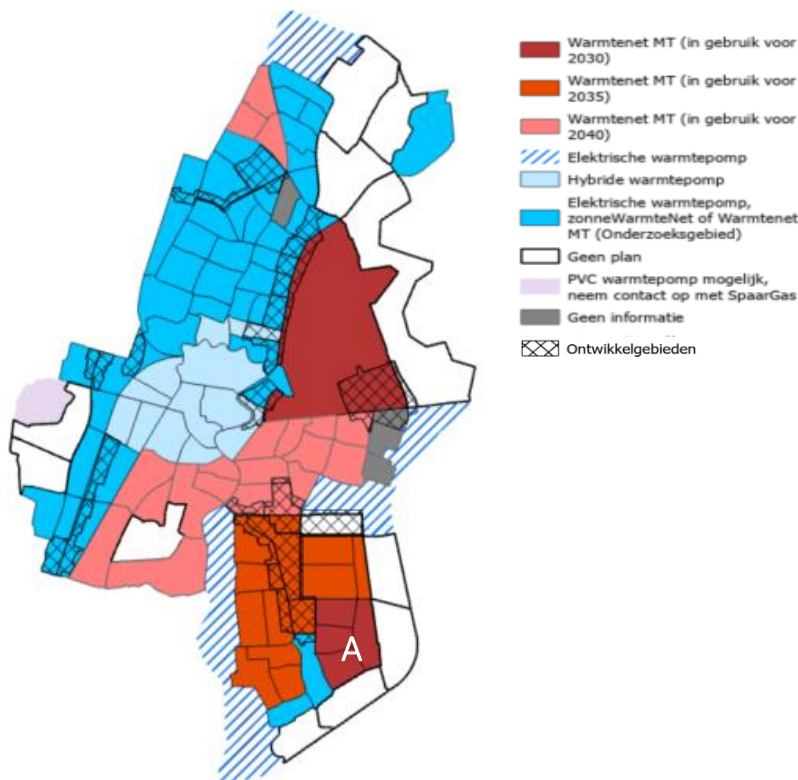
- Grijze lijn: drinkwaterleiding, waar voldoende vrije ruimte is
- Paarse lijn: drinkwaterleiding waar onvoldoende vrije ruimte is voor een warmtenet omdat $V1 < 2$ meter is
- Donkerblauwe lijn: drinkwaterleiding waar onvoldoende vrije ruimte is voor een warmtenet omdat $V2 < 2,5$ meter is
- Lichtblauwe lijn: drinkwaterleiding waar onvoldoende vrije ruimte is voor een warmtenet omdat $V3 < 1,5$ meter en $V2 < 1$ meter is

- Gele lijn: rioolbuis
- Beige vlak: openbare ruimte
- Groen vlak: groene oppervlak, in particulier eigendom
- Donkergrijs vlak: bebouwing;
- Lichtgrijs vlak: grond in particulier eigendom

3 Analyse Haarlem

3.1 Transitievisie warmte en het leidingnet van Haarlem

Gemeente Haarlem heeft in haar Transitievisie Warmte de ambitie uitgesproken om in 2040 van het aardgas af te zijn [2]. Elke twee tot vijf jaar zal deze transitievisie vernieuwd worden en aangepast aan de nieuwste inzichten. Figuur 2 toont de voorgestelde oplossingsrichtingen voor de energietransitie in Haarlem. De ontwikkelgebieden (de zwart gerasterde gebieden) in Figuur 2 zijn de gebieden waarin alle nieuwbouw vóór 2030 aardgasvrij moet zijn. Gemeente Haarlem begint met de energietransitie in Meerwijk (donkerrode gebied A in Figuur 2). In dit gebied met sociale huurwoningen staat groot onderhoud gepland van de openbare ruimte. De aanleg van warmtenetten van middentemperatuur wordt verwacht in de rode gebieden, waarbij in de donkerrode gebieden de warmtenetten voor 2030 gerealiseerd moeten zijn. In de donkerblauwe gebieden is nog geen strategie gekozen, een warmtenet behoort hier tot één van de opties. 344 km drinkwaterleidingen (van in totaal 441 km drinkwaterleidingen in gemeente Haarlem) liggen in een gebied waar volgens de Warmtetransitievisie Haarlem een warmtenet staat gepland (rode en donker blauwe gebieden in Figuur 2). In de lichtblauwe gebieden en in de blauw gearceerde gebieden heeft een andere oplossing de voorkeur en is het niet waarschijnlijk dat een warmtenet wordt aangelegd.



Figuur 2 Kaart met mogelijke alternatieven voor aardgasvrij wonen in Haarlem in 2040 [2]

3.2 Beschikbare vrije ruimte in Haarlem

Drinkwaterzijde: $V1 < 2m$

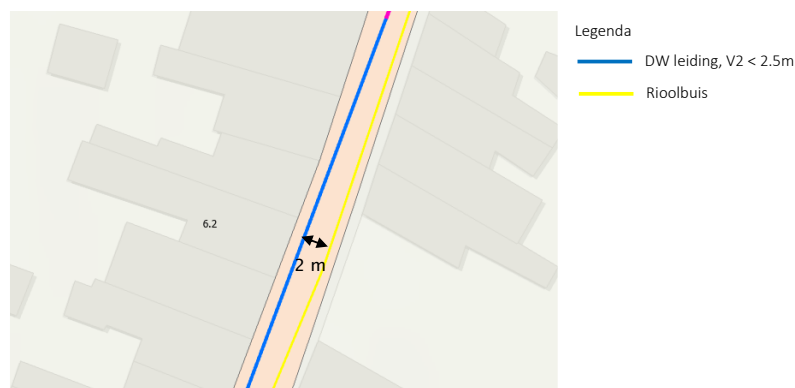
Op basis van GIS analyses, zijn er in Haarlem 13,4 km drinkwaterleidingen met minder dan 2 meter ruimte beschikbaar aan beide zijden van de leiding ($V1 < 2m$). Dit is 2,9% van de totale drinkwaterleidinglengte in gemeente Haarlem. Een voorbeeld is de situatie in de Beveland (Figuur 3). De breedte van de straat is overal minder dan 4 meter.



Figuur 3 Voorbeeld drinkwaterleiding met minder dan 2 meter ruimte aan de rechterkant en aan de linkerkant van de leiding

Tussen drinkwater en riool: $V2 < 2,5 m$

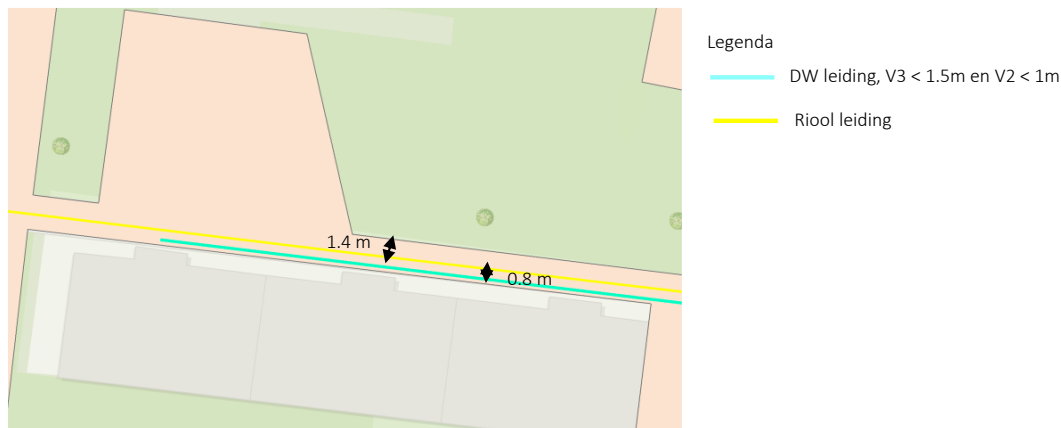
Er blijkt 6,8 km drinkwaterleiding (1,5%) met minder dan 2,5 m afstand tot het riool én waarbij er ook geen ruimte is aan weerszijden van de drinkwaterleiding of het riool. Een voorbeeld aan de Nauwe Geldelozepad is gegeven in Figuur 4. De afstand tussen de drinkwaterleiding en het riool is slechts 2 meter en is er ook geen andere ruimte beschikbaar.



Figuur 4 Voorbeeld drinkwaterleiding met minder dan 2,5 meter afstand tussen drinkwaterleiding en riool en geen andere ruimte.

Rioolzijde: $V3 < 1,5$ m en $V2 < 1$ m

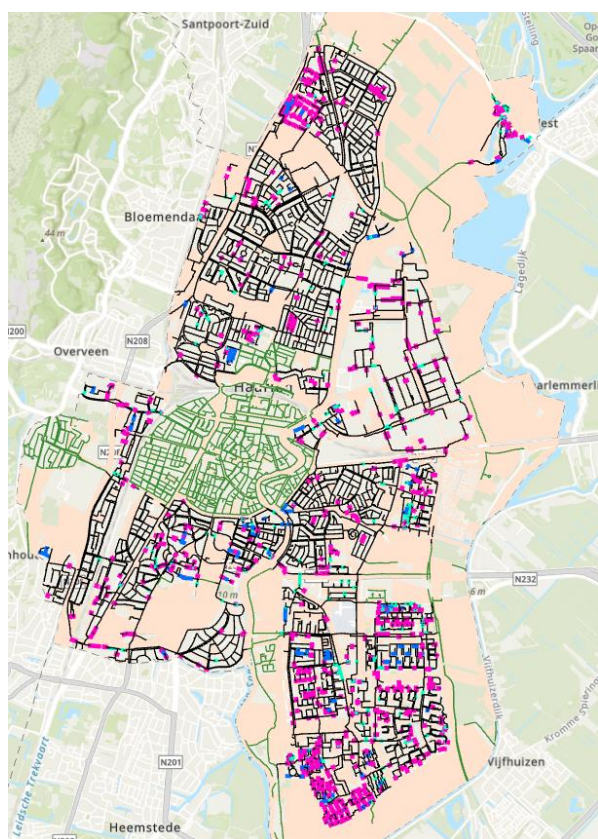
In de derde analyse is gekeken naar de situatie waarbij de grootste beschikbare ruimte naast het riool minder is dan 1,5 meter én waarbij de afstand tussen riool en drinkwaterleiding minder is dan 1 meter. Er zijn in Haarlem 5,8 km drinkwaterleidingen (1,2%) die in deze categorie vallen. Een voorbeeld is de situatie in Figuur 5, tussen de Vincent van Goghlaan en de Princesse Beatrixdreef, waar in een deel de afstand tussen drinkwaterleiding en het riool slechts 1,4 meter is en de afstand tussen de rioolbuis en de drinkwaterleiding 0,8 meter.



Figuur 5 Voorbeeld drinkwaterleiding met minder dan 1 meter afstand vanuit riool leiding en de beschikbare ruimte minder dan 1,5 m is aan de andere kant van riool

Totaalbeeld

Figuur 6 laat de locaties van de te verwachten ruimteproblemen zien, op basis van de randvoorwaarden. De lengte van de leidingen die mogelijk te maken krijgen met ruimteproblemen zijn weergegeven in Tabel 1. Daaruit volgt dat bij 5 % van de drinkwaterleidingen in Haarlem, op basis van de hier uitgevoerde GIS analyses, sprake is van te weinig ruimte in de openbare ondergrondse ruimte. In Tabel 1 is ook te zien dat de lengte per locatie beperkt is, minder dan 5 meter per locatie (Totaal lengte V1, V2, en V3 / Totaal aantal leiding V1, V2 en V3). Het aanleggen van een warmtenet kan, op basis van de gehanteerde uitgangspunten, tot negatieve gevolgen leiden voor drinkwaterleidingen in de vorm van opwarming of graafschade. Er moet worden nagedacht over mogelijke maatregelen. De maatregelen zijn bijvoorbeeld het plaatsen van bescherming/afscherming om opwarming tegen te houden, het dieper leggen van de leiding, of wellicht accepteren als het probleem heel lokaal is (korte leiding, van bijvoorbeeld minder dan 5 meter, die weinig afstand heeft tot het warmtenet).



Legenda

- DW leiding, voldoende ruimte
- DW leiding, $V1 < 2m$
- DW leiding, $V2 < 2.5m$
- DW leiding, $V3 < 1.5m$ en $V2 < 1m$
- DW leiding, geen plan voor warmtenet

Figuur 6 Overzicht van drinkwaterleidingen Haarlem waar een warmtenet wordt aangelegd en waar ruimteproblemen kunnen optreden.

Tabel 1 Te verwachte negatieve effect van warmtenet, per fase, op basis van de drie voorwaarden ($V1 < 2m$, $V2 < 2.5m$, $V3 < 1.5m$ en $V2 < 1m$)

Fase	Info	Leiding lengte					Aantal leiding-ID's				
		Geen probleem (km)	$V1 < 2m$ (km)	$v2 < 2,5m$ (km)	$V3 < 1,5m$ EN $V2 < 1m$ (km)	Totaal (km)	Geen probleem	$V1 < 2m$	$V2 < 2,5m$	$V3 < 1,5m$ EN $V2 < 1m$	Totaal
1	Vóór 2030	37,4	1,9	0,0	0,6	39,9	7631	169	8	48	7856
1,2	Vóór 2035, nieuwbouw vóór 2030	12,4	0,2	0,1	0,4	13,0	2214	37	19	38	2308
1,3	Vóór 2040, nieuwbouw vóór 2030	4,1	0,2	0,0	0,2	4,5	814	14	1	5	834
1,4	Nieuwbouw vóór 2030	22,3	0,6	0,2	0,4	23,4	4964	42	30	27	5063
2	Vóór 2035	38,4	3,2	1,0	0,6	43,2	8584	734	254	148	9720
3	Vóór 2040	88,4	2,4	1,0	0,9	92,7	28787	279	311	154	29531
4	Jaarplan onduidelijk, wel plan voor energietransitie	141,8	2,7	0,9	1,0	146,3	48525	680	215	158	49578
	Totaal	344,8	11,1	3,2	4,0	363,1	101519	1955	838	578	104890
	%	95%	3%	1%	1%		97%	2%	1%	1%	

In Bijlage I is geprobeerd snel inzicht te krijgen naar de verhouding tussen de beschikbare openbare ruimte en de lengte van het warmtenet in elke buurt van Haarlem. De verwachting is dat hoe groter de verhouding is tussen de beschikbare openbare ruimte en de lengte van de drinkwaterleiding, hoe minder ruimteprobleem op zullen treden. De analyse in Bijlage I is veel eenvoudiger en kost minder tijd dan de analyse gebruikt in Tabel 1. Uit analysis in Bijlage I is echter gebleken dat de verhouding van beschikbare openbare ruimte en benodigde ruimte van warmtenet geen goede maat is om snel inzicht te krijgen in de ruimteproblemen.

3.3 Conclusie voor situatie Haarlem

Op basis van de beschikbare data en de gehanteerde uitgangspunten blijkt dat voor 5 % van de drinkwaterleidingen in Haarlem te weinig ruimte is voor warmtenetten en daarmee bij uitvoering van de energietransitie aandacht behoeven. De locaties van de ruimteproblemen zijn verspreid over geheel Haarlem. Het is lastig een conclusie te trekken op buurtniveau; een meer gedetailleerde GIS analyse op straatniveau is noodzakelijk.

4 Analyse Eindhoven

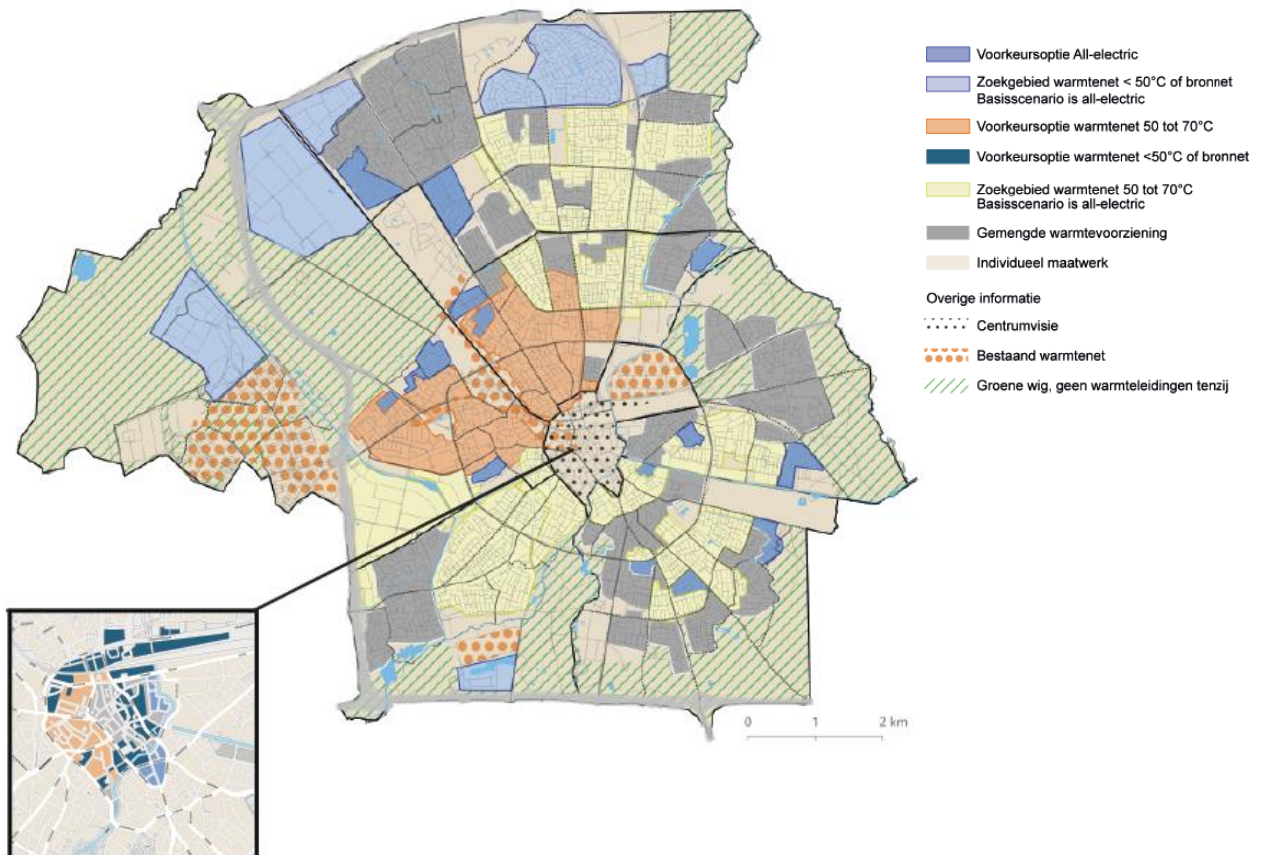
4.1 Transitievisie warmte Eindhoven

Zoals weergegeven in haar Transitievisie Warmte heeft de gemeente Eindhoven de ambitie om in 2050 heel Eindhoven te voorzien van duurzame warmte [3]. Figuur 7 toont de planning voor de warmtekeuzes in Eindhoven en Figuur 8 laat de fasering zien. De betekenis van enkele termen in Figuur 7 is als volgt:

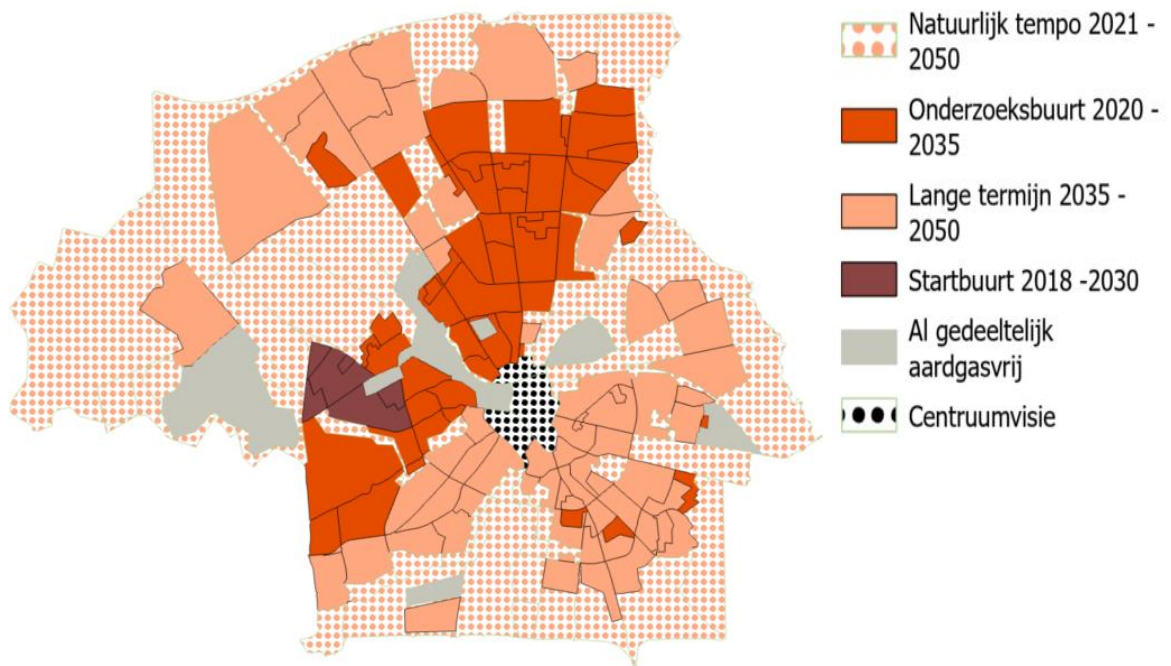
- **Individueel maatwerk:** maatwerk is nodig per gebouw(cluster), voor veel buitengebieden geldt dat het niet mogelijk is om één warmteoplossing aan te wijzen;
- **Gemengde warmtevoorziening:** in sommige wijken is nader onderzoek nodig omdat de kansrijkheid van meerdere warmteoplossingen dicht bij elkaar ligt, bijvoorbeeld omdat de kosten dicht bij elkaar liggen of omdat er een grote diversiteit is aan het type woningen (bouwjaren, hoogbouw en laagbouw);
- **Zoekgebied:** Een warmtenet is hier niet de voorkeursoplossing, maar wel kansrijk en wordt nader onderzocht.

De oplossingsrichting bij gemeente Eindhoven is minder eenduidig dan bij gemeente Haarlem. Het voorkeursgebied voor een warmtenet bevindt zich vooral in het centrum van Eindhoven en in het gebied ten Noordwesten daarvan. Eindhoven kiest voor een warmtenet van midden (55 °C – 75 °C) en lage temperatuur (30 °C – 55 °C) .

De fasering van de warmtetransitie van gemeente Eindhoven is minder expliciet dan bij gemeente Haarlem. Uit Figuur 8 is te zien dat warmtetransitie in de ‘onderzoekbuurt’ (2020-2035) al is begonnen voordat de warmtetransitie in de ‘startbuurt’ (2018- 2030) klaar is. Ook heeft gemeente Eindhoven een gebied met ‘natuurlijk tempo’ waarbij de warmtetransitie voor langere periode doorloopt, van 2021 tot 2050. Het is onvoldoende duidelijk waarom gemeente Eindhoven heeft gekozen voor deze fasering. Door deze ruime fasering is het moeilijk voor het drinkwaterbedrijf om de leidingvervangning te plannen op basis van het warmtetransitieplan.



Figuur 7 Warmtekaart Eindhoven



Figuur 8 Routekaart aardgasvrij Eindhoven

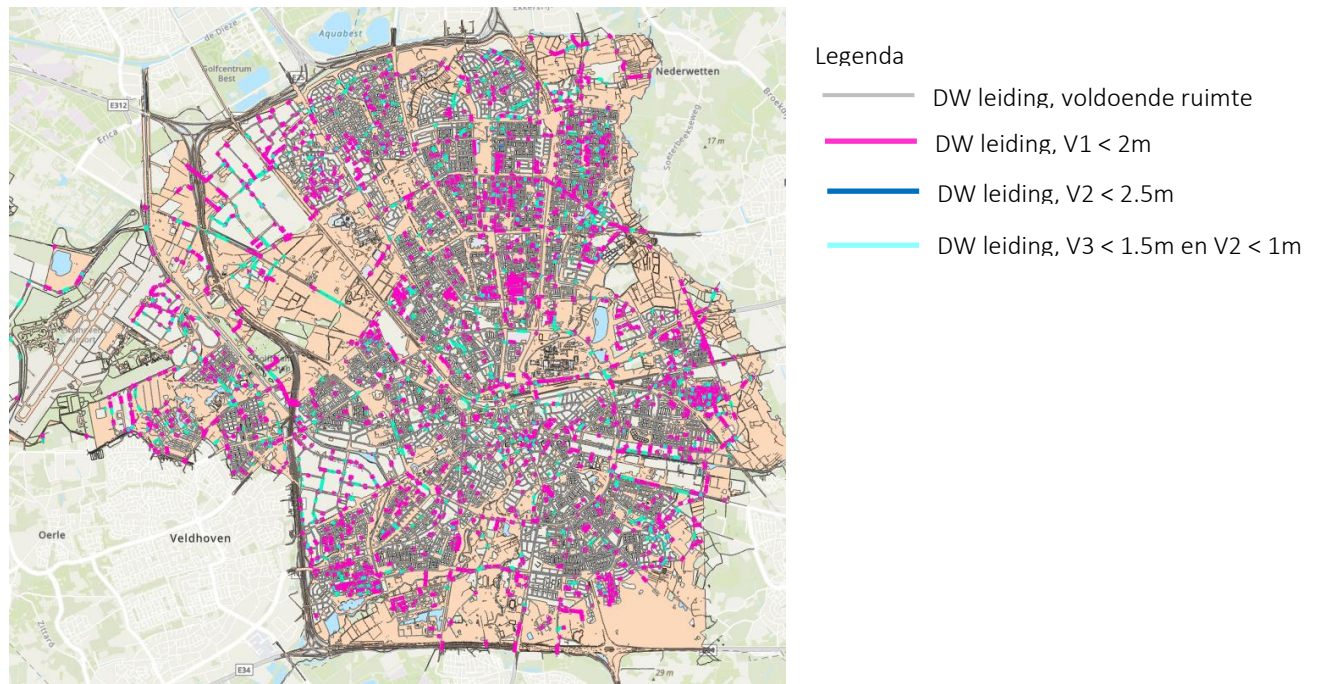
4.2 Beschikbare vrije ruimte in Eindhoven

Dezelfde analyses zoals de Hoofdstuk 3 zijn ook uitgevoerd voor Eindhoven. Op basis van GIS analyses, zijn er in Eindhoven 17,9 km drinkwaterleidingen met minder dan 2 meter ruimte beschikbaar aan beide zijden van de leiding (V1 < 2m). Dit is 4% van de totale drinkwaterleidinglengte in gemeente Eindhoven. 2% van de drinkwaterleidingen in Eindhoven hebben minder dan 1,5 meter ruimte beschikbaar naast het riool en minder dan 1 meter ruimte tussen riool en drinkwaterleiding (V3 < 1,5 m EN V2 < 1 m). Er zijn weinig situaties gevonden waarbij de grootste beschikbare ruimte tussen riool en drinkwaterleiding ligt; er zijn daarom ook weinig situaties gevonden waarbij V2 < 2,5 m.

Het resultaat voor alle leidingen is weergegeven in Tabel 2 en Figuur 9. In Tabel 2 is te zien dat 6 % van de leidinglengte in Eindhoven ligt in het gebied met te weinig openbare ruimte. In Tabel 2 is te zien dat de lengte per locatie beperkt is, gemiddeld minder dan 10 meter per locatie (Totaal lengte V1, V2, en V3 / Totaal aantal leiding V1, V2 en V3). Dit is hoger dan de lengte per locatie in Haarlem (gemiddeld 5 meter/locatie).

Tabel 2 Drinkwater leiding in Eindhoven met beperkte openbare ruimte, op basis van de drie voorwaarden (V1 < 2m, V2 < 2.5 m, V3 < 1.5 m en V2 < 1m)

Fase	Info	Leiding Lengte					Aantal leiding-ID's				
		Geen probleem (km)	V1 < 2m (km)	v2 < 2,5 m (km)	V3 < 1,5 m EN V2 < 1 m (km)	Total (km)	Geen probleem (km)	V1 < 2m (km)	v2 < 2,5 m (km)	V3 < 1,5 m EN V2 < 1 m (km)	Total (km)
0	Al (gedeeltelijk) aardgasvrij	3,0	0,0	0,0	0,1	3,1	783	4	0	7	794
1	2018-2030	22,5	0,2	0,0	0,2	23,0	4350	33	0	22	4405
2	2020-2035	218,6	9,0	0,0	3,3	230,9	36917	1191	2	287	38397
3	2021 -2050	25,3	1,1	0,0	0,5	26,9	4854	99	1	59	5013
4	2035-2050	205,7	7,6	0,0	4,3	217,6	38580	654	0	306	39540
	Totaal	475,1	17,9	0,0	8,5	501,5	85484	1981	3	681	88149
	%	95%	4%	0%	2%		97%	2%	0%	1%	



Figuur 9 Te verwachten negatieve effect van warmtenet op de drinkwaterleiding in Eindhoven

4.3 Conclusie voor situatie Eindhoven

Uit de analyse blijkt dat 6 % van de drinkwaterleidingen in Eindhoven te weinig ruimte heeft voor warmtenetten. Bij uitvoering van de energietransitie heeft dit aandacht nodig. De locaties van de ruimteproblemen zijn verspreid over geheel Eindhoven. Meer gedetailleerde GIS analyses op straatniveau zijn daarbij noodzakelijk.

5 Discussie

Bijna alle gemeenten hebben in 2021 een plan voor de warmtetransitievisie opgesteld, met daarin een schets hoe de warmtetransitie er tot 2050 uit kan zien. De planning moet vaak nog verder ingevuld worden en de meeste plannen hebben een indicatief karakter, vooral voor de jaren die verder in de toekomst liggen. De plannen bieden drinkwaterbedrijven inzicht in hoe de energietransitie zal (of kan) verlopen en wat het mogelijke effect is op de ruimtelijke ordening en daarin de rol van drinkwaterleidingen.

Het aanleggen van een warmtenet zal, op basis van deze analyse voor Haarlem en Eindhoven, invloed hebben op circa 5% - 6% van de drinkwaterleidingen. Dit zijn die leidingen waarbij in een globale GIS-analyse op straatniveau blijkt dat er te weinig openbare ruimte is op 1 meter diepte, de laag waar in het algemeen drinkwaterleidingen, riolering en warmtenetten zich bevinden. Dit percentage is veel lager dan hetgeen resulteerde uit de analyse van Beuken [1]. Hij concludeerde dat met oog op langsliggingen bij de aanleg van warmtenetten in stedelijke gebieden ongeveer 30% van de lengte aan drinkwaterleidingen zich op een beperkte afstand bevindt (minder dan 2 meter op basis van de hartlijnen). Beuken bepaalde dit aantal door met straatbeelden verkregen via Google Streetview warmteleidingen te positioneren op een vanuit engineeringsoogpunt logische locatie en daarna te controleren of er voldoende ruimte was voor drinkwaterleidingen. Voorliggende studie kijkt daarentegen naar alle openbare beschikbare ruimte, ook als die om praktische reden beperkt bruikbaar is. Dit wordt geïllustreerd in Bijlage I. In de Molenplas is veel openbare ruimte, met name groenvoorzieningen, die niet in aanmerking komen voor warmtenetten. Verder is in voorliggende studie geen rekening gehouden met de aanwezigheid van bomen, die de beschikbare ruimte beperken (zie Bijlage II.V). Een meer gedetailleerde analyse op straatniveau is dus nodig om voldoende rekening te houden met noodzakelijk details, zoals logische indelingen in het straatprofiel en de aanwezigheid van bomen.

In Bijlage OI worden enkele mogelijke verbeteringen voor deze analyse gesuggereerd. Op hoofdlijnen betreft dit het volgende:

- Ten eerste, in deze analyse is geen rekening gehouden met de kruisingen van warmtenet en drinkwaterleiding. De afstand bij langsliggingen kan dan voldoende zijn, maar het aantal kruisingen kan er toe leiden de leiding toch te willen vervangen. Dit vraagt nader onderzoek.
- Ten tweede, er zijn situaties met kruisingen waar een neveneffect optreedt. Als het warmtenet onder een straat wordt aangelegd, kruist het warmtenet wellicht niet direct een drinkwaterleiding maar wel meerdere andere buizen. Hierdoor zullen de buizen vervangen moeten worden. Deze te vervangen buizen kruisen weer een drinkwaterleiding, of komen te dicht bij een drinkwaterleiding te liggen, waardoor bij die drinkwaterleiding ook aanpassingen moeten plaatsvinden. Kortom, er kan een kettingeffect optreden.
- Ten derde, het is belangrijk om de kwaliteit van GIS gegevens te verbeteren (om beter zicht te krijgen op beschikbare vs. benodigde ruimte voor de warmtenetten). Het is onbekend hoe de GIS gegevens worden gemeten, bijvoorbeeld op basis van inschatting of op basis van GIS-metingen. Bij inschatting kunnen de gegevens afwijken van de werkelijke situatie (bijvoorbeeld: onzekerheid van 0,5 meter).
- Ten vierde, de analyse kan verder worden verbeterd door het resultaat van eventueel vervolgonderzoek naar het effect van het warmtenet op drinkwaterleidingen toe te passen. Als een voorbeeld, in het begin van dit onderzoek waren de resultaten van TKI-Engine nog niet bekend en bestond er nog geen wetenschappelijke onderbouwing voor de afstand tussen drinkwaterleiding en warmtenet. Op basis van het recent resultaat van TKI engine heeft Vewin de conclusie getrokken dat de minimale afstand tussen

drinkwaterleiding en warmtenet 1,5 meter is. Deze afstand kan mogelijk worden bijgesteld op basis van vervolgonderzoek.

- Ten vijfde, in deze analyse is nog geen rekening gehouden met de aanwezigheid van bomen. Er is een boomkaart beschikbaar, echter deze is niet gratis te verkrijgen. De drinkwaterbedrijven kunnen die boomkaart gebruiken om de analyse te verbeteren.

Deze notitie dient als voorbeeld van wat er met GIS mogelijk is, maar geeft ook beperkingen aan. De impact van de aanleg van warmtenetten op drinkwaterleidingen is een ruimtelijke opgave. Drinkwaterbedrijven wordt aanbevolen te experimenteren met het ruimtelijk in kaart te brengen van de impact van de energietransitie. Deze analyse geeft daarvoor richtingen en verbeterpunten aan. Door ervaringen te delen kunnen drinkwaterbedrijven gezamenlijk stappen zetten om zo goed mogelijk te anticiperen op de energietransitie.

Verder geldt dat de energietransitie niet geïsoleerd kan worden beschouwd. Het is een grootschalige ruimtelijke opgave die in samenhang zal worden uitgevoerd met diverse andere ontwikkelingen, zoals het klimaatbestendig maken van steden, het renoveren van woningen en het herinrichten van straten. Dit maakt dat de uiteindelijke impact op drinkwaterleidingen nog moeilijker is te voorspellen dan door enkel te kijken naar de keuze voor een warmteoplossing.

Referenties

[1] Beuken, R. (2020): Wordt het heet onder onze voeten? Gevolgen van de energietransitie op stedelijke drinkwaterinfrastructuur in kaart gebracht, BTO 2020.046, KWR Water Research Institute, Nieuwegein.

[2] Gemeente Haarlem. 2021. Haarlemse transitievisie warmte, samen op weg naar aardgasvrij.
<https://gemeentebestuur.haarlem.nl/bestuurlijke-stukken/20210254262-2021-02-17-Haarlemse-transitievisie-warmte-Samen-op-weg-naar-aardgasvrij.pdf>

[3] Gemeente Eindhoven. Eindhoven aardgasvrij, Energietransitievisie warmte Eindhoven.
https://www.eindhovenduurzaam.nl/sites/default/files/2021-12/Transitievisie_Warmte_Eindhoven_Aardgasvrij.pdf

Bijlage

I De verhouding tussen beschikbare openbare ruimte en de lengte van drinkwaterleidingen

In deze paragraaf is gekeken naar de verhouding tussen de beschikbare openbare ruimte en benodigde warmtenet in elke wijk van Haarlem. De beschikbare openbare ruimte is berekend met formule (3.1)

$$\text{Beschikbare openbare ruimte} = A_{OR} - A_{DW} - A_{riool} \quad (3.1)$$

$$A_{DW} = L_{DW} \times 2 \text{ m} \quad (3.2)$$

$$A_{riool} = L_{riool} \times 1 \text{ m} \quad (3.3)$$

Waar:

A_{OR} = Oppervlak openbare ruimte (m^2)

A_{DW} = Benodigde oppervlak voor drinkwaterleiding (m^2)

A_{riool} = Benodigde oppervlak voor rioolleiding (m^2)

L_{DW} = Lengte drinkwaterleiding (m)

L_{riool} = Lengte riool (m)

De aanname is gedaan dat de lengte van het warmtenet gelijk is aan de lengte van de drinkwaterleidingen. De benodigde ruimte voor warmtenet is berekend met formule (3.4)

$$\text{Benodigde ruimte voor warmtenet} = A_{WN} = L_{DW} \times 1 \text{ m} \quad (3.4)$$

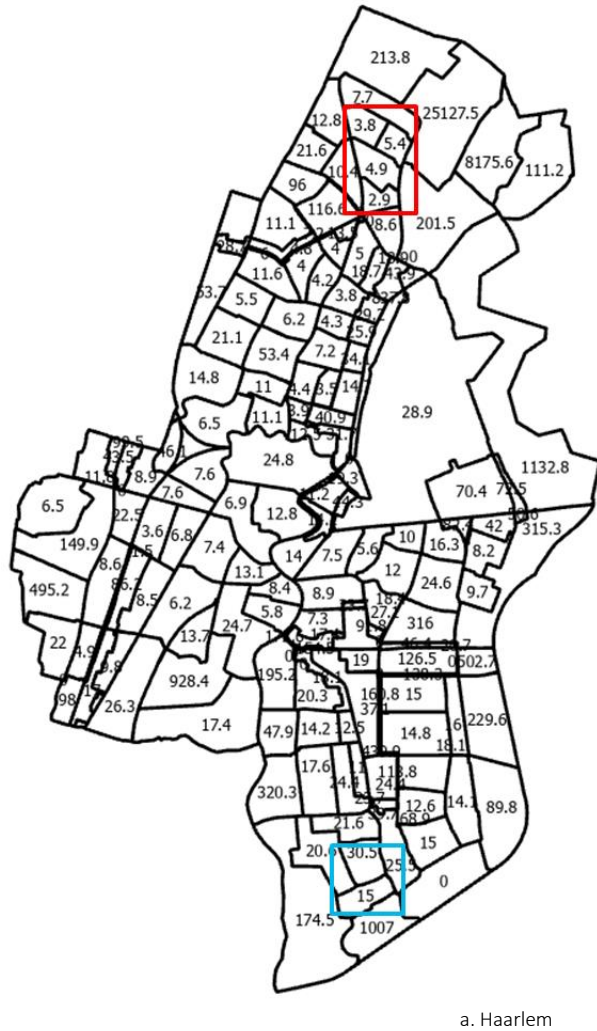
Waar:

A_{WN} = Benodigde oppervlak voor warmtenet (m^2)

De verhouding tussen de beschikbare openbare ruimte en de Benodigde ruimte voor warmtenet per buurt (Formule 3.1 / Formule 3.4) is te zien in Figuur 10(a).

De verwachting is dat hoe groter de verhouding is tussen de beschikbare openbare ruimte en de lengte van de drinkwaterleiding, hoe minder ruimteprobleem op zullen treden. Figuur 10(b) en Figuur 10(c) laten twee buurten zien. De Nachtegaalbuurt een buurt met een verhouding van beschikbare openbare ruimte en benodigde ruimte van warmtenet van 4,9 en Molenplas een verhouding van beschikbare openbare ruimte en benodigde ruimte van 15.

Uit Figuur 10(b) en 10(c) is te zien dat hoewel de verhouding van beschikbare openbare ruimte en benodigde ruimte van warmtenet in Nachtegaalbuurt (4,9) veel kleiner is dan in Molenplas (15), er zijn meer locaties in Molenplas met onvoldoende ruimte voor warmtenet (de gekleurde drinkwaterleidingen geven aan waar onvoldoende ruimte is voor een warmtenet). Molenplas heeft namelijk veel smalle straten waar een drinkwaterleiding ligt. De verhouding van beschikbare openbare ruimte en benodigde ruimte van warmtenet is dus geen goede maat om snel inzicht te krijgen.



b. Nachtegaalbuurt, Haarlem. Beschikbare openbare ruimte 4,9 m²/m



c. Molenplas, Haarlem. Beschikbare openbare ruimte 15 m²/m

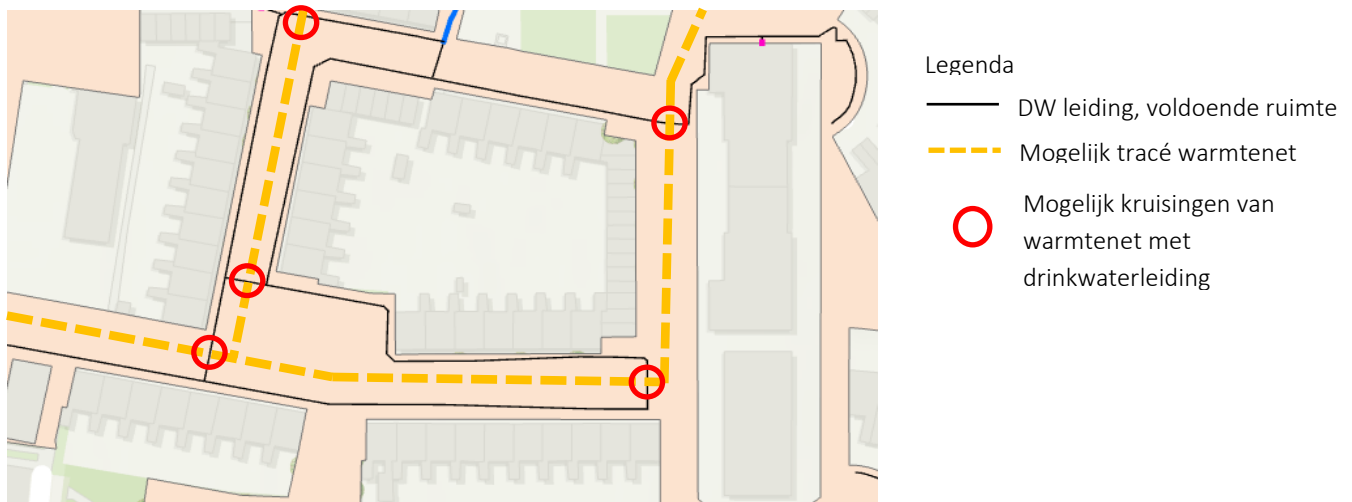
Figuur 10 De verhouding tussen beschikbare ruimte en lengte van warmtenet per buurt

II Mogelijke verbeteringen van deze analyse

In dit onderzoek is nagegaan of het mogelijk is om met een grootschalige en betrekkelijk eenvoudige GIS-analyse inzicht te krijgen in wijken of specifieke locaties waar ruimtelijke problemen zijn te verwachten als gevolg van de aanleg van warmtenet. In de praktijk blijkt dit niet eenvoudig te zijn en om een beter inzicht te krijgen zijn er analyses op meer detailniveau nodig, die echter vaak tijdrovend kunnen zijn. In dit hoofdstuk worden verbeteringen voorgesteld met oog op meer betrouwbare resultaten of een meer efficiënte omgang met informatie.

II.I Meenemen van kruisingen

In deze analyse is geen rekening gehouden met de kruisingen van warmtenet en drinkwaterleiding. Als voorbeeld, de drinkwaterleidingen (zwarte leidingen) in Figuur 11 zijn in deze analyse niet als mogelijk probleemsituatie aangemerkt, omdat er voldoende vrije ruimte beschikbaar is aan weerszijden van de drinkwaterleiding. Als er echter een warmtenet wordt aangelegd, bijvoorbeeld volgens het tracé van de gestreepte oranje lijnen, dan kruist het warmtenet het drinkwaterleiding op vijf locaties (zie de rode cirkels). De afstand bij langsliggingen kan dan voldoende zijn, het aantal kruisingen kan er toe leiden om de leiding toch te vervangen. Deze vergelijking is hier gemaakt op het distributieniveau, maar geldt ook voor kruisingen van distributieleidingen met aansluitleidingen van het warmtenet. Opgemerkt wordt dat in het project TKI-Engine kruisingen vanuit het oogpunt van opwarming geen zwaarwegend probleem leken te zijn. De reden voor vervanging is dan ook meer gezien vanuit het oogpunt van benodigde werkzaamheden.

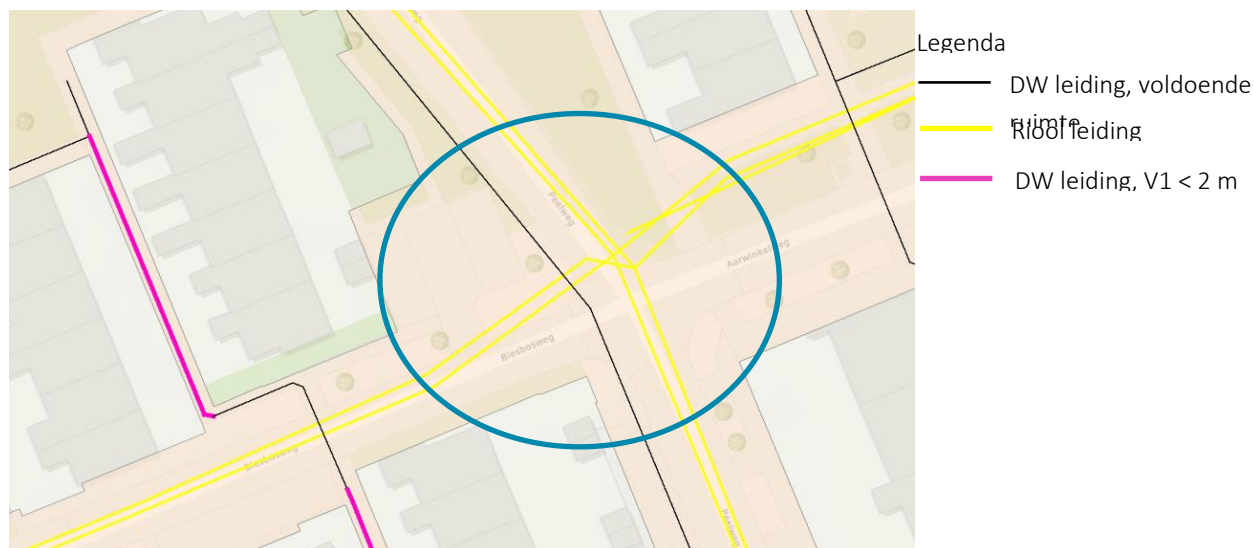


Figuur 11. Drinkwaterleidingen die mogelijk gekruist met warmtleiding

II.II Neveneffect van kruisingen

Er zijn situaties met kruisingen waar een neveneffect optreedt. Dit is geïllustreerd bij het kruispunt van Biesboschweg, Peelweg en Aarwinkelweg in Haarlem (omcirkeld in Figuur 12). De beschikbare openbare ruimte in dit gebied voldoet aan de randvoorwaarden zoals genoemd in Hoofdstuk 2. Als het warmtenet op deze kruising wordt aangelegd, kruist het warmtenet wellicht niet direct een drinkwaterleiding maar wel meerdere rioolbuizen. Hierdoor zal de rioolbuis vervangen worden. Deze te vervangen rioolbuis kruist weer een drinkwaterleiding, of komt te dicht bij een drinkwaterleiding te liggen . waardoor bij die drinkwaterleiding ook aanpassingen moeten

plaatsvinden. Dit neveneffect is erg locatiespecifiek en lastig mee te nemen in GIS-analyses. In algemene zin zal gelden dat hoe drukker de ondergrond is hoe vaker dit neveneffect optreedt.



Figuur 12 Voorbeeld van te verwachten domino effect

II.III Kwaliteit van GIS data

De kwaliteit van GIS gegevens is van belang voor het resultaat van de conclusies. In deze analyse zijn twijfelachtige situaties gevonden. Sommige leidingen (2% van de drinkwaterleidingen in Eindhoven) liggen buiten de openbare ruimte. Ook is er sprake van onlogische liggingen van rioolbuizen zoals te zien in Figuur 13. Het is op basis van de GIS-informatie niet altijd duidelijk of dit een meetfout betreft of dat de situatie in werkelijk zo is uitgevoerd. De eigenaar van de GIS data kan de data verbeteren door informatie te geven over hoe de data is verzameld, zoals op basis van inschatting of op basis van GIS metingen in het veld. Bij inschatting kan de data eigenaar ook aangeven hoe ver de data kan afwijken van de werkelijk situatie (bijvoorbeeld: onzekerheid van 0,5 meter).



Figuur 13 Voorbeeld van een onduidelijke situatie bij rioolbuizen

De kwaliteit van GIS gegevens beïnvloedt het resultaat van de analyses. Het percentage drinkwaterleidingen in Eindhoven met te weinig ruimte bevat ook leidingen waar het resultaat wordt veroorzaakt door fouten in de GIS-

data. De openbare ruimte in Eindhoven is heel gedetailleerd ingetekend en tussen de drinkwaterleiding en het riool in Figuur 14 bevindt zich een ongedefinieerde ruimte ('witte gat', rood omcirkeld). Hierdoor is er te weinig ruimte en is de drinkwaterleiding roze gekleurd. Uit Figuur 14 blijkt dat er voldoende ruimte is, maar dat door het 'witte gat' deze leiding ten onrechte is geselecteerd als met te weinig ruimte. Dit type problemen vraagt om veel voorbereidingen en detailcontroles, die een GIS-analyse tijdsintensief maken.



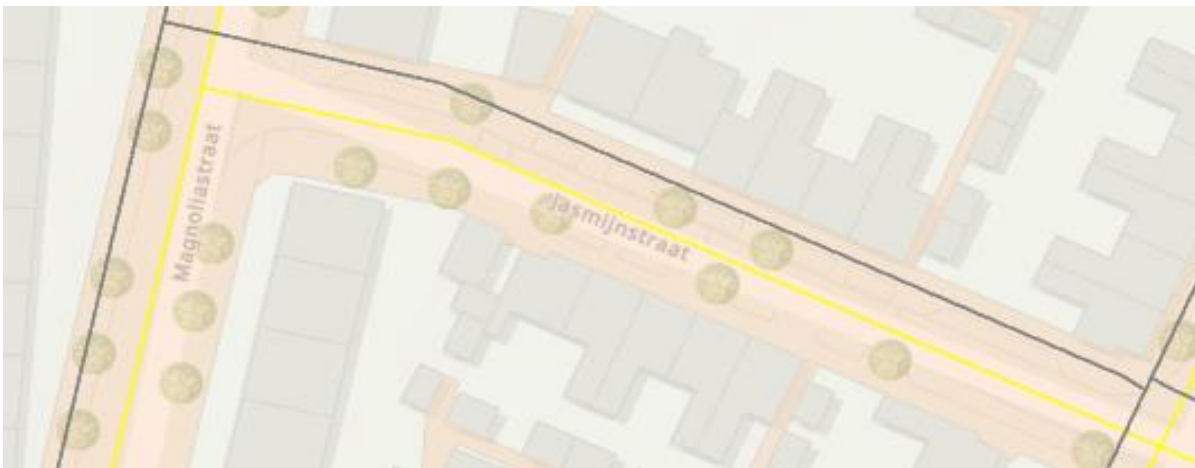
Figuur 14 Voorbeeld verkeerde analyse door GIS kwaliteit, het witte gat is rood omcirkeld.

II.IV Analyse updaten o.b.v. kennisontwikkelingen rondom het effect van warmtenet

Het resultaat mogelijke vervolgonderzoeken kan worden gebruikt om de gehanteerde afstanden in deze analyse te verbeteren. Op basis van het resultaat van TKI engine heeft Vewin de conclusie getrokken dat de minimale afstand tussen drinkwaterleiding en warmtenet 1,5 meter is. Deze afstand kan mogelijk worden bijgesteld op basis van vervolgonderzoek.

II.V Betrekken van bomen in de analyse

In deze analyse is geen rekening gehouden met de aanwezigheid van bomen. Bij gebruik van een GIS-Bomenkaart zal de beschikbare ruimte afnemen. Dit wordt geïllustreerd in Figuur 15, die de Jasmijnstraat in Eindhoven weergeeft. De bovenste figuur geeft de vrije ruimte weer zoals die is bepaald met de uitgangspunten in Hoofdstuk 2. In dit geval blijkt er zich geen ruimtelijk probleem voor te doen. Daaronder is de Google Streetview foto weergegeven die gebruikt is in Beuken [1]. Beuken heeft in zijn ruimtelijke analyse ook de aanwezigheid van bomen meegenomen, waardoor in dat geval de beschikbare ruimte aanzienlijk beperkter is. Er is een boomkaart beschikbaar, echter het is nog niet openbaar. De drinkwaterbedrijven kunnen die boomkaart gebruiken om de analyse te verbeteren.



(b) Locatie van drinkwaterleidingen, rioolbuizen en openbare ruimte in Jasmijnstraat



(a) Streetview Jasmijnstraat (bron: googleStreetview, 21 december 2022)

Figuur 15 Voorbeeld van de impact van bomen in de hier uitgevoerd ruimtelijke analyse, gebruikt door Beuken [1].