

## Kader voor meegaan bij de aanleg van een warmtenet nabij drinkwaterleidingen

KWR BTO 2023.009

**Datum**

19 januari 2022

**Opdrachtgever**

BTO

**Meer informatie**

R.H.S. (Ralph) Beuken

T 030 60 69 758

E [Ralp.Beuken@kwrwater.nl](mailto:Ralp.Beuken@kwrwater.nl)

**Auteur(s)**

Ralph Beuken

**Opdrachtnummer**

402045.259

**Kwaliteitsborger(s)**

Mirjam Blokker

**Projectmanager**

Ina Vertommen

**Pagina**

1/14

## Samenvatting

De aanleg van warmtenetten, als belangrijk onderdeel van de energietransitie, zal er toe leiden dat de drukte in de stedelijke ondergrond verder toeneemt. Warmtenetten bestaande uit heen- en retourleidingen liggen ongeveer op dezelfde diepte als drinkwaterleidingen en rioleringen. Voor drinkwaterbedrijven is het belangrijk inzicht te hebben welke leidingen als gevolg van de aanleg van een warmtenet eerder moeten worden vervangen. In deze notitie wordt daarvoor een eenvoudig afwegingskader gepresenteerd dat zich richt op twee aspecten die van belang zijn bij een dergelijke afweging, namelijk de verwachte afstand tussen het warmtenet en de drinkwaterleiding en de restlevensduur van de drinkwaterleiding. De verwachte afstand wordt hierbij gerelateerd aan een benodigde afstand, die voor de beheerfase wordt bepaald door het voorkomen van overmatige opwarming van drinkwater en voor de aanlegfase door uitvoeringstechnische aspecten. Voor het voorkomen van opwarming wordt verwezen naar het eindrapport van het project TKI-Engine (Blokker en Pan, 2022). De uitvoeringstechnische aspecten worden beknopt in deze notitie uitgewerkt.

Opgemerkt wordt dat er op dit gebied van de energietransitie veel onzekerheid heerst, waardoor het hier gepresenteerde kader vooral een richtinggevend karakter heeft. Deze onzekerheid betreft zaken als de keuze voor warmtenetten inclusief de keuze voor de temperatuur daarvan, de planning waar en wanneer werkzaamheden uitgevoerd gaan worden inclusief de vraag welke opgaven met deze werkzaamheden gecombineerd worden, de vormgeving van het planningsproces inclusief de rol van de gemeenten en fysieke processen van opwarming inclusief de impact van mitigerende maatregelen.

In verband met de leesbaarheid wordt in de meeste gevallen gesproken over drinkwaterleidingen en een warmtenet.

# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>1</b>
<b>1 Aanleiding</b>	<b>3</b>
<b>2 Kader voor meegaan bij parallelligingen</b>	<b>3</b>
2.1 Doel en uitgangspunten	3
2.2 Kader en toelichting	5
<b>3 Aandachtspunten bij toepassing kader</b>	<b>6</b>
3.1 Planning en ontwerp	6
3.2 Vervanging	8
3.3 Beheer	8
<b>4 Kruisingen drinkwaterleidingen en een warmtenet</b>	<b>9</b>
<b>5 Conclusie en aanbevelingen</b>	<b>9</b>
<b>6 Literatuur</b>	<b>10</b>
<b>I Benodigde afstand tussen drinkwaterleidingen en warmtenetten, in de aanlegfase</b>	<b>12</b>

# 1 Aanleiding

Het BTO-project 'Energietransitie en leidingvervanging, vanuit het drinkwaterperspectief' heeft als doel om in nauwe samenwerking met drinkwaterbedrijven een generiek afwegingskader op te stellen, gebaseerd op relevante actuele kennis en expertervaringen en getoetst met casestudies van pilotgebieden. Dat kader dient om drinkwaterbedrijven te ondersteunen bij het behartigen van het belang van de drinkwatervoorziening bij integrale besluitvormingsprocessen over de (her-) inrichting van de ondergrondse infrastructuur als gevolg van de energietransitie. De verwachting was dat bij aanvang van dit project (begin 2021) er een eerste aanzet tot een kader zou worden opgesteld dat in de loop van dit project en aan de hand van uitvoeringsprojecten stap voor stap verbeterd kan worden. In de periode 2021-2022 is er echter maar een beperkt aantal projecten uitgevoerd. Om die reden heeft een meer theoretische beschouwing plaatsgevonden van de impact van de energietransitie op leidingvervangingen. In deze notitie wordt een afwegingskader voorgesteld, voorzien van aandachtspunten, die zijn afgestemd met een projectgroep bestaande uit Peter Horst (PWN), Bart Jacobs (Vitens) en Roel Diemel (BW).

Overige producten van dit BTO-project zijn:

- Drie nieuwsbrieven over de energietransitie (BTO 2021.049, BTO 2022.036 en BTO 2023.008).
- De notitie 'Impact energietransitie op vervangingsbeleid leidingen' (BTO 2022.205(s)) waarin wordt geconcludeerd dat de verwachte impact van de energietransitie op de vervanging van drinkwaterleidingen verschillend zal uitpakken voor drinkwaterbedrijven. De meeste impact zal optreden bij de meer stedelijke bedrijven waar meer warmtenetten worden verwacht.
- De notitie 'Verkenning met GIS naar beschikbare ruimte voor warmtenetten' (BTO 2022.087) waarin is nagegaan of het mogelijk is om op basis van bestaande geografische informatie een beeld te krijgen waar zich ruimtelijke problemen kunnen voordoen als gevolg van drukte in de ondergrond. Het blijkt dat er een uitgebreidere GIS-analyse noodzakelijk is om een meer betrouwbaar inzicht te verkrijgen in toekomstige ruimtelijke problemen in de ondergrond.

## 2 Kader voor meegaan bij parallelleggingen

### 2.1 Doel en uitgangspunten

Het beoordelingskader voor leidingvervanging in gebieden waar een warmtenet wordt aangelegd heeft als doel om een eerste inschatting te maken of een leiding vervangen moet worden en een beeld te krijgen welke aanvullende aspecten die nadere analyse vergen hierbij een rol kunnen spelen.

Als eerste stap is het van belang om het gewenste aggregatieniveau vast te stellen. Dit kader gaat over leidingen. Als uitgangspunt voor het definiëren van een leiding en daaraan gekoppelde besluiten over vervanging geldt:

- gelegen tussen twee afsluiters – afsluitersectie (afsluitbaar en meestal met gelijke karakteristieken);
- een verdere uitsplitsing is mogelijk bijvoorbeeld bij:
  - tertiaire netten, waar één afsluitersectie meerdere straten kan beslaan;
  - transportleidingen met een grote lengte en met duidelijk onderscheidbare leiding- of omgevingskarakteristieken.

Het afwegingskader beschouwt twee componenten, de verwachte restlevensduur van een leiding en de verwachte nabijheid van warmtenetten.

De geschatte restlevensduur wordt onderverdeeld in drie groepen ('stoplichtaanpak'). Dit kunnen drinkwaterbedrijven baseren op inschattingen die gemaakt worden met beslissingsondersteunende softwarepakketten voor vervangingsbeslissingen (zoals BestNet, Rasmariant, IMQS of WiLCO). Deze gegevens kunnen verder aangepast worden met inspectiegegevens, storingsinformatie en expertkennis. Een indicatieve indeling zou kunnen zijn<sup>1</sup>:

- 1 Kort, geschatte restlevensduur <10 jaar;
- 2 Middellang, geschatte restlevensduur 10-30 jaar ;
- 3 Lang, geschatte restlevensduur >30 jaar.

Deze indeling is in principe gelijk aan de methode van het bepalen van de restlevensduur voor het vervangen van leidingen op eigen initiatief. Bij voorkeur wordt hierbij een risico-aanpak gekozen waarbij de restlevensduur wordt bepaald op basis van zowel kans als effect van falen. Leidingen in de categorie 'Kort' zijn daarmee die leidingen die men in principe op eigen initiatief binnen 10 jaar zou willen vervangen.

De restlevensduur kan worden gecombineerd met de volgende omgevingsituaties die betrekking hebben op de verwachte afstand tot werkzaamheden in het kader van de energietransitie (werkzaamheden van derden aan warmtenetten):

- 1 aanleg warmtenet op voldoende afstand van drinkwaterleiding;
- 2 aanleg warmtenet op beperkte afstand van een drinkwaterleiding;
- 3 herinrichting van de ondergrond, dit wil zeggen dat de aanleg van een warmtenet wordt gecombineerd met andere werken in de ondergrond en/of bovengrond (vervanging riolering, vervanging elektra, verwijderen gas, aanpassing wegdek, etc.) en er dus sprake is van een herinrichting van de bovengrondse ruimte en de ondergrondse kabels en leidingen.

Als maat voor voldoende afstand geldt hier:

- Beheerfase, met oog op opwarming: voldoende afstand tussen de drinkwaterleiding en het warmtenet om onaanvaardbare opwarming te voorkomen. Op basis van de resultaten van het onderzoek TKI-Engine (Blokker en Pan, 2022) wordt voor deze afstand (dagmaat) 1,5 meter aangehouden<sup>2</sup>. Deze afstand is van toepassing op de meest toegepaste warmtenetten, waarbij er sprake is van een constante afstand tot het drinkwaternet en waarbij als eis geldt dat de toegestane additionele opwarming als gevolg van het warmtenet 1°C mag zijn in 5% van de verbruiksknoppen.

---

<sup>1</sup> 10 jaar komt overeen met een gebruikelijke periode van graafrust en 30 jaar komt ongeveer overeen met 2050, richtjaar voor de energietransitie.

<sup>2</sup> Opgemerkt wordt dat deze afstandseis ten tijde van schrijven nog niet formeel is vastgesteld door de drinkwaterbedrijven.

- Aanlegfase, met oog op falen tijdens werkzaamheden: voldoende afstand om constructieve problemen te voorkomen. De benodigde afstand is onder andere afhankelijk van bodemeigenschappen, de diepte van het warmtenet, de eigenschappen van de drinkwaterleidingen en de eventuele toepassing van een grondkerende constructie. Deze benodigde afstand geldt voor warmtenetten van alle temperaturen.

Mogelijke faalwijzen zijn:

- lekkage als gevolg van sleufinstabiliteit (instorting of verzakking);
- lekkage als gevolg van mechanische belasting tijdens werkzaamheden (bijvoorbeeld door zwaar materieel, een zandpakket of een stapel stenen) of tijdens de werkzaamheden zelf (bijvoorbeeld door het aantikken van een leiding met een kraan of het doorboren van een leiding met prikstok);
- onopgemerkte aantasting van de leiding die op een later moment leidt tot lekkage.

In Bijlage I worden enkele overwegingen gegeven voor de benodigde afstand tussen de drinkwaterleidingen en een warmtenet in aanleg. Hieruit blijkt dat afhankelijk van de grondsoort en het toepassen van grondkerende constructies, in veel gevallen een minimale onderlinge afstand (dagmaat) benodigd is van 1,5 meter of minder. In een aantal gevallen is een grotere afstand noodzakelijk, vooral als er geen grondkerende constructie is, als het warmtenet op een grotere diepte ligt of als er sprake is van een flauw talud (1:2 of flauwer).

Concluderend: om opwarming tegen te gaan en om falen in de aanlegfase te vermijden, is meestal een afstand van 1,5 meter noodzakelijk tussen een drinkwaterleiding en een HT/MT warmtenet. In een aantal gevallen is een grotere afstand gewenst, dit geldt bij een ontgraving voor het warmtenet onder talud en met een relatief grote diepte en/of in een slappe bodem (zie verder Bijlage I). In het hier gepresenteerde kader betekent voldoende afstand dat op grond van de in de ontwerpfase beschikbare gegevens blijkt dat er een onderlinge afstand is waarbij geen (of een aanvaardbare) kans is op onderlinge beïnvloeding is.

## 2.2 Kader en toelichting

Op basis van de geschatte restlevensduur van de leiding en de omgevings situatie, zijn onderstaande situaties te onderscheiden die betrekking hebben op parallel gelegen drinkwaterleidingen en warmteleidingen.

Tabel 1. Kader om in de ontwerpfase te beoordelen over meegaan bij een initiatief van derden voor de aanleg van een HT/MT warmtenet.

		Geschatte restlevensduur leiding		
		'Lang'	'Middellang'	'Kort'
Omgevings-situatie	Warmtenet op voldoende afstand	1: Niet meegaan	4: Ga alleen mee indien gunstig	7: Ga mee tenzij onmogelijk
	Warmtenet op beperkte afstand	2: Zoek aanpassingen	5: Zoek aanpassingen/meegaan	8: Meegaan
	Herinrichting	3: Zoek aanpassingen	6: Zoek aanpassingen/meegaan	9: Meegaan

Bij de negen situaties is onderstaande toelichting te geven.

- 1 Als een leiding een lange geschatte restlevensduur heeft en er wordt op voldoende afstand een warmtenet aangelegd, dan is er geen reden tot vervanging van de drinkwaterleiding.
- 2 Als een leiding een lange geschatte restlevensduur heeft en er wordt op beperkte afstand een warmtenet aangelegd, zijn de volgende acties mogelijk.
  - a. Eerst, in samenwerking met het warmtebedrijf zoeken naar een gehele of gedeeltelijke verplaatsing of verdieping van het warmtenet om zo voldoende afstand te creëren.
  - b. Daarna, mitigatiemaatregelen nemen ter plaatse van die delen waar opwarming wordt verwacht, zoals het lokaal aanbrengen van isolatie, het lokaal dieper leggen van drinkwaterleidingen of het positioneren

van de leiding in de schaduw of onder begroeiing. Opgemerkt wordt dat deze maatregelen betrekking hebben op opwarming door het warmtenet en/of door klimatologische opwarming. Voor het bepalen of deze maatregelen voldoende effect hebben is een aanvullende berekening noodzakelijk.

- 3 Zie #2, er zal echter ook contact dienen te zijn met andere partijen die deelnemen aan de werkzaamheden. Bij deze andere partijen speelt het aspect van opwarming niet en kunnen dus beperktere afstandseisen gelden.
- 4 Als een leiding een middellange geschatte restlevensduur heeft en er wordt op voldoende afstand een warmtenet aangelegd, is er voor een drinkwaterbedrijf geen dringende reden om de leiding te vervangen, tenzij vroegtijdige vervanging een aantoonbaar voordeel heeft door bijvoorbeeld lagere kosten of minder overlast voor omwonenden.
- 5 Zie #2, omdat de leiding een kortere geschatte restlevensduur heeft, is de kans op vervanging groter dan bij #2.
- 6 Zie #3, omdat de leiding een kortere geschatte restlevensduur heeft, is de kans op vervanging groter dan bij #3.
- 7 Als een leiding een korte geschatte restlevensduur heeft en er wordt op voldoende afstand een warmtenet aangelegd, is het logisch om mee te gaan. Er kunnen echter redenen zijn die meegaan in de weg staan zoals een tekort aan investeringsruimte of een tekort aan intern of extern personeel.
- 8 Als een leiding een korte geschatte restlevensduur heeft en er wordt op beperkte afstand een warmtenet aangelegd, is meegaan de meest logische optie.
- 9 Als een leiding een korte geschatte restlevensduur heeft en er wordt op beperkte afstand een herinrichting van de ondergrond uitgevoerd, is meegaan de meest logische optie.

## 3 Aandachtspunten bij toepassing kader

### 3.1 Planning en ontwerp

- De gemeente vervult als eigenaar van de openbare ondergrondse ruimte een sleutelrol in de regio. Zij heeft daarnaast de plicht de levering van drinkwater te waarborgen. Drinkwaterbedrijven kunnen gemeenten dus wijzen op hun verantwoordelijkheid voor de drinkwatervoorziening. Sterk Consulting BV en FLO Legal BV (2022) schrijven hierover in het 'Handboek Omgevingswet voor een duurzame veiligstelling van de openbare drinkwatervoorziening', opgesteld in opdracht van Vewin:

*Bijlage 1: "Drinkwaterbedrijven hebben op grond van de Drinkwaterwet (art. 3) de zorg voor een voldoende en duurzame uitvoering van de openbare drinkwatervoorziening binnen hun distributiegebied. De levering van drinkwater is een publieke taak op grond van de wet.*

*Overheden dragen op grond van de Drinkwaterwet (art. 2), de Kaderrichtlijn Water (art. 7 en 11) en de Omgevingswet (art. 2.1) de zorg voor de duurzame veiligstelling van de openbare drinkwatervoorziening."*

- Een belangrijk aandachtspunt is onzekerheid over het gemeentelijke planvormingsproces, met betrekking tot zaken als:
  - de mate van abstractie: hoe te reageren op een plan waarvan de impact nog niet duidelijk is?
  - de onzekerheid in de planvorming: hoe om te gaan met een plan dat nog kan wijzigen?
  - het moment van beïnvloeding en de benodigde reactietijd: wanneer moet je aanwezig zijn en hoeveel tijd en ruimte is er dan nog voor aanpassing?
  - de schaal: wat is de beschouwde omvang van een plan en hoe verhoudt zich dit tot de ontwerp- en uitvoeringscapaciteit?
- In het geval een drinkwaterleiding wordt verlegd vanwege de nabijheid van andere (warmte-)objecten, komt de vraag naar voren of er voldoende alternatieve ruimte is voor de drinkwaterleiding en de aansluitleidingen. Bij ruimtegebrek kan worden besloten om plaatselijk de drinkwaterleiding te verdiepen of te isoleren. Beide maatregelen zullen implicaties hebben voor de registratie, het beheer en het repareren van leidingen.
- Bij aantoonbaar voordeel (zie #4 in kader) van eerder vervangen geldt dat uitvoering in combinatie met werken van derden tot lagere kosten leidt dan uitvoering als solovervanging op een later moment. Om dit voordeel goed te bepalen zijn kostenkentallen nodig, alsmede inzicht in de restlevensduur tot aan solovervanging. De keuze voor een solovervanging hangt naast kosten ook af van de aanwezigheid van bijzonder straatwerk, mogelijke risico's voor andere infrastructuur als gevolg van de solo drinkwatervervanging en de waardering die het drinkwaterbedrijf geeft aan beperking van overlast voor omwonenden.
- Voor werken waarbij een leiding eerder wordt vervangen dan noodzakelijk op basis van de conditie, gelden in sommige gevallen zogenaamde verlegregelingen. Afhankelijk van lokale afspraken kan een (meestal gedeeltelijke) vergoeding worden gevraagd aan de gemeente of aan andere beheerders van ondergrondse infrastructuur. In veel gevallen blijkt echter het vragen van financiële compensatie niet mogelijk. Ook als dit niet mogelijk is, is het van belang deze additionele kosten te berekenen. Deze additionele kosten worden immers veroorzaakt door externe (maatschappelijke) ontwikkelingen en drinkwaterbedrijven kunnen door het inzichtelijk maken van deze kosten aantonen dat zij in positieve zin meebewegen met maatschappelijke ontwikkelingen ('tonen van maatschappelijke goodwill') en kunnen ook laten zien dat additionele investeringen en eventuele tariefverhogingen deels worden veroorzaakt door deze maatschappelijke ontwikkelingen.
- Het is denkbaar dat de omvang van de energietransitie zo groot is dat het voor een drinkwaterbedrijf niet mogelijk is om in alle gevallen mee te gaan, zelfs niet als het initiatieven van derden zijn die relatief slechte leidingen betreffen. Mocht deze situatie zich voordoen, dan is het aan te bevelen heldere en op risico gebaseerde criteria te hanteren welke leidingen niet te vervangen.
- In het lopende project 'Bredere inzet BTM+' wordt een bruikbare userinterface ontwikkeld en worden richtlijnen opgesteld waarmee drinkwaterbedrijven berekeningen kunnen uitvoeren met het in TKI Engine ontwikkelde bodemtemperatuurmodel (BTM+). Hiermee kunnen drinkwaterbedrijven of warmtenetwerkbedrijven zelf situaties doorrekenen, of laten doorrekenen door adviesbureaus. Daarmee kan bepaald worden of lokaal de omgevings situatie anders gewaardeerd kan worden.
- In het lopende DPWE-project 'Warmtebeïnvloeding aansluitleidingen' wordt de impact onderzocht van de opwarming van drinkwater in aansluitleidingen door warmte-aansluitleidingen, waarbij het aanhouden van een grote afstand in de praktijk niet goed mogelijk is.

## 3.2 Vervanging

- Bij de aanleg van een warmtenet is het van belang om voldoende proefsleuven te maken en daarmee de ligging van kabels en leidingen vast te stellen. Met name in gebieden met beperkte afstand tot warmtenetten of andere objecten, is een juiste positiebepaling (XYZ) van drinkwaterleidingen van groot belang. Hierbij dient voorkomen te worden dat men denkt dat een leiding op voldoende afstand ligt, maar dat dat in de praktijk niet zo is. Ook andersom is ongunstig, als een leiding vanwege een verkeerde inschatting van een te korte afstand onterecht wordt vervangen. Overigens blijkt uit reacties van geconsulteerde medewerkers van drinkwaterbedrijven en aannemers dat de positie van distributieleidingen in stedelijke omgevingen meestal vrij nauwkeurig is. Als maximale afwijking kan 0,3 meter worden aangehouden.
- Afwijkingen bij de uitvoering ten opzichte van het ontwerp zullen altijd optreden. Er kan echter op geanticipeerd worden door (1) situaties vast te stellen waar dit naar verwachting vaker zal optreden en (2) te waarborgen dat het drinkwaterbedrijf direct wordt ingelicht, zodat er snel een specialist ter plaatse een beoordeling kan uitvoeren. Voorbeelden van werkzaamheden onder (1) zijn:
  - in oude binnensteden, met name waarbij ook andere infrabeheerders niet meegaan;
  - in de nabijheid van kademuren of andere constructies waar ankers of bijzondere funderingen zijn toegepast;
  - nabij oude bomen met grote wortelstelsels.
- Bij aanleg van een warmtenet nabij een drinkwaterleiding is de kans op falen groter als:
  - de drinkwaterleiding geheel ontgraven wordt;
  - de sleuf van het warmtenet dieper is en meer nabij ligt;
  - de grond minder stabiel is;
  - de grond natter is;
  - het talud geen bekisting heeft en steil is;
  - de duur van de ontgraving langer is;
  - aftakkingen of brandkranen op de drinkwaterleiding aanwezig zijn.

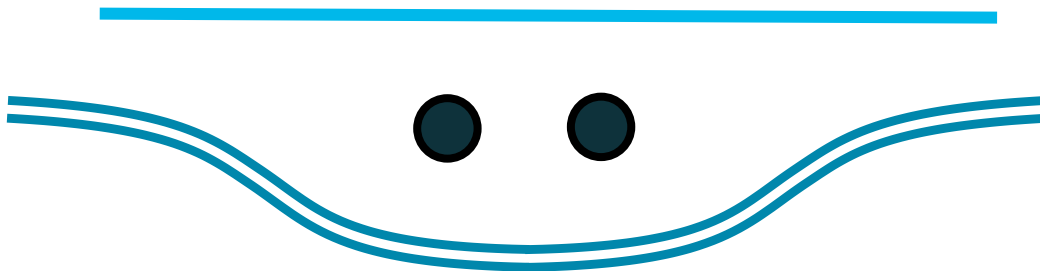
## 3.3 Beheer

- As er besloten wordt om schaduw of begroeiing aan te brengen boven een drinkwaterleiding om daarmee opwarming tegen te gaan, is niet zeker of er een garantie is of deze voorziening gedurende de restlevensduur van de leiding intact blijft. De vraag is of het drinkwaterbedrijf de juiste middelen heeft om dit te constateren en af te dwingen.



## 4 Kruisingen drinkwaterleidingen en een warmtenet

Het afwegingskader dat in deze notitie wordt gepresenteerd richt zich op drinkwaterleidingen die parallel liggen aan een aan te leggen warmtenet. Liggingsconflicten kunnen echter ook optreden in geval van kruisingen. Blokker en Pan (2022) geven aan dat de kans op opwarming bij kruisingen van een drinkwaterleiding met een warmtenet relatief beperkt is als er een onderlinge afstand wordt aangehouden van 0,25 meter. Omdat het in de praktijk moeilijker en dus ook duurder is om een warmteleiding plaatselijk verdiept aan te leggen, is het de verwachting dat bij kruisingen de drinkwaterleiding verdiept zal worden, zie ook Figuur 1.



*Figuur 1. Een drinkwaterleiding kruist onder een warmtenet.*

In het geval een drinkwaterdistributieleiding met een externe diameter van 110 mm kruist onder een warmtedistributieleiding een externe diameter van 160 mm, dan zal de bovenzijde van de drinkwaterbuis zich bevinden op een diepte van:

dekking warmtedistributieleiding:	1000 mm
diameter warmtedistributieleiding:	160 mm
<u>benodigde afstand:</u>	<u>250 mm</u>
Totaal:	1410 mm

In dit geval moet de drinkwaterleiding 0,41 meter dieper gelegd moeten worden dan gebruikelijk.

## 5 Conclusie en aanbevelingen

In deze notitie is een kader geschetst dat drinkwaterbedrijven kan helpen om zicht te krijgen op ontwikkelingen bij de planning en aanleg van warmtenetten. Opgemerkt wordt dat er op dit gebied veel onzekerheid heerst, waardoor het hier gepresenteerde kader vooral een richtinggevend karakter heeft. Deze onzekerheid betreft zaken als de keuze voor warmtenetten inclusief de keuze voor de temperatuur daarvan, de planning waar en wanneer werkzaamheden uitgevoerd gaan worden inclusief de vraag welke opgaven met deze werkzaamheden

gecombineerd worden, de vormgeving van het planningsproces inclusief de rol van de gemeenten en fysieke processen van opwarming inclusief de impact van mitigerende maatregelen. Met oog op dit laatste aspect is kennis opgedaan in het project TKI-Engine (Blokker en Pan, 2022).

De volgende aanbevelingen worden gedaan:

- 1 Drinkwaterbedrijven wordt aanbevolen dit kader te hanteren als basis voor projecties over de impact van de aanleg van warmtenetten op drinkwaterleidingen. Het is de verwachting dat er in de komende jaren meer duidelijkheid zal komen over de verdere invulling van de energietransitie, waardoor meer realistische projecties mogelijk zijn. Drinkwaterbedrijven wordt aanbevolen nieuwe inzichten onderling te delen en in overweging te nemen of een gerichte actie om kennis en ervaringen op verschillende organisatielagen zinvol is.
- 2 Met name op het gebied van de governance van warmtenetten en de rol van de gemeente als regisseur van de ondergrond zullen de komende jaren naar verwachting forse stappen worden gezet. Drinkwaterbedrijven wordt aanbevolen deze ontwikkelingen nauwgezet te volgen. Daarnaast wordt aanbevolen te blijven monitoren of de omvang van projecten die voortkomen uit de aanleg van warmtenetten (en uit overige maatschappelijke ontwikkelingen) de capaciteit van het drinkwaterbedrijf voor wat betreft financiën en menskracht niet overstijgen.
- 3 Voor een effectief en efficiënt beleid voor het vervangen van (aansluit-)leidingen wordt drinkwaterbedrijven aanbevolen aandacht te blijven besteden aan restlevensduurbepalingen van leidingen en kostenprojecties van vervangingswerken. Tevens worden drinkwaterbedrijven aanbevolen om de additionele kosten als gevolg van maatschappelijke ontwikkelingen (zoals de energietransitie) inzichtelijk te maken.
- 4 Om beter inzicht te krijgen in de praktische implicaties in het veld en om effectieve mitigatiemaatregelen te kunnen nemen, wordt aanbevolen nader onderzoek te doen naar:
  - de optimale wijze waarop drinkwaterleidingen (inclusief aansluitleidingen) het warmtenetten kunnen kruisen en de randvoorwaarden die hierbij van toepassing zijn;
  - of en hoe isolatie kan worden uitgevoerd als mitigatiemaatregel;
  - wat de impact is op het beheer van leidingen van het plaatselijk verdiept aanleggen of het aanbrengen van isolatie.

## 6 Literatuur

Blokker, E.J.M. en Q. Pan (2022): Invloed warmtenetten op temperatuur drinkwater. Resultaten TKI Engine, KWR 2022.121, KWR Water Research Institute, Nieuwegein, <https://library.kwrwater.nl/publication/69401440/>

CROW-355 (2013): Werken met stabiele grond, <https://www.crow.nl/publicaties/werken-met-stabiele-grond>

EN13941-1/2 (): Stadsverwarmingsbuizen - Ontwerp en installatie van thermisch geïsoleerde enkele en dubbele buissystemen voor ondergrondse warm water leidingnetten, NEN, <https://www.nen.nl/nen-en-13941-2-2019-a1-2022-en-290897>

VELIN (2017): Algemene VELIN-voorwaarden voor grondroer- en overige activiteiten, Vereniging van leidingeigenaren in Nederland, VELIN Richtlijn© nr. 2017/6, <https://www.velin.nl/kennisbank/velin-richtlijnen/algemene-graafvoorwaarden>

Sterk Consulting BV en FLO Legal BV (2022): Handboek Omgevingswet voor een duurzame veiligstelling van de openbare drinkwatervoorziening, een overzicht van de Omgevingswet en de betekenis daarvan voor de praktijk, conceptversie 10-1-22, opgesteld in opdracht van Vewin.

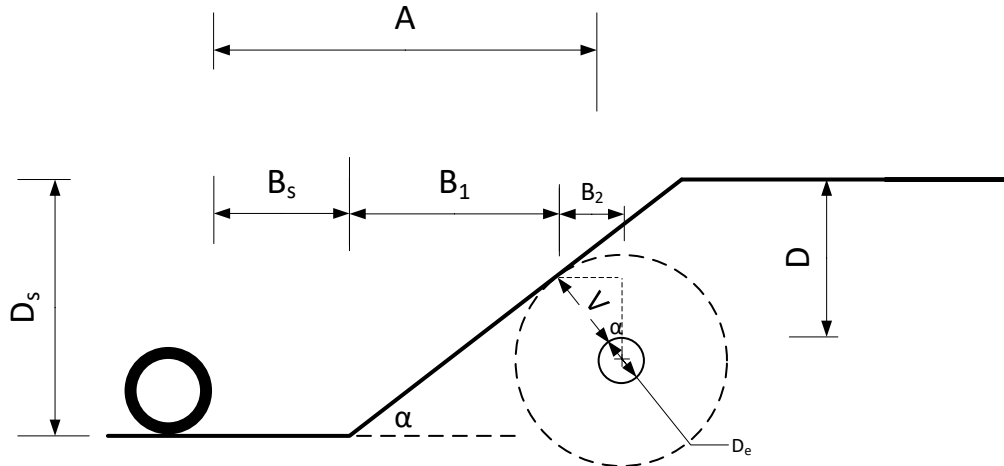
# I Benodigde afstand tussen drinkwaterleidingen en warmtenetten, in de aanlegfase

Voor het berekenen van de benodigde afstand tussen drinkwaterleidingen en warmtenetten zijn grondmechanische berekeningen noodzakelijk waarbij er ook informatie moet zijn over lokale eigenschappen van de bodem en ontgraving. Om te komen tot een eenvoudige en generieke benadering van de benodigde afstand is hier gekozen voor een vereenvoudigde berekening gebaseerd op onderstaande uitgangspunten.

- De CROW-Richtlijn ‘Werken met stabiele grond’ (CROW-335) stelt met oog op veiligheid voor personeel eisen aan sleufafmetingen, in het bijzonder aan toelaatbare taluds. Deze taluds zijn conservatief. Is de ontgraving dieper dan 1,75 meter dan dient volgens de CROW-335 een specialistische berekening te worden uitgevoerd. De CROW-335 geldt derhalve voor ontgravingen tussen 1,0 en 1-75 meter diepte.
- Voor ontgravingen onder talud die langer duren dan één dag (gebruikelijk bij leidingvervanging) schrijft de CROW-335 de volgende taluds voor:
  - vast gepakt zand: talud 1:1
  - los gepakt zand: talud 2:3
  - matige tot stevige klei: talud 3:2
  - slappe klei: talud 1:2
  - veen: talud 1:3
- De CROW-335 geeft aan dat bij toepassing van grondkerende constructies werken met een recht talud mogelijk is.
- Graafvoorwaarden van VELIN (VELIN, 2017) geven aan dat bij kruisingen een afstand van minimaal 0,5 meter aangehouden moet worden en dat binnen een afstand van 0,5 meter niet machinaal graven mag worden. Deze bepaling betekent dat de afstand tussen de bestaande infrastructuur en de zijkant van de sleuf voor het aanleggen van een warmtenet minimaal 0,5 meter dient te zijn.
- De Europese norm ‘Stadsverwarmingsbuizen - Ontwerp en installatie van thermisch geïsoleerde enkele en dubbele buissystemen voor ondergrondse warm water leidingnetten’ (EN13941-1/2) stelt dat in toegankelijke sleuven de minimale maat tussen de leiding en de sleufwand 0,5 meter moet bedragen (in Deel 2, paragraaf 9.1).

Het bovenstaande houdt in dat om veilig te kunnen ontgraven bij een horizontale sleufwand de minimale afstand tussen het warmtenet en de drinkwaterleiding 1 meter dient te zijn in het geval de drinkwaterleiding en het warmtenet op min of meer gelijke diepte liggen (exclusief de dikte van de grondkerende constructie). Als er sprake is van een ontgraving onder talud, zonder grondkerende constructie, dan kan de benodigde afstand A volgens Figuur 2 worden bepaald.

$$A = B_s + \frac{D_s - D - 0.5 \cdot D_e + \cos \alpha \cdot (V + 0.5 \cdot D_e)}{\tan \alpha} + \sin \alpha \cdot (V + 0.5 \cdot D_e) - 0.5 \cdot D_e$$



Figuur 2. Berekening van de benodigde afstand (A) tussen een warmtenet en een drinkwaterleiding bij een ontgraving onder talud.

De factoren in de formule in Figuur 2 betreffen:

- B<sub>s</sub>: de benodigde afstand tussen het warmtenet en de zijkant onderkant sleuf
- D<sub>s</sub>: de diepte van de sleuf voor het warmtenet
- α: de hoek van het talud van de sleuf
- D: dekking van de waterleiding
- D<sub>e</sub>: externe diameter van de waterleiding
- V: vereiste gronddekking tot zijkant sleuf

Bovenstaande analyse houdt in dat voor de aanlegfase de onderlinge afstanden worden aanbevolen die zijn weergegeven in Tabel 2. Deze berekeningen hebben betrekking op een B<sub>s</sub> van 0,5 meter overeenkomstig EN13941-1/2, een dekking van de drinkwaterleiding van 1,0 meter en een externe buitendiameter van de drinkwaterleiding van 125 mm. Voor de vereiste gronddekking tot zijkant sleuf zijn twee waarden beschouwd, 0,3 meter voor leidingen waarvan verwacht mag worden dat deze in een relatief goede conditie zijn en 0,5 meter voor leidingen waarvan verwacht mag worden dat grondroering de kans op falen vergroot, bijvoorbeeld bij AC leidingen.

In het geval de afstand groter is dan de 1,5 meter, dit is de afstandseis voor de beheerfase om opwarming tegen te gaan, is de cel grijs gekleurd. Clustering met een stapgrootte van 0,5 meter, resulteert in blauwe waarden met een benodigde onderlinge afstand van 2,0 meter en rode waarden met een benodigde afstand van 2,5 m. Indien een grondwerende constructie wordt toegepast, wordt een onderlinge afstand van 1,0 meter aanbevolen, vermeerderd met de breedte van deze grondwerende constructie.

Tabel 2. Berekende benodigde afstand tussen drinkwaterleidingen en het warmtenet tijdens de aanlegfase.

Diepte sleuf warmtenet	Talud	Vereiste gronddekking tot sleuf: 0,3 m	Vereiste gronddekking tot sleuf: 0,5 m
1,25 m	1:2 ( $\alpha=34^\circ$ );	1,4	1,7
	1:1 ( $\alpha=45^\circ$ )	1,1	1,4
	3:2 ( $\alpha=56^\circ$ )	1,0	1,2
1,5 m	1:2 ( $\alpha=34^\circ$ );	1,7	2,1
	1:1 ( $\alpha=45^\circ$ )	1,4	1,7
	3:2 ( $\alpha=56^\circ$ )	1,2	1,4
1,75 m	1:2 ( $\alpha=34^\circ$ );	2,1	2,5
	1:1 ( $\alpha=45^\circ$ )	1,6	1,9
	3:2 ( $\alpha=56^\circ$ )	1,3	1,6
Grondwerende constructie		1,0 + Br. Constr.	1,0 + Br. Constr.

Om een beeld te krijgen van de gevoeligheid, zijn in Tabel 3 voor drie combinaties berekeningen uitgevoerd met variërende diameter van de drinkwaterleiding en variërende dekking van de drinkwaterleiding. Hierbij is steeds voor de vereiste gronddekking tot de sleuf 0,3 meter aangehouden en voor het talud 1:1.

Tabel 3. Gevoeligheidsanalyse van diameter en dekking drinkwaterleiding voor berekende waarden uit Tabel 2.

Diepte sleuf warmtenet	Diameter 50 mm	Diameter 125 mm	Diameter 200 mm	Dekking 0,8 m	Dekking 1,0 m	Dekking 1,2 m
1,25 m	1,2 m	1,1 m	1,1 m	1,3 m	1,1 m	0,9 m
1,5 m	1,4 m	1,4 m	1,4 m	1,6 m	1,4 m	1,2 m
1,75 m	1,7 m	1,6 m	1,6 m	1,8 m	1,6 m	1,4 m

Jaar van publicatie  
2023

Meer informatie  
R. (Ralph) Beuken.  
T  
E Ralph.Beuken@kwrwater.nl

Groninghaven 7  
Postbus 1072  
3430 BB Nieuwegein

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

BTO 2023.009 | 19 januari 2023 ©KWR

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

Leidingvervanging, energietransitie,  
vervanging