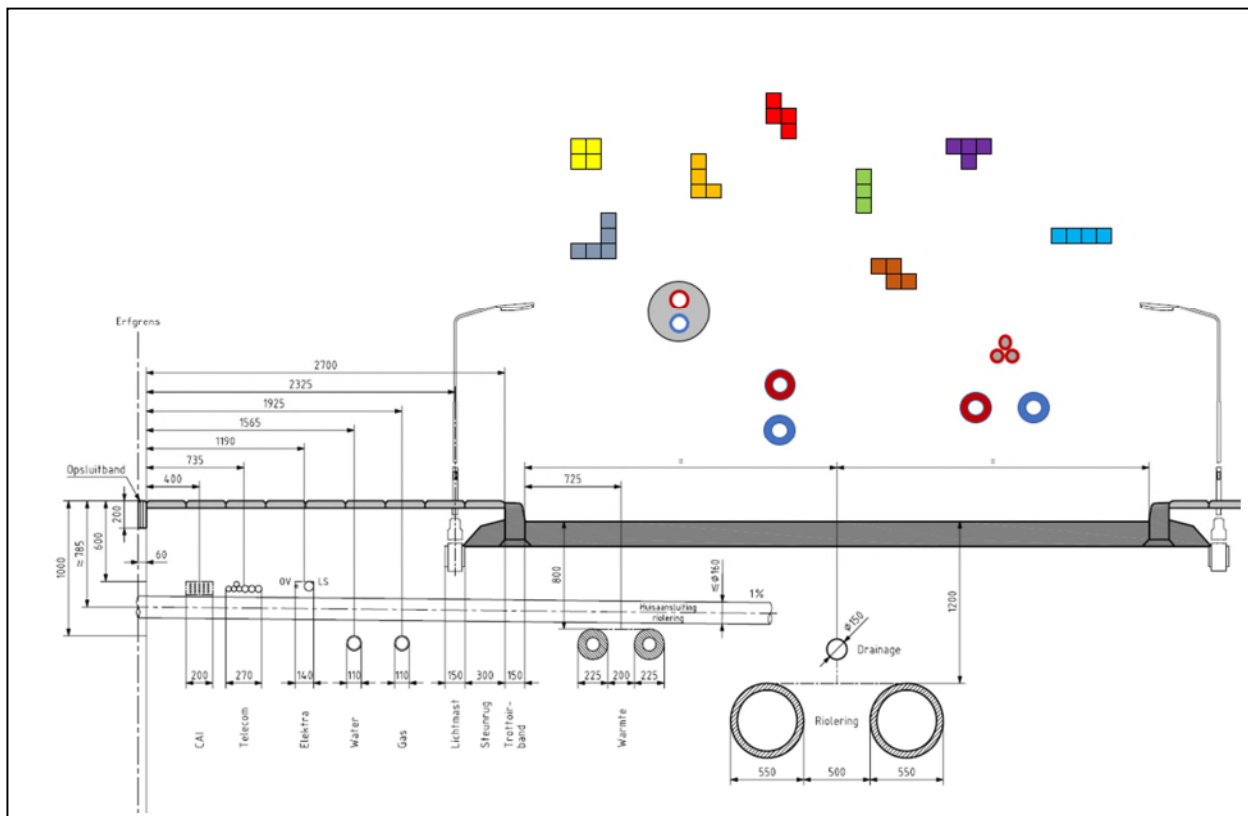


Technische oplossingen voor de aanleg van warmteleidingen binnen een optimale ordening van de ondergrond



Een onderzoek naar technische oplossingen voor ondergrondse inpassing van warmteleidingen die bijdragen aan een optimale ordening van de ondergrond

Eindrapportage van het thesisonderzoek in opdracht van stichting Warmtenetwerk als afsluiting van de opleiding Master of Pipeline Technology bij Avans+

Auteur: Marcel Bosman

Datum: 15-02-2023

Revisie: versie 1.0

Deze versie van het rapport is geanonimiseerd. Bepaalde bijlagen zoals interviews zijn hierdoor niet aanwezig.

“Opzij, opzij, opzij, maak plaats, maak plaats, maak plaats”

Herman van Veen (1979)

Colofon

Titel:	Technische oplossingen voor de aanleg van warmteleidingen binnen een optimale ordening van de ondergrond
Ondertitel:	Een onderzoek naar technische oplossingen voor ondergrondse inpassing van warmteleidingen die bijdragen aan een optimale ordening van de ondergrond
Opleiding:	Master of Pipeline Technology
Opdrachtgever:	Stichting Warmtenetwerk
Afstudeerbegeleiding:	R. de Vries (Stichting Warmtenetwerk) Msc. F. Behrends (Stichting Warmtenetwerk) Dr. Ir. M.W. Ertsen (Avans+) Msc. J. Driessen (Avans+)
Onderdeel:	Eindrapportage
Status:	Definitief
Versie:	1.0
Auteur:	Marcel Bosman Teamleider engineering A. Hak Noord Oost BV Telefoonnummer: 06-53570834 Email: marcel.bosman@outlook.com / mbosman@a-hak.nl
Datum:	15-02-2023
Plaats:	Raalte

Voorwoord

Na mijn HBO-opleiding Cultuurtechniek afgerond te hebben in 1999 heb ik circa 23 jaar gewerkt in de infra, waarvan de laatste 10 jaar in de ondergrondse infra. In 2020 vond ik het tijd om naast alles wat ik in de praktijk heb geleerd over de aanleg van kabels en leidingen uit te breiden met nieuwe vakkennis. In mijn werk had ik steeds vaker een leidende rol en ook daarin wilde ik mijzelf verder ontwikkelen. Nu na afronding van de opleiding kan ik zeggen dat ik veel extra vakkennis heb opgedaan, mijn netwerk heb uitgebreid en in mijn persoonlijke ontwikkeling ben gegroeid. Deze ontwikkeling kun je niet enkel individueel realiseren, maar is ook te danken aan de vele docenten die vanuit hun vakgebied enthousiast hun kennis hebben overgedragen. Leuk en leerzaam waren ook de gesprekken en discussies met de medestudenten, niet alleen tijdens de lessen maar ook tijdens de Teams-overleggen voor de verschillende opdrachten en op de vrijdagavond tijdens een lesweekend onder het genot van een biertje. Helaas hadden wij in onze periode te maken met het fenomeen Covid en hebben we de nodige lesweekenden digitaal via Zoom moeten volgen. Op vrijdag een hele dag achter je scherm zitten was best wel een opgave, het was een verademing toen we na de Covidperiode de lessen weer fysiek konden volgen in Bosschenhoofd.

Na 2,5 jaar heb ik met dit afstudeeronderzoek de opleiding Master of Pipeline Technology afgerond. Een opleiding waarmee ik in 2020 ben gestart werkend bij TMC en gedetacheerd bij warmtebedrijf Ennatuurlijk. Tijdens leerjaar 2 was ik gedetacheerd bij Tebodin in Schiedam als lead engineer pipelines. Onderdeel van dit leerjaar was de oriëntatie voor de thesis. Gezien de ervaring die ik had opgedaan bij Ennatuurlijk, de warmteprojecten waaraan ik werkte bij Tebodin en mijn interesse heb ik gezocht naar een opdracht in de warmtebranche. Deze opdracht heb ik gevonden bij Stichting Warmtenetwerk die mij de vraag stelde of ik onderzoek wilde doen naar technische oplossingen die kunnen bijdragen aan een optimale ondergrondse ordening. Tijdens de uitvoering van de thesis ben ik begeleid door Felix Behrends en Rob de Vries, beiden werkzaam voor de Programmaraad Techniek van de Stichting. Hen wil ik bedanken voor onder andere de feedback op mijn conceptstukken en het aandragen van contacten voor de interviews. In november 2022 kreeg ik de mogelijkheid van Stichting Warmtenetwerk om aanwezig te zijn tijdens de Kennissessie Twinleidingen enkele vragen te stellen, dat was een unieke kans en erg waardevol voor mijn onderzoek.

Nu in februari 2023 ben ik werkzaam als teamleider engineering bij A. Hak Noord Oost BV en kan ik het geleerde in de lessen Persoonlijk Leiderschap gelijk in praktijk brengen. Ik ben erg blij dat ik de opleiding heb gevolgd, maar naast een volledige baan en een gezin met jonge kinderen was het soms best pittig. Mijn vrouw en dochters wil ik dan ook bedanken voor hun steun en begrip tijdens deze periode, er is nu weer tijd voor family time.

Marcel Bosman

Februari 2023

Samenvatting

De ondergrond in Nederland wordt steeds voller, omdat steeds meer functies ondergronds worden ingepast. Dat maakt dat de gewenste groei van warmtenetten, met hun benodigde ondergrondse ruimte, in het geding komt. Hierdoor wordt het voor de warmtebranche in Nederland een grote uitdaging om de warmteleidingen aan te leggen om de nationale duurzaamheidsdoelen te behalen. Voor Stichting Warmtenetwerk is het als platform van de warmtebranche interessant te weten of technische oplossingen aanwezig zijn, waarmee warmteleidingen kunnen worden aangelegd binnen een toekomstbestendige optimale ondergrondse ordening.

De situering van warmteleidingen in de openbare ruimte is afhankelijk van een aantal variabelen. Voor de hand liggend is de variabele “locatie” (bijvoorbeeld onder een weg, ligging ten opzichte van andere ondergrondse infrastructuur, et cetera). Een tweede variabele is het profiel van vrije ruimte. De configuratie van de warmteleiding is een derde variabele. Ook de aanlegmethodiek kan gezien worden als een variabele. Als laatste variabele kan de voorkeur van de warmtebranche genoemd worden. Een technische oplossing kan mogelijk zijn, maar wellicht voor de warmtebranche niet wenselijk (vanwege onderhoud en beheer bijvoorbeeld). De vijf variabelen zijn onderzocht door middel van literatuurstudie, interviews en een enquête tijdens de Kennissessie Twinleidingen op 10 november 2022.

Het blijkt dat warmteleidingen op diverse locaties binnen en buiten het ondergrondse profiel geplaatst kunnen worden, waarbij de plaatselijke situatie erg bepaalt of er een goede oplossing kan worden gevonden om bij te dragen aan een optimale ondergrondse ordening. Winst is te behalen door een betere afstemming met andere nutspartijen en het daarmee voorkomen van onnodig grote onderlinge afstanden tussen de disciplines. Hoewel de daadwerkelijk benodigde ondergrondse ruimte voor de warmteleidingen niet goed te verkleinen is, uitgaande van de minimale onderlinge afstanden volgens de NEN 3650, is er voor de breedte van het ondergrondse profiel winst te behalen door bijvoorbeeld het gebruik van duo leidingen. Meer winst is te behalen door het optimaliseren van de diameter die als gevolg van bepaalde ontwikkelingen soms overgedimensioneerd is. Met betrekking tot de aanlegmethodiek kunnen wellicht in de toekomst nieuwe boortechnieken soelaas bieden voor het sleufloos aanbrengen van warmteleidingen die bereikbaar blijven voor het maken van aansluitingen.

Er zijn dus diverse technische mogelijkheden om de ruimte benodigd voor warmtenetten te verkleinen, waarbij voor de warmtebranche flexibiliteit bij aanleg en bereikbaarheid tijdens de exploitatiefase gewenst is. In nieuwbouwprojecten is het gewenst leidingen zoveel mogelijk inpandig aan te leggen. Bij projecten binnen de bestaande bouw met veel ondergrondse infra is het toepassen van duo leidingen niet aan te raden, toepassing van twee separate leidingen staal-pur-pe of flexibele rvs leidingen als het aantal aansluitingen beperkt is, is passend. Hierbij dient te worden opgemerkt dat technische oplossingen die naar voren kwamen tijdens de uitvoering van de enquête niet zijn beoordeeld op voorkeur vanuit de branche.

De ligging van warmteleidingen tussen de klassieke nutsstrook onder het trottoir en de riolering midden in de weg heeft nog steeds de voorkeur. Indien hiervoor geen ruimte is zouden duo leidingen of verticale aanleg een optie kunnen zijn mits er niet veel aansluitingen nodig zijn. Zoals al genoemd zijn zulke technische oplossingen situatie afhankelijk. Om per situatie de mogelijkheden goed in beeld te krijgen zou het opstellen van een stroomschema een goed hulpmiddel zijn. De geïnventariseerde technische obstakels zijn voor een deel goed op te lossen door bijvoorbeeld het gebruik van ander lasgereedschap, meer voorraad bij de leverancier in het geval van duo leidingen of meer onderzoek naar onderlinge beïnvloeding. Andere technische obstakels zijn moeilijker weg te

nemen. Het kwalificeren van de technische obstakels zou een goed hulpmiddel zijn bij het beoordelen van een technische oplossing op haalbaarheid. Uit het onderzoek komt naar voren dat er nog winst is te behalen in de afstemming met andere nutspartijen en dan met name in de te hanteren minimale afstanden tussen de disciplines. Meer onderzoek naar onderlinge beïnvloeding zou een goed hulpmiddel zijn voor het bepalen van deze onderlinge afstanden.

Een aanbeveling aan Stichting Warmtenetwerk (die de warmtebranche advies geeft aan de NEN-commissie die de NEN7171 onder handen neemt) is om dergelijke onderzoeken te ondersteunen en de uitkomsten te delen binnen de branche. Verder wordt aanbevolen aan de Stichting om het belang van een goed bereikbare warmteleiding aan te geven bij de commissie.

Inhoudsopgave

Colofon	2
Voorwoord	3
Summary	4
Samenvatting.....	6
Figurenlijst	11
Tabellenlijst	11
Afkortingen.....	12
Begrippenlijst.....	12
H1 Inleiding en afbakening.....	13
1.1 Inleiding	13
1.2 Afbakening.....	14
1.2.1 Warmteleidingen.....	14
1.2.2 Optimaal	14
1.2.3 Ondergrondse ordening	14
1.2.4 Technische oplossingen.....	14
1.2.5 Profiel van vrije ruimte	15
1.2.6 Afbakening.....	16
H2 Onderzoeksmethode	18
2.1 Deelvragen en onderzoeksvariabelen	18
2.2 Wijze van onderzoek	20
2.2.1 Literatuuronderzoek.....	20
2.2.2 Interviews	21
2.2.3 Enquête tijdens Kennissessie Twinleidingen.....	23
2.2.4 Verificatie interviews.....	24
2.3 Wijzigingen onderzoeksmethode.....	24
2.4 Beperkingen onderzoek	25
H3 Resultaten en analyse.....	26
3.1 Situering warmteleidingen binnen de ondergrondse ordening.....	26
3.1.1 Literatuuronderzoek.....	26
3.1.2 Interviews	29
3.1.3 Enquête Kennissessie warmteleidingen.....	30
3.1.4 Resultaat.....	31
3.2 Profiel van vrije ruimte	31

3.2.1 Literatuuronderzoek.....	31
3.2.2 Interviews	36
3.2.3 Resultaat.....	37
3.3 Configuratie van warmteleidingen.....	38
3.3.1 Literatuuronderzoek.....	38
3.3.2 Interviews	41
3.3.3 Enquête Kennissessie warmteleidingen.....	42
3.3.4 Resultaat.....	42
3.4 Aanleg methodiek	43
3.4.1 Literatuuronderzoek.....	43
3.4.2 Interviews	45
3.4.3 Enquête Kennissessie warmteleidingen.....	46
3.4.4 Resultaat.....	46
3.5 Voorkeuren warmtebranche.....	46
3.5.1 Interviews	46
3.5.2 Enquête Kennissessie warmteleidingen.....	48
H4 Beantwoording deelvragen	50
4.1 Beantwoording deelvraag 1	50
4.2 Beantwoording deelvraag 2	51
4.3 Beantwoording deelvraag 3	51
4.4 Beantwoording deelvraag 4	52
H5 Discussie	53
H6 Conclusie en beantwoording onderzoeksvraag.....	54
H7 Aanbevelingen.....	56
H8 Reflectie	57
Bibliografie.....	58
Bijlagen	62
Bijlage 1 Vraagformulering Stichting Warmtenetwerk	63
Bijlage 2 Voorbeeld dwarsprofiel NEN 7171	64
Bijlage 3 Verband tussen onderzoeksmethode, variabelen en deelvragen.....	65
Bijlage 4 Literatuurlijst met zoektermen.....	66
Bijlage 5 Transcripties interviews ronde 1	67
Bijlage 6 Codering interviews ronde 1.....	68
Bijlage 7 Resultaat enquête.....	69
Bijlage 8 Transcripties interviews ronde 2	70
Bijlage 9 Coderingen interviews ronde 2	71

Bijlage 10 Inventarisatie technische oplossingen en obstakels	72
Bijlage 11 Grafieken benodigde ondergrondse ruimte per diameter	73
Bijlage 12 Dwarsprofielen met benodigde ruimte	74
Bijlage 13 Beschrijving boormethodiek E-power Pipe	75
Bijlage 14 Branche reflectie	76
Bijlage 15 Urenverantwoording	77

Figurenlijst

Figuur 1 Doorsnede sleufprofiel warmteleidingen	15
Figuur 2 Voorbeeld van profiel van vrije ruimte van een dijklichaam	15
Figuur 3 Profiel van vrije ruimte volgens Prorail	16
Figuur 4 Deel van het warmtenet waar het onderzoek zich op richt.....	16
Figuur 5 Afbeelding expansielussen tijdens constructie	17
Figuur 6 Verband tussen onderzoeksmethode, variabelen en deelvragen	19
Figuur 7 Stroomschema onderzoeksopzet.....	20
Figuur 8 Locaties geïnterviewde partijen	22
Figuur 9 Woordenwolk uit de enquête	23
Figuur 10 Foto van een kabel en leidingtunnel in Helsinki.....	26
Figuur 11 Voorbeeld dwarsprofiel NEN 7171.....	27
Figuur 12 Voorbeeld wegingdeling Gemeente Rotterdam	28
Figuur 13 Dwarsprofiel Gors Noord Purmerend	29
Figuur 14 Sleufprofiel Roeselare Antwerpen	30
Figuur 15 Sleufprofiel met maatvoering Isoplus	31
Figuur 16 Sleufprofiel met maatvoering Logstor	32
Figuur 17 Profiel van vrije ruimte voor een DN100.....	34
Figuur 18 Grafiek benodigde ruimte verschillende typen warmteleidingen	34
Figuur 19 Grafiek benodigde breedte per leidingtype	35
Figuur 20 Sleufprofiel met benodigde ruimte DN150 warmteleidingen	36
Figuur 21 Sleufprofiel met benodigde ruimte warmteleidingen DN150 verticale aanleg	36
Figuur 22 Sleufprofiel met maatvoering Ramboll project Amerika	37
Figuur 23 Configuratie staal-pur-pe leiding.....	38
Figuur 24 Afbeelding duo leiding (twinpipe).....	39
Figuur 25 Configuratie Casaflex Uno van Brugg Pipe Systems.....	40
Figuur 26 Afbeelding kunststof warmteleiding type Isopex.....	41
Figuur 27 Marktaandeel duo leidingen in Europa.....	42
Figuur 28 Minimale sleufbreedte voor de aanleg van warmteleidingen volgens AGFW.....	43
Figuur 29 Principe horizontaal gestuurde boring.....	44
Figuur 30 Principe boormethode E-power Pipe	45
Figuur 31 Foto uittrede boogboring die A. Hak heeft uitgevoerd voor Trias Westland	45
Figuur 32 Temperaturen rondom de aanvoerleiding en retourleiding.....	47
Figuur 33 Uitslag stemming beste technische oplossing	49
Figuur 34 Stemming per type organisatie	49
Figuur 35 Verdeling aanwezigen per type organisatie.....	49

Tabellenlijst

Tabel 1 Onderzoeksmethode per variabele	18
Tabel 2 Zoektermen Nederlands en Engels.....	21
Tabel 3 Overzicht partijen die hebben meegewerkt aan interviews en/of enquête	24
Tabel 4 Onderlinge afstand aanvoer en retourleiding Logstor	32
Tabel 5 Onderlinge afstand aanvoerleiding en retourleiding NEN-EN 13941-1	33
Tabel 6 Onderlinge afstand aanvoerleiding en retourleiding AGFW	33
Tabel 7 Benodigde ruimte voor drie varianten aanleg staal-pur-pe	35
Tabel 8 Maatvoering Isoplus diverse isolatieklassen	38

Tabel 9 Maatvoering Casaflex Uno.....	40
Tabel 10 Maatvoering kunststof warmteleidingsysteem Isopex	41
Tabel 11 Minimale sleufbreedte in relatie tot buisdiameter volgens de Arbocatalogus.....	44

Afkortingen

PVR: Profiel van vrije ruimte

NPR: Nederlandse praktijk richtlijn

NEN: Nederlands Normalisatie-instituut

KB: Kathodische Bescherming

COB: Centrum Ondergronds Bouwen

HDD: Horizontal Directional Drilling

OFT: Open Front Boring

GFT: Gesloten Front Boring

PBT: Pneumatische Boor Techniek

PE: Poly Ethyleen

TBM: Tunnel Boor Machine

Begrippenlijst

NEN 7171: De norm ordening van ondergrondse netten

NEN-EN 13941-1/2: De norm stadsverwarmingsbuizen - ontwerp en installatie van thermisch geïsoleerde enkele en dubbele buissystemen voor ondergrondse warm waterleidingnetten

NEN-EN 15698-1: De norm stadsverwarmingsbuizen – dubbele verbonden buissystemen voor ondergrondse heet water netten

Dit document is een preview.
Wenst u het gehele rapport te
ontvangen?

Stuur dan een e-mail naar
secretariaat@warmtenetwerk.nl