

Dieper leggen van drinkwaterleidingen

KWR 2021.086

Datum

17 december 2021

Opdrachtgever

DPWE

Meer informatie

Ir. J.E. van Steen

T +31 6 272 499 11

E Jip.van.Steen@kwrwater.nl

Auteur(s)

Ir. J.E. van Steen

Opdrachtnummer

403551

Kwaliteitsborger(s)

Dr. Ir. J.H.G. Vreeburg

Projectmanager

Ir. P.M. Holzhaus

Pagina

1/44

Inhoud

1	Inleiding	3
2	Achtergrond	4
3	Afwegingskader	6
3.1	Investeringskosten	6
3.1.1	Kosten dieper leggen PVC110	6
3.1.2	Geschatte kosten voor andere materialen en diameters	9
3.2	Aanpassing werkwijze	10
3.3	Onderhoudskosten	11
4	Workshop resultaten	12
4.1	Resultaten discussies	12
4.2	Inventarisatie vervolgonderzoeksvragen	13
5	Discussie en vervolgvragen	14
5.1	Discussie	14
5.2	Vervolgvragen	15
6	Tweede fase	16
6.1	Inleiding	16
6.2	Leidingen onder verharding	16
6.3	Monetariseren maatschappelijke kosten baten en aanpassingen door gemeente	17
7	Slotbeschouwing	18
	Referenties	19
	Bijlagen	20
I	Kosten PVC110, data drinkwaterbedrijven	21
II	Geschatte kosten andere type leidingen	22
III	Slides presentatie workshop 1	24
IV	Slides presentatie workshop 2	33
V	Slides presentatie workshop 3	43
VI	Detailkaarten	53

1 Inleiding

Door klimaatverandering zal de temperatuur van de lucht, het maaiveld en de bodem toenemen. Daarnaast zorgt de energietransitie er voor dat de drukte in de ondergrond toeneemt en de bodem rond warmtenetten en hoogspanningskabels significant kan opwarmen. Hierdoor kan ook de temperatuur van het drinkwater stijgen in de leidingen indien er geen maatregelen worden getroffen [1,2]. Dit is relevant voor de DPWE-bedrijven omdat de temperatuur in steden door het Urban Heat Island effect hoger is en omdat antropogene bronnen als warmtenetten ook vooral in een stedelijke omgeving zullen worden aangelegd waar bovendien de ruimte voor voldoende afstand tussen warmtenet en drinkwaterleiding geringer is.

In 2012 zijn in DPWE-verband [3] maatregelen onderzocht om de effecten van klimaatverandering tegen te gaan, dus oplossingen voor het gehele leidingnet. In DPWE-verband is in 2019 [4] en 2020 [5] onderzocht hoe breed een groen- of schaduwstrook moet zijn om de afkoelende werking te maximaliseren (ca. 2 °C minder opwarming). Extra isolatie aanbrengen (eventueel in combinatie met plaatselijk kleinere binnendiameter) wordt slechts gezien als lokale oplossing voor een hotspot [6]. Hoewel er dus al veel onderzocht is, nemen de Nederlandse waterbedrijven mogelijke opwarming door klimaatverandering nog niet mee in het ontwerp en aanleg van nieuwe leidingen. Een goed afwegingskader kan een hulpmiddel zijn om dit wel mogelijk te maken. Er is behoefte aan inzicht in wanneer er (voorzorgs)maatregelen genomen moeten worden, en hoeveel deze kosten.

In dit project wordt er in kaart gebracht welke elementen in een afwegingskader moeten worden meegenomen en welke een significante rol kunnen spelen. Hiervoor zijn enkele workshops in kleiner verband georganiseerd met de DPWE bedrijven om tot zoveel mogelijk elementen en aspecten te komen die een rol spelen in een afwegingskader. In een derde workshop is de groep breder gemaakt. In deze workshops wordt kennis gedeeld m.b.t. de laatste stand van kennis, praktijkervaringen en er wordt getoetst hoe relevant de verschillende aspecten kunnen zijn. De presentaties van de workshops zijn beschikbaar voor de DPWE-bedrijven (zie Bijlage III, IV en V). De uitkomsten van deze workshops worden vastgelegd in deze rapportage, als een aanzet voor een plan van aanpak om tot een afwegingskader te komen.

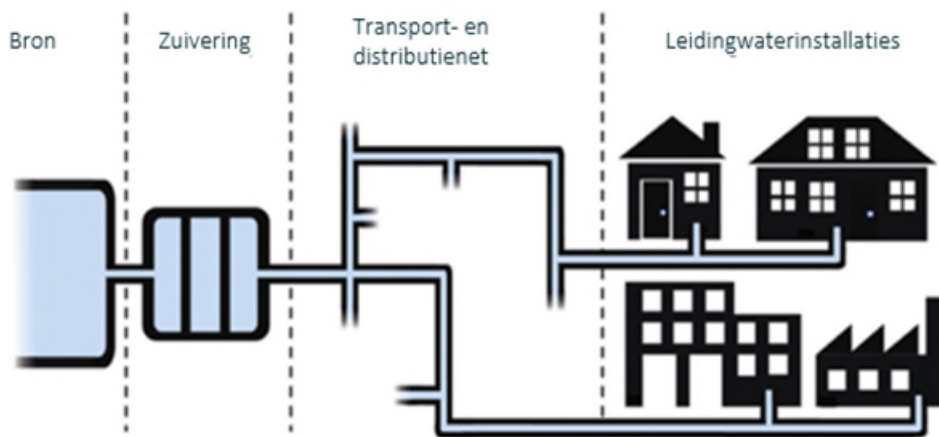
De eerste en tweede workshop op 22-03-2021 respectievelijk 29-04-2021 hebben een beperkte doelgroep van inhoudelijk deskundigen. Het doel van de eerste workshop is overeenstemming bereiken over de relevante beschikbare kennis en eventuele hiaten. Tevens om zoveel mogelijk elementen voor een afwegingskader te inventariseren en om het toepassingsgebied ervan te identificeren. Tijdens de tweede workshop wordt er een concept afwegingskader opgesteld en mogelijke vragen en onzekerheden benoemd. Per element van afweging wordt bekeken of er noodzakelijke kennis beschikbaar is om een afweging te kunnen maken. Bij de laatste workshop wordt de doelgroep breder getrokken en kunnen meer deskundigen aansluiten. Bij deze workshop wordt het afwegingskader gepresenteerd met onderliggende kennis en open vragen en wordt in groepjes gediscussieerd over de gevolgen van verschillende scenario's van toepassing. Doel is om eventuele kennishiaten te bevestigen, waardoor het vervolgtraject en mogelijk handelingskader van het afwegingsmodel wordt bepaald.

In deze beknopte rapportage worden de conclusies van dit project besproken aan de hand van vier hoofdstukken. In Hoofdstuk 2 wordt de laatste stand van kennis besproken in de vorm van een literatuurstudie. In Hoofdstuk 3 komen de aspecten van het opgezette afwegingskader, en de verschillende elementen per aspect aan bod. De

resultaten en onderzoeksvragen die voortkwamen uit de laatste workshop worden toegelicht in Hoofdstuk 4, waarna er afgesloten wordt met de conclusies in Hoofdstuk 5.

2 Achtergrond

De temperaturen in het leidingnet zullen in de toekomst toenemen als gevolg van hogere lucht en grondtemperaturen door klimaatverandering. Deze algehele opwarming vindt plaats van bron tot tap, zie Figuur 1. Dit project richt zich op de distributieleidingen en valt dus onder het kopje ‘transport- en distributienet’ zoals aangeduid in Figuur 1.



Figuur 1: Van bron tot tap, waterverloop [10].

Door deze verwachte toename in temperatuur stijgt ook de temperatuur van het drinkwater in de leidingen indien er geen maatregelen worden getroffen [1]. Aan de hand van verschillende klimaatmodellen is de verwachting dat er een aanzienlijke toename zal zijn in overschrijdingen van de 25° bodemtemperatuur op 1 meter diepte [8]. Het drinkwater in de leidingen van het distributienet zal onder veel voorkomende omstandigheden (verblijftijd, leidingdiameter) de bodemtemperatuur bereiken. Dit zal dus leiden tot overschrijdingen van de 25° drinkwatertemperatuur norm in het leidingnet.

In 2012 zijn in DPWE [3] maatregelen onderzocht om de effecten van klimaatverandering op de bodemtemperatuur tegen te gaan, resulterend in oplossingen voor het gehele leidingnet. Maatregelen zijn bijvoorbeeld leidingen in de schaduw of onder groenstroken aanleggen of leidingen dieper leggen [7]. Deze maatregelen hebben een vergelijkbare invloed op de opwarmingsbeperking van de bodemtemperatuur, zie Figuur 2. In DPWE-verband is in 2019 [4] en 2020 [5] onderzocht hoe breed een groen- of schaduwstrook moet zijn om ten volle te profiteren van de afkoelende werking (ca. 2 °C beperking van opwarming). Extra isolatie aanbrengen (eventueel in combinatie met plaatselijk kleinere binnendiameter) wordt slechts gezien als lokale oplossing voor een hotspot [6]. Verder valt te zien in Figuur 2 dat meerdere mitigerende maatregelen gecombineerd kunnen worden om tot een grotere demping van de opwarming te komen.



Figuur 2: Relatieve afname van de bodemtemperatuur als gevolg van effect van mitigerende maatregelen [5].

Dit project richt zich op de mitigerende maatregel dieper leggen. In 2011 is in DPWE [8] in kaart gebracht wat het effect is van een andere diepte op de kosten van aanleg en onderhoud, de drinkwatertemperatuur en de kans op storingen. Om de bodemtemperatuur onder de 25 °C te houden in alle KNMI-scenario's (waarbij nu moet worden opgemerkt dat de scenario's die in 2011 gebruikt zijn, intussen ingehaald zijn door de werkelijkheid en de nieuwste KNMI-scenario's nog een groter opwarmeffect laten zien) moeten alle leidingen onder verhardingen op minstens 1,5 meter diepte worden gelegd. In dit project wordt daarom gekeken naar dieptes tot 2,3meter in plaats van alleen de grensdiepte van 1,5meter.

De kans op bodemtemperaturen boven de 25 °C in verschillende klimaatscenario's en verschillende mate van stedelijkheid zijn goed in beeld gebracht, maar de effecten op de volksgezondheid zijn nog niet zo duidelijk. BTO-onderzoek naar het effect van temperatuur op opportunistische pathogenen [9] onderzocht onder andere wat de invloed is van temperatuur op de groei van opportunistische pathogenen. De resultaten lieten zien dat verschillende pathogenen in staat waren om zich te vermeerderen bij temperaturen die in Nederland voorkomen in het distributiesysteem. Het bleef echter onduidelijk of deze organismen ook bij dergelijke temperaturen kunnen groeien in natuurlijke biofilms onder dynamische condities zoals in het distributienet.

De Nederlandse waterbedrijven nemen mogelijke maatregelen tegen opwarming door klimaatverandering, zoals een positie in de schaduw, onder groenstroken of dieper in de ondergrond, nog niet routinematig mee in het ontwerp en aanleg van nieuwe leidingen. Er is behoefte aan inzicht in wanneer deze (voorzorgs)maatregelen relevant zijn, hoeveel deze kosten en welke effecten ze op de verdere bedrijfsvoering hebben. Dit project richt zich op de gevolgen van dieper leggen van distributieleidingen, het ontwikkelen van een afwegingskader en de resulterende open (onderzoeks-)vragen in kaart te brengen.

3 Afwegingskader

De opwarming van de bodem en daarmee het leidingnetwerk in de toekomst staat vast. Zoals besproken in Hoofdstuk 2 is één van de mitigatie maatregelen tegen de opwarming van het leidingnet het dieper leggen van distributieleidingen. In dit hoofdstuk wordt getracht de consequenties van het nemen van deze maatregel in kaart te brengen. Om een afwegingskader op te stellen is als eerste een lijst van elementen gemaakt die ter sprake kwam tijdens de brainstorm sessies over het dieper leggen van distributieleidingen. Per element van afweging is bekeken of er noodzakelijke kennis beschikbaar is om een afweging te kunnen maken. De elementen zijn uiteindelijk onderverdeeld in drie categorieën: veranderende investeringskosten, elementen die behoren tot de aanpassing van de werkwijze en de veranderende onderhoudskosten.

3.1 Investeringskosten

De kosten voor het aanleggen van (distributie)leidingen worden investeringskosten genoemd. Investeringskosten worden bij de DPWE bedrijven veelal gelinkt aan kosten-kentallen. Wat exact onder kosten-kentallen verstaan wordt verschilt sterk per drinkwaterbedrijf. Factoren die hieronder kunnen vallen zijn: graaf-, verharding-, bronnering-, bekisting- en materiaalkosten (dienstkraan, brandkraan, afsluiter, leiding). Een tweetal andere factoren die ook onder investeringskosten geschaard kunnen worden zijn de kosten met betrekking tot extra af- en aanvoer grond in gevallen waar dat nodig is (met name van belang voor Waternet), en de kosten in relatie tot de hinder van andere kabels en leidingen. Daarnaast verschillen de investeringskosten met locatie, zo zijn de investeringskosten typisch hoger in (binnen-)stedelijke gebieden dan in landelijke gebieden of nieuwbouwwijken.

Dieper leggen van distributieleidingen brengen meer investeringskosten met zich mee. Om een inschatting te kunnen maken hoe deze investeringskosten toenemen in relatie met diepteligging is aan de drinkwaterbedrijven gevraagd een zo goed mogelijke inschatting te geven over hoe de verschillende elementen van kosten toenemen als een leiding dieper komt te liggen. De absolute getallen die voortkwamen uit de geleverde data van de drinkwaterbedrijven liepen erg uiteen vanwege het feit dat ieder bedrijf andere factoren onder kosten-kentallen schaaft. Dit maakt een eenduidige vergelijking tussen de investeringskosten van de verschillende DPWE bedrijven lastig. Als uitgangspunt zijn de kosten kentallen voor (lastige) Nieuwbouw genomen en de toename van de kosten bij toenemende diepte is per bedrijf beschouwd ten opzichte van deze kentallen. De kosten voor reconstructie worden sterk bepaald worden door de lokale omstandigheden en verschillen dus per project, wat ook het vergelijken tussen de bedrijven nog lastiger maakt. Er wordt verondersteld dat de procentuele toename van de kosten in geval van (lastige) nieuwbouw representatief zijn voor de overige gevallen. Dat betekent dat als de kosten voor (lastige) nieuwbouw met een X-percentage toenemen, dit percentage ook toepasbaar is op reconstructie projecten.

3.1.1 Kosten dieper leggen PVC110

De kostentoeename bij diepere liggingen (voor nieuwbouw) zijn berekend per drinkwaterbedrijf afzonderlijk. Ieder drinkwaterbedrijf heeft zo goed mogelijk elk kostenelement (bemaling/meerkosten dieper leggen/bekisting/hinder kabels en leidingen/ aan en afvoer zand e.d.) gekwantificeerd voor het leggen van PVC110 op verschillende dieptes, tot 2.3 meter. Deze factoren zijn besproken en waar nodig geschat met de drinkwaterbedrijven tijdens de tweede vergadering. Hierin is verder uitgegaan van basis kostenkentallen per drinkwaterbedrijf, te weten: nieuwbouw

(Dunea, Waternet), nieuwbouw moeilijk (PWN), leiding van DN100 (Evides). Een voorbeeld hoe deze kosten zijn opgebouwd is weergegeven in Tabel 1, hierin zijn de verschillende factoren in kosten voor verschillende dieptes geschat door Waternet.

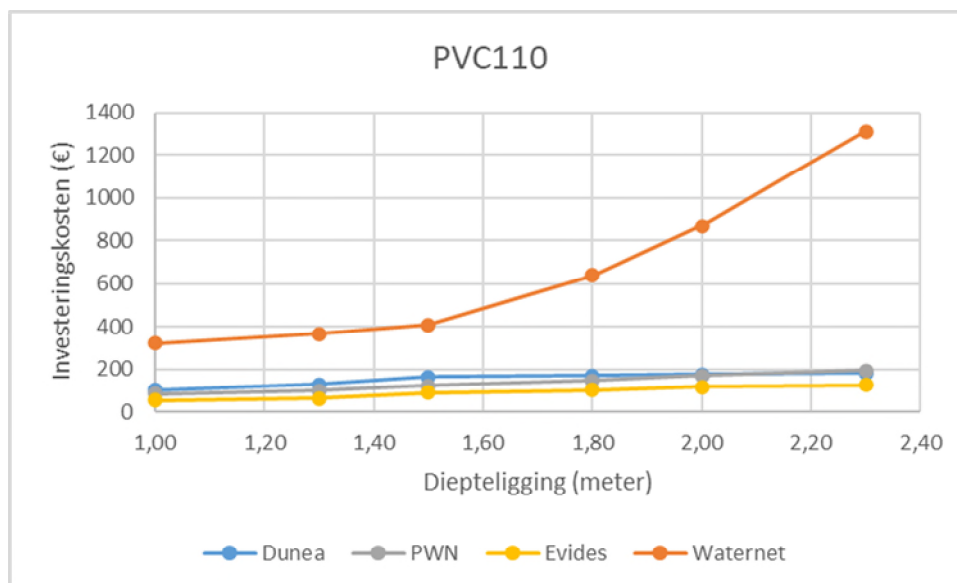
Tabel 1: Geschatte kosten voor het dieper leggen van PVC110 door Waternet. De basis aanlegkosten van PVC110 (anno 2021) zijn bij Waternet €131/m. De verschillende kostenfactoren per diepte (kolom 2 t/m 6) worden hierbij opgeteld en resulteren in de totale kosten per diepte (laatste kolom).

Diepte	Opvangen Kabels en leidingen	Bronnering zijde sleuf	Bekisting	Afvoer grond/aanvoer zand	Damwand trillen/ drukken	Totale kosten (nieuwbouw)
0.8m	€10/m1	€25/m1	talud	€36/m1 (Aanvoer: €18/ton Afvoer: €12/ton. 0.8 m ³ ≈ 1.2 ton zand ≈ €36/m)	talud	€202 /m1
1.0m	€15/m1	€30/m1	Talud of €100/ m1 (afhankelijk van trajectlengte)	€45/m1	Talud of Sleufkist	€321 /m1
1.5m	€15/m1	€45/m1	€150/ m1 (afhankelijk van trajectlengte)	€68/m1	Sleufkist	€409 /m1
2.0m	€20/m1	€50/m1	damwand	€90/m1	€600 / m1	€869 /m1
2.3m	€25/m1	€55/m1	damwand	€120/m1	€1000 / m1	€ 1309 /m1

De verschillende kostenfactoren zijn gesommeerd om tot totale investeringskosten te komen voor het leggen van PVC110 op verschillende dieptes, zie laatste kolom Tabel 1. Soortgelijke tabellen voor de andere drinkwaterbedrijven zijn gemaakt Bijlage IV (slides 8-12). De totale investeringskosten van alle drinkwaterbedrijven voor de verschillende dieptes is uiteengezet in Tabel 2 (kolom 2 t/m 5) en getoond in Figuur 3. Hierin is de procentuele kostentoe name berekend in Tabel 2 per drinkwaterbedrijf, waarbij de kosten op 1 meter diepte als referentie wordt genomen. Per bedrijf wordt bepaald wat de minimale, maximale en gemiddelde kosten toename is ten opzichte van het leggen op 1 meter diepte.

Tabel 2: totale investeringskosten (voor nieuwbouw) voor het leggen van PVC110 op verschillende dieptes voor de DPWE bedrijven.

Diepte	Dunea	PWN	Evides	Waternet	Min % kosten toename	Max % kosten toename	Gemiddelde % kosten toename
1.0m	€100	€ 83	€52	€321	0%	0%	0%
1.3m	€128	€ 98	€62	€365	14%	28%	20%
1.5m	€164	€122	€90	€409	27%	73%	53%
1.8m	€170	€146	€100	€639	70%	99%	84%
2.0m	€176	€170	€114	€869	76%	171%	118%
2.3m	€182	€194	€124	€1309	82%	308%	165%



Figuur 3: Verloop investeringskosten in relatie tot diepte voor het leggen van PVC110 bij de verschillende DPWE bedrijven.

Het wordt benadrukt dat er weinig ervaring is bij de drinkwaterbedrijven met het leggen van leidingen op grotere dieptes, dus sommige kosten elementen moesten geëxtrapoleerd of ruw geschat worden. Uit Tabel 2 volgt dat Waternet de hoogste absolute en procentuele kostentoe name verwacht van de DPWE bedrijven. Gezien Waternet van de DPWE bedrijven het meeste ervaring heeft met het dieper leggen van leidingen worden deze getallen als leidend beschouwd. Echter wordt ook vermeld worden dat Waternet weinig nieuwbouw uitbreidingen (veelal inbreidingslocatie in de stad) en geen combi aanleg heeft. De geschatte kostentoe names voor het dieper leggen

van PVC110 is uiteengezet in Tabel 3 (waarin de getallen van Waternet als leidend zijn beschouwd), is afgerond op tientallen procenten en moet vooral als indicatie worden gezien met een zekere mate van onzekerheid.

Tabel 3: Geschatte procentuele kostentoeename voor het dieper leggen van PVC110 ten opzichte van 1meter diepte, bepaald aan de hand van data van de DPWE bedrijven.

Leidingtype en diepte	Procentuele kosten toename
PVC110, 1.0m diepte	0%
PVC110, 1.5m diepte	70%
PVC110, 2m diepte	170%

3.1.2 Geschatte kosten voor andere materialen en diameters

Er wordt aangenomen dat de kosten voor het dieper leggen gelijk is voor alle materialen. Vanuit deze aanname kunnen de kosten worden geschat voor andere type leidingen. Vanuit de gegeven kostentabel PVC110 (zie Tabel 2 of Bijlage I), zijn de kostentabellen voor PVC200, NG100, NG200 afgeleid, zie Bijlage II. Dit is gedaan in twee stappen:

1. Tabel 4, aangeleverd door Waternet, betreft de aanlegkosten 2021 (exclusief extra kostenfactoren zoals bronnering of hinder kabels en leidingen). Uit Tabel 4 is de factor in kostentoeename om in plaats van PVC110, PVC200 aan te leggen: $(\text{€}214/\text{€}131) = 1.63$. De eerste rij (met diepte 0.8m) van Tabel 2 wordt dan vermenigvuldigd met deze factor om tot de kosten voor het leggen van PVC200 met diepte 0.8m te komen. Hetzelfde proces wordt herhaald om de kosten voor NG100 en NG200 op diepte 0.8m te berekenen.

Tabel 4: Aanlegkosten 2021, bron: Waternet

Materiaal en diameter van de leiding	Basis aanlegkosten 2021 per meter, 80cm dek, nieuwbouw	Factor kosten toename gebruik andere leiding t.o.v. gebruik PVC110 (diepte 80cm)
PVC110	€ 131	0
PVC200	€ 214	1.63
NG100	€ 229	1.74
NG200	€ 322	2.46

2. Er is aangenomen dat de absolute kosten toename met diepte (berekend per drinkwaterbedrijf per kostenfactor per diepte) onafhankelijk zijn van het materiaal en dus gelijk zijn voor het leggen van elk materiaal leiding. Dus als het bij Dunea €20/m extra kost om PVC110 van diepte 100cm naar diepte 120cm te gaan, dan is deze toename aan kosten gelijk verondersteld voor NG100.

Met deze twee aannames zijn de tabellen voor PVC200, NG100 en NG200 afgeleid, zie Bijlage II. Aan de hand van de 4 kostentabellen in Bijlage I en Bijlage II is voor elke type leiding de minimale, maximale en gemiddelde procentuele kosten toename voor de verschillende dieptes voor de vier bedrijven berekend. De resultaten zijn

samengevat in Tabel 5. Het wordt nogmaals benadrukt dat deze getallen ruwe schattingen omvatten gezien er kennis ontbrak over hoe bepaalde kosten zich verhouden ten opzichte van diepte. De resultaten zijn daarom afgerond op tientallen procenten.

Tabel 5: Procentuele kostentoeename bij dieper leggen van verschillende type leidingen, bepaald aan de hand van data van de DPWE bedrijven. Zie Bijlage I voor meer detail.

Leidingtype en diepte	Min % kosten toename	Max % kosten toename	Gemiddelde % kosten toename
PVC110, 1.0m diepte	0%	0%	0%
PVC110, 1.5m diepte	30%	70%	50%
PVC110, 2m diepte	80%	170%	120%
PVC200, 1.0m diepte	0%	0%	0%
PVC200, 1.5m diepte	20%	50%	30%
PVC200, 2m diepte	40%	120%	80%
NG100, 1.0m diepte	0%	0%	0%
NG100, 1.5m diepte	20%	50%	30%
NG100, 2m diepte	40%	120%	70%
NG200, 1.0m diepte	0%	0%	0%
NG200, 1.5m diepte	10%	30%	20%
NG200, 2m diepte	30%	90%	60%

Ook hier worden de getallen van Waternet (de kolom maximale procentuele kostentoeename in Tabel 5) als leidend beschouwd gezien zij de meeste ervaring hebben met het dieper leggen van leidingen. Uit Tabel 5 kan gezien worden dat de procentuele kosten toename lager is voor NG ten opzichte van PVC, en voor grotere diameters. Dit is het directe gevolg van het materiaal dat duurder wordt waardoor de constructie kosten relatief goedkoper worden. Maar in absolute zin zijn de kosten voor het dieper leggen van een duurder materiaal (grotere diameters, of NG in plaats van PVC) hoger.

3.2 Aanpassing werkwijze

Als de leidingen op grotere dieptes gelegd gaan worden, zullen ook aanpassingen moeten plaatsvinden in de dagelijkse werkwijze. Deze resulterende aanpassing in werkwijze is ingeschat door de DPWE bedrijven. Belangrijkste consequentie van het dieper leggen is dat de huidige locatie van de drinkwaterleiding in ondergrondse profiel waarschijnlijk meer naar het midden van de straat zal verplaatsen. De afstand tot de gevel is bepalend voor de diepte van de sleuf die kan worden gegraven, zeker in gebieden waar nauwelijks gefundeerd hoeft te worden vanwege de stabiele ondergrond. Hierdoor komt de waterleiding dichterbij de riolering te liggen. De grotere sleufbreedte kan ook effect hebben op de riolering. Dit betekent enerzijds dat de drinkwaterleidingen de riolering vaker zal kruisen, wat consequenties heeft voor de dimensionering en de detaillering. Verder betekent dit dat rioolvervangingen bijna per definitie ook een vervanging van de drinkwaterleiding tot gevolg hebben. Aangezien de levensduur van een riool veelal korter is dan die van een waterleiding, zal er bij renovatie vaker kapitaalvernietiging plaatsvinden.

Verder zullen vervangingen en opgraven van de waterleidingen complexer zijn als de leidingen zo diep komen te liggen. Benaderen van de leiding voor fysiek onderhoud is daarmee praktisch niet goed mogelijk, waardoor naar minder onderhoudsgevoelig elementen (bepaalde type verbindingen, constructie appendages e.d.) gezocht zal moeten worden. Dit is overeenkomstig met ervaringen in meer noordelijk gelegen landen waar voor vorstbescherming al een gronddekking van 2 meter wordt aangehouden. Ook in Nederland worden leidingen die door zakkingen en ophogingen van het maaiveld op grotere diepte zijn komen te liggen niet meer verwijderd bij nieuwe aanleg. De zakking is daarnaast een criterium om tot vervanging over te gaan vanwege het feit dat ze niet goed benaderbaar zijn voor reparatie of andere werkzaamheden. Dit element kan dus ook gunstig werken in gebieden waar zakking (c.q. ophoging) vaker voorkomt. Als de leiding structureel in orde blijft, is zakking geen criterium om te vervangen

Daarnaast wordt voor het bedienen van appendages (dienstkraan, brandkraan, afsluiters) de bedieningslengte langer wat zorgvuldig hanteren noodzakelijk maakt. Tevens kan het bedienen zelf moeilijker worden door torsie in de spindel. Een storingsmechanisme dat gevonden wordt bij afsluiters, namelijk het vollopen met zand van de opbouwbus, heeft hier grotere gevolgen. Onder de huidige omstandigheden kan een appendage hierdoor al onbedienbaar worden, maar met een langere spindel is de kans hierop nog groter. Daarnaast zal een standaard brandkraan te kort zijn waardoor een ander type brandkraan nodig is voor grote dieptes. Voor het bedienen van appendages is een langere bedieningslengte nodig. Bovendien zal de extra torsie in de sleutel grotere bedieningskracht noodzakelijk maken waardoor handmatige bediening niet (meer) mogelijk is.

Als laatste is benoemd dat als er structureel dieper gelegd gaat worden, dit de facto betekent dat alleen in samenwerking met aannemers die hier gespecialiseerd in zijn, werkzaamheden kunnen worden verricht.

3.3 Onderhoudskosten

Naast de gevolgen voor de investeringskosten en de aanpassing van de werkwijze, heeft het dieper leggen van leidingen ook invloed op andere onderhoudskosten. Verschillende elementen van onderhouds- of reparatiekosten die naar voren komen als leidingen op grotere dieptes zijn gelegd, zijn besproken in de workshops.

Zo is bij het uitvoeren van onderhoud of reparaties waarbij de leiding moet worden benaderd, het talud van sleuf breder, wat hogere kosten met zich meebrengt. De procentuele toename van de kosten wordt verondersteld ongeveer gelijk te zijn aan de toename van de kosten bij aanleg.

Een ander element is dat als de leiding dieper gelegd wordt de impact van eventuele lekkages groter wordt. De krater wordt breder, de signalering later en de reparatieduur neemt toe vanwege het feit dat de leiding slechter bereikbaar is. Op grotere diepte kunnen agressievere grondsoorten voorkomen; een leiding in een agressieve grondsoort wordt meer aangetast. Dit resulteert in mogelijk frequentere reparaties en hogere eisen aan de materiaalsoort. Consequentie is hogere reparatiekosten of hogere aanlegkosten. Aan de andere kant wordt de grond op grotere dieptes minder geroerd en is er minder invloed van wortels van bomen, wat zal resulteren in minder graafschade aan leidingen in vergelijking met ondieper gelegen leidingen.

Samenvattend worden er met de volgende twee aspecten rekening gehouden: Ten eerste kost het benaderen van de leiding meer tijd en geld. Ten tweede dient de operationele bediening van appendages te worden verlengd wat resulteert in hogere storingsgevoeligheid. De storingsfrequentie als gevolg van graafschade zal afnemen.

4 Workshop resultaten

Nu alle elementen in de eerste twee workshops/vergaderingen gecategoriseerd zijn die betrekking hebben op het dieper leggen van distributieleidingen, en het afwegingskader gevormd is, bestaat de vraag hoe de drinkwaterbedrijven dit afwegingskader willen hanteren. Om dit afwegingskader te toetsen is er een workshop georganiseerd voor een breder publiek van collega's binnen de drinkwaterbedrijven met variërende specialismen (van operationeel tot strategisch). Deze workshop is georganiseerd met als doel om zoveel mogelijk extra input te vergaren omtrent het afwegingskader en om te inventariseren of er nog open vragen zijn waar een vervolgtraject over uitgevoerd moet worden.

4.1 Resultaten discussies

Een zestiental mensen waren aanwezig tijdens de workshop, waarin elk DPWE bedrijf vertegenwoordigd was met minstens 3 collega's. Na de resultaten van het project besproken te hebben gingen de deelnemers uiteen in verschillende vergaderruimtes. Per vergaderruimte werd een van onderstaande scenario's voorgelegd. De deelnemers werd gevraagd dit scenario te bespreken en te "verdedigen", waarna men gezamenlijk een terugkoppeling gaf. Door te vragen het scenario te 'verdedigen' werd gestimuleerd om positieve elementen te noemen. In de voorgaande bijeenkomsten is vaker geconstateerd dat het draagvlak voor de maatregel van het dieper leggen niet heel groot is. De argumenten zijn per standpunten hieronder samengevat:

1. Op termijn gaan we het hele distributienet op 2 meter diepte leggen omdat:
 - Duurzame en toekomstbestendige oplossing! Klimaatverandering is een feit en dit is een zeer effectieve oplossing om de gevolgen van de bodemopwarming tegen te gaan.
 - Deze oplossing resulteert in de mogelijkheid om proactief te werken aan een optimale indeling van het net.
 - Biedt kansen voor innovatie, om nieuwe materialen/instrumenten op een andere manier te gaan gebruiken.
 - Voordeel van impact van wortels, minder last van graafschade
 - De zelfreinigende netten hebben een negatieve impact op de drinkwater temperatuur, dieper leggen biedt hier een oplossing voor.
 - Als de watersector deze enorme proactieve stap neemt om op 2 meter te gaan liggen kan er van andere infrastructuur beheerders het een en ander gevraagd worden. Dit resulteert in een leidingen rol van de watersector om de warmtetransitie vorm te geven.
 - Bij deze diepte ligt enkelzijdige ligging in de straat meer voor de hand dan dubbelzijdige ligging. Dit resulteert in een kostenbesparing.
 - Als distributienet op 2 meter diepte ligt resulteert dit in meer afstand tussen aansluitleidingen en warmtenetten, dit voorkomt opwarming in de aansluitleiding.

2. Dieper leggen van distributieleidingen gebruiken we alleen als alternatief als lokale oplossing in de volgende omstandigheden:
 - Niet voldoende schaduw is, waar niet voldoende verhardingen toegepast kunnen worden die de verwarming tegengaan. (in centrum wel, en in dorpen niet)
 - Op sommige plekken dieper leggen als daar niet voldoende koeling is!
3. Het dieper leggen van het distributienet wordt niet beschouwd als oplossing omdat:
 - De kosten zijn simpelweg te hoog.
 - Impact van bodemverontreiniging. Hoe dieper je gaat, hoe meer bodemlagen je verstoort.
 - Voordeel van combi-werkzaamheden vallen weg gezien de ligging van de drinkwaterleiding richting de weg gaat. Anderzijds zijn er dan ook mogelijkheden om combi-werkzaamheden met riolering en warmtebedrijven aan te gaan.

4.2 Inventarisatie vervolgonderzoeksvragen

Verschillende onderzoeksvragen kwamen boven tafel in de vergaderruimten tijdens de workshop. De onderzoeksvragen zijn samengevat en onderverdeeld in twee categorieën. De eerste categorie bestaat uit de open vragen die voortkomen als er besloten wordt het hele distributienet op 2 meter diepte te leggen. De tweede categorie bestaat uit vragen die volgen als het diep leggen van leidingen in slechts lokale oplossingen wordt gehanteerd.

1. Op termijn het hele distributienet op 2 meter diepte leggen. De resulterende onderzoeksvragen:
 - Leidingen die in veengrond gelegd worden moeten eerst afgegraven worden en grondverbetering moet toegepast worden. Leidt deze grondverbetering tot daling van de grondwaterstanden?
 - De afspraken tussen andere kabels en leidingenbedrijven moeten herzien worden. Wat zijn de gevolgen voor de andere kabels en leidingenbedrijven als de watersector besluit om op 2 meter gaan liggen? De kans bestaat dat andere kabels en leidingenbedrijven dan niet kunnen blijven liggen.
 - Is het mogelijk de drinkwaterleiding wel onder riolering te leggen, is riolering op te hangen? Verder moet er gekeken worden of de drinkwaterleiding naast de riolering geplaatst kan worden terwijl aan alle hygiënische eisen wordt voldaan. De kans bestaat dat de vervangingsopgave van riolering en drinkwaterleiding gelijk getrokken moeten worden.
 - Wat heeft de andere veranderende ligging van de distributieleidingen voor impact op de afstands-eisen tot waterkeringen en dijken?
 - Hoe komen de huisaansluitingen er uit te zien als distributieleidingen zo diep liggen? De impact op de bovengrond wordt groter als er dieper gegraven wordt.
 - Wellicht is het mogelijk om een tweede net onder het huidige net te leggen, en het huidige drinkwaternet te gebruiken voor een lage temperatuur warmtenet?
 - Zijn er andere materialen of andere constructies voor leidingen beter op deze diepte? Wellicht moet de storingsfrequentie die nu acceptabel wordt geacht lager worden (gezien de hinder die het oplevert om deze leidingen te bereiken).
2. Dieper leggen van distributieleidingen alleen gebruiken als alternatief als lokale oplossing. De resulterende onderzoeksvragen:

- Is de beoogde drinkwater temperatuur koeling voldoende als leidingen in de groenstrook of schaduw blijven liggen?
- In hoeverre is het mogelijk om de gemeente te bewegen om andere typen verhardingen of groenstroken toe te passen om opwarming tegen te gaan?
- Wat is de impact van het ontgraven in tuinen en privé grond? Biedt het leggen van mantelbuizen een oplossing om dieper te leggen en onderhoud te plegen buiten privé gronden?
- Er moet een integrale maatschappelijke kostenafweging komen om te bekijken wat voor de maatschappij het goedkoopste is.
- Welke onderbouwingen zitten er in de 25 graden norm? Wat zijn de gevolgen voor de volksgezondheid van veelvuldige overschrijdingen van deze 25 graden?

5 Discussie en vervolgvragen

5.1 Discussie

Zoals te verwachten, zal het dieper leggen meer kosten met zich meenemen. Vanwege de onbekendheid met het daadwerkelijk dieper leggen van leidingen en de verschillende manieren waarop bedrijven de kosten benaderen en in rekening brengen, is geen grote mate van detail te bepalen. In het algemeen kan gesteld worden dat de kosten relatief met 70 tot 120% zullen toenemen. De meeste ervaring heeft Waternet met het dieper leggen en op basis daarvan kan aangenomen worden dat kosten ongeveer zullen verdubbelen.

Voor een afwegingskader zullen naast de kosten ook de baten moeten worden bepaald. De directe baten voor het drinkwaterbedrijf zijn dat de temperatuur van het drinkwater in het distributienet lager zal blijven dan zonder maatregelen. Een ander voordeel zal zijn dat de storingsfrequentie als gevolg van graafschade en wortel interactie zal afnemen.

Om tot een afwegingskader te komen voor individuele leidingen zal moeten worden bepaald welke mate van opwarming toelaatbaar is. Bij ongewijzigd beleid zullen er voor de leidingen drie situaties zijn: ligging onder donkere verharding, ligging in de schaduw of ligging onder groenstroken. De donkere verharding kan in een verstedelijkte omgeving liggen waardoor het hitte eiland effect kan ontstaan.

Een gewijzigd beleid kan zijn het opheffen van de ongunstige situaties onder donkere verharding of het dieper leggen van alle leidingen ongeacht de oppervlaktebedekking. Het dieper leggen als oplossing voor lokale hot spots zal per geval worden afgewogen.

Het gunstige effect van dieper liggen op de storingsfrequentie als gevolg van graafschade en wortelinteractie zal waarschijnlijk niet opwegen tegen mogelijk kapitaalsvernietiging door vroegtijdig vervangen. De kortere levensduur van de riolering zal maatgevend zijn voor het ritme van vervanging.

5.2 Vervolgvragen

Na evaluatie van de resultaten van de drie workshops zijn de volgende vervolgvragen bepaald:

- Welk percentage van de leidingen liggen nu respectievelijk onder donkere verharding, schaduw¹ of groenstrook;
- Wat is een model voor het monetariseren van de maatschappelijke kosten en baten van het dieper leggen van leidingen;
- Is het mogelijk alternatieve oplossingen in het domein van de gemeente te realiseren, zoals bijvoorbeeld het vervangen van verharding door groenstroken.

In de uitwerking hiervan wordt eerst bekeken welk gedeelte van het leidingnet aangepast zou moeten worden om een zinvolle impact te hebben op het voorkomen van verhoging van de temperatuur in de bodem rondom de leiding. Op basis van de gegevens van deze eerste vraag een beschouwing over de twee andere vragen.

¹ "Schaduw" zal nog nader gedefinieerd moeten worden, maar zal minimaal 50% in schaduw moeten zijn over de gehele lengte van de leiding.

6 Tweede fase

6.1 Inleiding

Uit de serie van workshops zijn drie vervolgvragen gesteld, zie paragraaf 5.2. In dit hoofdstuk zijn deze drie vervolgvragen verder uitgewerkt.

6.2 Leidingen onder verharding

Uit eerder onderzoek is gebleken dat leidingen onder verharding verder opwarmen dan leidingen onder groenstroken². Leidingen die niet onder verharding liggen, zouden in principe niet hoeven te worden aangepakt. De veronderstelling is dat als dit gedeelte een aanzienlijke omvang heeft, er veel minder leidingen aangepakt moeten worden waardoor de termijn die nodig is om de maatregel te realiseren kleiner wordt.

De deelnemende bedrijven is gevraagd om een aantal willekeurig gekozen distributiegebieden uit te kiezen en te bepalen welk gedeelte van de leidingen onder verharding ligt. De overige leidingen hebben een andere bodembedekking, waarvan we aannemen dat deze hetzelfde effect heeft als een voldoende brede groenstrook.

Het bepalen van de ligging van de leidingen en daarmee het type van de bedekking is geen standaard functie van de leidingregistratiesystemen, zodat analyses gedeeltelijk handmatig zijn gedaan.

In totaal zijn van vijf gebieden de gegevens uitgewerkt. De detailkaarten zijn opgenomen in Bijlage VI en de gegevens zijn samen gevat in Tabel 6.

² Het type verharding maakt niet veel uit voor het opwarmen van de ondergrond. Alleen een volledig witte verharding zou enig verschil uitmaken, maar de gebruikelijke grijze/bruine tegels hebben een zeer vergelijkbaar effect als zwart asfalt

Tabel 6 gegevens van de onderzochte willekeurige distributiegebieden

Gebied	Tot [km]	Onder verhard [km] / [%]	Onder groen e.a. [km] / [%]
Dordrecht stadspolder (Evides)	14,5	12,1 / 83,4%	2,4 / 16,6%
Betondorp (Waternet)	9,968	9,386 / 94,2%	0,582 / 5,8%
Frankendael (Waternet)	9,936	8,825 / 88,8%	1,111 / 11,2%
De Aker (Waternet)	9,563	8,092 / 84,6 %	1,471 / 15,4%
Randweg B'hoek (Dunea)	8,191	7,032 / 85,9 %	1,159 / 14,1%
Totaal	52,158	45,435 / 87,1%	6,723 / 12,9%

Uit deze tabel blijkt dat ruim 87% van de leidingen in de onderzochte gebieden onder verharding ligt. Dit betreft een willekeurige selectie leidingnetten met een totale lengte van 52 km. Feitelijk blijkt hieruit dat nagenoeg het gehele distributieleidingnet aangepast zou moeten worden, omdat de gedeeltes die nu niet onder verharding liggen min of meer verdeeld zijn over de gebieden. Bovendien is alleen onderscheid gemaakt tussen 'verhard' en 'niet verhard', zonder dat duidelijk is of dit daadwerkelijk een groen voorziening is en hoe breed deze strook groen is. Voor effectieve bescherming zou de groenstrook een zekere breedte moeten hebben die geschat wordt op 1,5 tot 2 meter. Als dit nauwkeuriger in beeld zou worden gebracht zou het percentage leidingen dat moet worden aangepakt hoger worden.

6.3 Monetariseren maatschappelijke kosten baten en aanpassingen door gemeente

Gezien het grote gedeelte van het leidingnet dat zou moeten worden aangepast, is het praktisch onmogelijk om de aanpassing te realiseren in een termijn dat de klimaatverandering effect gaat hebben. Het distributieleidingnet beslaat minimaal 80% van het totale leidingnet. Bij een uitvoeringsduur van 20 jaar als termijn waarop de klimaatverandering zou resulteren in de geprognosticeerde hoge temperatuur zou dit een vervangingspercentage rond de 4 tot 5% per jaar betekenen. Dit zou een vervijfvoudiging betekenen van het voorgenomen beleid om 1% van de leidinglengte jaarlijks te vervangen.

Daarnaast zal het 'verdiepen' van de leiding en mogelijk een nieuwe positie in de ondergrond zeer ingrijpend zijn en alleen uitgevoerd kunnen worden als ook andere nutsvoorzieningen hun infrastructuur aanpassen.

Aanpassingen in het gemeentelijk domein, het veranderen van het type verharding in een zeer open constructie of volledige groenstrook is om diezelfde reden niet praktisch haalbaar. Hier geldt dat niet de ondergrondse infrastructuur moet worden aangepast, maar de bovengrondse. Dat is nog gecompliceerder.

Om deze redenen is besloten deze twee vragen niet verder uit te werken.

7 Slotbeschouwing

Klimaatverandering zal de omgevingstemperatuur doen stijgen en daarmee ook de temperatuur in de bodem. Hoe zich dat zal gaan ontwikkelen in de levensduur van de ondergrondse infrastructuur is niet te bepalen. Beleidsmatig wordt gestreefd naar een maximale opwarming van 1,5 graden Celcius, maar wordt 2,0 ook al genoemd als aanvaardbaar. Met deze prognoses alleen zal de temperatuur van de bodem, en dus het drinkwater in de distributienetten, toenemen tot waarden die boven het wettelijk maximum liggen.

Structurele ingrepen in het distributieleidingnet hebben een zeer lange uitvoeringsduur van minimaal 50, maar meer realistisch 100 jaar. In vergelijking met de tijdschaal waarop de klimaatverandering zal leiden tot temperatuurverhoging is dit te lang om effectief de gevolgen daarvan te kunnen beperken.

Minimaal 87% van het distributieleidingnet zal moeten worden 'verdiept' om effectief te kunnen zijn. Als dit in 20 jaar wordt uitgevoerd zal dit een vervijfvoudiging betekenen van het volume van vervanging van leidingen tegen 170% van de kosten. Dat betekent een investeringsvolume dat 8 maal zo groot zal zijn als het huidige en dat 20 jaar moet worden volgehouden.

Daarnaast is het discutabel of het verdiepen van het leidingnet de temperatuur aan de tapkraan veel zal verlagen. Doordat de omgevingstemperatuur hoger wordt, zal ook de temperatuur in woningen hoger worden en daarmee de temperatuur van het drinkwater.

Dit alles wijst erop dat voorkomen van een hoge(re) temperatuur van het drinkwater aan de tap onvermijdelijk zal zijn. Daarom zal een strategie om daarnaar te handelen kansrijker zijn dan een strategie om het te voorkomen.

De temperatuur heeft vooral effect op de biologische parameters in het drinkwater: hoe hoger de temperatuur, hoe hoger de biologische activiteit. Dit proces is echter van meerdere factoren afhankelijk dan alleen de temperatuur; de tijdsduur en de oorspronkelijke samenstelling spelen een belangrijke rol. Met name de oorspronkelijke watersamenstelling en de tijdsduur c.q. de verblijftijd in het leidingnet zijn factoren die wél effectief kunnen worden beïnvloed. De watersamenstelling c.q. de biologische stabiliteit is van oudsher een belangrijke parameter en zal in een ander daglicht moeten worden bekeken.

De verblijftijd in het leidingnet is mede afhankelijk van de configuratie van het leidingnet, naast de watervraag. Met het concept van vertakte distributieleidingen, neemt de gemiddelde verblijftijd af ten opzichte van een conventioneel vermaasd leidingnet, maar wellicht nog belangrijker is dat de spreiding in verblijftijden sterk afneemt. De samenhang van de drie genoemde TTW factoren (tijd, temperatuur en watersamenstelling) zal in samenhang moeten worden bestudeerd en omgezet in praktische en haalbare doelstellingen.

Referenties

- [1] Agudelo-Vera, C.M., E.J.M. Blokker, P.W.J.J. van der Wielen, and B. Raterman, *Drinking water temperature in future urban areas*. 2015, Nieuwegein: KWR. BTO 2015.012
- [2] Beuken, R.H.S., *Impact energietransitie op infrastructuur*. 2020, Nieuwegein: KWR. BTO 2020.046
- [3] Blokker, E.J.M. and E.J. Pieterse-Quirijns, *Scenario studies voor beperken invloed klimaatveranderingen op temperatuur en kwaliteit drinkwater in het net*. 2012, Nieuwegein: KWR
- [4] van Vossen, J., S.F. Stofberg, and C.M. Agudelo-Vera, *Effectiviteit maatregelen tegen opwarming drinkwater in leidingen*. 2019, Nieuwegein: KWR. KWR 2019.080
- [5] Agudelo-Vera, C.M. and J.R.G. van Summeren, *Effectiviteit maatregelen klimaatadaptatie – Fase II*. 2020, Nieuwegein: KWR. KWR 2020.065
- [6] Blokker, E.J.M. and G.A.M. Mesman, *Benodigde materiaaleigenschappen voor ondiepere ligging leidingen*. 2014, Nieuwegein: KWR. BTO 2014.029
- [7] Agudelo-Vera, C.A., E.J.M. Blokker, and C. Quintiliani, *Maatregelen tegen ongewenste opwarming van het drinkwater in het leidingnet*. 2020, Nieuwegein: KWR. BTO 2020.015
- [8] Pieterse-Quirijns, E.J., R. de Groot, Y. de Rijck, and K. Ruijg, *Diepteligging van leidingen*. 2011, Nieuwegein: KWR
- [9] van der Wielen, P.W.J.J., *Invloed van temperatuur op groei van opportunistische ziekteverwekkers in drinkwater*. 2020, Nieuwegein: KWR. BTO 2020.036
- [10] Neu, L., & Hammes, F. (2020, 06). *C-mark*. Opgehaald van C-mark: <https://www.c-mark.nl/nieuws/artikelen-nieuwsbrief/afnemende-waterkwaliteit-met-kunststof-waterleidingen/>

Bijlagen

I Kosten PVC110, data drinkwaterbedrijven

PVC110	Dunea	PWN	Evides	Waternet	Min % kosten toename	Max % kosten toename	Gemiddelde % kosten toename
1.0m	€100	€ 83	€52	€321	0%	0%	0%
1.3m	€128	€ 98	€62	€365	14%	28%	20%
1.5m	€164	€ 122	€90	€409	27%	73%	53%
1.8m	€170	€146	€100	€639	70%	99%	84%
2.0m	€176	€170	€114	€869	76%	171%	118%
2.3m	€182	€194	€124	€1309	82%	308%	165%

II Geschatte kosten andere type leidingen

Volgende tabellen zijn herleidt uit tabel PVC110 door te factoriseren.

PVC200	Dunea	PWN	Evides	Waternet	Min % kosten toename	Max % kosten toename	Gemiddelde % kosten toename
1.0m	€ 176	€125	€78	€448	0%	0%	0%
1.3m	€ 204	€140	€88	€492	10%	16%	13%
1.5m	€ 240	€164	€116	€536	20%	49%	34%
1.8m	€ 246	€188	€126	€766	40%	71%	56%
2.0m	€ 252	€212	€140	€996	43%	122%	79%
2.3m	€ 258	€236	€150	€1436	47%	221%	112%

NG100	Dunea	PWN	Evides	Waternet	Min % kosten toename	Max % kosten toename	Gemiddelde % kosten toename
1.0m	€ 190	€ 134	€83	€473	0%	0%	0%
1.3m	€ 218	€ 149	€93	€517	9%	15%	12%
1.5m	€ 254	€ 173	€121	€561	19%	46%	32%

1.8m	€ 260	€197	€131	€791	37%	67%	52%
2.0m	€ 266	€221	€ 145	€1021	40%	116%	74%
2.3m	€ 272	€245	€ 155	€1461	43%	209%	105%

NG200	Dunea	PWN	Evides	Waternet	Min % kosten toename	Max % kosten toename	Gemiddelde % kosten toename
1.0m	€ 275	€ 182	€112	€616	0%	0%	0%
1.3m	€ 303	€ 197	€122	€660	7%	10%	9%
1.5m	€ 339	€ 221	€150	€704	14%	34%	23%
1.8m	€ 345	€245	€160	€934	25%	52%	39%
2.0m	€ 351	€269	€ 174	€1164	28%	89%	55%
2.3m	€ 357	€293	€ 184	€1604	30%	160%	79%

III Slides presentatie workshop 1

Datum: 22 maart 2021
Aanwezig: Michael Preng (Waternet), Barry Leguit (PWN), Rob Geers (Dunea), Rob de Jong (Dunea), Marc Hooijmans (Evides)
Jip van Steen (KWR), Jan Vreeburg (KWR)

Slide 1

22 maart 2021

Workshop 1

DPWE project Dieper leggen

Jan Vreeburg
Jip van Steen

KWR Bridging Science to Practice

Slide 2

 **Voorwoord**


- Allereerst hartelijk dank voor alle reacties en literatuur!



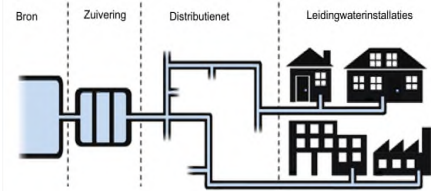
- T.b.v. interactie: onderbrekingen zijn welkom

2

Slide 3

 **Introductie**

- Gevolgen klimaatverandering: opwarming van bron tot tap
- Dit project richt zich op dieper leggen van **distributieleidingen**
 - Focus ligt daarom op distributie
- Belangrijk om met een open blik naar dieper leggen van distributieleidingen te kijken!



3

Slide 4

~

(Delen van) onderzoeksresultaten

KWR

Wat is bekend in de literatuur?



4

Slide 5

~

Opwarming drinkwater door klimaatverandering

KWR


Toekomst scenarios met klimaatmodellen:

- **Verwachte toename in overschrijdingen 25°-norm zonder maatregelen**
- Effecten van elementen in kaart gebracht
 - Verschillende dieptes
 - Grondsoorten
 - Bedekkingen (vegetatie, verharde afdekking, in schaduw)
 - Bodemvocht concentraties verhogen
- Dieper leggen van leidingen leidt tot minder opwarming en afname overschrijdingen van de norm
 - Diepteligging vanaf 1.5m
 - geen overschrijding meer van de 25° bij verhardingen
 - 2° temperatuur afname

5

Refs:
- KWR 2011.022 Diepteligging van leidingen
- KWR 2019.080 Effectiviteit maatregelen opwarming drinkwaterleidingen

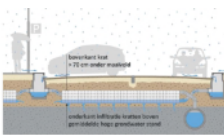
Slide 6



~ Samenvatting effecten mogelijke andere maatregelen (niet dieper leggen)

Maatregelen

- Leidingen leggen in groenstroken of in de schaduw van bomen
- Bodemvochtconcentraties verhogen (klimaatadaptieve drainage)




Effecten

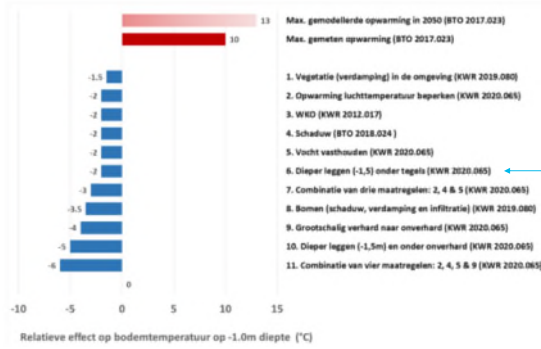
- Beide afzonderlijk verlagen temperatuur leidingwater met 1 tot 3 graden (zelfde orde van grootte als dieper leggen leidingen)
- Dit omvat de bovengrondse openbare ruimte: werkterrein van gemeenten

Refs:
- KWR 2011.022 Diepteligging van leidingen
- KWR 2019.080 Effectiviteit maatregelen opwarming drinkwaterleidingen

Slide 7



~ Overzicht van effect van maatregelen



Relatieve effect op bodemtemperatuur op -1.0m diepte (°C)

Max. gemodelleerde opwarming in 2050 (BTO 2017.023) 13
Max. gemeten opwarming (BTO 2017.023) 10

1. Vegetatie (verdamping) in de omgeving (KWR 2019.080)
2. Opwarming luchttemperatuur beperken (KWR 2020.065)
3. WKO (KWR 2012.017)
4. Schaduw (BTO 2018.024)
5. Vocht vasthouden (KWR 2020.065)
6. Dieper leggen (-1,5) onder tegels (KWR 2020.065) ←
7. Combinatie van drie maatregelen: 2, 4 & 5 (KWR 2020.065)
8. Bomen (schaduw, verdamping en infiltratie) (KWR 2019.080)
9. Grootschalig verhard naar onverhard (KWR 2020.065)
10. Dieper leggen (-1,5m) en onder onverhard (KWR 2020.065)
11. Combinatie van vier maatregelen: 2, 4, 5 & 9 (KWR 2020.065)

Refs:
- KWR 2020.065 Effectiviteit maatregelen klimaatadaptatie

Slide 8

~KWR

Inschatting effecten dieper leggen van leidingen

<p><u>Effecten</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Minder opwarming drinkwater<ul style="list-style-type: none">- Overschrijdingen van de 25° norm worden gereduceerd• Technisch nauwelijks problemen• Hogere kosten<ul style="list-style-type: none">- Investering- Onderhoud <p style="text-align: left; font-size: small;">8</p>	<p><u>Elementen</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Bestekposten• Onderhoudskosten (bij werkzaamheden)<ul style="list-style-type: none">- Dieper graven- Kost meer tijd- Meer voorzieningen nodig (kranen/damwanden)- Brainstorm?• Technische problemen bij hoge dieptes?
--	--


Slide 9

~KWR

Aangeleverde bestekposten

<p><u>Elementen</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Kostenkennallen voor leggen van leidingen*<ul style="list-style-type: none">- Graafkosten- Kosten verharding• Bemaling/drainage kosten<ul style="list-style-type: none">- Effect van grondwater?• Sleufstabiliteit<ul style="list-style-type: none">- Bekisting <p style="text-align: left; font-size: small;">9</p>	<p style="font-size: small;">* (incl. voorbereiding, toezicht, materiaal, uitvoering, bodemonsters etc.) [DUNEA] * (incl. voorbereiding (aannemer), materiaal, uitvoering (aannemer), exclusief medewerkers PWN) [PWN] * (incl. aanbrengen of plaatsen dienstkraan, brandkraan, afsluiter en leiding) [WATERNET] * (incl. graafkosten en kosten voor bepaald type de verharding) [EVIDES]</p>
---	---

Slide 10



Bestekposten getallen verschillen per WB

Elementen

- Kostenkentalen voor leggen van leidingen*
 - Graafkosten
 - Kosten verharding
- Bemaling/drainage kosten
 - Effect van grondwater?
- Sleufstabiliteit
 - Bekisting

100 euro/m1 voor nieuwbouw hoofdleiding
320 euro/m1 voor reconstructie hoofdleiding
295 euro/m1 voor vervangen hoofdleiding

8,95 euro/m1


Dubbel: 32 euro/m1
Enkel: 16 euro/m¹

[Data van Dunea]

* (incl. voorbereiding, toezicht, materiaal, uitvoering, bodemonsters etc.) [DUNEa]

10

Slide 11



Effect bestekposten diepere ligging

Verharding kosten toename (Evides):

	80 cm dek	100 cm dek (% t.o.v. 80 cm)	125 cm dek (% t.o.v. 80 cm)	150 cm dek (% t.o.v. 80 cm)
DN100	€ 36,35	128%	145%	166%
DN150	€ 37,95	127%	143%	162%
DN200	€ 38,86	126%	142%	161%

- Verhardingskosten per m1

Meerkosten dieper leggen (Dunea)*:

	100 cm dek	110 cm dek	150 cm dek
110PVC	€1.5 / m1	€2.5 / m1	€20 / m1

Meerkosten dieper leggen (PWN)*:

	100 cm dek	110 cm dek	130 cm dek	150 cm dek	>1.5m
110PVC	€ 0 / m1	€ 0 / m1	€ 5 / m1	€15 / m1	Op offerte

Meerkosten hinder kabels en leidingen (PWN):

- Aannemer krijgt toeslag van 30% op gehele aanlegprijs per m1 bij veel hinder
→ Hoe dieper hoe meer overlast?

11

* (Volgens rekenmatrix, waarin ook breedte van sleuf is opgenomen, voor het dieper leggen van hoofdleidingen) [Dunea, PWN]

Slide 12

KWR

KWR studie 2014 (PWN)

berekening gemaakt voor het gehele leidingnet van PWN met een lengte van 10.300 km

CAPEX elk jaar in de periode 2015-2020	leiding op 1,00 meter	leiding op 1,25 meter	leiding op 1,50 meter
aannemerskosten van nieuw aan te leggen distributieleidingen	35 km nieuwe distributieleiding koppeltal aannemerskosten € 28.000 € 980.000	stijging koppeltal met 30 % € 1.274.000	stijging koppeltal met 70 % € 1.666.000
aannemerskosten van distributieleidingen, die worden geleid tot vervanging van bestaande distributieleidingen	115 km te vervangen distributieleiding koppeltal aannemerskosten € 110.000 € 12.650.000	stijging koppeltal met 30 % € 16.445.000	stijging koppeltal met 70 % € 21.505.000
aannemerskosten van nieuwe aan te leggen aansluitleidingen	4.500 nieuwe aansluitleidingen koppeltal aannemerskosten € 300 € 1.350.000	stijging koppeltal met 30 % € 1.755.000	stijging koppeltal met 70 % € 2.295.000
Totaal CAPEX jaarlijks	€ 14.980.000	€ 19.474.000	€ 25.466.000

CAPEX jaarlijks geleidelijk toegevoerd tussen 2015 en 2020	leiding op 1,00 meter	leiding op 1,25 meter	leiding op 1,50 meter
kosten door gewonnen onder voorwaarden bij het genereren van nieuwe bronnen met (toekomstige) PWN	effect van onderhoudsprogramma of langdurig verzuim = € 300.000 kans op dit effect = 1 keer per jaar risico = € 300.000	kans op dit effect = 1,5 keer per jaar risico = € 450.000	kans op dit effect = 2 keer per jaar risico = € 600.000
kosten voor het repareren van lekke distributieleidingen	aantal storingen in 2009 ligt naar verwachting op 1.300 storingen koppeltal aannemerskosten € 1.300 € 1.560.000	1,25 meter storingen omdat circa 43 % ledigen investeren op 1,25 m ligt stel 1.300 storingen koppeltal aannemerskosten € 1.300 € 1.560.000	1,50 meter storingen omdat circa 43 % ledigen investeren op 1,50 m ligt stel 1.300 storingen koppeltal aannemerskosten € 1.300 € 1.560.000
schade aan algemene van derden bij lekkage van de leiding	jaarlijks schadebedrag € 246.000 € 246.000	stijging met 25 % door diepere kullen en doordat lek later ontdekt wordt € 307.500	stijging met 100 % door diepere kullen en doordat lek later ontdekt wordt € 492.000
schade door beroving van het drinkwater in ledigen	komt niet of nauwelijks voor € 0	zal niet voorkomen € 0	zal niet voorkomen € 0
schade door graafwerkzaamheden van derden	onbereikbaar schadebedrag € 43.000 + schade van aardig diep niet kan worden afdichtend € 65.000 € 108.000	volgens (DFF) rapport KWR 2011 022 neemt schade af met 41 % € 64.000 € 64.000	volgens (DFF) rapport KWR 2011 022 neemt schade af met 75 % € 32.250 € 32.250
Totaal CAPEX jaarlijks	€ 2.164.000	€ 2.376.500	€ 2.524.400

Refs:
- KWR 2014.057 Haalbaarheid van maatregelen tegen ongewenste opwarming in het leidingnet

Slide 13

KWR

Geleverde bestekposten

- De gegeven getallen gaan veelal tot 1.5m diepte
 - Maar wat zijn de geschatte kosten voor het dieper gaan dan dit?
- Schattingen kosten 2.0m diepte?
- Schattingen kosten >2.0m diepte?

13

Slide 14

~ **Onderhoudskosten** KWR

- Heeft een zekere frequentie
- Activiteit zelf heeft kosten

→ Is hier zicht op?

→ Wat voor onderhoud is dit?

→ En wat betekent dit voor verschillende dieptes?

14

Slide 15

~ **Brainstorm mogelijke elementen afwegingskader en afbakening toepassing** KWR

Eigenlijk willen we matrix

- aanleg vertalen in kosten
- onderhoud ook vertalen in kosten (incl. kwalitatieve beoordeling)
- verdere elementen?

Kosten (toename) →

	Bestekposten	Bemaling	Sleufstabiliteit	Onderhoudskosten	Etc..
1.0m					
1.5m					
2.0m					
2.5m					

Diepte leiding ↓

15

Slide 16



~
Rondvraag en sluiting


KWR

16

IV Slides presentatie workshop 2

Datum: 19 april 2021
Aanwezig: Michael Preng (Waternet), Barry Leguit (PWN), Rob Geers (Dunea), Rob de Jong (Dunea), Marc Hooijmans (Evides)
Jip van Steen (KWR), Jan Vreeburg (KWR)

Slide 1



19 april 2021

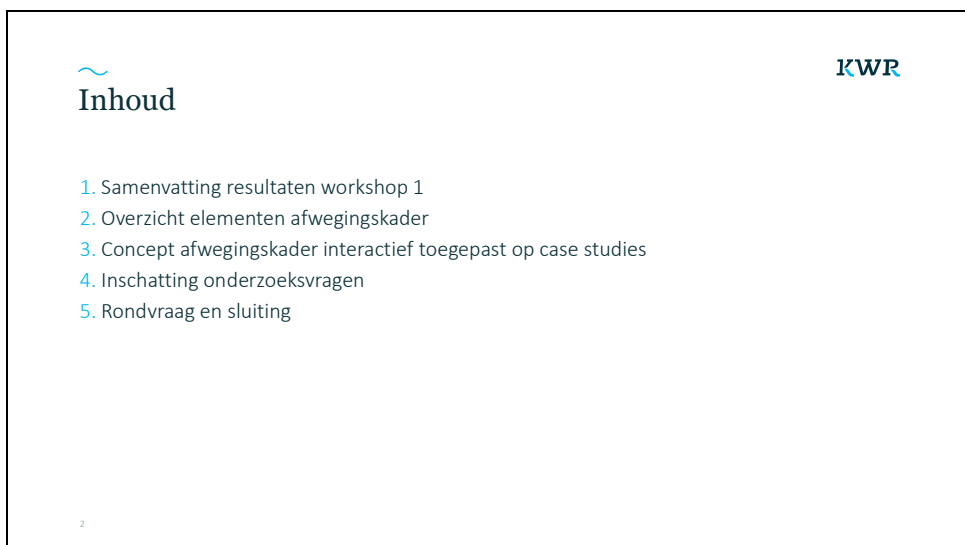
Workshop 2

DPWE project Dieper leggen

Jan Vreeburg
Jip van Steen

KWR Bridging Science to Practice

Slide 2




Inhoud

1. Samenvatting resultaten workshop 1
2. Overzicht elementen afwegingskader
3. Concept afwegingskader interactief toegepast op case studies
4. Inschatting onderzoeksvragen
5. Rondvraag en sluiting

KWR

2

Slide 3



1. Samenvatting workshop 1

- Klimaatmodellen voorspellen (zonder maatregelen te nemen)
 - Opwarming van bron tot tap
 - Overschrijdingen 25° norm
- Dieper leggen van leidingen (vanaf 1.5m) reduceert opwarming en overschrijdingen aanzienlijk

3

Slide 4



1. Samenvatting workshop 1

Brainstorm elementen die naar voren kwamen tijdens workshop 1 (aandachtspunten in het afwegingskader)

- Nu vaak onder trottoir, maar bij dieper leggen vaak midden in de weg
- Langere aansluitleidingen (appendages gevolgen etc.)
- Invloed van zettingen?
- Al snel aangewezen op aannemers als er dieper wordt gelegd
- Sleuf wordt breder, signalering later, reparatieduur langer
- Minder last van boomwortels
- Minder roering schade

4

Slide 5



1. Samenvatting workshop 1



Actiepunten na workshop 1:

- Verdere nuancering geleverde getallen nodig
- Getallen doortrekken naar 2m
- Kantelpunten kosten?
- Ervaringen met diepere liggingen binnen bedrijf?

- Zicht op onderhoudskosten?
 - Wat voor onderhoud?
 - Wat betekent dit voor verschillende dieptes?

5

Slide 6



2. Overzicht elementen afwegingskader

- Investeringskosten
 - Kostenkantallen diep leggen leidingen
 - Bemaling
 - Sleufstabiliteit
- Aanpassing werkwijze
 - Uitbreiding arsenaal aan materiaal (kraansleutel, dienstkraan etc.) om dieper te kunnen komen
 - Arbo maatregelen
- Onderhoudskosten
 - Talud van uitwerking breder
 - Aanschaf apparatuur
 - Impact lekkages groter
 - Minder roering, minder wortels
 - Dieper: agressieve grond dus meer aantasting?

6

Slide 7

KWR

Reacties waterbedrijven

- WATERNET: Dieper leggen zorgt voor extra afvoeren van grond en aanvoer zand, wat een aanzienlijke kostenpost kan zijn (vaak geen ruimte naast de sleuf)
 - Herkennen andere bedrijven dit?
- DUNEA: Veilige taludhelling [sleufstabiliteit vanaf 1 meter of een hoek van 45 graden] te bepalen uit grondwaterstand
 - Bodemsamenstelling (grondsoort, GWS)
 - Tijdsduur van ontgraving
 - Omgevingsfactoren
- Kostentabellen op de volgende pagina's zijn (zeer) ruwe schattingen

7

Slide 8

KWR

Dunea

- De meerkosten voor het dieper leggen van hoofdleidingen
[110PVC, volgens rekenmatrix, waarin ook breedte van sleuf is opgenomen]

	Meerkosten voor het dieper leggen	Bemaling	Bekisting (enkel/dubbel)	Totale kosten (van nieuwbouw)
1.1m	€1.5 /m1	€9 /m1	€16/m1 (enkel) €32/m1 (dubbel)	€126.5 /m1
1.2m	€2.5 /m1	€9 /m1 ?	€16/m1 ?	€127.5 /m1
1.5m	€23 /m1	"	€32/m1 ?	€164 /m1
2.0m	€35 /m1	"	"	€176 /m1
>2.0m?	?	"	"	?

Kostenkennallen voor hoofdleidingen	
Nieuwbouw	€100/m1
Reconstructie	€320 /m1
Vervangen	€295 /m1

Dit zijn m² prijzen incl. alles (voorbereiding, toezicht, materiaal, uitvoering, bodemonsters etc.)

8 Bij projecten langer dan 60m

Bij talud 45° geen bekisting nodig, maar meestal zo'n talud niet mogelijk

Slide 9

Dunea

KWR

- De meerkosten voor het dieper leggen van hoofdleidingen
[110PVC, volgens rekenmatrix, waarin ook breedte van sleuf is opgenomen]

	Meerkosten voor het dieper leggen	Bemaling	Bekisting (enkel/dubbel)	Totale kosten (van nieuwbouw)
1.1m	€1.5 /m1	€9 /m1	€16/m1 (enkel) €32/m1 (dubbel)	€ 126.5/m1
1.2m	€2.5 /m1	€9 /m1 ?	€16/m1 ?	€ 127.5/m1
1.5m	€23 /m1	"	€32/m1 ?	€ 164/m1
2.0m	€35 /m1	"	"	€ 176/m1
>2.0m?	?	"	"	?

Kostenkentalen voor hoofdleidingen	
Nieuwbouw	€100 /m1
Reconstructie	€320 /m1
Vervangen	€295 /m1

⁹ Wanneer gebruiken we enkel/dubbele bekisting. Is hier ergens een omslagpunt?

Slide 10

PWN

Kostenkentalen	
Nieuwbouw makkelijk	€40/m1
Nieuwbouw moeilijk	€50/m1
Reconstructies	€200/m1
Saneringen	€250/m1

- De meerkosten voor het dieper leggen van hoofdleidingen
[110PVC, volgens rekenmatrix, waarin ook breedte van sleuf is opgenomen]

	Meerkosten graafkosten/ straatwerk	Meerkosten bronnering	Extra kosten sleufbekisting	Extra kosten aansluitleiding	Extra toeslag hinder kabels en leidingen	Totale kosten (van nieuwbouw moeilijk)
1.1m	€2.8 /m1	€30 /m1	-	-		€ 83 /m1
1.2m	€5.5 /m1	€30 /m1	-	€2		€ 88 /m1
1.3m	€8.3 /m1	€30 /m1	-	€4	30% toeslag extra hinder van kabels en leidingen	€ 98 /m1
1.4m	€9.0 /m1	€30 /m1	€30 /m1	€6		€ 119 /m1
1.5m	€9.8 /m1	€30 /m1	€30 /m1	€8		€ 122 /m1
2.0m	€10.8/m1?	€30/m1?	€30 /m1?	?		?

¹⁰ Grote kosten verschillen tussen nieuwbouw moeilijk, nieuwbouw makkelijk, reconstructies en saneringen

Slide 11

KWR

Evides

- Leiding van DN100

	Grondwerk	Huidig bestek	Huidig bestek met *	Huidig bestek met **	Totale kosten (huidig bestek**)
0.8m	€12 /m1	€ 41/m1	€ 41/m1	€ 41/m1	€ 41/m1
1.0m	€16 /m1	€ 52/m1	€ 52/m1	€ 52/m1	€ 52/m1
1.25m	€21 /m1	€ 62/m1	€ 62/m1	€ 62/m1	€ 62/m1
1.5m	€26 /m1	€ 72/m1	€ 62/m1	€ 90/m1	€ 90/m1
1.75m	€35 /m1	€ 86/m1	€ 69/m1	€ 100/m1	€ 100/m1
2.0m	€42/m1	€ 98/m1	€ 79/m1	€ 114/m1	€ 114/m1
2.25m	€49/m1	€110/m1	€ 87/m1	€124/m1	€ 124/m1

Inclusief stempeling, onder talud bij leidingwerk

*Vanaf 1.5m loodrechte sleuf met sleufbekisting

Vanaf 1.5m loodrechte sleuf met sleufbekisting, **DUBBELE SLEUF [anders een enkele sleuf van bv. 2m en 0.8m breed, in praktijk vaak niet toegepast/veilig]

Slide 12

Waternet

Aanlegkosten 2021 PVC 110	
Nieuwbouw	€131/m1
Binnenstad	€205/m1

- Legtempo/meerkosten stedelijk/landelijk varieert sterk
- Bij diepere ligging: grond afvoeren en opgeslagen = extra kostenpost

Getallen hangen o.a. af van de omgeving waarin gewerkt wordt

	Opvangen K&L	Bronnering zijde sleuf	Bekisting	Afvoer grond/aanvoer zand	Damwand trillen/drukken	Totale kosten (nieuwbouw)
0.8m	€500 (sleuf tot 1m breedte) €10/m1	€25 - €40 / m1 €25/m1	talud	Aanvoer: €18-€21/ton Afvoer: €12-15/ton = €36/m1	talud	€ 202 /m1
1.0m	€750 (sleuf > 1m breedte) €15/m1	€25 - €40 / m1 €30/m1	Talud of €100 - €150 / m1 sleufbekisting afhankelijk van trajectlengte	€45/m1 (1m3=1500kg zand)	Talud of Sleufkist	€ 321 /m1
1.5m	€15/m1	€40 - €55 /m1 €45/m1	€100 - €150 / m1 afhankelijk van trajectlengte	€68/m1	Sleufkist	€ 409 /m1
2.0m	€20/m1 (schatting)	€40 - €55 /m1 €50/m1	damwand	€90/m1	(€600 / €1000) / m1	€ 869 /m1
>2.0m?	€25/m1 (schatting)	€40 - €55 /m1 €55/m1	damwand	€120/m1	(€600 / €1000) / m1	€ 1309 /m1

Uitgaande van traject van 50m

Slide 13

KWR

Samenvattende tabel, 110PVC of DN100 (Evides)

Kosten betreffen 110PVC of leiding DN100 (Evides)

	Dunea	PWN	Evides	Waternet	Min % kosten toename	Max % kosten toename	Gemiddelde % kosten toename
Standaard kosten [/m1]	€100	€50	€35	€131			
0.8m	€120	€ 68	€ 41	€ 202	17%	54%	31%
1.0m	€127	€ 83	€ 52	€ 321	27%	145%	72%
1.3m	€128	€ 98	€ 62	€ 365	28%	179%	95%
1.5m	€164	€ 122	€ 90	€ 409	64%	212%	144%
1.8m	€170	€146	€ 100	€ 639	70%	388%	209%
2.0m	€176	€170	€ 114	€ 869	76%	563%	276%
2.3m	€182	€194	€ 124	€ 1309	82%	900%	380%

In bruin zelf geëxtrapoleerd/geschat

13

Slide 14

KWR

Samenvattende tabel,??? Andere diameters

Kosten betreffen 110PVC of leiding DN100 (Evides)

	Dunea	PWN	Evides	Waternet	Min % kosten toename	Max % kosten toename	Gemiddelde % kosten toename
Standaard kosten [/m1]	€100	€50	€35	€131			
0.8m	€120	€ 68	€ 41	€ 202	17%	54%	31%
1.0m	€127	€ 83	€ 52	€ 321	27%	145%	72%
1.3m	€128	€ 98	€ 62	€ 365	28%	179%	95%
1.5m	€164	€ 122	€ 90	€ 409	64%	212%	144%
1.8m	€170	€146	€ 100	€ 639	70%	388%	209%
2.0m	€176	€170	€ 114	€ 869	76%	563%	276%
2.3m	€182	€194	€ 124	€ 1309	82%	900%	380%

In bruin zelf geëxtrapoleerd/geschat

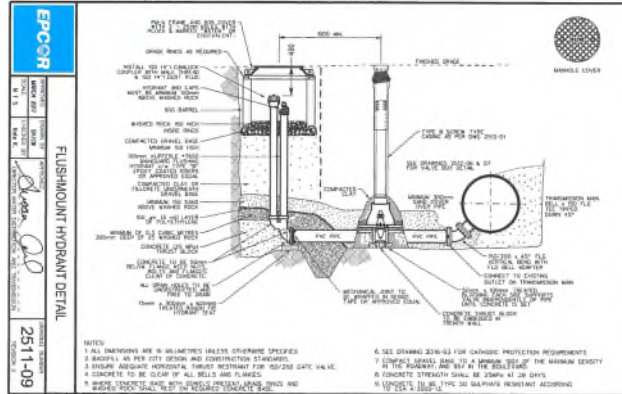
14

Slide 15

Ervaringen met dieper leggen Edmonton, Canada

Design and Construction Standards Water

KWR



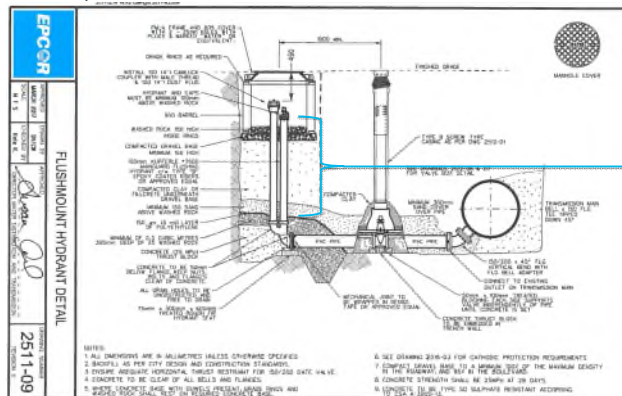
Link:
[City of Edmonton Design and Construction Standards Volume 4 Water](#)

Slide 16

Ervaringen met dieper leggen Edmonton, Canada

Design and Construction Standards Water

KWR



Ondergrondse brandkraan wordt veel langer [bediening zelf wordt omhoog gebracht]

Slide 17

~

3. Eerste concept afwegingskader

??

KWR

17

Slide 18

~

3. Interactieve toepassing case studies

Case 1

- Abrikozenstraat, Den Haag
- Brede straat met perkjes



KWR

18

Slide 19

~
Case 2

KWR

- Vleutenstraat, Den Haag
- Smaller, tuintjes



19

Slide 20

~
Case 3

KWR

- Lisbloemstraat, Rotterdam
- Nog smaller




20

V Slides presentatie workshop 3

Datum: 17 juni 2021
Aanwezig: Michael Preng (Waternet), Rob Geers (Dunea), Rob de Jong (Dunea), Marc Hooijmans (Evides), Peter Horst (PWN), Henk de Kater (Evides), Joost Louter (Waternet), Erwin Nannes (PWN), Ivo Westgeest (Evides), Danny Jongejeugd (Waternet), Judith Bergers (PWN), Bas Dilven (Evides), Stefan Zieleman (Waternet), Henk Beukenholdt (Dunea), Ron de Rijk (PWN), Albert Clement (Waternet), Klaas Weeteling (PWN) Jip van Steen (KWR), Jan Vreeburg (KWR)

Slide 1



17 juni 2021

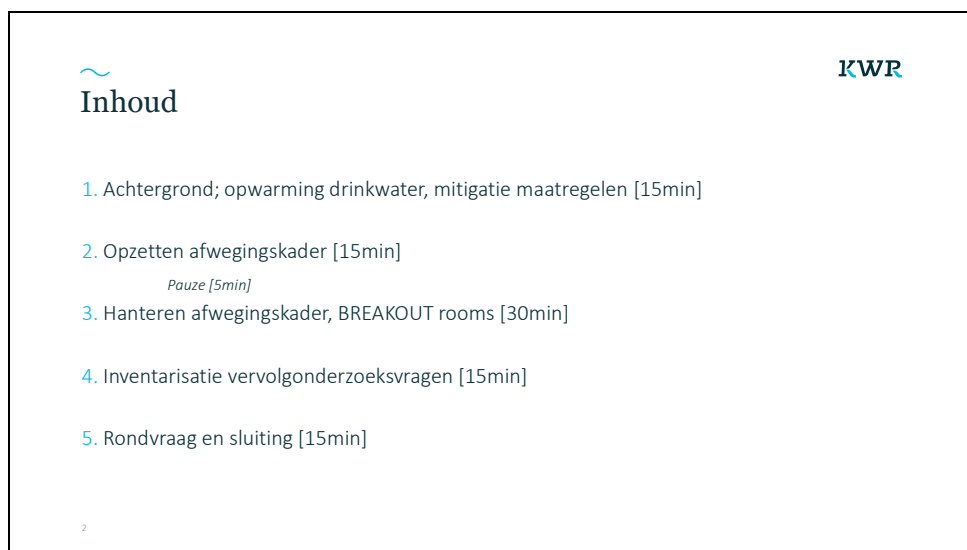
Workshop 3

DPWE project Dieper leggen

Jan Vreeburg
Jip van Steen

KWR Bridging Science to Practice

Slide 2



Inhoud

KWR

1. Achtergrond; opwarming drinkwater, mitigatie maatregelen [15min]
2. Opzetten afwegingskader [15min]
- Pauze [5min]*
3. Hanteren afwegingskader, BREAKOUT rooms [30min]
4. Inventarisatie vervolgonderzoeksvragen [15min]
5. Rondvraag en sluiting [15min]

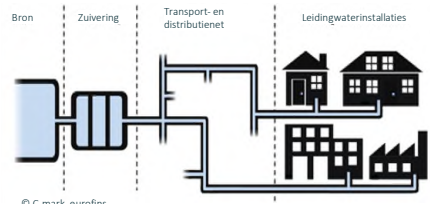
2

Slide 3

KWR

1. Opwarming van bron tot tap

- Gevolgen klimaatverandering:
Opwarming over het gehele traject
- Dit project richt zich op dieper leggen van distributieleidingen
 - Focus ligt daarom op distributie
- Belangrijk om met een open blik naar dieper leggen van distributieleidingen te kijken!



© C-mark, eurofins

3

Slide 4

KWR

Opwarming drinkwater door klimaatverandering

Toekomst scenarios met klimaatmodellen:

- **Aanzienlijke toename in overschrijdingen 25° bodem temperatuur norm* (= drinkwatertemp. in leidingnet)**
- Effecten van elementen in kaart gebracht
 - Verschillende dieptes
 - Grondsoorten
 - Bedekkingen (vegetatie, verharde afdekking, in schaduw)
 - Bodemvocht concentraties verhogen

- Dieper leggen van leidingen leidt tot minder opwarming en afname overschrijdingen van de norm
 - Diepteligging vanaf 1.5m
 - afname overschrijdingen 25° bodem temperatuur norm*
 - 2° minder bodem temperatuur toename tov. 1 meter diepte**

Refs:
*KWR 2011.022 Diepteligging van leidingen
**KWR 2020.065 Effectiviteit maatregelen klimaatadaptatie

4

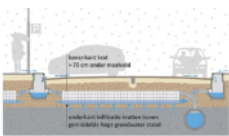
Slide 5

KWR

Samenvatting effecten mogelijke andere maatregelen

Maatregelen

- Leidingen leggen in groenstroken of in de schaduw van bomen [actief]
- Bodemvochtconcentraties verhogen (klimaat-adaptieve drainage) [passief]



© <http://www.rainproof.nl/Toolbox/maatregelen/infiltratiekansen>

5

Effecten

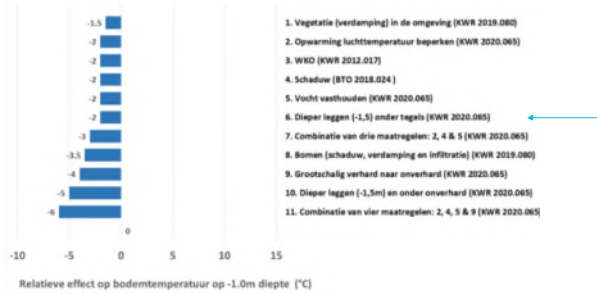
- Beide afzonderlijk verminderen de temperatuuroptocht bodemtemperatuur met 1 tot 3 graden (zelfde orde van grootte als dieper leggen leidingen)*

Refs:
*KWR 2019.080 Effectiviteit maatregelen opwarming drinkwaterleidingen

Slide 6

KWR

Overzicht van effect van maatregelen



Maatregel	Relatieve effect op bodemtemperatuur op -1.0m diepte (°C)
1. Vegetatie (verdampt) in de omgeving (KWR 2019.080)	-1.5
2. Opwarming luchttemperatuur beperken (KWR 2020.065)	-2
3. WKO (KWR 2012.017)	-2
4. Schaduw (BTO 2018.024)	-2
5. Vocht vasthouden (KWR 2020.065)	-2
6. Dieper leggen (-1,5) onder tegels (KWR 2020.085)	-3
7. Combinatie van drie maatregelen: 2, 4 & 5 (KWR 2020.065)	-3.5
8. Bomen (schaduw, verdamping en infiltratie) (KWR 2019.080)	-4
9. Grootchalig verhard naar onverhard (KWR 2020.065)	-4.5
10. Dieper leggen (-1,5m) en onder onverhard (KWR 2020.085)	-5
11. Combinatie van vier maatregelen: 2, 4, 5 & 9 (KWR 2020.085)	-6.5

6

Refs:
*KWR 2020.065 Effectiviteit maatregelen klimaatadaptatie

Slide 7



Dieper leggen van leidingen om opwarming tegen te gaan

- Samenvattend: klimaatopwarming zorgt voor opwarming bodem temperatuur en mogelijke overschrijding 25° norm voor drinkwater
Dieper leggen leidingen is een van de mogelijke oplossingen
- Dit project dient niet als discussie of we dieper gaan leggen, we gaan de effecten bepalen wanneer we dieper gaan leggen
- Dit project betreft de praktische uitwerking van het dieper leggen van distributieleidingen

7

Slide 8





2. Opzetten afwegingskader: elementen

Alle elementen omtrent de praktische uitwerking van het leggen op 2 meter zijn besproken. Elementen onder te verdelen in 3 categorieën:

1. Investeringskosten
2. Aanpassing werkwijze
3. Onderhoudskosten

8

Slide 9



1. Investeringskosten

- Kosten dieper leggen leidingen verschillen per drinkwaterbedrijf. Bij 110PVC op 2m diepte: gemiddelde toename kosten 276%
 - Kosten bestaan uit: hogere graaf-, verharding-, bronnering- en bekistingkosten. Talud van uitwerking breder, extra af- en aanvoer grond, extra hinder kabels en leidingen, et cetera
- Uitbreiding arsenaal aan materiaal (kraansleutel, dienstkraan etc.) om dieper te kunnen komen

2. Aanpassing werkwijze

- Extra maatregelen sleufstabiliteit
- Al snel aangewezen op aannemers bij dieper leggen
- Bij dieper leggen waarschijnlijk grotere afstand tot de gevel en dus waarschijnlijk in wegprofiel
- Bij bediening appendages door langere bedieningslengte, ander gereedschap nodig

3. Onderhoudskosten

- Bereikbaarheid dienstkraan: moeilijk/onmogelijk
- Impact lekkages groter, signalering later en reparatieduur neemt toe
- Minder roering, minder wortels, dus minder storingen door derden

9

Slide 10



1. Investeringskosten

- Om inzicht te krijgen in het (investerings-) kostenverloop bij het dieper leggen van leidingen zijn er ruwe schattingen o.b.v. data van de drinkwaterbedrijven
- De getallen op de volgende slide moeten dus vooral als indicatief gezien worden

10

Slide 11

KWR

Kostenverloop bij dieper leggen: samenvattende tabel

Leidingtype en diepte	Min % kosten toename	Max % kosten toename	Gemiddelde % kosten toename
PVC110			
PVC110, 1,5m diepte	60%	210%	140%
PVC110, 2m diepte	80%	560%	280%
PVC200			
PVC200, 1,5m diepte	40%	130%	90%
PVC200, 2m diepte	50%	350%	170%
NG100			
NG100, 1,5m diepte	40%	120%	80%
NG100, 2m diepte	40%	320%	160%
NG200			
NG200, 1,5m diepte	30%	90%	60%
NG200, 2m diepte	30%	230%	110%

11

Getallen afkomstig van berekeningen o.b.v. gegeven kosten kentallen en schattingen drinkwaterbedrijven bij toenemende diepteligging

Slide 12

KWR

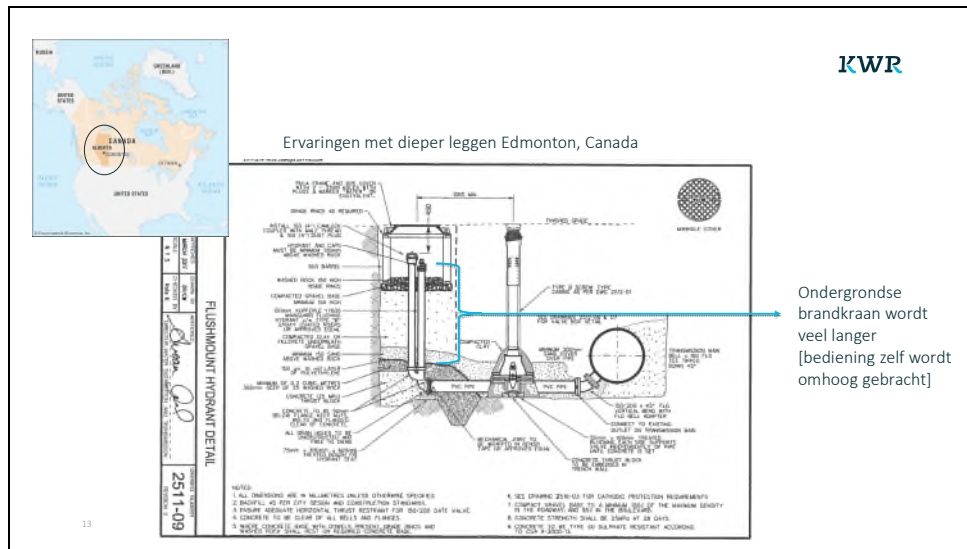
2. Aanpassing werkwijze

Complexiteit dieper leggen

- Riolering ligt vaak al op >2 meter diepte
- Wereldwijd ervaring met >2 meter diepte leggen drinkwaterleidingen
 - Boven de 60°(NB) breedtegraad (Scandinavische landen, Canada)

12

Slide 13



Slide 14


3. Onderhoudskosten

Bereikbaarheid/functie dienstkraan

- Mogelijk om te bevriezen of te knellen in plaats van de dienstkraan op te tuigen
- Jaarlijks ~1% dienstkranken gebruikt
- Dienstkranken alleen optuigen voor bijzondere aansluitingen
- Opnieuw afwegen om alle afsluitbare appendages op te bouwen
- Waarschijnlijk voordeliger om mensen niet meer af te sluiten ipv plaatsen verlengspindels i.c.m. onderhoudskosten

KWR

Slide 15



3. Hanteren afwegingskader

- Gegeven dit afwegingskader, wanneer gaan we de distributieleidingen dieper leggen? 3 opties:
 1. Op termijn, het hele distributienet op 2 meter diepte
 2. Alternatief voor lokale oplossing (bijv. in gebieden met veel asfalt en weinig groen)
 - Wanneer hebben we deze speciale omstandigheden?
 3. We beschouwen dit niet als oplossing, omdat ...

15

Slide 16



BREAKOUT ROOMS [15min]

- 3 Breakout rooms met elke 1 optie
- Bespreek met je team de toegewezen optie, en bepaal **waarom** we deze optie zouden moeten kiezen, en welke vragen er dan nog opgelost moeten worden
- Vat het samen en kies iemand uit die het terug koppelt!

16

Slide 17

~

KWR

BREAKOUT ROOM 1:	BREAKOUT ROOM 2:	BREAKOUT ROOM 3:
Op termijn gaan we het hele distributienet op 2 meter diepte leggen omdat	Dieper leggen van distributieleidingen gebruiken we alleen als alternatief voor lokale oplossing in de volgende omstandigheden:	We beschouwen het dieper leggen van het distributienet niet als oplossing omdat
Dit resulteert in de volgende (onderzoeks)vragen:	Dit resulteert in de volgende (onderzoeks)vragen:	Dit resulteert in de volgende (onderzoeks)vragen:
Kies iemand die het terugkoppelt	Kies iemand die het terugkoppelt	Kies iemand die het terugkoppelt

Maar nu eerst pauze [5min]



17

Slide 18

~

KWR

Terugkoppeling teams breakout rooms

- We nemen dit graag op ter rapportage

18

Slide 19

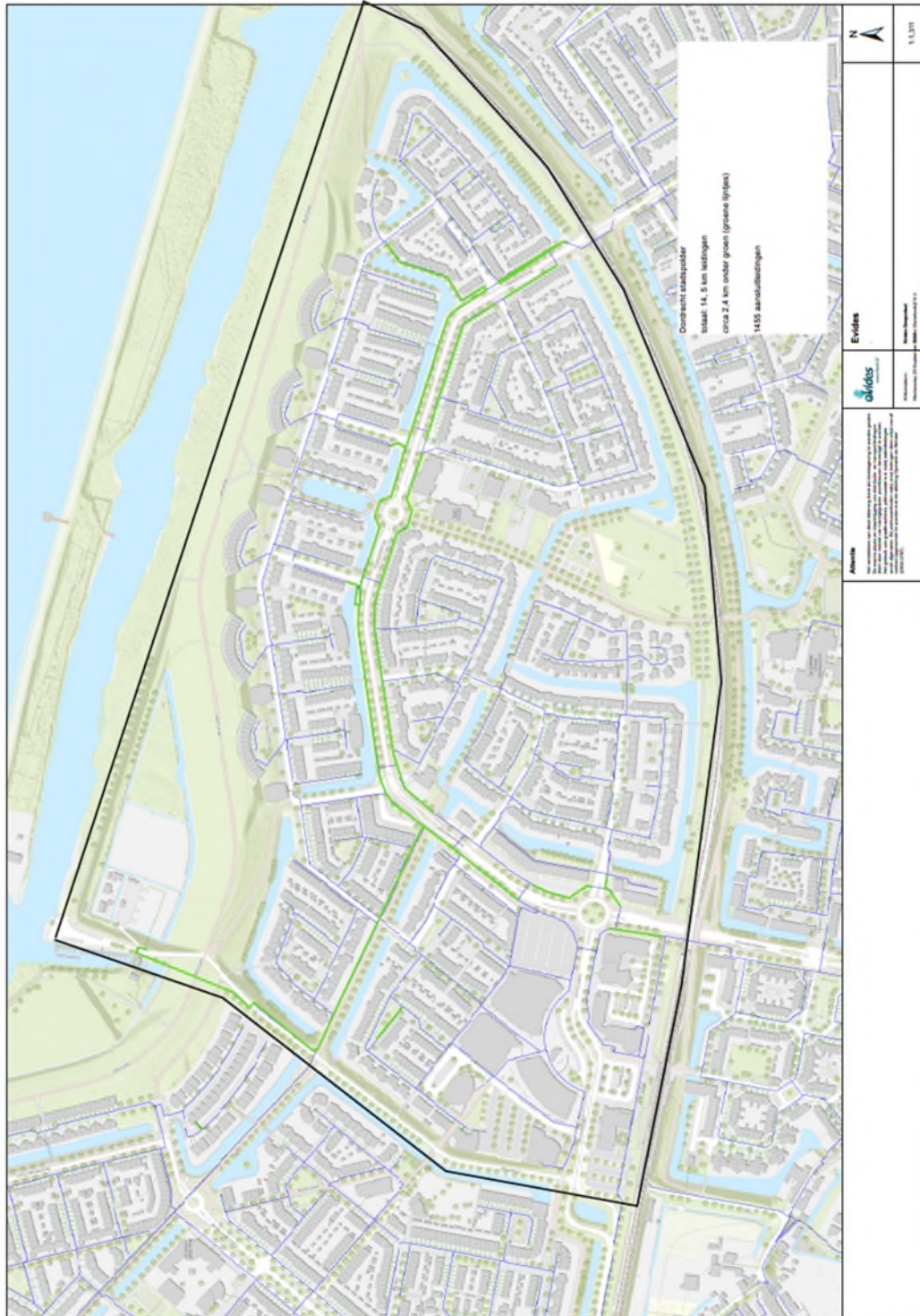


4. Inventarisatie vervolg onderzoeksvragen

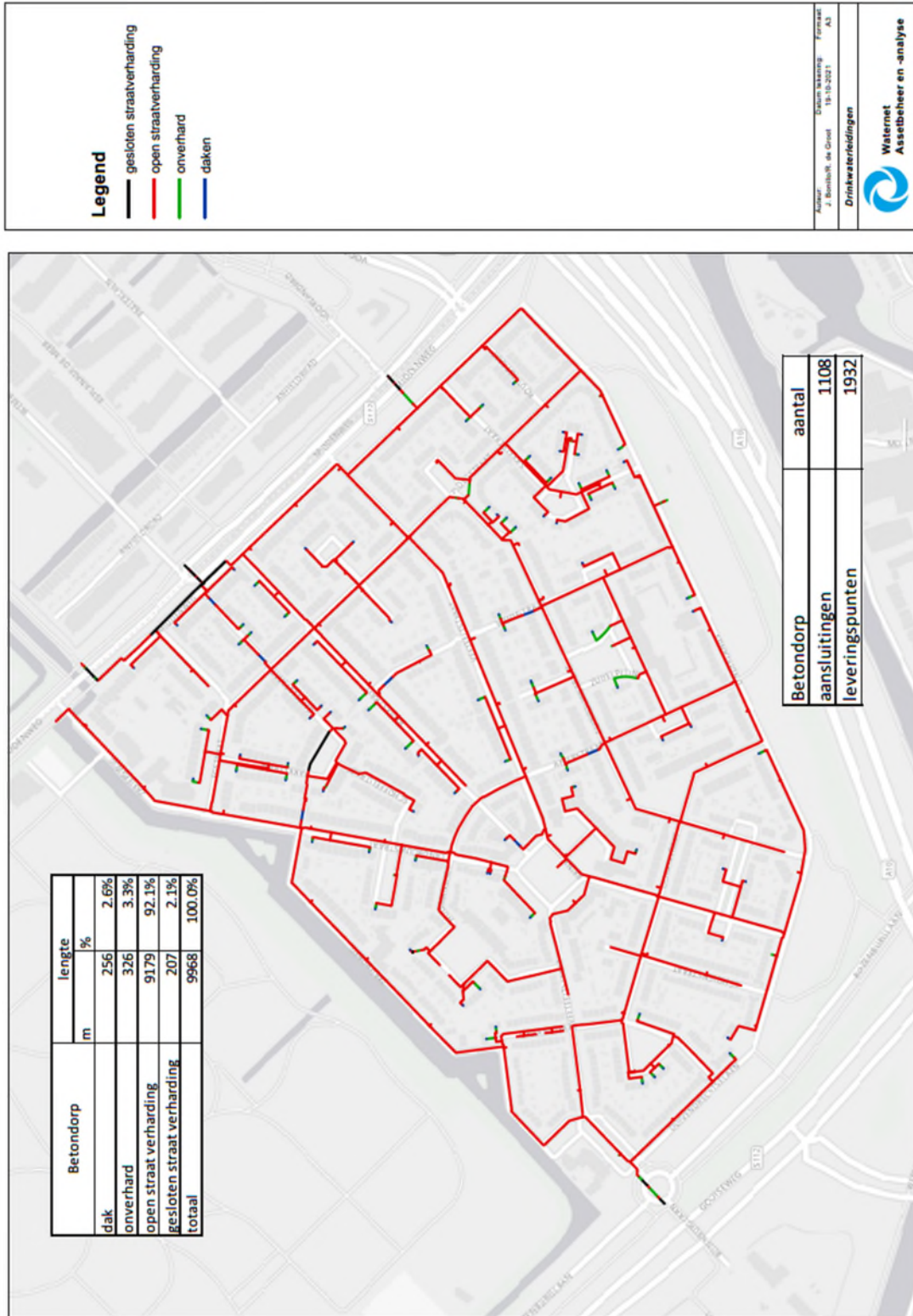
1. Op termijn, het hele distributienet op 2 meter diepte. Open vragen:
 - ...
 - ...
2. Dieper leggen distributienet alleen als lokale oplossing. Open vragen:
 - ...
 - ...
3. Dieper leggen distributienet wordt niet beschouwd als oplossing. Open vragen:
 - ...
 - ...

VI Detailkaarten

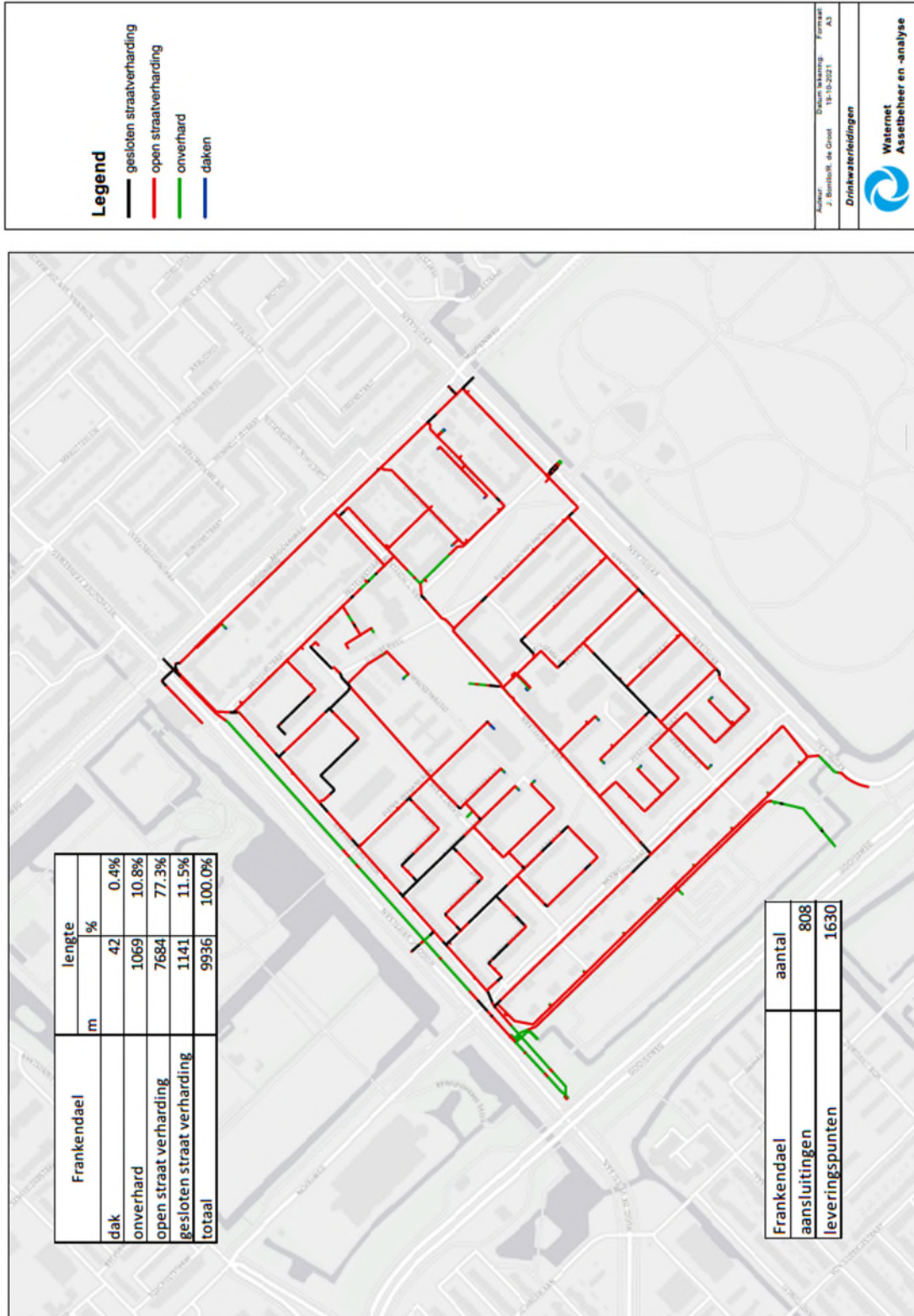
Dordrecht Stadspolder, Evides,



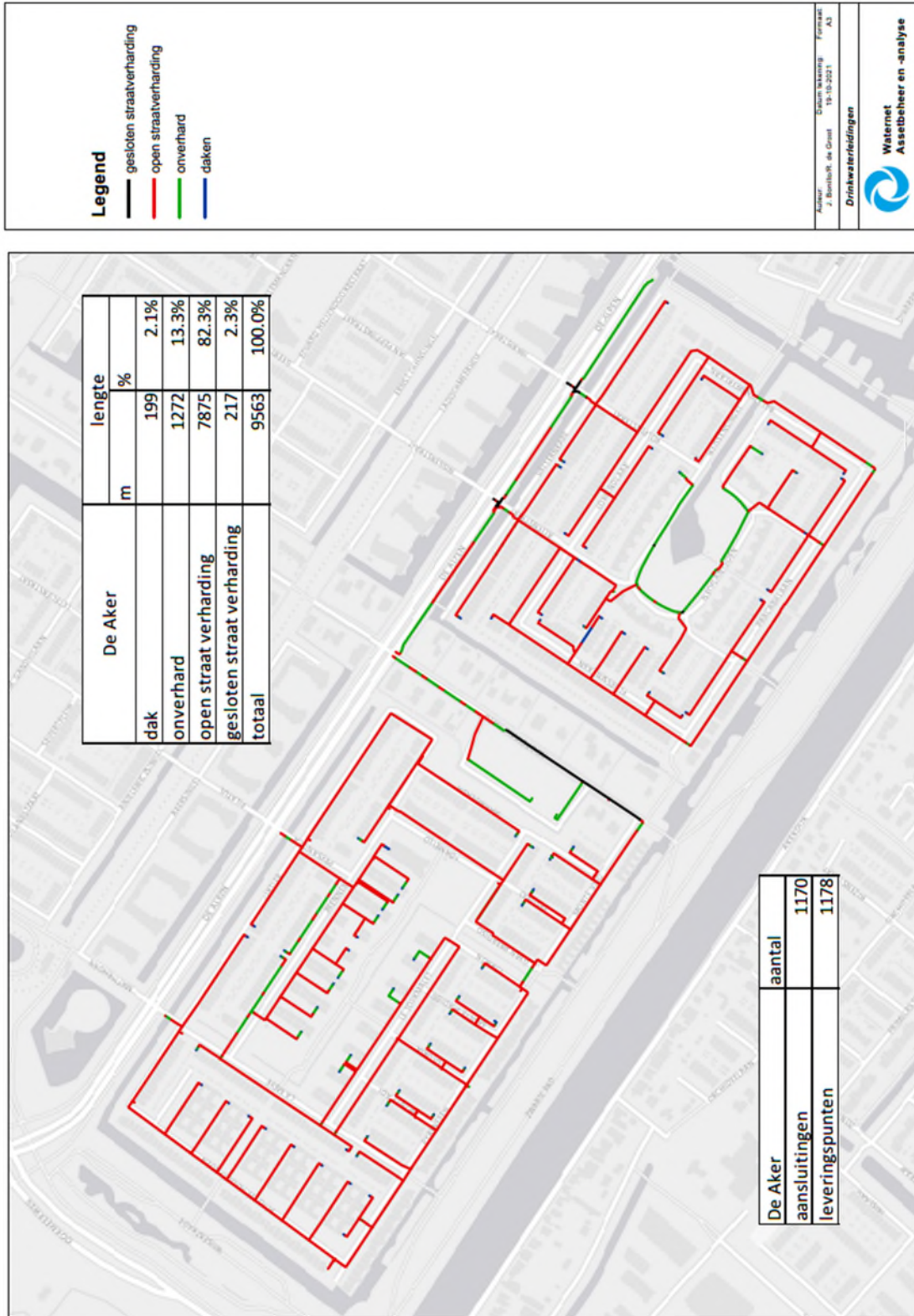
Betondorp (Waternet)



Frankendael (Waternet)



De Aker (Waternet)



Randweg B'hoek (Dunea)



Jaar van publicatie
2021

Meer informatie

Jan Vreeburg
Jip van Steen
T
E

Groninghaven 7
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

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

xxxx.xxx | 19 mei 2021 ©KWR

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

Dieper leggen distributieleidingen