



Handvatten voor de inpassing van warmtenetten in de ondergrond

WarmingUP, project 6C

30 november 2022

Handvatten voor de inpassing van warmtenetten in de ondergrond

Linda Maring,
Rutger van der Brugge
Otto Levelt

Deltares

Jorrit Bakker

TNO

Geert Roovers

SAXION

Dit project is uitgevoerd als onderdeel van het Innovatieplan WarmingUP. Dit is mede mogelijk gemaakt door subsidie van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) in het kader van de subsidieregeling Meerjarige Missiegedreven Innovatie Programma's (MMIP), bij RVO bekend onder projectnummer TEUE819001. WarmingUP geeft invulling aan MMIP-4 – Duurzame warmte en koude in gebouwde omgeving en levert daarmee een bijdrage aan Missie B – Een CO₂-vrije gebouwde omgeving in 2050.

[Projectnummer](#)
werkpakket 6C3

[Keywords](#) ondergrond, ruimtelijke ordening, meekoppelkansen

[Jaar van publicatie](#)
2022

[Meer informatie](#)
Linda Maring
E linda.maring@deltares.nl

11/2022 ©

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

Over WarmingUP

In het collectief WarmingUP ontwikkelen we met achtendertig deelnemers toepasbare kennis, zodat collectieve warmtesystemen betrouwbaar, duurzaam en betaalbaar zijn. Collectieve warmtesystemen in combinatie met duurzame bronnen spelen een grote rol bij het versnellen van de verduurzaming van de gebouwde omgeving. Grootschalige inzet van warmtesystemen wordt gezien als een belangrijke oplossing om de doelstellingen van het Klimaatakkoord te halen en de CO₂-emissies te reduceren. Systeem- en procesinnovaties zijn nodig voor een efficiënter ontwerp, aanleg en beheer en een goed samenspel tussen de partijen. WarmingUP wil deze innovaties in samenhang en in hoger tempo ontwikkelen. Het collectief richt zich daarnaast op de ontwikkeling van nieuwe samenwerkings- en financieringsvormen én nieuwe werkwijzen om maatschappelijk draagvlak te realiseren.

Over project 6C - Gedragen keuzes en slimme opschaling

Project 6C onderzoekt de mogelijke routekaart naar een aardgasvrije bebouwde omgeving en de overwegingen en onderbouwingen die daarbij horen. Er wordt onderzocht hoe gemeenten, warmtebedrijven en andere partijen op dit moment omgaan met de opschaling van collectieve warmtesystemen en welke vervolgstappen op de korte en lange termijn nodig zijn. In het onderzoek worden verschillende aspecten uitgewerkt met betrekking tot de technische en ruimtelijke implicaties en de sturingsmogelijkheden van het transitieproces.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	6
1.1	Doel van deze handreiking en afbakening	8
1.2	Opbouw van de handreiking	8
1.3	Aanpak	11
2	Strategische cyclus	12
2.1	Strategisch beleidskader	12
2.1.2	Handvat 1. Ontwikkel en veranker beleid voor ordening van de ondergrond	12
2.1.1	Handvat 2. Zorg voor overzicht van de functies in de ondergrond	14
2.2	Operationeel beleidskader	15
2.2.1	Handvat 3. Ontwikkel een Ondergrondverordening voor de warmtetransitie	15
2.2.2	Handvat 4. Zorg dat de data- en informatievoorziening op orde is	16
2.2.3	Handvat 5. Creëer een beeld van de warmte-infrastructuur om de ruimteclaim in te schatten	17
2.2.4	Handvat 6. Schat de kosten voor de aanleg van een warmtenet in, rekening houdend met de ondergrond.	20
2.2.5	Handvat 7. Faciliteer afstemming werkzaamheden al op strategisch niveau	21
2.3	Planning and control	23
2.3.1	Handvat 8. Voer interne regie op samenwerking in de ondergrond en synchroniseer plannings van werkzaamheden	23
3	Operationele cyclus	24
3.1	Vorbereiding	24
3.1.1	Handvat 9. Breng nader in kaart wat er in de ondergrond van het plangebied zit	24
3.1.2	Handvat 10. Houd bij het ontwerp rekening met interferentie tussen ondergrondse objecten	25
3.2	Uitvoeringsfase	25
3.2.1	Handvat 11. Houd rekening met extra kosten door de lokale situatie van de ondergrond	25
3.2.2	Handvat 12. Faciliteer afstemming op operationeel niveau	26
3.3	Monitoring en evaluatie	27
3.3.1	Handvat 13. Monitor de programma's en projecten	27
3.3.2	Handvat 14. Evalueer het ondergrondbeleid in de warmtetransitie	27
4	Wrap up	28
	Bijlage A: Ondergrondbeschikbaarheidskaarten	29
	Bijlage B: Instrumenten	32
	Bijlage C: Interviews	40

Samenvatting

De warmtetransitie legt een aanzienlijke claim op de beschikbare ruimte, zowel op het maaiveld als in de ondergrond. Deze inpassing baart gemeenten steeds meer zorgen. In de praktijk blijkt dat de condities vanuit de ondergrond en de meekoppelkansen niet op tijd worden meegenomen. Dat kan leiden tot risico's en het missen van kansen. Doel van deze handreiking is om handvatten te bieden voor het voeren van ondergrondbeleid in de warmtetransitie. Deze handreiking biedt 14 handvatten om hiermee aan de gang te gaan.

Hiervoor wordt onderscheid gemaakt in de strategische cyclus waarin de beleidsontwikkeling plaatsvindt en de operationele cyclus, waarin de uitvoering van (infrastructuur)projecten plaatsvindt. Hieruit blijkt een duidelijk verschil in rollen en werkzaamheden in de beide cycli, met andere vraagstukken, verschillen in abstractieniveau, schaalniveau en detailniveau.

Beide cycli zijn opgedeeld in verschillende fasen. Per fase worden handvatten aangereikt. Belangrijke barrières zijn de huidige manier van sectoraal werken, de onvolledige en ontoegankelijke informatievoorziening over de ondergrondse functies, het gebrek aan beelden (ontwerpen) over de toekomstige warmte-infrastructuur en het afstemmen van investeringsagenda's om meekoppelkansen te verzilveren.

1 Inleiding

Als onderdeel van het Klimaatakkoord wordt de gebouwde omgeving aardgasvrij gemaakt. De aanleg van collectieve warmtesystemen is daarvoor één van de oplossingen. Eén van de uitdagingen daarbij is dat collectieve warmtesystemen een claim leggen op de beschikbare ruimte, zowel op het maaiveld als in de ondergrond. De inpassing van de warmtenetten, de benodigde buffers (opslag) de transformatoren en eventueel collectieve warmtepompen in bebouwd gebied is lastig. Het gaat niet alleen om de beschikbare ruimte, maar ook om de interferentie tussen bovengrondse en ondergrondse functies, de vele hierbij betrokken partijen en hun verschillende belangen bij het inpassen van warmtenetten in de ondergrond. Dit is – met name in stedelijk gebied - een steeds groter worden zorgpunt bij gemeenten.

Daarnaast wordt de warmtetransitie ook gezien als een kans: de aanleg van nieuwe warmte-infrastructuur kan een aanleiding zijn voor de herinrichting van gebieden, waarin opgaven zoals klimaatadaptatie, vergroening en renovatie direct meegenomen kunnen worden. Via die rederneerlijn kan de warmtetransitie ook aan deze opgaven een impuls geven. Daarnaast kunnen ingrepen voor deze opgaven ook een momentum geven aan de warmtetransitie

Deze handreiking is opgesteld om gemeenten, maar ook warmtebedrijven, handvatten te bieden om de ondergrond vroegtijdig te betrekken bij de visievorming, ontwerpfase en planvorming omtrent de warmtetransitie. Het is juist in deze fasen dat in de praktijk blijkt dat de condities vanuit de ondergrond en de meekoppelkansen niet op tijd worden meegenomen. Dat kan leiden tot risico's en het missen van kansen. Deze handreiking biedt praktische tips en voorbeelden om hiermee aan de gang te gaan. Ook worden voor de operationele fase (aanleg, beheer) een aantal handvatten gegeven.

Deze handreiking is opgesteld in het kader van het WarmingUp¹ programma. In dit programma werken partijen die actief zijn door de hele keten samen aan de warmtetransitie.

¹ www.warmingup.info

Tekstvak 1: Warmtenetten inpassen in de ondergrond: een beeld uit de praktijk (bron interviews Saxion, bijlage C)

In het kader van WarmingUp werden diverse betrokkenen uit de praktijk geïnterviewd – dit levert een beeld op van de issues die daarin spelen. Geïnterviewden stellen dat er momenteel weinig potentie lijkt om het landelijke gebied te voorzien van warmtenetten. Dit maakt de ordening van warmtenetten een *stedelijk issue*. Hierbij kunnen op hoofdlijnen drie situaties worden onderscheiden:

1. Bestaande wijken waar een nieuw warmtenet wordt aangelegd;
2. Bestaande wijken waar een bestaand warmtenet functioneert en mogelijk moet worden aangepast;
3. Nieuwbouwwijken waar mogelijk een warmtenet wordt aangelegd.

Uit de interviews volgt dat voor het omgaan met de ondergrond met name de eerste situatie lastig kan zijn: daar waar de bestaande ruimte beperkt is. In nieuwbouwwijken kan in het ontwerp van de wijk al geanticipeerd worden op een passende ondergrondse ordening van te verwachten infrastructuur. In deze situatie kunnen warmtenetten ook samen met de andere leidingen worden aangelegd. Dit is ook benoemd als meekoppelkans. In toekomstige nieuwbouwwijken betekent dit ook dat in de ontwikkeling ervan een extra partner / stakeholder onderdeel wordt van het ontwikkelproces. Geïnterviewden geven aan dat sommige (nieuwe) woonwijken mogelijk te klein zijn voor warmtenetten en te ver weg kunnen liggen van mogelijke warmtebronnen.

Vrijwel alle geïnterviewden spreken over *drukke in de ondergrond*, die vooral ontstaat door ingrepen in de ondergrond voor de energietransitie, inclusief warmtenetten. Bijvoorbeeld toenemende elektrificatie en het uitleggen van warmtenetten worden als belangrijkste oorzaken voor deze drukte benoemd. Deze drukte uit zich in toenemend ruimtegebrek in de ondergrond om maatregelen voor de energietransitie goed te kunnen nemen. Geïnterviewden stellen daarbij dat dit niet alleen om kabels en leidingen gaat, maar ook om transformatorhuisjes en warmteoverdrachtstations. Deze stations zijn nodig om warmte om te zetten naar een gewenste temperatuur. Deze stations nemen ook ruimte in, veelal in wijken waar ruimte al schaars is.

Geïnterviewden verwijzen ook naar bestaande leidingen in de ondergrond, inclusief oude gasleidingen, als één van de belangrijke oorzaken van de drukte. Een geïnterviewde netbeheerder stelt: *‘De uitdaging ligt dan ook vooral in het vinden van een goede plek om daartussen de warmteleidingen te leggen.’* De netbeheerder draagt hierbij aan, ook naar andere plekken te kijken dan onder het trottoir. Diverse geïnterviewden vragen zich af of de voorzieningen zoals warmtenetten altijd in openbare ruimte moeten worden geplaatst. Aanleg in private ruimten kan in situaties een oplossing bieden. Daar waar de aanleg van warmtenetten het weghalen van gasleidingen mogelijk maakt, stelt een geïnterviewde dat het belangrijk is te realiseren dat dit pas kan op het moment dat het warmtenet operationeel is. Dit stelt ook eisen aan de ordening in de tijd.

Sommige geïnterviewden geven aan dat ‘tot nu toe’ alle leidingen redelijk in de ondergrond passen. Echter, géén van de geïnterviewden geeft aan dat de mate van drukte en benodigd ruimtebeslag – inclusief conflicten – structureel in kaart is gebracht (kwalitatief en/of kwantitatief).

1.1 Doel van deze handreiking en afbakening

Doel van deze handreiking is om handvatten te bieden voor het versterken van ondergrondbeleid ten behoeve van de realisatie van warmtenetten. Het biedt een overzicht van de ruimtelijke opgave(n) die aan de warmtetransitie gerelateerd zijn. Vanuit een ondergrondperspectief op de warmtetransitie passen in deze handreiking relevante aspecten en worden handelingsperspectieven geboden door diverse handvatten aan te reiken. De nadruk ligt daarbij op:

- Het ondergrondbeleid (van de gemeente)
- De inpassing van nieuwe warmtenetten in de ondergrond
- Benutten en organiseren van meekoppelkansen bij aanleg collectieve warmtesystemen

De handreiking richt zich op twee doelgroepen:

- gemeenten – de ambtenaren die zich met bodem en ondergrond bezig houden en de energietransitie;
- warmtebedrijven en eventueel energiecoöperaties.

1.2 Opbouw van de handreiking

In de handreiking is gebruik gemaakt van een analyseraamwerk, waarin twee cycli bij elkaar komen: De **strategische cyclus** waarin de beleidsontwikkeling plaatsvindt. Op strategisch niveau kunnen gemeentes in hun ruimtelijk omgevingsbeleid ervoor zorgen dat de verschillende opgaven (zoals de energietransitie, klimaatadaptatie, vergroening/verduurzaming, verdichting stedelijk gebied etc.) en hun inpassing in de (boven- en ondergrondse) ruimte worden afgewogen. Hiertoe maakt een gemeente soms ook specifiek ondergrondbeleid.

Daarnaast is er de **operationele cyclus**, waarin de uitvoering van (infrastructuur)projecten plaatsvindt. Op operationeel niveau worden de strategische kaders uitgewerkt naar operationeel niveau met betrekking tot de hoe en waar vraag. Concreet betekent dat hier: hoe passen we warmtenetten in de (ondergrondse) ruimte in?

Op het **(tactisch) niveau** daartussen (grijze balk tussen de cycli in figuur 1.1) kunnen programma's op elkaar afgestemd worden in tijd en ruimte en budgettering (bijv. interne regie voeren, afstemmen van investeringen en opgaven).

Beide cycli zijn opgedeeld in verschillende fasen (zie figuur 1.1).

In de eerste fase van de strategische cyclus worden de (lange termijn) doelstellingen en strategische uitgangspunten bepaald. In deze fase gaat het om de hoofdlijnen en de onderbouwing van wat we willen we bereiken en waarom. In de volgende fase worden de strategische hoofdlijnen verder uitgewerkt tot een concreet beleidskader met (meetbare) doelstellingen, randvoorwaarden, programma's en projecten. In de jaarlijkse "planning en control"-fase worden de programma's en projecten gebudgetteerd.

Dit luidt tevens de overgang in naar de operationele cyclus. In de eerste fase van die cyclus worden de projecten voorbereid. Er worden bijvoorbeeld haalbaarheidsstudies en ruimtelijke en infrastructurele ontwerpen gemaakt. In de daaropvolgende fase volgt de uitvoering en worden de infrastructuurprojecten aangelegd. Daarna volgt de fase van monitoring van de effecten. In de strategische cyclus wordt dit dan weer geëvalueerd met als doel om vast te stellen in welke mate het infrastructuur project bijdraagt aan de beleidsdoelstelling en of er bijstellingen nodig zijn van het beleid.

Uit dit raamwerk komt duidelijk het verschil naar voren van de rollen en werkzaamheden in de strategische cyclus en operationele cyclus. Het zijn andere vraagstukken, waarbij de verschillen in abstractieniveau, schaalniveau en detailniveau verschillen. Het lijken daarom soms verschillende werelden, maar beide werelden zijn nodig. Daarnaast blijkt in de praktijk dat veel problemen die zich in de operationele fase voordoen (ruimtegebrek, graafschade, planningsproblemen) veroorzaakt worden door keuzes (of het ontbreken daarvan) op strategisch niveau. In de praktijk zijn de twee cycli niet zo volgtijdelijk als hier wordt geschetst en lopen de fasen meer door elkaar en vindt continue afstemming plaats tussen het beleid en de projecten. Dit wordt doorgaans geplaatst op het tactische niveau, tussen strategische en operationele niveau.

Het raamwerk laat ook zien dat in elke fase verschillende aspecten van de ruimtelijk opgave aan de orde komen en is daarom als ordeningskader gebruikt voor dit rapport. De handreiking belicht de aspecten in de verschillende fasen afzonderlijk en biedt 14 handvatten hoe daar mee om te gaan (figuur 1.1)

Strategisch

strategisch beleidskader

Handvat 1. Ontwikkel en veranker beleid voor ordening van de ondergrond

Handvat 2. Zorg voor overzicht van de functies in de ondergrond

Operationeel beleidskader

Handvat 3. Ontwikkel een Ondergrondverordening voor de warmtetransitie

Handvat 4. Zorg dat de data- en informatievoorziening op orde is

Handvat 5. Creëer beeld warmte-infrastructuur om de ruimteclaim in te schatten

Handvat 6. Schat de kosten voor de aanleg van een warmtenet in, rekening houdend met de ondergrond

Handvat 7. Faciliteer afstemming werkzaamheden al op strategisch niveau

Tactische tussenniveau

Planning & control

Handvat 8: Voer interne regie op samenwerking in de ondergrond en synchroniseer planningen van werkzaamheden

Operationeel

voorbereiding

Handvat 9. Breng in kaart wat er in de ondergrond van het plangebied zit

Handvat 10. Houd bij het ontwerp rekening met interferentie tussen ondergrondse objecten

uitvoeringsfase

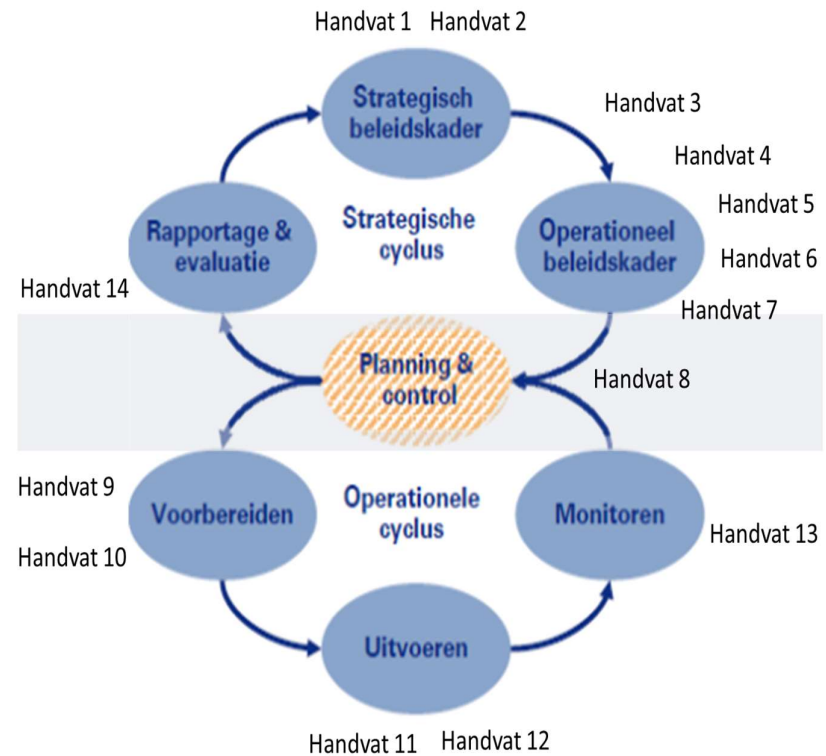
Handvat 11. Houd rekening met extra kosten door de lokale situatie van de ondergrond

Handvat 12. Faciliteer afstemming op operationeel niveau

monitoring & evaluatie

Handvat 13. Monitor de programma's en projecten

Handvat 14. Evalueer het ondergrondbeleid in de warmtetransitie *(deze stap zit alweer in de overgang naar de strategische cyclus)*



Figuur 1.1: Strategische en operationele cyclus en de 14 handvatten voor het effectief realiseren van warmtenetten in de ondergrond

1.3 Aanpak

In deze handreiking wordt in de gegaan op verschillende aspecten van het ondergrondbeleid in relatie tot de warmtetransitie die in de verschillende fasen aan de orde komen. De gegevens in deze handreiking zijn gebaseerd op literatuur, ervaringen uit voorgaande projecten t.a.v. meekoppelkansen en ondergrondse ordening en instrumenten², en uitwerkingen voor bestaande cases en interviews. Deltares heeft een uitwerking gemaakt voor Ondergrondbeschikbaarheidskaarten, waarbij ook gekeken is of wijktypologieën een indicatie van ondergrondse ruimte kunnen geven (Bijlage A en de memo³ die hierover is gepubliceerd). TNO heeft t.a.v. meekoppelkansen een aantal organisaties geïnterviewd om de kansen en knelpunten in kaart te brengen van warmtenetten in samenhang met andere ondergrondse functies of ingrepen in de ruimte. Daarnaast hebben studenten van SAXION een bijdrage geleverd door literatuuronderzoek en extra interviews (zie Bijlage C).

² Zoals "Blauw, Maaik, Linda Maring, Jan Frank Mars. 2015. 4P kansen met 4D planning: een verkenning van tools en instrumenten. Deltaresrapport 1220050-005."

³ https://www.warmingup.info/documenten/van-der-brugge-et-al-2022-memo_methode-inpassing-ondergrond_warmingup-rapport-project-6c.pdf

2 Strategische cyclus

De strategische cyclus is er voornamelijk op gericht om de algemene uitgangspunten, beleidsambities met impact op de ondergrond en doelstellingen van het eventuele ondergrondbeleid in relatie tot warmtetransitie te bepalen en door te vertalen naar operationele beleidskaders. Gezien de drukte in de ondergrond en de extra druk die nieuwe warmte-infrastructuur met zich meebrengt, dient het ondergrondperspectief vroegtijdig meegenomen worden in de visie- en planvorming met betrekking tot de warmtetransitie. Dat betekent dat er op het snijvlak van warmte-infrastructuur nieuwe beleidskader ontwikkeld moeten worden. Hieronder wordt een aantal handvatten geboden om ondergrondbeleid te voeren binnen de warmtetransitie.

2.1 Strategisch beleidskader

2.1.2 Handvat 1. Ontwikkel en veranker beleid voor ordening van de ondergrond

In de meeste gemeenten is er (nog) geen beleid op de ondergrondse ordening. De warmtetransitie kan daar wel aanleiding voor zijn. Het ordenen van de ondergrond gaat over het efficiënt inrichten daarvan, waarbij het opruimen van overvloedige infrastructuur, flexibiliteit naar de toekomst, combineren van functies en het tijdsaspect een plek moeten krijgen.

Hoewel sommige gemeenten al wel invulling proberen te geven aan ondergrondbeleid, is het geen verplichting. Vaak geldt nog: wie het eerst komt, het eerst maalt. Dat betekent bijvoorbeeld dat een warmtebedrijf de leidingen moet inpassen in de vaak overvolle ondergrond. In situaties waar veel kabels en leidingen en andere obstakels aanwezig zijn, kan dit onhaalbaar zijn of duurder worden. Andersom biedt de aanleg van warmtenetten ook kansen om opnieuw te beginnen. Omdat in grote delen van de stad de ‘grond toch open gaat’ kan dat momentum worden gebruikt om de ondergrond te (her)ordenen. Dat voorkomt het blijven passen en meten van nieuwe functies in de toekomst en maakt het onderhoud en vervanging van kabels en leidingen ook eenvoudiger.

Tekstvak 2: Regie op de ondergrond

De toenemende ruimteclaims op de ondergrond leiden met name in stedelijk gebied tot de roep om regie op deze ondergrond. Regie kan daarbij gezien worden als de wijze waarop sturing op de ondergrond vorm gegeven kan worden, bijvoorbeeld op de ordening ervan. Wij hanteren in deze notitie de volgende definitie van regie. ‘Regie is een bijzondere vorm van sturen die gericht is op de afstemming van actoren, hun doelen en handelingen tot een min of meer samenhangend geheel, met het oog op een bepaald resultaat’ (Ministerie van BZK, 2006)⁴. Pröpper et. al. (2004)⁵ onderscheiden twee belangrijke kenmerken van regie, doorzettingsmacht en eigen script. Met doorzettingsmacht bedoelt men de mate waarin een actor zijn belangen voorop kan stellen en eigen script staat voor de mate waarin de actor inhoudelijk overwicht heeft. Op basis van deze kenmerken kunnen vier typen regie worden onderscheiden:

⁴ Ministerie van BZK. (2006). De gemeente als regisseur: de lokale draagkracht mobiliseren. Den Haag, Zuid-Holland, Nederland. Ministerie van BZK.

⁵ Pröpper, I., Litjens, B. & Weststeijn, E. (2004). Lokale regie uit macht of onmacht? Onderzoek naar de optimalisering van de gemeentelijke regiefunctie. Vught: Partners+Pröpper. Geraadpleegd op

14 maart 2018 van: <https://kennisopenbaarbestuur.nl/media/62912/lokale-regei-uit-macht-of-onmacht-partners-en-proepper-bzk-2004.pdf>

Eigen 'script' of beleidskader			
		Ja	Nee
Doorzettingsmacht	Ja	(1) Beheersingsgerichte regisseur (inhoudelijk én procesmatig)	(2) Uitvoeringsgerichte regisseur
	Nee	(3) Visionaire regisseur	(4) Faciliterende regisseur

Daarbij ligt de primaire regie op de ondergrond in stedelijk gebied bij de gemeente. De gemeente heeft daarbij vijf verschillende rollen in te nemen (afgeleid uit Ketenanalyse COB, 2018⁶):

1. *Visionair en inspirerend* in beleidsvorming en programmering;
2. *Sturend* in de beleidsvorming, inclusief het nemen van besluiten;
3. *Faciliterend* in de programmering en planning, en bij de afstemming tussen individuele projecten;
4. *Toetsend* bij het uitvoeren van projecten;
5. *Uitvoerend* bij eigen projecten in de programmering en planning en de uitvoering.

Deze rollen worden binnen de gemeente veelal door verschillende organisatieonderdelen en mensen van de gemeente uitgevoerd. Daarbij zijn rolhelderheid en rolvastheid cruciaal om een betrouwbare partner in het werkveld te zijn, en om deze rollen adequaat in te vullen. En daarbij is interne afstemming tussen deze rolhouders belangrijk voor de effectiviteit ervan.

Doorzettingsmacht en handhaven

De regietheorie maakt gebruik van de term doorzettingsmacht. Dit is bedoeld in de context dat een partij zijn/haar wensen kan opleggen aan de ander. Voor ondergrondse infrastructuur betekent dit dat bijvoorbeeld dat een gemeente het tracé, ligging en/of uitvoering kan opleggen aan netbeheerders. Het verlenen van vergunningen en daarop handhaven, zien we in dit kader niet als doorzettingsmacht, maar is wél een middel die in alle vormen van regie gebruikt kan worden. Daarbij zien we dat strakke handhaving tijdens de uitvoering lastig is, onder meer vanwege capaciteits- en prioriteitsgebrek en de druk tijdens de uitvoering (COB, 2018).

Er zijn diverse instrumenten voor ondergrondse ordening beschikbaar, zoals ondergrondse masterplannen⁷ en / of 3D omgevingsplannen: het Omgevingswetinstrumentarium biedt belangrijke handvatten:

- de hoofdlijn van het omgevingsbeleid wordt vastgelegd in het omgevingsplan. Het omgevingsplan stelt regels voor het gebruik van de ruimte en er kan ook specifiek vanuit de bodem en ondergrond worden aangegeven door de gemeente wat wel en niet gewenst is op bepaalde locaties. In het omgevingsplan kan de gemeente ook verordeningen (zie handvat 3) opnemen over ordening ondergrond en beschermzones voor bepaalde kabels en leidingen. (zie bijvoorbeeld Staalkaart Verordeningen in het omgevingsplan deel II⁸).
- Met een omgevingsprogramma kan concreet beleid worden gerealiseerd, bijvoorbeeld per gebied en/of per thema.

⁶ Centrum voor Ondergronds Bouwen; Impact 'van gas los' op het omgaan met kabels en leidingen; Uitwerking ketenanalyse van de kansen, dilemma's en knelpunten bij het aanpassen van ondergrondse infrastructuur als gevolg van 'van gas los'; 29 juni 2018; https://www.cob.nl/wp-content/uploads/2018/06/COB_Ketenanalyse-aardgasvrij-kabels-leidingen_notitie20180629.pdf

⁷ Een leergeschiedenis over het werken met ondergrondse masterplannen is hier te vinden: <https://www.bodemplus.nl/onderwerpen/bodem-ondergrond/bodemconvenant/thema/ondergrond/praktijkvoorbeelden/opstellen-integraal/>

⁸ https://vng.nl/sites/default/files/2020-09/staalkaart-verordeningen-deel-2_20200915.pdf

In Bijlage B is een lijst opgenomen met instrumenten die gebruikt kunnen worden om ondergrondbeleid verder door te ontwikkelen. Het project Bodembeheer van de Toekomst⁹ geeft ook bouwstenen hoe bepaalde zaken (zoals ondergrondse ordening en energietransitie) concreet opgenomen kunnen worden in omgevingsplannen.

Tenslotte: veranker het gebruik van de ondergrond bestuurlijk en organisatorisch¹⁰. Dit kan door het gebruik van de ondergrond voor coalitiedoelstellingen op te nemen in bestuurlijke afspraken en portefeuilles en deze ook expliciet bij de bespreking daarvan naar voren te brengen. Ook het periodiek informeren van de raad over het gebruik van de ondergrond voor warmtenetten – andere opgaven – helpt hierbij. In de organisatie dient het gebruik van de ondergrond expliciet bij het management belegd te zijn en opgenomen in de interne werkprocessen van de gemeente voor het programmeren en uitvoeren van projecten in de leefomgeving.

2.1.1 Handvat 2. Zorg voor overzicht van de functies in de ondergrond

Een randvoorwaarde voor het *kunnen* voeren van ondergrondbeleid in de warmtetransitie is om inzicht te hebben in de functies die in de ondergrond aanwezig zijn, en de potenties die de ondergrond biedt voor warmte(-winning, -transport en -opslag). Een overzicht wat te vinden is in figuur 2.1 kan dienen om de ondergrondse (bestaande en geplande) functies in kaart te brengen. Er wordt onderscheid gemaakt in vier kwaliteiten:

- Draagkwaliteiten: Andere kabels en leidingen en objecten in de ondergrond plus hun gewenste afstanden van de warmtenetten (zie ook bijlage B, onder NEN 7171) concurreren om de beschikbare ruimte.
- Informatiekwaliteiten: archeologie, niet gesprongen explosieven, verontreinigingen, maar ook andere zaken zoals aardkundige waarden kunnen aandachtspunten/belemmeringen voor de aanleg van warmtenetten.
- Regulatiekwaliteiten: zijn vaak niet “beschermd” maar bij onvoldoende aandacht hiervoor kan wel schade optreden in een wijk bijv. aan groen of door wateroverlast als infiltratie in de bodem verstoord wordt.
- Productiekwaliteiten: zijn minder relevant in het kader van aanleg warmtenetten gezien het verschil in diepte (m.u.v. productiekwaliteit, deze zit op dezelfde diepte. Alleen relevant als je dit relateert aan groen in de stad / stadslandbouw o.i.d., zie opmerking hierboven over groenfunctie)

⁹ <https://www.samendediepte.nl/bodembeheer-van-de-toekomst/>

¹⁰ <https://www.saxion.nl/binaries/content/assets/onderzoek/areas--living/bodem-en-ondergrond/5--bodem-in-ruimtelijke-processen-vraagt-om-verankering.pdf>

Draagkwaliteit	Informatiekwaliteit	Regulatiekwaliteit	Productiekwaliteit
			
Basis voor bouwactiviteiten	Cultuurhistorische betekenis	Gezonde en schone bodem	Gewasproductiecapaciteit
			
Ondergrondse activiteiten (incl. weg- en railinfrastructuur)	Diversiteit landschapsbeeld	Levende bodem	Voorraad drinkwater
			
Ruimte voor opslag stoffen	Geomorfologische diversiteit	Stabiele bodem	Voorraad delfstoffen
			
Warmte/koude opslag	Ecologische diversiteit	Waterfilterende bodem	Voorraad fossiele energie
			
Riolering, kabels en leidingen	Niet gesprongen explosieven	Waterbergende bodem	Geothermische energie

Figuur 2.1: Ondergrondfuncties geordend naar Draag-Informatie-Regulatie- en Productiekwaliteit

In de ondergrond bevinden zich zowel natuurlijke functies als door de mens aangelegde functies. Zeker in stedelijk gebied moet beseft worden dat ondergrond vanwege de vele maatschappelijke behoeftes steeds voller raakt. De warmtetransitie legt daarbij een extra claim op de ondergrondse ruimte – die door andere functies reeds beperkt kan zijn. Eén van de uitgangspunten voor het ondergrondbeleid zou dus moeten zijn dat de ondergrond benut wordt voor deze maatschappelijk opgave, maar dat dat niet ten koste gaat van andere functies.

2.2 Operationeel beleidskader

2.2.1 Handvat 3. Ontwikkel een Ondergrondverordening voor de warmtetransitie

Er bestaan diverse vergunningen en verordeningen die relevant zijn bij de aanleg van een warmtenet. Bij het verduurzamen van de warmtevoorziening gelden voor de verschillende technieken (bodemenergie, geothermie) verschillende regels ten aanzien van vergunningverlening. Ook om warmtenetten aan te leggen in- of op openbare gronden is een vergunning nodig. Gemeenten kunnen onder de Omgevingswet ook verordeningen opnemen ten aanzien van warmtenetten en ondergrondse infrastructuur. In deze verordeningen kan specifiek gemeentelijk beleid worden vastgelegd waaraan vergunningsaanvragen getoetst moeten worden. Dit kan gaan over regels en condities voor de aanleg, instandhouding en opruiming van warmtenetten (zie voorbeeld verordening aanleg warmtenetten Haarlem¹¹). Het COB heeft een interactieve kaart gemaakt waarin per gemeente de verschillende verordeningen ten aanzien van kabels en leidingen, ondergrondse infra, werken in de openbare ruimte zijn aangegeven¹². Zowel Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO)¹³ als de autoriteit consument en markt (ACM)¹⁴ geven online informatie over vergunningen in het kader van de warmtetransitie. Hier is ook het Groeiboek Feiten en Fabels¹⁵ van de COB relevant om te noemen. Hierin worden 82 fabels en 71 feiten over de wet- en regelgeving voor kabels en leidingen in duidelijke taal toegelicht.

¹¹ https://www.cob.nl/hbrinteractief/gemeentebelid/0392_Haarlem/20200787040_2_Bijlage_1_Verordening_aanleg_warmtenetten_gemeente_Haarlem_2020.pdf

¹² <https://www.cob.nl/hbrinteractief/>

¹³ <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/verduurzaming-warmtevoorziening/wet-en-regelgeving>

¹⁴ <https://www.acm.nl/nl/onderwerpen/energie/energiebedrijven/warmte/vergunning>

¹⁵ <https://www.cob.nl/wat-doet-het-cob/groeiboek/groeiboek-fabels-en-feiten/>

2.2.2 Handvat 4. Zorg dat de data- en informatievoorziening op orde is

Om overzicht te krijgen van de huidige én toekomstige functies van en in ondergrond moet de data- en informatie op orde zijn. Diverse datasystemen (inclusief geo-informatiesystemen) zijn daarvoor beschikbaar.

De KLIC meldingen¹⁶, die verplicht zijn sinds 2008, zorgen ervoor dat het bekend waar de kabels en leidingen liggen. De betrouwbaarheid hangt af van de nauwkeurigheid van de vastlegging van de ligging (X,Y en Z). Dit is niet altijd even accuraat. Daarnaast liggen er ook vaak oude, ongeregistreerde “wees”-kabels en -leidingen waarvan niemand meer weet dat ze er zijn of van wie ze zijn.

Met betrekking tot de inpassing van collectieve warmtesystemen is het van belang om ook zicht te hebben op eventuele interferentie met andere functies. Zo kunnen warmtenetten waterleidingen opwarmen en dat kan leiden tot gezondheidsrisico's

Naast kabels en leidingen zijn gegevens van belang over:

- Objecten in de ondergrond, zoals parkeergarages, tunnels, damwanden, funderingen, afvalcontainers, etc.
- De lokale bodemgrondwatersituatie inclusief de afdekking van de bodem (aangebrachte verharding) is bepalend voor de aanleg van warmtenetten en dus voor investeringskosten, de lokale bodemgrondwatersituatie is daarnaast mogelijk óók voor de beheerskosten van invloed (denk aan zettingen in slappe bodems, grondwaterstand, aanwezigheid stenen in de bodem). Dat laatste wordt vaak niet meegenomen.
- Boomwortels zijn een grote huidige ruimtevrager in straatprofielen. Bomen kunnen niet altijd zo maar gekapt worden om ruimte te maken. Er is een afstand nodig tussen de aanleg van groen en van warmtenetten (ca 1 meter van groen, 2,5 meter van bodem volgens NEN, zie ook bijlage B, onder NEN 7171).
- Niet Gesprongen Explosieven (NGE's) leveren veel extra kosten en extra doorlooptijd op voor projecten als ze aangetroffen worden.
- Archeologie, indien mogelijk aanwezig, kan betekenen dat er onderzoek nodig is en daardoor extra tijd en afstemming.
- Verontreinigingen vragen ook om een andere manier van werken bij grondroerende werkzaamheden. Vaak worden ingrepen in de ondergrond dan ook direct benut om de verontreiniging aan te pakken. Dat is werk met werk maken, maar het kan wel betekenen dat er meer tijd en afstemming nodig zijn.
- Indien beschikbaar: andere geplande functies en werkzaamheden in de ondergrond (zie ook meekoppelkansen, handvat 7)

Het detail- en schaalniveau van data en informatie over de ondergrond neemt toe naarmate men meer richting de operationele cyclus gaat (zie tabel 2.1). Toch is het van belang om ook al in gremia die op hoger schaalniveaus opereren te voorzien van de ondergrondinformatie die op dat niveau en fase van de warmtetransitie van belang is.

¹⁶ De Wet informatie-uitwisseling bovengrondse en ondergrondse netten en netwerken (WIBON) vervangt de in 2008 ingevoerde WION. De wet is sinds 31 maart 2018 van kracht. Doel van de WIBON is gevaar of economische schade door beschadiging van ondergrondse kabels of leidingen (zoals bijvoorbeeld: water-, elektriciteit-, gas- en telecomleidingen) te voorkomen.
<https://www.kadaster.nl/-/klic-wetgeving>

Tabel 2.1 Informatiebehoeften mbt ondergrond op verschillende schaalniveaus¹⁷

Schaal	Beleidsinstrument	Gebruik ondergronddata	Wat zou wenselijk zijn?
Regio	Regionale Structuur warmtenet (RSW)	Nauwelijks	Beeld van potentiële gebruik ondergrondse bronnen en opslag
Gemeente	Transitievise Warmte (TVW)	Nauwelijks	Beperkingen vanuit ondergrond WKO Beeld van potentiële knelpunten warmtenetten Risico's in schatten op hogere kosten Verdisconteren in de kostenberekeningen
Wijk/ buurt	Wijkuitvoeringsplan	Nog geen ervaring mee	
Warmte-project	Tracébesluit	Gedetailleerde ondergrondanalyse, met klic-data en schouw op locatie (kaarten vaak indicatief)	Meekoppelen met andere werkzaamheden i.v.m. graafrust en eventuele kostenbesparingen

Op regionaal niveau zou ook het beeld van interferentie en overlap van wenselijke benutting van de ondergrond voor verschillende ambities in kaart gebracht moeten worden, zoals bij de overlap van gebieden met aardwarmtepotentie en drinkwatervoorziening. Op gemeentelijk niveau kun je ook denken aan inzicht in programma's voor verschillende opgaven in de diverse gebieden. Ook al is er op wijkniveau nog geen ervaring, wenselijk zou kunnen zijn om inzicht te krijgen in het ruimtebeslag en meekoppelkansen op straatprofielniveau, als wel in de wijkprogramma's voor andere opgaven voor dezelfde locaties.

2.2.3 Handvat 5. Creëer een beeld van de warmte-infrastructuur om de ruimteclaim in te schatten

Collectieve warmtesystemen kunnen een aanzienlijke claim op de beschikbare ruimte in de ondergrond leggen, zowel de warmtenetten als de benodigde warmteopslag. Een belangrijk instrument om de ruimteclaim pas echt goed te kunnen duiden is een conceptontwerp van toekomstige warmte-infrastructuur. Pas dan wordt duidelijk wat de benodigde ruimte is en hoe dat past in het ruimtebeslag van andere bestaande functies.

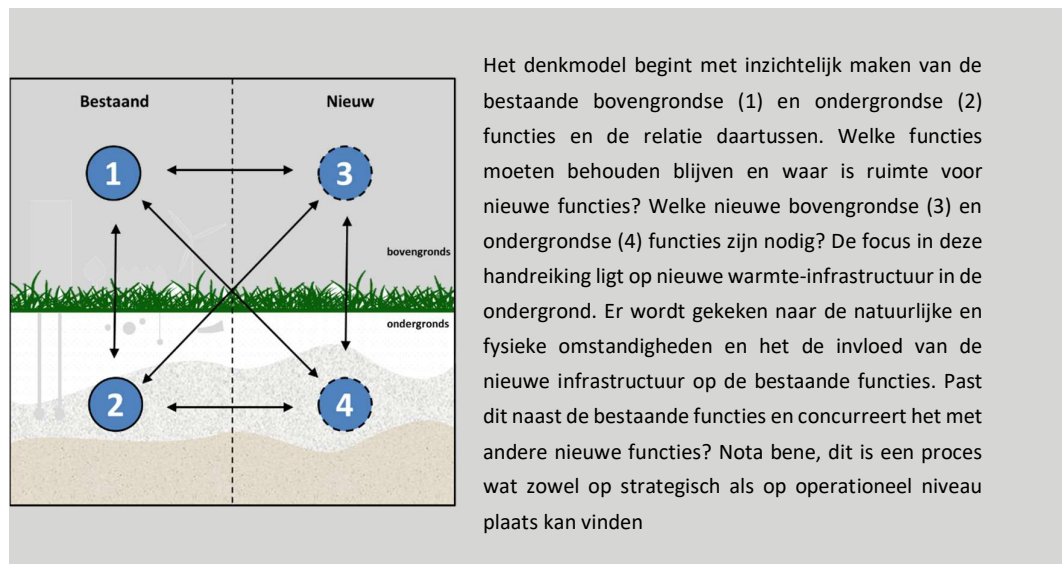
In de meeste Transitieviesies Warmte (TVW's) wordt dat beeld van de toekomstige warmte-infrastructuur niet gegeven. Wel wordt aangegeven welke warmteopties er voor welk wijk of buurt beschikbaar zijn. Omdat er geen ruimtelijke uitwerkingen gemaakt worden van de bijbehorende warmte-infrastructuur is het ruimtebeslag daardoor nu nog grotendeels onbekend¹⁸.

¹⁷ https://www.warmingup.info/documenten/van-der-brugge-et-al-2022-memo_methode-inpassing-ondergrond_warmingup-rapport-project-6c.pdf

¹⁸ In de TVW van Zevenaar geeft men aan dat warmtenetten een stevige invloed hebben in de ondergrond. De TVW Amersfoort geeft aan dat het door drukte in de ondergrond lastig kan zijn warmtenetten aan te leggen, en het in kaart brengen van de ruimte in de ondergrond wordt als actie gegeven. Ook de transitievise warmte Eindhoven geeft de beschikbare ruimte in de

In de wijkuitvoeringsplannen moet de warmte-infrastructuur verder uitgewerkt worden. Op dat moment is het van belang om vanuit het ondergrondbeleid aan te zijn gehaakt. Daarbij is het van belang te realiseren dat TVW's veelal sectorale (op warmte gerichte) plannen zijn, waarin een samenhangende afweging met andere opgaven (zoals klimaatmaatregelen in de wijk) nog niet heeft plaatsgevonden. Dit kan later tot knelpunten en de noodzaak tot hernieuwde afweging leiden.

De nieuwe warmte-infrastructuur moet naast de bestaande functies in de ondergrond moeten worden ingepast. Het denkmodel in figuur 2.2 biedt een wijze om daar over na te denken. Hoe meer functies er aanwezig zijn hoe complexer dit inpassingsprobleem zal zijn. In figuren 2.3 en 2.4 zijn meer concrete uitwerkingen hiervan weergegeven.

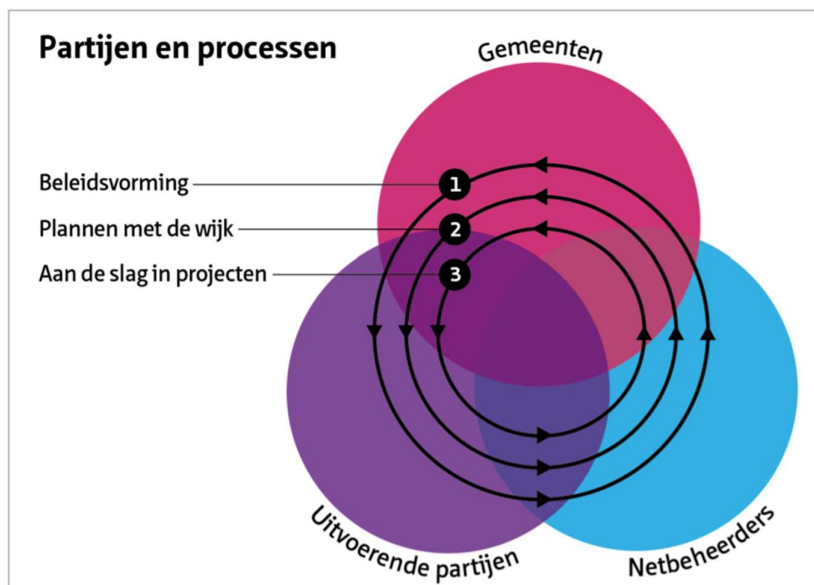


Figuur 2.2: Verbindingsmodel boven- en ondergrond¹⁹

Figuur 2.3 geeft sturing op drie niveaus weer om ondergronds 'aardgas vrij' te worden. Deze niveaus zijn strategisch, tactisch en operationeel. Het concept impliceert dat sturing óp en interactie tussen deze drie niveaus noodzakelijk is. Daartoe zijn op al deze drie niveaus samenwerking en afspraken noodzakelijk tussen betrokken partijen: gemeenten, netbeheerders en uitvoerders. Dit concept is met behulp van diverse netbeheerders, gemeenten en kennisinstellingen ontwikkeld door het Centrum van Ondergrondse Bouwen. Figuur 2.4 geeft een interactief stappenplan vanuit het Gemeentelijk Platform Kabels en leidingen, waarin de planvorming voor ondergrondse infrastructuur in relatie tot de bovengrond is uitgewerkt. Ook dit schijnbaar lineair gefaseerde stappenplan geeft 'terugkoppelloops' om de noodzaak tot interactie tussen de verschillende fasen te duiden.

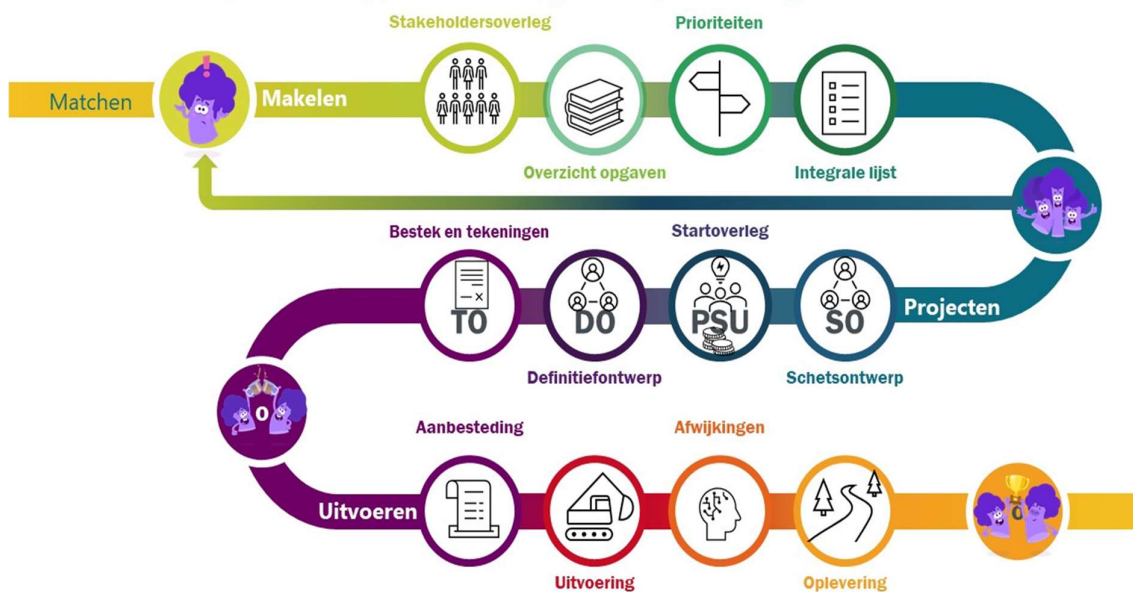
ondergrond aan als beperking voor mogelijkheden voor warmtenetten en noemt tevens ondergrondse werkzaamheden als kans om te combineren met de warmtetransitie (meekoppelkansen). Ook de TVW Enschede maakt melding van ondergrond door het kijken of uitvoerbaarheid van oplossingen realistisch is door rekening te houden met de impact op de fysieke ruimte en in de ondergrond

¹⁹ Naar: SKB en gemeente Rotterdam, <https://www.bodemplus.nl/onderwerpen/bodem-ondergrond/grondwater/grondwater-ro/instrumenten/verbindingsmodel/>



Figuur 2.3: sturing op drie samenhangende en interacterende niveaus (COB, 2018)²⁰

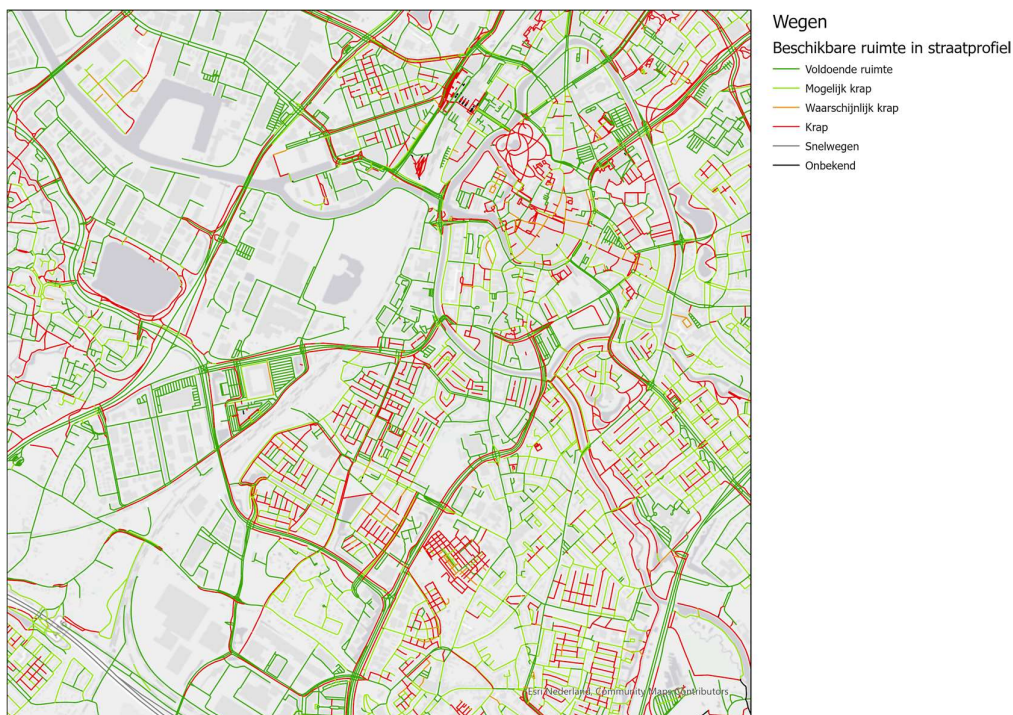
Van matches, ontwerp, uitvoering tot oplevering



Figuur 2.4: Stappenschema voor realiseren ondergrondse infrastructuur, ontwikkeld door Gemeentelijk Platform Kabels en Leidingen in 2020.

²⁰ Centrum voor Ondergronds Bouwen; Impact 'van gas los' op het omgaan met kabels en leidingen; Uitwerking ketenanalyse van de kansen, dilemma's en knelpunten bij het aanpassen van ondergrondse infrastructuur als gevolg van 'van gas los'; 29 juni 2018; https://www.cob.nl/wp-content/uploads/2018/06/COB_Ketenanalyse-aardgasvrij-kabels-leidingen_notitie20180629.pdf

Een instrument dat bij de inpassing van warmtenetten in de ondergrond gebruikt kan worden, is een ondergrondbeschikbaarheidskaart (figuur 2.5). Met een dergelijke kaart wordt weergegeven waar eventuele knelpunten voor inpassing van warmte-infrastructuur kunnen optreden. Meer informatie over het opstellen van verschillende ondergrondbeschikbaarheidskaarten is te vinden in bijlage A en via de bijbehorende memo²¹. Dergelijke kaarten kunnen uitgebreid worden met meerdere functies die in de ondergrond aanwezig zijn. Op basis daarvan kunnen analyses gemaakt worden van de impact van de nieuwe warmte-infrastructuur op de ondergrondfuncties (en andersom).



Figuur 2.5 Voorbeeld van een ondergrondgeschiktheidskaart voor warmtenetten²⁰: geeft een beeld van de in het wegprofiel beschikbare ruimte voor aanleg van een warmtenet.

2.2.4 Handvat 6. Schat de kosten voor de aanleg van een warmtenet in, rekening houdend met de ondergrond.

In de meeste Transitievisies Warmte wordt met de informatie over de ondergrond niet of nauwelijks meegenomen. Ook in de Startanalyse van het PBL worden kostenberekeningen gemaakt zonder rekening te houden met ondergrondinformatie. Er worden kostenkentallen gebruikt voor aanleg waarin ook grondwerkzaamheden verdisconteerd zijn. Dat zijn echter algemene kentallen die geen rekening houden met de lokale situatie. Dit kan leiden tot een vertekening van de geschatte kosten, omdat er geen rekeningen gehouden wordt met:

- de locatie van de bronnen
- de leidingtracés en het verplaatsen / verwijderen van obstakels of het verleggen van leidingen
- de graafkosten
- het gebruik van warmte-koude opslag
- dichte bebouwing met smalle straten waar leidingen niet verlegd kunnen worden.

²¹ https://www.warmingup.info/documenten/van-der-brugge-et-al-2022-memo_methode-inpassing-ondergrond_warmingup-rapport-project-6c.pdf

Pas wanneer het beeld van de exacte ligging van de warmte-infrastructuur duidelijker is kan een actualisatie van de kostenschatting plaatsvinden.

Naast investeringskosten van warmtenetten, zou ook naar de maatschappelijke kosten en baten gekeken moeten worden. Zijn er kosten voor andere beleidsgebieden te vermijden of reduceren door bijvoorbeeld slimme ontwerpen van warmte-infrastructuur te combineren met renovatie en herinrichting van een gebied? En zijn er maatschappelijk baten te creëren door bijvoorbeeld met slimme ontwerpen van warmte-infrastructuur tegelijkertijd ook aan klimaatadaptatie te werken, etc. (zie ook handvat 7). Belangrijk aspect hierbij is dat de kosten en baten zowel in ruimte als tijd veelal onevenredig verdeeld is tussen partijen, en vereveningsafspraken wenselijk kunnen zijn.

2.2.5 Handvat 7. Faciliteer afstemming werkzaamheden al op strategisch niveau

Het koppelen van opgaven en programma's begint op strategisch / beleidsniveau, bij de programmering van verschillende opgaven en organisaties en (uiteindelijk) het meekoppelen van concrete kansen in ontwerp en uitvoering van projecten. In de Transitievisies Warmte worden meekoppelkansen nadrukkelijk genoemd als mogelijkheid om kosten te besparen en de extra hinder te voorkomen door werkzaamheden. Er zijn twee vormen van meekoppelen: het gezamenlijk plannen van (beheer)werkzaamheden, waardoor bijvoorbeeld de straat maar één keer open hoeft en hinder wordt vermeden; of in het infrastructuur- of ruimtelijk ontwerp en uitvoering meerdere doelstellingen combineren.

Voorbeelden om warmtenetten mee te koppelen zijn :

- *Wegbeheer*: informatie over langdurige wegafsluitingen, bereikbaarheid en toekomstige herinrichtingsplannen.
- *Rioolbeheer*: meekoppelkansen met rioolvervangingen, die nu in veel gemeenten grootschalig worden vervangen.
- *Telecom/ICT*: voor de internetbekabeling etc.
- Drinkwaterbedrijven: voor beheer en onderhoud drinkwaterleidingen

In de praktijk blijkt dat het lastig is om meekoppelkansen tijdig te identificeren en te verzilveren. Het op geplande, gestructureerde wijze identificeren van koppelkansen en het synchroniseren van investeringsagenda's vraagt dan ook om regie (Handvat 1, tekstvak 2). De gemeente zou hierin een belangrijke en coördinerende rol in kunnen spelen. Belangrijke voorwaarden voor het verzilveren van meekoppelkansen is het op strategisch niveau commitment geven aan de samenwerking. Zorg voor de dialoog met betrokken stakeholders, met name tussen de gemeente en netbeheerders, inclusief afstemming beleidsambities en programmering. Leg dit waar mogelijk vast in samenwerkingsovereenkomsten. Er moet op strategisch niveau vertrouwen zijn in een gezamenlijke aanpak anders zal de samenwerking op operationeel niveau niet verder kunnen komen dan incidentele samenwerking. In tekstvak 3 "Afstemming in de openbare ruimte" hieronder, worden een aantal voorbeelden genoemd.

Het benutten van meekoppelkansen vraagt ook iets extra's van de ondergrondse informatievoorziening. Daarbij is afstemming van programmeringen van verschillende opgaven en assets cruciaal. Bovenop de locaties van de kabels, leidingen en andere functies zou daarbij het registratiesysteem ook informatie over de levensduur van ondergrondse assets, zoals de riolering en gasleidingen²² en de verwachte vervangingsdata moeten herbergen. Dat kan als basis dienen voor het plannen van gecombineerde werkzaamheden.

²² Het lijkt efficiënt om verouderde assets aan te pakken als ze aan vervanging toe zijn in samenhang met aanleg van andere ondergrondse ingrepen. De praktijk kan anders zijn. Er spelen meerdere factoren een rol. Dit vraagt om goede afstemming tussen netbeheerders en gemeente, zodat bijv. continuïteit van nutsvoorzieningen gewaarborgd kan blijven in een wijk.

Tekstvak 3: Afstemming in de openbare ruimte

Bij de aanleg van warmtenetten gaat de ondergrond op de schop. Om hinder te voorkomen en de bereikbaarheid te bevorderen is het zaak om strategische afstemming/samenwerking) en de data- en informatievoorziening rond de werkzaamheden goed op orde te hebben zodat er minder verrassingen en daarbij vertraging ontstaan. Door meekoppelkansen vroegtijdig te identificeren en onderzoeken, kunnen in bepaalde gevallen verschillende werken tegelijkertijd uitgevoerd worden waardoor de (maatschappelijke) overlast zoveel mogelijk beperkt wordt.

Goede voorbeelden om hinder aan te pakken en het meekoppelen van werkzaamheden te bevorderen zijn intentieverklaringen t.a.v. van "graafmishandeling" (zoals Den Haag in het verleden voor de Boulevard Scheveningen²³) of het convenant "Samenwerken in de buitenruimte"²⁴ van de gemeente Rotterdam. Doelen daarvan zijn het afstemmen werkzaamheden; beperken van overlast; verbeteren van de bereikbaarheid en de communicatie; behoud van de kwaliteit van de verhardingen; kostenreductie en optimalisatie van de ligging van kabels en leidingen met het oog op toekomstig onderhoud. Ook de gemeente Tilburg heeft een convenant voor kabels en leidingen afgesloten met Brabant Water en Enexis om werkzaamheden in de buitenruimte af te stemmen. Ook andere gemeenten hebben interesse getoond in een dergelijk convenant.

De 13 Zeeuwse gemeenten (Borsele, Goes, Hulst, Kapelle, Middelburg, Noord-Beveland, Reimerswaal, Schouwen-Duiveland, Sluis, Terneuzen, Tholen, Veere, Vlissingen), Waterschap Scheldestromen, Evides waterbedrijf en Enduris - Elektriciteit en gasnet beheerder hebben een samenwerkingsovereenkomst gesloten: Afstemming Zeeuwse Overheden en Nutsbedrijven AZON. Hierin is afgesproken om gezamenlijk de hoogst maatschappelijke waarde te creëren tegen de laagste maatschappelijke kosten. Dit gebeurt door nauwer samen te werken in de buitenruimte door plannen minimaal twee jaar voor de gewenste uitvoering te delen. Het delen van de plannen gebeurt via een gezamenlijk online platform, genaamd WOW-MOOR. Door lange-termijnplannen voor onder andere werkzaamheden aan riolering, elektriciteits- en waterleidingen nog beter op elkaar af te stemmen hoeft de straat minder vaak open en ondervinden inwoners van Zeeland minder overlast. De Bouwcampus werkt in hun Praktijkprogramma Herinrichting Stedelijke Ondergrond²⁵ aan een catalogus met praktijkvoorbeelden van andere vormen van samenwerking in de ondergrondse ruimte²⁶.

²³ <https://www.cob.nl/magazines-brochures-en-nieuws/verdieping/verdieping-juni2013/kabels-en-leidingen-bij-gebiedsontwikkeling/>

²⁴ <https://www.cob.nl/magazines-brochures-en-nieuws/verdieping/september-2018/kabels-en-leidingen/convenant-rotterdam/>

²⁵ <https://debouwcampus.nl/trajecten/praktijkprogramma-herinrichting-stedelijke-ondergrond>

²⁶ <https://debouwcampus.nl/hso>

2.3 Planning and control

2.3.1 Handvat 8. Voer interne regie op samenwerking in de ondergrond en synchroniseer plannings van werkzaamheden

In deze fase van de strategische cyclus worden de plannings en de begrotingen opgesteld. In deze fase is het dus cruciaal dat beleid voor de ondergrond wordt mee begroot en opgenomen wordt in de projecten. Daarvoor is regie nodig (zie ook tekstblok 3). De gemeente Leiden heeft dat formeel gemaakt door een ondergrondregisseur aan te stellen. Gemeente Rotterdam neemt in haar assetmanagementactiviteiten de ondergrond mee. Dit soort teams of regisseurs benaderen de warmtetransitie vanuit de ondergrond en adviseren de trekkers van de warmte-infrastructuurprojecten. Daarnaast zijn zij betrokken bij het ontwikkeling van het Ondergrondbeleid in brede zin.

Naast de interne afstemming, is ook een systematiek nodig om de investeringsagenda's van de beheerders op elkaar af te stemmen. Deze interorganisatiele synchronisatie vraagt om flexibiliteit van de verschillende beheerders. Ook hiervoor is zoals eerder aangegeven goede samenwerking op strategische niveau nodig. Als er vooraf geen vertrouwen is en geen afspraken gemaakt zijn is het zeer lastig om op operationeel niveau nog met elkaar overeen te komen of werkzaamheden gecombineerd kunnen worden. Tot slot moet gezegd worden dat hier ook verschillende vormen mogelijk zijn. Zo kan alleen de planning worden afgestemd met elkaar, of kan er gezamenlijk aanbesteed worden of kan er een gezamenlijk bouwteam gevormd worden. Ook hier kan een gemeente regie op voeren.

3 Operationele cyclus

Na de strategische cyclus gaat het proces over in de operationele cyclus. In de operationele cyclus staat het uitvoeren van warmte-infrastructuurprojecten centraal. Dit behelst andere vraagstukken en ook andere werkzaamheden. Ook voor deze cyclus worden een aantal handvatten aangereikt.

3.1 Voorbereiding

3.1.1 Handvat 9. Breng nader in kaart wat er in de ondergrond van het plangebied zit

De eerste fase van de operationele cyclus gaat over de voorbereidingen voor een warmte-infrastructuurproject. Het in kaart brengen van de ondergrondse ruimte voor warmtenetten, start idealiter al bij de gemeente en is besproken in Handvat 2. Op het moment dat het warmtenettraject in beeld is moet dit in meer detail worden uitgewerkt. Hierbij kan gebruik worden (openbare) GIS-data, waarbij wel rekening gehouden moeten worden met:

- *Klic-data*: In de praktijk liggen de kabels en leidingen nooit zo strak als op de kaart aangegeven is. Ook is niet alle data openbaar.
- *Schouw*: Er zal altijd buiten naar de locaties gekeken worden. De kaarten zijn vooral indicatief. De bovengrondse infrastructuur, zoals elektriciteitshuisjes, staan vaak niet op dergelijke kaarten. Andersom kan gelden dat op de kaart weinig ruimte lijkt, maar in de praktijk nog wel ruimte te vinden is.
- *Gesprek met ervaringsdeskundigen die het gebied, wijk of straat kennen*.

2 Stadionkade in Zuid. Vattenfall is begonnen met het verbinden van twee bestaande stadswarmtenetten. / Stadionkade in Amsterdam-South. Vattenfall has started to connect two existing district-heating networks.

Foto: Edwin van Eis

3 Graafschade. Door onvoldoende kennis van (of ontoereikende informatie over) de ondergrond zijn twee heipalen door een stadswarmteleiding geslagen. / Excavation damage. A lack of knowledge (or insufficient information) about the subsurface resulted in two piles being driven through pipes for district heating.



Figuur 3.1 in Plan Amsterdam- Druk op de ondergrond 03 | 2019 zijn bovenstaande figuren opgenomen die laten zien dat de aanleg van stadswarmtenetten ingrijpend is en veel ruimte inneemt. De rechterfoto laat zien dat het ook mis kan gaan²⁷.

²⁷ <https://www.amsterdam.nl/bestuur-organisatie/organisatie/ruimte-economie/ruimte-duurzaamheid/plan-amsterdam/plan-amsterdam-3-2019-druk-ondergrond/>

3.1.2 Handvat 10. Houd bij het ontwerp rekening met interferentie tussen ondergrondse objecten

Om onderlinge beïnvloeding van de diverse kabels en leidingen te voorkomen, zijn er per type kabels en leidingen de vrijwaringszones bepaald. In bijlage B onder NEN 7171 is een (niet uitputtende) lijst opgenomen met verschillende richtlijnen met betrekking tot de afstanden van warmtenetten en bepaalde ondergrondse objecten. Bijvoorbeeld:

- Niet alle soorten warmtenetten kunnen in de nabijheid van waterleidingen gepland worden vanwege opwarmen met gezondheidsrisico's als gevolg (drinkwaterleidingen tot 20°C; alle overige netten mogen tot max 40 °C worden opgewarmd volgens NEN).
- Er is een afstand nodig tussen de aanleg van groen en van warmtenetten (ca 1 meter van groen, 2,5 meter van bomen volgens NEN),

Er zijn verschillende richtlijnen zijn opgesteld door de NEN:

- NEN 7171-1 (2009) stelt eisen aan de ordening van ondergrondse netten in nieuwbouwsituaties;
- NPR 7171-2 beschrijft het proces van de ordening van ondergrondse netten, inclusief eventuele afwijkingen van de NEN 7171-1 en andere richtlijnen
- NEN 7171-1 (2009), Ordening van ondergrondse netten – Deel 1: Criteria.
NPR 7171-2 (2009), Ordening van ondergrondse netten – Deel2: Procesbeschrijving

Met deze richtlijnen dient rekening te worden gehouden bij het ontwerp. Vooral van belang voor de inpassing van warmtenetten is de diameter van de warmtenetleidingen. De primaire leidingen worden hoofdzakelijk onder hoofdroutes aangelegd (wegen, vooral rijbaan) en de secundaire lopen via de straten. Vaak wordt er ook gekeken naar ruimte onder groenstroken, of dieper in de ondergrond.

Het COB heeft binnen de kennisarena kabels en leidingen gekeken naar technische vernieuwingen om ruimtelijke inpassing van kabels en leidingen te bevorderen en maatschappelijke kosten en overlast te verminderen²⁸. Alhoewel dit niet primair gericht is op aanleg warmtenetten, zijn diverse aspecten zoals verduurzaming, rekening houden met andere functies, beter combineren van kabels en leidingen (bijvoorbeeld de mantelbuizenputconstructie) wel van belang bij ordening van de ondergrond.

3.2 Uitvoeringsfase

In deze fase gaat het om de uitvoering van warmte-infrastructuurprojecten. Hierover is natuurlijk veel kennis en ervaring binnen warmtebedrijven. Vanuit het perspectief van ondergrondbeleid worden hier de onderstaande handvatten aangereikt.

3.2.1 Handvat 11. Houd rekening met extra kosten door de lokale situatie van de ondergrond

In de strategisch cyclus wordt met kentallen gewerkt om kosteninschattingen te maken. In de operationele cyclus heeft men te maken met de lokale situatie die vaak afwijkt van de kentallen. Reguliere risicobeheersing met RISMAN en SKI-ramingen kunnen hierbij helpen door bandbreedtes in kosten afhankelijk van de fase mee te nemen, en daarmee reëlere budgetramingen mogelijk te maken²⁹.

²⁸ <https://www.cob.nl/wat-doet-het-cob/vakgebieden/kabels-en-leidingen/kennisarena/nieuwe-werkwijzen-en-technieken/>

²⁹ <https://www.crow.nl/thema-s/projectmanagement/kostenmanagement/standaardsystematiek-voor-kostenramingen-ssk>

In het WarmingUp³⁰ programma is ook onderzoek gedaan naar de kosten van de aanleg van warmtenetten. Een aantal ondergrondaspecten zijn daarbij bepalend of de investering duurder uit kan vallen:

- bodemkwaliteit (verontreiniging),
- grondwaterstand,
- drukte in de ondergrond,
- aanwezigheid van verlaten leidingen,
- aanwezigheid van stenen in de bodem,
- archeologie,
- niet gesprongen explosieven.

Deze factoren leiden tot hogere kosten en in de uitvoering van de warmte-infrastructuurprojecten dient men hiermee rekening te houden.

3.2.2 Handvat 12. Faciliteer afstemming op operationeel niveau

Het benutten van meekoppelkansen in de operationele cyclus in de concrete ontwerp- en planningsafstemming, blijkt lastig. Ook als ze koppelkansen vroegtijdig gesignaleerd zijn. De meeste partijen die graafwerkzaamheden doen in de ondergrond zijn de afgelopen decennia sterk gespecialiseerd. Daarnaast heeft liberalisering en privatisering geleid tot sterke toename van het aantal betrokken partijen bij ondergrondse infrastructuur. Daarom is de organisatiestructuur niet ingesteld op samenwerking met andere beheerders. In veel regio's is wel een vorm van overleg op het moment dat projecten uitgevoerd gaan worden, maar voor succesvol meekoppelen is vergaande proactieve samenwerking in een vroeg stadium een randvoorwaarde (strategisch niveau, zie handvat 7 en tekstvak 3 "Afstemming in de openbare ruimte"). Kortom, beheerders, maar ook de gemeente zullen beter en directer moeten samenwerken met warmtebedrijven.

Met een gebiedsgerichte aanpak kunnen verschillende opgaven gecombineerd worden. De grootste kansen hiervoor worden gezien bij grootschalige projecten, denk aan opgaven zoals de vervanging van riool- of waterleidingen, netverzwaring van het elektriciteitsnetwerk, maar ook vergroening en herinrichting van openbare ruimte (zie tabel 3.1). Bij incidentele onderhoudsklussen zal hier zeer waarschijnlijk geen ruimte of tijd voor zijn. De meerwaarde is daarvoor te klein en de organisatorische belemmeringen te groot.

Tabel 3.1 kansrijkheid meekoppelkansen met warmtenet

Meekoppelkansen voor aanleg van nieuw warmtenet	Kans van slagen
Spoedreparatie	*
Incidentele vervanging gas- of elektriciteitskabel	*
Herinrichting openbare ruimte	***
Vergroening, klimaatadaptie of waterhuishouding	***
Verzwaring elektriciteitsnetwerk	****
Vervanging riolering of waterleidingen	****

³⁰ Hüsken, I., 2022 Huidige en toekomstige kosten MT/LT warmtenetten. WarmingUP Thema 2 – Project C

3.3 Monitoring en evaluatie

3.3.1 Handvat 13. Monitor de programma's en projecten

Specifieke onderwerpen die gemonitord zouden kunnen worden zijn:

- de datavoorziening: was de ondergronddata op orde? Was er voldoende, wat miste er?
- de gemeentelijke kaders: waren deze kaders werkzaam, werd er te veel of te weinig geëist?
- de samenwerking tussen beheerders (gemeente, warmtebedrijven): hoe verliep de samenwerking? Zijn er verschillende werkzaamheden met elkaar meegekoppeld?
- de logistiek: liep het project op schema of zijn er vertragingen opgelopen? Hoe was het gesteld met de bereikbaarheid en hinder?
- de kosten: zijn de kosten voor aanleg hoger of juist lager uitgevallen? Wat is er gedaan om de risico's te beperken?

3.3.2 Handvat 14. Evalueer het ondergrondbeleid in de warmtetransitie

Omdat we nog aan het begin staan van de warmtetransitie kan er veel geleerd worden van warmteprojecten. Ook over de rol van het ondergrondbeleid kan nog veel geleerd worden. Teveel restricties kunnen warmte-infrastructuurprojecten ontmoedigen, te weinig randvoorwaarden kunnen leiden tot ongewenste effecten, zoals beperkingen voor andere (toekomstige) ondergrondse functies. Daarom is het van belang dat de warmteprojecten in relatie tot het ondergrondbeleid gemonitord worden. De lessen die hieruit getrokken worden zijn zowel interessant voor de projectontwikkelaar in volgende projecten, als voor het gemeentelijk beleid. Daarom is het zaak de projecten te monitoren (handvat 13), maar deze ook te evalueren, resultaten te delen en ervan te leren voor vervolprojecten, de manier van (samen)werken en beleid. Hier wordt weer de stap gemaakt van de operationele naar de strategische cyclus.

4 Wrap up

Men is er zich steeds meer van bewust dat de druk op de ondergrond door de warmtetransitie zal toenemen. Het is van belang om bij de uitrol van de nieuwe warmte-infrastructuren rekening te houden met de andere functies in de ondergrond, enerzijds om de impact op deze andere functies te beperken, anderzijds om de risico's op extra kosten door ondergrondaspecten in beeld te hebben. Daarom moeten er ondergrondbeleid gevoerd worden in de warmtetransitie. Echter, er zijn echter nog een aantal belangrijke barrières te slechten, waarvan de belangrijkste zijn:

- De **manier van werken** is er momenteel niet op ingericht dat we de ondergrond goed meenemen in de warmtetransitie. Dit heeft ook te maken met de beginfase waarin de warmtetransitie zich nog steeds in bevindt. Dit zal echter wel vorm gegeven moeten worden en de gemeente zou hier meer regie op kunnen voeren.
- Het **gebrek aan beelden (ontwerpen) over de toekomstige warmte-infrastructuur** maakt het onmogelijk om de ondergrondse ruimteclaim en de impact de ruimtelijke functies in te schatten.
- De **data- en informatiebehoefte** om op zo'n manier te werken is groot. De data en informatie over wat er in de bodem en ondergrond zit zijn er vaak ook wel, maar op verschillende locaties, of ze zijn niet goed te combineren zodat de betrokkenen bij de aanleg van warmtenetten er wat mee kunnen. Ook is andere informatie nuttig om makkelijk beschikbaar te hebben, zoals levensduur van ondergrondse assets, de geplande werkzaamheden in de ruimte (investeringsagenda's).
- Door de gebrekkige informatie over wanneer wat gaat gebeuren in een gebied, zijn **meekoppelkansen** ook niet altijd goed in zicht en worden ze soms simpelweg gemist. Bovendien staat in veel handreikingen wel dat je rekening moet houden met meekoppelkansen, maar er komt meer bij kijken qua planning van het aanvangsmoment en de werkzaamheden dan het in de eerste instantie lijkt. De (maatschappelijke) kosten en baten (anders dan geld- of tijdwinst) zouden op een andere manier meegenomen kunnen worden om partijen toch te stimuleren hier energie in te steken.

Het ondergrondbeleid is een cruciale factor in de warmtetransitie. Deze handreiking tracht een overzicht te geven van welke aspecten daar allemaal bij komen kijken en biedt een set aan handelingsperspectieven om het ondergrondbeleid in relatie tot de warmtetransitie vorm te geven.

Bijlage A: Ondergrondbeschikbaarheidskaarten

Tijdens Warming Up heeft Deltares een onderzoek gedaan naar ruimte in de ondergrond, o.a. of met wij typologieën uitspraken te doen zijn over de beschikbare ruimte in de ondergrond voor de aanleg van warmtenetten. Dit bleek niet voldoende inzicht te geven. De studie heeft zich vervolgens gericht op het maken van ondergrondgeschiktheidskaarten voor warmtenetten, op basis van beschikbare ruimte. De uitkomsten zijn hieronder verkort gerapporteerd. De uitkomsten zijn ook getoetst bij de deelnemende netbeheerders en er zijn ook andere methodes voor dergelijke ondergrondkaarten van adviesbureaus opgenomen. Deze worden in de memo hierover "Instrumentarium inpassing collectieve warmtesystemen in de ondergrond"³¹ volledig gerapporteerd.

De behoefte aan informatie over de ondergrond neemt toe naarmate het beleid rondom de toekomstige warmtevoorziening zich verder ontwikkelt. In de eerste fasen van de Regionale Structuur Warmte en de Transitievisies Warmte is er vooral behoefte aan wat algemenere informatie over de geschiktheid van de ondergrond en potentiële knelpunten en kosteninschattingen. Naarmate het beleidsproces richting uitvoering gaat is steeds gedetailleerdere informatie nodig. De uitgangspunten voor een ondergrondgeschiktheidskaart zijn:

- Mate van detail moet passen bij visievorming en strategische planningsfase
- Zinvol zijn voor de gebruiker
- Moet relatief snel en eenvoudig te maken zijn
- (Dus) gebruik makend van openbare data
- In te passen zijn in bestaand instrumentarium (dus GIS-gebaseerd)

Een ondergrondgeschiktheidskaart geeft een signaal dat er vanwege ruimtegebrek, obstakels of andere ondergrondfactoren een risico is op extra kosten.

In een eerste stap is op basis van Open Street Map (OSM) (13) het type weg bepaald. Vervolgens is op basis van het type weg de wegbreedte ingeschat. In tabel 1 zijn deze schattingen weergegeven.

Tabel 1: Inschatting typische wegbreedtes

Type weg	inschatting van de breedte (in meters)
Snelweg	16 (orde 3 rijbanen & vluchtstrook & berm)
Regionale wegen	16 (4 rijbanen & berm of stoep)
Lokale wegen	9 (2 rijbanen & stoep)
Woonstraten	7 (1 rijbaan & stoep)
Fietspaden en landwegen	5 (1 rijbaan & stoep/berm)
Wandelpaden	3
Overige	niet meegenomen

Vervolgens is bepaald of er bebouwing en bomen in of tegen dit wegvak staan. in het geval dat er bomen staan, liggen er dus ook boomwortels in de ondergrond. Indien dit het geval is, is een deel van de ruimte van de weg dus al in gebruik. Boomwortels leggen immers beslag op ondergrondse ruimte en de ondergrondse infrastructuur kan niet direct tegen bebouwing aan ingegraven worden; er dient altijd enige afstand tot genomen te worden. In tabel 2 zijn de rekenregels die hier gebruikt zijn te zien.

³¹ https://www.warmingup.info/documenten/van-der-brugge-et-al-2022-memo_methode-inpassing-ondergrond_warmingup-rapport-project-6c.pdf

Tabel 2: Effect van bomen op bruikbare ondergrond onder de weg

aanwezigheid bomen	gevolg
binnen breedte weg	wegbreedte voor infra neemt met 2 m af
binnen 2 m vanaf weg	bovenop wegbreedte is geen extra ruimte beschikbaar
Geen	Geen

Op deze manier is dus bepaald hoeveel wegprofiel er beschikbaar blijft op basis van de ingeschatte wegbreedtes en de breedte die daarvan afgehaald moet worden in verband met er dicht op staande bebouwing en bomen. In die breedte ligt dan behalve het warmtenet al een aantal bestaande kabels en leidingen. De benodigde ruimte hiervoor wordt ingeschat op basis van kentallen voor de ruimte die deze in beslag nemen inclusief de ruimte die eromheen vrij gehouden moet worden. Deze kentallen staan opgesomd in onderstaande tabel 3.

Tabel 3: Kentallen voor benodigde ruimte voor kabels en leidingen.

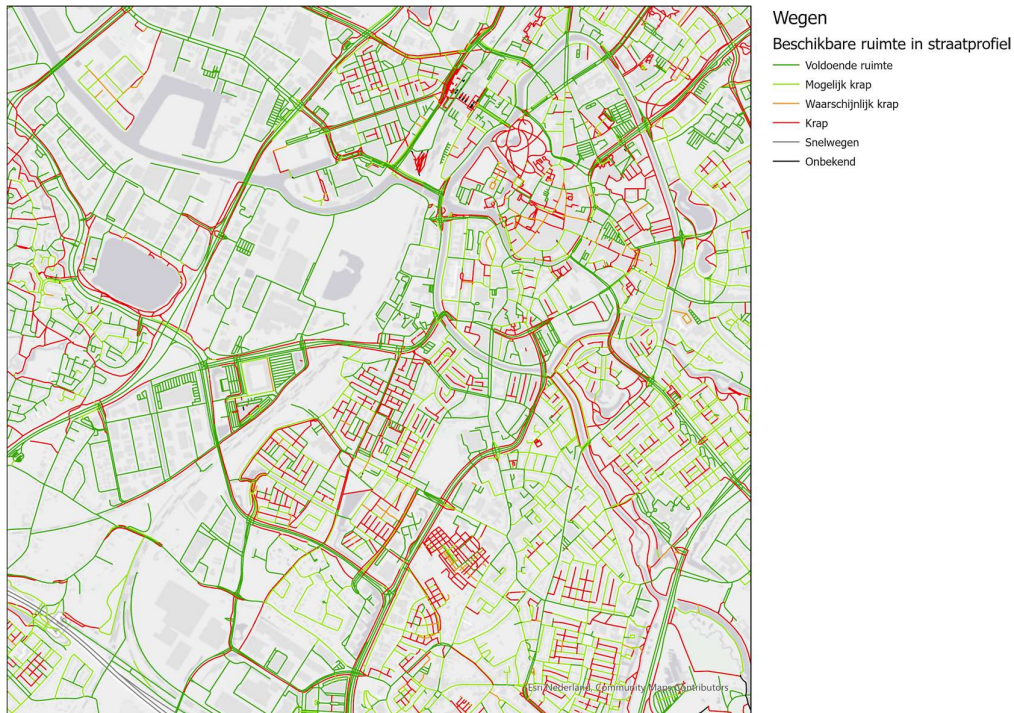
	Diameter [m]	Werkruimte [m]	Afstand tot gevel [m]	Afstand tot bomen [m]	Telecom	Electra	Waterleiding	Gas	Riool	Warmtenet
Telecom	0,05	0,3	0,75	2,0		0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Electra (MS)	0,1	0,3	1,0	2,0	0,75		0,75	0,75	0,75	0,75
Waterleiding	0,16	0,25	1,25	2,0	0,75	0,75		0,75	2,0	1,50
Gas	0,3	0,25	2,0	2,0	0,75	0,75	0,75		1,0	0,75
Riool	0,45	0,5	2,0	2,0	0,75	0,75	2,0	1,0		0,75
Warmtenet	1,0	0,5	1,50	2,0	0,75	0,75	1,5	0,75	0,75	

Op basis van deze kentallen en een gestandaardiseerd wegprofiel met daarin de positie van de leidingen is aangenomen dat 5 meter breedte voldoende ruimte biedt voor een warmtenet, naast de kabels (telecom, elektra) en leidingen (drinkwaterleiding, riool en gasleiding). Dit resulteert in een eenvoudig beoordelingsschema met betrekking tot de geschiktheid van de ondergrond voor warmtenetten (tabel 4). Op basis van bovenstaande is per weg(deel) ingeschat hoeveel ruimte er onder de weg nog beschikbaar is.

Tabel 4: Beoordelingsschema geschiktheid van de ondergrond voor warmtenetten

Type weg	Gegeven breedte	Gevel in deze breedte	Bomen in deze breedte	Gevel in 2m buffer	Bomen in 2m buffer	Gevel noch bomen in breedte+buffer
Snelwegen	16 m	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
Regionale wegen	16 m	Voldoende ruimte	Voldoende ruimte	Voldoende ruimte	Voldoende ruimte	Voldoende ruimte
Lokale wegen	9 m	Voldoende ruimte	Voldoende ruimte	Voldoende ruimte	Voldoende ruimte	Voldoende ruimte
Woonstraten	7 m	Mogelijk krap	Mogelijk krap	Voldoende ruimte	Voldoende ruimte	Voldoende ruimte
Fietspaden en landwegen	5 m	Krap	Krap	Mogelijk krap	Mogelijk krap	Voldoende ruimte
Wandelpaden	3 m	Krap	Krap	Waarschijnlijk krap	Waarschijnlijk krap	Mogelijk krap
Overige	0					

De resulterende ondergrondgeschiktheidskaart (figuur 1) geeft een indicatie aan van beschikbare ruimte. Hieruit valt op te maken dat voor een heel aantal wegen in de bekeken gemeente de ruimte onder wegen (te) krap is om een warmtenet aan te leggen. Deze ondergrondgeschiktheidskaart geeft daarmee een vroeg signaal af dat voor een aantal wegen er niet zondermeer van uit kan worden gegaan dat er voldoende ruimte is. Dat kan consequenties hebben voor de tracés (omleidingen) of mogelijk een ondergrondse herordening.



Figuur 1 Beeld van de in het wegprofiel beschikbare ruimte voor aanleg van een warmtenet



Bijlage B: Instrumenten

Overzicht instrumenten³²

Strategische / beleidsmatige inpassing (gemeentelijk kader)	Operationele inpassing (warmteprojecten)
Handreikingen (hoe: zowel inhoudelijk als proces en soms financiële / wettelijke aspecten)	
Ruimtelijke handreikingen/bouwstenen voor warmteplannen	
Diverse handreikingen om de ondergrond te ordenen	
Technisch / inhoudelijke instrumenten	
Bodeminformatiesystemen	
Ondergrondgeschiktheidskaarten (zie bijlage B)	
	Klic
Beleidsmatige / wettelijke instrumenten	
Warmtewet	
Transitievisie Warmte (TVW)	WijkuitvoeringsPlan (WUP)
Omgevingsvisie	Omgevingsplan
Ondergrond- of bodemvisie	masterplan ondergrond
	Groeiboek labels en feiten COB
CROW-500-richtlijn schade voorkomen aan K&L	
NEN 7171-1 en NPR 7171-2	
Onderzoek naar gas- en warmtenetten	
Procesmatige (samenwerking, communicatie) instrumenten	
	Handreiking Efficiency bij aanleg van kabels en leidingen
Financiële ((maatschappelijke) kosten en baten) instrumenten	
MKBA	Rekenmodellen aanlegkosten warmtenet
	Subsidies

³² Hierbij is deels gebruik gemaakt van bestaand instrumentenoverzicht in Blauw, Maaik, Linda Maring, Jan Frank Mars. 2015. 4P kansen met 4D planning: een verkenning van tools en instrumenten. Deltaresrapport 1220050-005.

Handreikingen

Handreikingen/bouwstenen voor warmteplannen/netten

- **Ruimtelijke bouwstenen voor warmteplannen**, Rho iov MinlenW mei 2015 In de studie "Ruimtelijke bouwstenen voor warmteplannen" van), in opdracht van het MinlenW, is geïnterviewd welke factoren succes of falen van warmteprojecten bepalen. Tbv deze rapportage zijn 13 geselecteerde warmteprojecten en warmteplannen in Nederland onderzocht.
Naast redenen op het gebied van financiën en organisatie & regie zijn dit factoren die met ruimtelijke planning te maken hebben. Daarbij gaat het in het bijzonder om de relatie tussen boven- en ondergrond, de wijze waarop met toekomstige ontwikkelingen over vraag naar en aanbod van warmte wordt omgegaan en de plaats van energie in het ruimtelijk planproces. De studie van Rho maakt duidelijk dat naast andere factoren ruimtelijke planning van invloed kan zijn op de businesscase van warmtenetten. Het Ministerie vond dat de uitkomsten aanleiding gaven om in te zoomen op de praktijk van 20 gemeenten en regio's om concreter na te gaan hoe ruimtelijke planning kan helpen om warmteprojecten succesvol te realiseren. (Zie vervolgstudie hieronder)
Takkebos, D., M. Lammens, 2015. Ruimtelijke bouwstenen voor warmteplannen. Rho, Ministerie van lenW Beschikbaar online via: https://www.rho.nl/uploads/documents/Bouwstenen_voor_warmteplannen_versie_28_mei_2015.pdf
- **handreiking Ruimtelijke kansen voor warmtenetten** (H2Ruimte iov MinlenW, 2016)
Studie in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu
Een eerdere versie verscheen in oktober 2016. Deze versie is uitgebreid met de informatie uit vier aanvullende interviews waarbij in het bijzonder aandacht besteed is aan uitdagingen rondom de aanleg van warmtenetten in het bestaand bebouwd gebied. Puylaert, H., 2017. Ruimtelijke kansen voor warmtenetten. H2Ruimte, Ministerie van lenW. Beschikbaar online via: https://www.bodemplus.nl/publish/pages/119227/eindrapportage_ruimtelijke_kansen_voor_warmtenetten_20170321.pdf
- **toekomstbeeld klimaatneutrale warmtenetten in Nederland** (PBL, 2017)
Binnen een warmtenet maken we onderscheid tussen transportnetten en distributienetten. Transportnetten of -leidingen zijn weinig vertakt en transporteren warmte over grote afstanden naar warmteoverdrachtstations (WOS). Van daaruit wordt warmte via doorgaans sterk vertakte distributienetten naar de eindgebruikers getransporteerd. (...) Naarmate er meer maar kleinere warmte-producenten op warmtenetten worden aan-gesloten, zal de behoefte aan transportnetten waarschijnlijk sneller groeien dan de behoefte aan distributienetten Belemmeringen warmtenetten genoemd: Lokale en grootschalige warmtenetten (andere RO factoren); https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2017-toekomstbeeld-klimaatneutrale-warmtenetten-in-nederland-1926_1.pdf

Diverse methodieken en handreikingen om de ondergrond te ordenen:

- **AssetManagement Ondergrond** (CoP met div partijen, 2017) Maring L., M. Blauw. 2017. Asset management to support urban land and subsurface management. In: Science of the Total Environment 615. Pp 390–397 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.109>
AMO infographic DEF.pdf
flyer AMO_DEF.pdf

- **Systeemverkenning Ruimte & Ondergrond** Systeemverkenning Ruimte & Ondergrond is een methodiek die het gesprek bij projectteams van stedelijke ontwikkeling (mensen van de technische en natuurlijke randvoorwaarden met de bovengrondse specialisten van de sociaal economische wensen) begeleidt en registreert. Het schema geeft een overzicht van het stedelijk systeem: het brengt de “bovengrondse” lagen van mensen, metabolisme (kringlopen), gebouwen, openbare ruimte en infrastructuur in relatie met de “ondergrondse kwaliteiten” van civiele constructies, water, energie en bodem. De systeemverkenning biedt een systeemoverzicht waardoor ieder in het gesprek een plek heeft en er gezocht kan worden naar slimme verbindingen. Door de ondergrond mee te nemen in het planproces, kan er slimmer ontwikkeld worden. <https://publicwiki.deltares.nl/display/SEES/HOME+NL>
Hooimeijer F. L., L. Maring, 2018. The significance of the subsurface in urban renewal, Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability, DOI: 10.1080/17549175.2017.1422532
Hooimeijer F. L., L. Maring, 2015. Machinekamer van de stad: relaties onder- en bovengrond. In: Land en water, blz 16-18
- **Slimme regie op de ondergrond (COB, 2013)** Cramer, Jacqueline, Jantien van den Berg, Edith Boonsma, 2013. Slimme regie op de ondergrond. Een handreiking uit de praktijk. COB rapport. Online beschikbaar via <https://www.cob.nl/wp-content/uploads/2018/01/Slimme-regie-op-de-ondergrond-COB-2013-11-27-web.pdf>
- **Pionieren in de ondergrond (TTE iov WV, 2010)** Vrieswijk Siebe , Annelies Everts, Arne Alphenaar , 2010 pionieren in de ondergrond, TTE (WV)
- **Gebruik van de ondergrond.** Ingrediënten voor een afweging (RHDHV iov TCB, 2009) Westerhof, Roelof. Riekje Wiersma, Cors vd Brink. 2009. Gebruik van de ondergrond. Ingrediënten voor een afweging. Royal HaskoningDHV (TCB)
- **De redeneerlijn voor de ondergrond.** (TAUW iov VROM, 2009) Zoetbrood, Pascal. 2009 De redeneerlijn voor de ondergrond. TAUW(VROM)
- **Preadvies Duurzaam gebruik van de ondergrond (TCB, 2008)** TCB, 2008. Preadvies Duurzaam gebruik van de ondergrond
- **MOOI - Masterplanning ordening ondergrondse infrastructuur (COB, 2007)** december 2007, Stichting COB, Gouda <https://www.cob.nl/wp-content/uploads/2018/01/COB-MOOI.pdf>
- **Operationalisering van duurzaam bodembeheer via voorraadbenadering (SKB, 2007)** Smit, A., Postma, S., Puylaert, H., Rosbergen, W., Busing, R., Wiersma, R., Maring, L., Westerhof, R. 2007. Report: Operationalisering van duurzaam bodembeheer op gebiedsniveau via voorraadbenadering. Gouda: SKB
- **Ruimtelijke Ordening en Ondergrond pilots (div partijen iov Min VROM, 2007)**
- Bouma Geiske , Wouter Jonkhoff, Theo Reijs, 2007. Ruimtelijke Ordening en Ondergrond - Hoofdrapport - Spoor Ruimtelijke Baten, TNO (Min VROM)
- Werksma Henk, Peter Dauvellier, Linda Maring, Henk Puylaert, 2007. Pilots Ruimtelijke Ordening Ondergrond – processpoor, H2Ruimte (Min VROM)
- **Breed afwegingskader ondergrond (SKB, 2002)** L. Maring, R.A.J. Plant, A.J.C. Sinke, B.B.T. Wassing, H.J.T. Weerts, M. van Vliet, M.H. Kriekaard, J. Herbschleb, L.J.J. v.d. Wal R. Fisser, 2002. Kansen voor de Ondergrond. SKB

Technisch inhoudelijk

Bodeminformatiesystemen

Denk hierbij aan landelijke systemen zoals BRO, BIS, maar ook aan kaartendatabases zoals beschikbaar op POKB, de atlas natuurlijk kapitaal etc etc. Gemeenten en provincies hebben vaak ook GIS-viewers waarbij ondergronddata ontsloten wordt of verkrijgbaar is.

Klic

Gaat u (laten) graven met een machine? Dan bent u wettelijk verplicht vooraf een KLIC-melding te doen. Na de melding ontvangt u kabel- en leidinginformatie van de plek waar u gaat graven. U gebruikt deze informatie om graafschade en gevaarlijke situaties te voorkomen. De informatie moet tijdens het graven digitaal op de graaflocatie aanwezig zijn.

<https://www.kadaster.nl/zakelijk/producten/graafwerk/klic-melding>

Beleidsmatig / juridisch

Warmtewet

Er zijn wat betreft (de nieuwe) warmtewet weinig / geen aanknopingspunten m.b.t. ordening van de ondergrond.

Transitievisie warmte

De meeste TransitieVisies Warmte (TVW's) geven een beeld van welke warmteopties er voor welk wijk of buurt beschikbaar zijn. Er worden echter nog geen ruimtelijke uitwerkingen gemaakt van de bijbehorende warmte-infrastructuur. Het ruimtebeslag is daardoor ook onbekend. Inpassing in de ondergrond komt beperkt of in sommige gevallen niet terug in de TVW's die zijn bekeken in deze studie. In algemene zijn betrokkenen zich bewust van de beperkte ruimte en deze wordt ook specifiek benoemd in bijvoorbeeld in de (oude) binnensteden. Dit wordt echter nog niet uitgewerkt in de TVWs zelf en is een belangrijke vervolgstap in de uitwerking.

Zie ook de [leidraad](#)³³ van Expertise centrum warmte met daarin:

- de startanalyse van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL)
- de handreiking voor lokale analyse van het Expertise Centrum Warmte (ECW)

Wijkuitvoeringsplan

De Transitievisie Warmte wordt met belanghebbenden (bewoners, gebouweigenaren, woningcorporaties etc.) in detail per wijk uitgewerkt naar de wijkuitvoeringsplannen (WUP) voor de wijken die voor 2030 van het gas af gaan. Hierin staat hoe de wijk van het gas af gaat en worden per wijk (niet dwingende) voorkeuren gegeven voor de warmtevoorziening die het gas moet gaan vervangen. Een wijkuitvoeringsplan gaat verder in op de wijze van participatie en communicatie, inzicht in de (maatschappelijke) kosten en meekoppelkansen in de buurt en een concrete uitvoeringsstrategie. De ruimtelijke inpassing of consequenties³⁴ kunnen ook worden meegenomen.

³³ <https://www.expertisecentrumwarmte.nl/nieuws/1759914.aspx>

³⁴ Zoals bijvoorbeeld in het WUP van Deventer – Zandweerd. Hierin zijn meekoppelkansen geïdentificeerd en wordt de ruimtelijke inpassing (ook onder de grond) benoemd als onderdeel van de vervolgstappen.
<https://deventerstroomt.nl/aardgasvrij/wijkuitvoeringsplan>

Omgevingsvisie

Iedere gemeente in Nederland stelt een omgevingsvisie op: een strategische visie voor de lange termijn voor de gehele fysieke leefomgeving. In de omgevingsvisie legt de gemeente haar ambities en beleidsdoelen voor de fysieke leefomgeving voor de lange termijn vast. De omgevingsvisie is vormvrij: de gemeenteraad bepaalt detailniveau, gebieden, sectoren en thema's. De gemeente stelt 1 omgevingsvisie voor het hele grondgebied vast. Daarnaast kan de gemeente samen met een andere gemeente of met de provincie een gezamenlijke of regionale omgevingsvisie opstellen. In een samenhangende omgevingsvisie brengt de gemeente onderwerpen als water, bodem, natuur en cultureel erfgoed, en thema's zoals de energietransitie, de circulaire economie en klimaatadaptatie niet alleen samen, maar verbindt ze ook met elkaar. Meer lezen over het maken van een integrale en samenhangende omgevingsvisie:

- <https://iplo.nl/regelgeving/instrumenten/omgevingsvisie-gemeente/>
- <https://vng.nl/artikelen/omgevingsvisie>

Omgevingsplan

Het omgevingsplan bevat algemene regels van de gemeente voor de fysieke leefomgeving. Iedere gemeente heeft 1 omgevingsplan onder de Omgevingswet. Bij de inwerkingtreding van de Omgevingswet moeten gemeentes een tijdelijk omgevingsplan hebben, in 2029 is er de tijd om hier een definitief omgevingsplan van te maken. Het omgevingsplan van de gemeente bevat de regels voor de fysieke leefomgeving op gemeentelijk niveau. Verschillende instrumenten hebben invloed op het omgevingsplan zoals de Omgevingsvisie, een belangrijk kader voor het omgevingsplan; of instrumenten van andere overheden, zoals Instructieregels Rijk of provincie; of bijvoorbeeld de Waterschapsverordening van het waterschap.

Meer lezen over het maken van een omgevingsplan:

- <https://vng.nl/artikelen/een-omgevingsplan-maken-omgevingswet>
- <https://iplo.nl/regelgeving/instrumenten/omgevingsplan-hoofdlijnen/>

Het programma [Bodembeheer van de Toekomst](#)³⁵ is er op gericht gemeenten (en de omgevingsdiensten die in hun opdracht werken) te informeren en faciliteren bij het opnemen van regels over de kwaliteit van bodem, grondwater en ondergrond in hun omgevingsplannen.

Daarbinnen worden bouwstenen uitgewerkt waaronder één voor de [evenwichtige toedeling van ondergrondse functies](#)³⁶, en één tav [bodemenergie](#)³⁷.

Ondergrond- of bodemvisie

Een ondergrond- of bodemvisie is niet verplicht, toch hebben meerdere provincies en gemeentes en het Rijk deze wel uitgewerkt aangezien de ondergrond veel kansen biedt en economische en maatschappelijke belangen vertegenwoordigt. Maar de (ruimte in de) ondergrond raakt ook onder alle maatschappelijke opgaven en behoeftes op veel plaatsen overvol, zeker in het stedelijk gebied. De energietransitie is ook een grote ruimtevrager onder de grond en is ook de aanleiding dat de bodem vaak op de schop gaat de komende jaren. Een ondergrond- of bodemvisie kan helpen om (ruimtelijke) afwegingen tav de ondergrond te ondersteunen. De ondergrondvisie kan input geven aan de omgevingsvisie.

³⁵ <https://www.samendediepte.nl/bodembeheer-van-de-toekomst/>

³⁶ <https://www.samendediepte.nl/bodembeheer-van-de-toekomst/bouwsteen-ondergrondse-functies/>

³⁷ <https://www.samendediepte.nl/bodembeheer-van-de-toekomst/bouwsteen-bodemenergie/>

Landelijk heeft dat vorm gekregen door de [structuurvisie ondergrond STRONG](#)³⁸, die is meegenomen in de nationale omgevingsvisie [NOVI](#)³⁹.

Masterplan ondergrond

Er zijn weinig regels over de ondergrondse inrichting. Er zijn geen officiële ondergrondse bestemmingsplannen en in de meeste gevallen is het: wie het eerst komt, het eerst maalt. Wel wordt steeds vaker door gemeentes een masterplan ondergrond gemaakt. Vaak vanwege de "nieuwe" opgaves die ondergrondse ruimte gebruiken, zoals de energietransitie. Er zijn voorbeelden van masterplannen voor warmtekoudeopslag WKO / aardwarmte, waar de ordening van de ondergrond tav 1 deelaspect wordt bekeken, en er zijn voorbeelden waarbij meerdere functies (zoals Archeologie, Bodemdaling, Bodemenergie/wko, Bodemverontreiniging, Draagkracht, Kabels en leidingen, Ondergronds ruimtegebruik) worden meegenomen, zoals het Masterplan Ondergrond Rotterdam⁴⁰. Een masterplan ondergrond ondersteunt de ruimtelijke ordening van de ondergrond en kan een bouwsteen zijn voor het omgevingsplan.

Groeiboek fabels en feiten COB

Het groeiboek Fabels en feiten bevat 82 fabels en 71 feiten over de wet- en regelgeving voor kabels en leidingen worden uitgelegd, waarbij juridische taal zoveel mogelijk is vermeden.

<https://www.cob.nl/wat-doet-het-cob/groeiboek/groeiboek-fabels-en-feiten/>

CROW-500-richtlijn schade voorkomen aan K&L

De nieuwe CROW-publicatie 500 'Schade voorkomen aan kabels en leidingen' is een samenvoeging van de publicaties 'Graafschade voorkomen aan kabels en leidingen' (publicaties 250) en 'Kabels en leidingen rond wateren en waterkeringen' (publicatie 308). De publicatie slaat een brug tussen de wetgeving en de praktijk en omvat het gehele proces van een project, vanaf initiatieffase tot en met de gebruiksfase. CROW

<https://www.crow.nl/publicaties/schade-voorkomen-aan-kabels-en-leidingen>

NEN 7171-1 en NPR 7171-2

NEN 7171-1 (2009), Ordening van ondergrondse netten – Deel 1: Criteria: stelt eisen aan de ordening van ondergrondse netten in nieuwbouwsituaties

NPR 7171-2 (2009), Ordening van ondergrondse netten – Deel2: Procesbeschrijving: beschrijft het proces van de ordening van ondergrondse netten, inclusief eventuele afwijkingen van de NEN 7171-1 en andere richtlijnen

³⁸ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2018/06/11/structuurvisie-ondergrond>

³⁹ <https://www.denationaleomgevingsvisie.nl/default.aspx>

⁴⁰ <https://www.bodemplus.nl/onderwerpen/bodem-ondergrond/bodemconvenant/thema/ondergrond/praktijkvoorbeelden/opstellen-integraal/>

Voorbeelden uit NEN 7171-1 waarin warmtenetten expliciet worden genoemd (uit: Overzicht van ligging K&L ten opzichte van elkaar tbv sessie Kabels en leidingen workshop Gouda (2 april 2019, georganiseerd door Deltares))

Eis aan ligging	Reden	Bron
Dekking		
Bij warmteleiding dekking min. 70-100 cm , zijdelingse gronddruk moet ook altijd aanwezig zijn.	De gronddruk vermindert uitzetting van de leiding bij temperatuurverhoging.	NEN 7171-1 §6.6.6
Verharding		
Vermijd lichte funderingsmaterialen rond of boven warmteleiding.	Bereikbaarheid, mechanische belasting, verminderde grondwrijving, hogere isolatiewaarde die leidt tot temperatuurverhoging van de kunststof buitenmantel.	NEN 7171-1 §6.6.6
Uitzondering: riolering, warmteleiding en transportleiding worden meestal onder rijbaan aangelegd.	N/A	NEN 7171-1 §7.1
Overige eisen		
Rond warmteleiding goed verdicht zandbed van 20 cm.	Ivm noodzakelijke wrijving tussen leiding en grond (voorkomen uitzetting).	NEN 7171-1 §6.6.6
Warmteleiding bij voorkeur in recht tracé met haakse bochten. <i>Indien stompe bochten noodzakelijk: tussen expansielussen aanleggen.</i>	N/A	NEN 7171-1 §6.6.6
In aftakkingen warmteleiding: binnen 6 m van hoofdleiding haakse bocht	Uitzetting van de aftakkende leiding in de richting van de hoofdleiding mogelijk maken.	NEN 7171-1 §6.6.6
Warmteleiding: bij bochten en soms (wanneer) aftakkingen expansiekussen aanbrengen rondom leiding over 3-6 m lengte (afh.v middellijn). <i>Expansiekussen meestal 10 cm dik.</i>	N/A	NEN 7171-1 §6.6.6

Onderzoek naar gas- en warmtenetten

De gemeente Amsterdam heeft de ambitie om het gebruik van restwarmte voor de verwarming van woningen en kantoren in de stad te vergroten van 62.000 nu naar 230.000 in 20140. De gemeente heeft aan het Centrum voor Energievraagstukken UvA gevraagd te onderzoeken welke rechten en plichten eindgebruikers hebben om aangesloten te worden op het warmtenet en welke bevoegdheden de gemeente daarbij heeft. Daaraan verbonden is de vraag welke mogelijkheden zijn er om het gasnet uit te faseren. Deze verkenning geeft zicht op de juridische mogelijkheden en onmogelijkheden daarbij. Daarbij komt ook de ruimtelijke inpassing aan de orde en hoe een gemeente regelgeving kan gebruiken op het gebied van ruimtelijke ordening om de ruimtelijke afstemming tussen de warmtebronnen, leidingen en warmte-afnemers te bepalen. Hoe de gemeente ondergronds bestemmen kan uitwerken staat hierin ook aangegeven⁴¹.

⁴¹ Akerboom Sanne , Fons van der Linden, Frits Otte en Simone Pront, Barbara Beijen, Anoeska Buijze, Daan Korsse en Marleen van Rijswijk. 2016. ONDERZOEK NAAR GAS- EN WARMTENETTEN, UvA ism UU. online beschikbaar via https://www.uu.nl/sites/default/files/ucwosl-cve_20160629-rapport-onderzoek_naar_gas-en_warmtenetten_amsterdam.pdf

Procesmatig

Handreiking Efficiency bij aanleg van kabels en leidingen

Handreiking 'Efficiency bij aanleg van kabels en leidingen: een gezamenlijke uitdaging'⁴² is een initiatief van het Kabel en Leidingen Overleg (KLO) en biedt een aanpak voor samenwerking en afstemming tussen betrokken partijen waarbij de beheerder van de grond een regierol heeft.

Financieel

Rekenmodellen aanlegkosten warmtenet

Er bestaan diverse energietransitie rekenmodellen, zoals bijvoorbeeld CEgoia en VESTA. Het ontbreekt vaak aan een uniform overzicht van kentallen (waaronder ook invloed van ondergrond-aspecten) wat resulteert in uiteenlopende en afwijkende inschattingen van benodigde investeringen. Zie ook werkpakket 2 van WarmingUp⁴³.

MKBA

Er kunnen maatschappelijke kosten-batenanalyses (MKBA) worden uitgevoerd om naast de kosten, ook de (maatschappelijke) baten van de aanleg van een warmtenet (of koppeling van warmtenetten, of andere varianten in de warmtetransitie) te onderzoeken. Hiervan zijn diverse voorbeelden te benoemen op landelijk niveau⁴⁴, provinciaal (bijv Zuid-Holland⁴⁵) en lokaal niveau (bijvoorbeeld Zaanstad)⁴⁶.

Subsidies

Beschikbare (financiële) regelingen vanuit het Rijk (bron https://cleantechregio.nl/images/energie-en-duurzaamheid/HANDOUT_Checklist_financiering_warmtenet.pdf):

- PAW, link: Nationaal Warmtefonds voor verduurzaming particuliere woningen van start - Programma Aardgasvrije Wijken <https://www.aardgasvrijewijken.nl/nieuws/1557374.aspx>
- SAH (max. 5K per aansluiting voor sociale huurwoningen) link: <https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/stimuleringsregeling-aardgasvrije-huurwoningen-sah-voor-verhuurders>
- ISDE voor warmte-aansluitingen woningeigenaren, 3,3 K per aansluiting. link: <https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/isde/woningeigenaren/voorwaarden-woningeigenaren/aansluiting-op-een-warmtenet>
- Extern Advies Warmtetransitie (EAW). Hier kun je een subsidie van ruim 20K ontvangen voor bijv. het opstellen van een Wijk Uitvoeringsplan. Lees meer: <https://expertisecentrumwarmte.nl/extern+advies+warmtetransitie/default.asp>

⁴² KLO, 2008. Efficiency bij aanleg van kabels en leidingen: een gezamenlijke uitdaging' oa beschikbaar op https://www.zeeuwsbodemvenster.nl/sites/zl-bodemvenster/files/efficiency_bij_aanleg_van_kabels_en_leidingen_-_een_gezamenlijke_uitdaging.pdf

⁴³ Lieke Hüsken (2022) Huidige en toekomstige kosten MT/LT warmtenetten, warming up rapport Thema 2 – Project C

⁴⁴ Hoogervorst, N. (2017), Toekomstbeeld klimaatneutrale warmtenetten in Nederland. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

⁴⁵ Blom, M.J., S.J. Aarnink, J. Roos & K. Braber (2014), MKBA Warmte Zuid-Holland. Delft: CE Delft.

⁴⁶ https://ce.nl/wp-content/uploads/2021/03/CE_Delft_7G862_MKBA_warmtenet_Zaanstad_Def.pdf

Bijlage C: Interviews

SAXION - interviews

Geïnterviewde partijen

Ten behoeve van de studentenonderzoeken voor dit onderzoek zijn medewerkers van de volgende partijen door studenten geïnterviewd:

- Gemeente Rotterdam
- Gemeente Tilburg
- Gemeente Zwolle
- Gemeente Enschede
- Antea Group
- Cogas
- Saxion hogeschool

TNO – interviews t.a.v. meekoppelkansen

Geïnterviewde partijen

- Stedin
- Ennatuurlijk
- Waternet
- Eneco
- Grondg
- Gemeente Utrecht
- Enpuls
- Firan
- Alliander

Structuur interview

1. Kennismaken
Wie, wat, waar ben je?
Welke rol heb je met betrekking tot graafwerkzaamheden?
2. Graafwerkzaamheden
Hoe werkt het proces in jullie organisatie m.b.t. graafwerkzaamheden?
Wat zijn hierin belangrijke fasen/beslissingsmomenten?
3. Meekoppelkansen voor graafwerkzaamheden
Wat zou jij hieronder verstaan?
Welke typen meekoppelkansen zou je onderscheiden?
Wat is jouw perspectief hierop?
4. Factoren van invloed
 - a. Organisatie
Wat is er nodig om graafwerkzaamheden samen met een andere partij te kunnen uitvoeren?
 - b. Planning
Hoe flexibel zijn jullie graafwerkzaamheden in de planning?
Zijn er momenten in het jaar waarop meekoppelkansen kansrijker zijn?
 - c. Techniek
Welke techniek gebruiken jullie? Is dit anders dan anderen? Valt dit te combineren?
 - d. Financieel-economisch
Welke kosten zouden bespaard kunnen worden? Welke kosten komen er juist bij?

- e. Beleid/juridisch
 - Is het juridisch mogelijk jullie graafwerkzaamheden te combineren met andere partijen?*
 - Is er beleid binnen jullie organisatie gericht op meekoppelkansen? Zo ja, hoe ziet dit eruit?*
- f. Schaal/timing
 - Zijn er een minimale schaal of doorlooptijd waarbij meekoppelkansen wel of niet kansrijk zijn?*
- 5. Praktijkcasus indien van toepassing
 - Hebben jullie ervaring met gezamenlijke graafwerkzaamheden?*
 - Hoe is dit verlopen (positief/negatief)?*
 - Wat hebben jullie hiervan geleerd?*
 - Wat zou je anderen meegeven op basis van deze ervaring?*
- 6. Relevante stukken/personen/organisaties?
 - Zijn er relevante organisaties of personen die wij zouden moeten spreken?*
 - Zijn er relevante stukken die wij zouden moeten lezen?*

Adres

Princetonlaan 6
3584 CB Utrecht

Postadres

Postbus 80015
3508 TA Utrecht

Telefoon

088 866 42 56

E-mail

contact@warmingup.info

Website

www.warmingup.info