

Vergelijkende Analyse van Warmtenetpraktijken: Lessen uit Denemarken voor Nederland

December 2025



WARMTENETWERK
Voor de energietransitie



Colofon

Dit onderzoek is uitgevoerd *als onderdeel van het Leer- en Ontwikkelprogramma* van Nieuwe Warmte Nu in samenwerking met Stichting Warmtenetwerk

Het programma Nieuwe Warmte Nu is mede mogelijk gemaakt dankzij financiële ondersteuning van het Nationaal Groeifonds.

Onderzoekspartners

Stichting Warmtenetwerk: Wendy Dubbeld
TNO: Pieter Verstraten

Opmaak

Helder en Duidelijk, Utrecht

december 2025

Managementsamenvatting

Aanleiding voor het onderzoek

In Nederland zien we stagnatie van de aanleg van warmtenetten, waarbij een onvoldoende aantrekkelijk kostenniveau voor eindgebruikers een belangrijke reden is voor het niet doorgaan van projecten. Ook als de bestaande subsidies volop worden benut, is het vaak lastig om tot een kostenniveau van het warmtenet te komen dat resulteert in een aantrekkelijk aanbod voor eindgebruikers. Regelmatig wordt in Nederland verwezen naar Denemarken, waar het kostenniveau voor aanleg lager zou liggen dan in Nederland. Er is echter nog geen duidelijk beeld van de oorzaken hiervan en of dit daadwerkelijk zo is als alle kosten worden meegenomen. Vanuit deze gedachte hebben het ministerie van Klimaat en Groene Groei (KGG), de Danish Energy Agency (DEA), TNO als onderdeel van Nieuwe Warmte Nu (NWN) en Stichting Warmtenetwerk (SWN) het onderzoek geïnitieerd op basis waarvan het voorliggende rapport is geschreven.

Projectaanpak

Het onderzoek is uitgevoerd door middel van casusanalyses, interviews met betrokken partijen en een vergelijking van beleids- en marktstructuren in beide landen. Bevindingen zijn getoetst en aangevuld tijdens een werksessie met een grote groep aanwezigen uit de Nederlandse warmtesector. In dit onderzoek is ervoor gekozen om vijf Nederlandse casussen te laten bekijken door consultants uit Denemarken. De gedachte achter het werken met concrete casussen was dat dit 'haakjes' zou bieden om in gesprek te gaan over verschillen in werkwijze door het gehele ontwikkel- en realisatieproces van warmtenetten heen.

In Denemarken is vooral ervaring opgedaan met middentemperatuurwarmte; deze studie richt zich daar dan ook op. Dit betekent dat niet automatisch alle conclusies ook gelden voor (zeer) lagetemperatuurwarmte.

Korte beschrijving Nederlandse en Deense situaties met betrekking tot warmtenetten

Nederland

In Nederland worden warmtenetten vooral gezien als een manier om woningen van het aardgas af te halen. Tegenwoordig zijn ongeveer 600.000 woningen aangesloten op een warmtenet (CBS, 2025). Het Klimaatakkoord (2019) stelt dat in 2030 1,5 miljoen bestaande woningen verduurzaamd moeten zijn. Bovendien moeten 500.000 bestaande woningen

extra op een warmtenet worden aangesloten, maar die doelstelling is inmiddels bijgesteld naar 200.000 tot en met 2030 (PBL, TNO, CBS, RIVM, 2025). Tot 2014 was er geen specifieke wetgeving voor warmtenetten, maar de Warmtewet van 2014 introduceerde een wettelijk kader om consumenten te beschermen. De Wet collectieve warmte (Wcw) geeft gemeenten een centrale rol in de regie over warmtenetten. Daarnaast zijn er verschillende subsidies beschikbaar om de ontwikkeling van warmtenetten te stimuleren vanuit de Rijksoverheid, zijn er subsidies voor kennisondersteuning en voor specifieke projecten, en gemeentelijke subsidies. De maatschappelijke acceptatie van warmtenetten in Nederland is complex en afhankelijk van lokale omstandigheden. Technische ontwikkelingen in Nederland richten zich vooral op duurzame warmtebronnen en netten met een lagere temperatuur.

Denemarken

In Denemarken vormen warmtenetten al decennialang een belangrijk onderdeel van het nationale energieaanbod. Ongeveer 70% van de Deense huishoudens is aangesloten op een warmtenet (Statistics Denmark, 2025). De opkomst van warmtenetten begon in de jaren '70 als reactie op de oliecrisis. Denemarken heeft een non-profit principe voor warmtebedrijven en kende lange tijd in aangewezen gebieden een aansluitplicht op warmtenetten. De planning en ontwikkeling van warmtenetten gebeurt grotendeels op gemeentelijk niveau. Voor de ondersteuning van warmtenetten worden verschillende instrumenten gebruikt, zoals fiscale voordelen en gunstige publieke financiering. Het maatschappelijk draagvlak voor warmtenetten is groot, mede door de hoge aansluitgraad, transparantie in tarieven, rol van warmtenetten als algemene nutsvoorziening en de centrale rol van gemeenten. Technische oplossingen in Denemarken kenmerken zich door een hoge mate van standaardisatie en integratie met het elektriciteitssysteem.

Belangrijkste bevindingen uit het onderzoek

Aanpak en visie: De ontwikkeling van warmtenetten in Denemarken kenmerkt zich door een integrale en langetermijngerichte benadering. Projecten worden opgezet met het oog op toekomstige uitbreidingen en koppelingen, waarbij de infrastructuur als geheel centraal staat. Dit betekent dat men niet alleen kijkt naar het huidige project, maar ook naar de rol ervan binnen een groter netwerk. In Denemarken wordt bovendien veel tijd besteed aan de planfase, waarin verschillende scenario's en ontwerpopties worden onderzocht. Daarbij is de integratie van warmte met het elektriciteitssysteem een vanzelfsprekend onderdeel van de visie: warmtenetten

zijn daar een flexibele schakel in het energiesysteem, met opslag en koppeling aan duurzame stroomproductie. In Nederland is de aanpak vaak meer gefragmenteerd en gericht op het realiseren van een project rondom een specifieke bron, waarbij opschaalbaarheid en integratie minder expliciet worden meegenomen. Dit leidt tot hogere proceskosten en minder leereffecten tussen projecten.

Techniek en uitvoering: Op technisch vlak valt op dat Denemarken sterk inzet op standaardisatie en innovatie. Twin pipes en kunststofleidingen zijn daar breed toegepast, wat de aanleg versnelt en de kosten verlaagt. De aanlegdiepte is doorgaans minder groot dan in Nederland, waar lokale regelgeving en eisen van gemeenten vaak leiden tot diepere ligging en meer maatwerk. Ook het ontwerp van tracés is in Denemarken eenvoudiger door het gebruik van standaard bochten en componenten. Woningaansluitingen worden in Denemarken meestal bovengronds en aan de buitenzijde van de woning gerealiseerd, waardoor inpandige werkzaamheden en kosten beperkt blijven. In Nederland gebeurt dit vrijwel altijd inpandig, wat het proces complexer en duurder maakt. Daarnaast is de integratie van warmteopslag en flexibiliteit in het systeem in Denemarken verder doorgevoerd, terwijl dit in Nederland nog beperkt is.

Financiële en institutionele randvoorwaarden: Het financiële kader in Denemarken is gericht op betaalbaarheid en stabiliteit. Projecten worden gefinancierd met goedkoop vreemd vermogen en gemeentelijke garanties, waardoor de rentepercentages laag blijven en de businesscase robuust is. Subsidies zijn beperkt en vooral gericht op innovatie en risicoreductie. In Nederland is men sterk afhankelijk van een versnipperd subsidielandschap, waarbij voor elk onderdeel van het warmtenet apart subsidie moet worden aangevraagd. Dit leidt tot onzekerheid, hogere proceskosten en soms suboptimale technische keuzes, bijvoorbeeld door overdimensionering van duurzame installaties om aan subsidievoorwaarden te voldoen. De nadruk op directe duurzaamheid kan de investeringskosten verhogen en het tempo van uitrol vertragen, terwijl Denemarken kiest voor een stapsgewijze verduurzaming van bestaande netten.

Maatschappelijke context en participatie: In Denemarken is het maatschappelijk draagvlak voor warmtenetten groot, mede door de hoge aansluitgraad en het non-profit karakter van warmtebedrijven. De centrale rol van gemeenten en het feit dat warmtenetten als nutsvoorziening worden gezien, zorgen voor transparantie en vertrouwen. Het vertrouwen in warmtenetten is in Nederland minder vanzelfsprekend en sterk afhankelijk van lokale omstandigheden. Dit leidt tot langere participatietrajecten en meer onzekerheid over de businesscase.

Aanknopingspunten voor verbetering

De rol van warmtenetten in het energiesysteem: In Denemarken worden warmtenetten niet alleen gebruikt voor verwarming, maar ook om flexibiliteit in het energiesysteem te bieden en overschotten aan duurzame elektriciteit te benutten. Dit vraagt om een integrale benadering van energiedragers en infrastructuur in Nederland.

Financiële en institutionele aanknopingspunten: In Denemarken zijn minder subsidiekansen, maar worden projecten gefinancierd met 100% vreemd vermogen met overheidsgaranties tegen lage rentepercentages. Dit lijkt in Nederland niet mogelijk vanwege staatssteunregels (waarop Denemarken een uitzondering heeft verkregen), maar het verkennen van mogelijkheden kan de financieringskosten en daarmee totale kosten verlagen. Ook zijn er verbeterkansen in afschrijvingstermijnen en de samenhang tussen subsidies.

Technische verbeterkansen: Er zijn kansen om innovaties in leidingen beter te benutten en om meer eenduidige afspraken te maken over netontwerp. Dit kan leiden tot standaardisering van materialen en betere afspraken met aannemers en installateurs.

Procesmatige verbeterkansen: In Nederland zijn de kosten voor aanpassingen in woningen hoog. In Denemarken zijn woningaansluitingen veelal minder complex dan in Nederland, bijvoorbeeld doordat deze deels bovengronds plaatsvinden, en er weinig werkzaamheden in de woning nodig zijn. Ook zijn er in Nederland verschillen in gemeentelijke eisen, wat de kosten en doorlooptijd beïnvloedt. Meer eenduidigheid kan efficiëntie bevorderen.

Beeldvorming en maatschappelijke acceptatie: Er is werk te doen aan de beeldvorming over warmtenetten in Nederland. Het stimuleren van een gevoel van urgentie en sociale verantwoordelijkheid kan helpen. Een duidelijke visie vanuit de diverse overheden op de rol van warmte in het energiesysteem, delen van ervaringen van (tevreden) gebruikers van warmte en een introductie cursus over stadswarmte voor bewoners, kunnen bijdragen aan een realistisch beeld.

Aanbevelingen

Aanpak en visie

- Werk voordat een project wordt afgebakend, verschillende scenario's uit voor bijvoorbeeld de kortere en langere termijn, verschillende temperatuurregimes, mogelijke uitbreidingen qua omvang en bronnen en welke partij wat financiert op welk moment. Zo is er duidelijkheid over de rol van dit project in een groter geheel.

- Stimuleer de toepassing van warmteopslag, ook in kleinere netten. Maak opslag expliciet onderdeel van subsidiecriteria en ontwerpstandaarden. Versimpel vergunningstrajecten voor bovengrondse opslag in industriële zones.

Financiële en institutionele randvoorwaarden

- Herzie subsidieregelingen zodat ze flexibiliteit bieden in scenario-ontwerp en technische keuzes (bijvoorbeeld gefaseerde verduurzaming). Zorg dat CO₂-reductie over de levensduur wordt meegewogen, niet alleen op korte termijn. Focus in eerste instantie op de bijdrage aan betaalbaarheid.
- Verken de mogelijkheid om net als in Denemarken, gebruik te maken van 100% vreemd vermogen tegen lagere rentepercentages en met overheidsgarantie voor de financiering van het warmtenet.
- Onderzoek of het mogelijk en wenselijk is om de afschrijvingstermijn voor de leidingen te verhogen van 30 naar 45 jaar.

Techniek en uitvoering

- Onderzoek waar eventueel twin leidingen en in ieder geval kunststofleidingen (zoals PEX of Culpex) wél toepasbaar zijn, met name bij lagere temperaturen en kleinere diameters. Versnel standaardisatie en certificering om kosten te verlagen en installatie te versnellen.
- Versnel de inzet van technieken die minder gespecialiseerde arbeid vereisen, zoals kunststofleidingen met persverbindingen. Investeer in opleidingen en certificeringstrajecten, ook voor buitenlandse arbeidskrachten.
- Werk aan een document met een aantal afspraken of richtlijnen rondom onderwerpen zoals druk, en temperatuurregimes voor ZLT, LT en MT.
- Kijk of het wenselijk is om de woningaansluiting op een andere wijze te realiseren dan nu het geval is. In Denemarken vindt deze veelal bovengronds plaats. Ook is het aanbod aan de klant gestandaardiseerd met de optie om nu of later zelf aanpassingen te laten maken. Dit versnelt het aansluitproces en kan veel kosten besparen.
- Harmoniseer regelgeving tussen gemeenten waar mogelijk. Ontwikkel een nationaal kader voor dieptes en afstandsnormen, met indien nodig ruimte voor lokale afwegingen.
- Stimuleer samenwerking tussen netbeheerders, gemeenten en aannemers om risico's gezamenlijk te beheersen.

Maatschappelijke context en participatie

- In Denemarken is er lange tijd sprake geweest van een aansluitplicht in gebieden die aangewezen waren voor warmtenetten, en onder voorbehoud van een opt-out is het

uitgangspunt nog steeds dat grootverbruikers aansluiten. In Nederland is er sprake van een opt-in en keuzevrijheid. Dit verschil heeft grote gevolgen voor de snelheid en haalbaarheid van projecten. Er is geen eenduidige aanbeveling, maar het is belangrijk om dit verschil te erkennen en mee te nemen in beleidskeuzes en communicatie.

- Onderzoek of warmtenetten als nutsvoorziening kunnen worden gepositioneerd, net zoals dit in Denemarken het geval is. In Denemarken is dit juridisch verankerd, waardoor warmtebedrijven non-profit werken en publieke waarden centraal staan. In Nederland gebeurt dit niet in de Wet collectieve warmte, maar de wet biedt wel ruimte om publieke waarden expliciet te borgen bij de inrichting van warmtenetten, bijvoorbeeld via gemeentelijke regie, transparantie en participatie. Dit versterkt het vertrouwen en sluit aan bij de principes van een nutsvoorziening. Wellicht biedt dit ook mogelijkheden om bij hantering van gemeentelijke regels warmtenetten een vergelijkbare positie te geven als andere nutsvoorzieningen.
- Werk met alle partijen gezamenlijk aan de beeldvorming rondom warmtenetten. Een betrouwbaar en betaalbaar aanbod is uiteraard het allerbelangrijkste. Ook als dat er is, is het belangrijk dat potentiële gebruikers een realistisch beeld krijgen van warmtenetten en dat zij niet alleen over de negatieve aspecten worden geïnformeerd.

Overige punten

- Begrippen als top-down, bottom-up, kleinschalig of grootschalig, hoge en lage temperaturen worden in Nederland en Denemarken verschillend geïnterpreteerd. Waar in Denemarken top-down vaak gemeentelijke regie betekent, wordt dat in Nederland eerder geassocieerd met landelijke sturing, terwijl gemeenten en coöperaties juist als bottom-up worden gezien. Deze verschillen in taalgebruik kunnen leiden tot misverstanden en verkeerde conclusies in discussies of beleidsvorming. Het is daarom belangrijk om expliciet te maken wat men bedoelt.

Conclusie

Het werk dat in Nederland wordt verricht aan warmtenetten verdient grote waardering, gegeven de complexe kaders waarin deze projecten tot stand komen. Tegelijkertijd blijkt uit de vergelijking met Denemarken dat die kaders op belangrijke punten verschillen, wat invloed heeft op de keuzes die worden gemaakt, de kostenstructuur en uiteindelijk de betaalbaarheid van warmte. De uitdaging ligt nu vooral in de spelregels, terwijl er daarnaast nog optimalisaties mogelijk zijn in techniek en uitvoering. De technische kennis en expertise om deze verbeteringen door te voeren zijn aanwezig. Stichting Warmtenetwerk en Nieuwe Warmte Nu werken graag samen met alle stakeholders aan verdere verbeteringen.

Inhoud

Managementsamenvatting	3	4.3. Financiële en institutionele randvoorwaarden	21
1. Aanleiding voor het onderzoek	7	4.3.1. <i>Nederland biedt vooral subsidies, Denemarken een gunstig financieringskader</i>	21
2. Projectaanpak: Vergelijkende analyse tussen	8	4.3.2. <i>Opbouw van netwerkkosten en -inkomsten werkt anders in Denemarken dan in Nederland</i>	22
2.1. Opzet: vijf Nederlandse casussen door Deense blik bekeken	8	4.4. Maatschappelijke context en participatie	22
2.2. Werkwijze: van intakegesprekken tot en met werksessies	8	4.4.1. <i>Hoge aansluitgraad en historie maken participatie in Denemarken makkelijker</i>	22
2.3. Betrokken partijen en rolverdelingen	9	5. Aanknopingspunten voor verbetering	24
2.4. Disclaimer	9	5.1. De rol van warmtenetten in het energiesysteem	24
2.4.1. <i>Representativiteit en validiteit</i>	9	5.2. De schaal waarop wordt gedimensioneerd	24
2.4.2. <i>Inhoudelijke focus</i>	9	5.3. Financiële en institutionele aanknopingspunten	24
3. Een korte schets van de Nederlandse en de Deense context	10	5.4. Technische verbeterkansen	25
3.1. Waar we staan in Nederland en hoe we daar gekomen zijn	10	5.5. Procesmatige verbeterkansen	25
3.2. In vogelvlucht door de Deense warmtemarkt	12	5.6. Beeldvorming en maatschappelijke acceptatie	25
3.3. Wat we al weten over verschillen tussen Nederland en Denemarken	14	6. Aanbevelingen: lessen uit Denemarken voor toekomstig Nederlands beleid	26
4. Inzichten uit de casussen en werksessie: Wat hebben we geleerd?	15	6.1. Aanpak en visie	26
4.1. Aanpak en visie	15	6.2. Financiële en institutionele randvoorwaarden	26
4.1.1. <i>De wijze waarop warmtenetten worden aangevlogen verschilt wezenlijk</i>	15	6.3. Techniek en uitvoering	26
4.1.2. <i>In Denemarken lijkt meer tijd te worden besteed aan de planfase</i>	15	6.4. Maatschappelijke context en participatie	26
4.1.3. <i>In Denemarken start men niet per definitie met 100% duurzaam ontwerp</i>	17	6.5. Overige punten	27
4.1.4. <i>Geen integratie van warmte- en elektriciteitsnetten in Nederland</i>	17	7. Slotwoord	28
4.2. Techniek en uitvoering	18	Dankwoord	29
4.2.1. <i>Er lijken optimalisaties mogelijk te zijn op het gebied van netontwerp in Nederland</i>	18	Begrippenlijst	29
4.2.2. <i>In Nederland lijken ontwikkelingen in leidingen nog kansen te bieden</i>	20	Bronvermeldingen	30
4.2.3. <i>Woningaansluitingen in Denemarken zijn eenvoudiger dan in Nederland</i>	20		

In Nederland zien we stagnatie van de aanleg van warmtenetten, waarbij een onvoldoende aantrekkelijk kostenniveau voor eindgebruikers een belangrijke reden is voor het niet doorgaan van projecten. Ook als de bestaande subsidies volop worden benut, is het vaak lastig om tot een kostenniveau van het warmtenet te komen dat resulteert in een aantrekkelijk genoeg aanbod voor eindgebruikers.

Regelmatig wordt in Nederland verwezen naar Denemarken, waar de relatieve warmtetarieven lager liggen dan in Nederland. Of dit verschil ook voortkomt uit lagere aanlegkosten, is echter nog niet duidelijk. Er ontbreekt een volledig beeld van de werkelijke kosten en van de factoren die deze verschillen zouden kunnen verklaren. Ieder land kent zijn eigen context, zijn eigen beleid en zijn eigen marktstructuur. Meerdere pogingen zijn gedaan om verschillen te duiden, met name tussen Nederland en Denemarken. Een aantal lessen kan al toegepast worden; zo speelt gunstige financiering via KommuneKredit een belangrijke rol in de uitrol van warmtenetten in Denemarken. In Nederland wordt gewerkt aan een Waarborgfonds en een garantieregeling die eenzelfde rol kunnen spelen. Er is een behoefte om nog beter te begrijpen waardoor kostenverschillen tussen Denemarken en Nederland worden veroorzaakt en welke lering we hieruit voor Nederland kunnen trekken. Vanuit deze gedachte hebben het ministerie van Klimaat en Groene Groei (KGG), de Danish Energy Agency (DEA), TNO als onderdeel van Nieuwe Warmte Nu (NWN) en Stichting Warmtenetwerk (SWN) het onderzoek geïnitieerd op basis waarvan het voorliggende rapport is geschreven.

Projectaanpak: Vergelijkende analyse tussen Nederlandse en Deense warmtenetpraktijken

In Nederland wordt sinds jaren naar Denemarken gekeken als een referentieland waar kosten voor de realisatie van warmtenetten op een lager niveau zouden liggen. Het lijkt echter niet breed bekend waardoor kostenverschillen worden veroorzaakt en wat we hiervan in Nederland kunnen leren. De onderzoeksvraag was:

Wat zijn factoren die verschillen in kosten tussen Denemarken en Nederland van aanleg en exploitatie van warmtenetten kunnen verklaren?

Doelstellingen van dit onderzoek waren:

1. Inzicht krijgen in waardoor kostenverschillen worden veroorzaakt;
2. Handvatten krijgen voor het komen tot lagere kostenniveaus van warmtenetten in Nederland.

Het onderzoek is uitgevoerd door middel van casusanalyses, interviews met betrokken partijen en een vergelijking van beleids- en marktstructuren in beide landen. Bevindingen zijn getoetst en aangevuld tijdens een werksessie met een grote groep aanwezigen uit de Nederlandse warmtesector.

2.1. Opzet: vijf Nederlandse casussen door Deense blik bekeken

In dit onderzoek is ervoor gekozen om vijf Nederlandse casussen te laten toetsen door consultants van het Deense bedrijf COWI. De gedachte achter het werken met concrete casussen was dat dit 'haakjes' zou bieden om in gesprek te gaan over verschillen in werkwijze door het gehele ontwikkel- en realisatieproces van warmtenetten heen. De casussen waren dus de aanleiding voor gesprekken over ervaringen die breder gingen dan de specifieke casussen. Initiatiefnemers van verschillende casussen zijn in samenspraak met KGG, TNO en SWN benaderd met de vraag of zij wilden deelnemen aan dit onderzoek. Hierbij is gestreefd naar een spreiding van casussen op diverse gebieden. Er zijn dus casussen van publieke, private en coöperatieve initiatiefnemers bekeken, die zich in landelijke of stedelijke gebieden afspeelden als zelfstandige casussen of als onderdelen van een groter geheel. Een belangrijke randvoorwaarde voor deelname aan het onderzoek was dat de casussen of al in uitvoering waren, ofwel in de fase van definitief ontwerp. Dit om te voorkomen

dat informatie al te oud was om nog voldoende representatief te zijn, en ervoor te zorgen dat de casussen voorbij de ideeënfase waren geëvolueerd.

Aangezien de prijzen en keuzes voor bronnen erg contextafhankelijk en gevarieerd zijn in Denemarken, ligt de focus van de vergelijking op infrastructuur en aansluiting van de woning. Net als in Nederland, is er in Denemarken op het moment van schrijven nog relatief weinig ervaring met zeer lage temperatuur (ZLT) netten. Deze zijn dan ook buiten scope van dit project gehouden. Dit betekent wel dat de conclusies en aanbevelingen in dit rapport in principe alleen betrekking hebben op midden temperatuur (MT) warmtenetten. Voor (Z)LT netten moet per conclusie en aanbeveling worden nagegaan in hoeverre deze ook van toepassing is.

2.2. Werkwijze: van intakegesprekken tot en met werksessies

Na vaststelling van de te onderzoeken casussen en het plan van aanpak zijn er een-op-een gesprekken georganiseerd tussen de casushouders en de Deense consultants. Hierbij was altijd iemand van SWN of TNO aanwezig om voor gespreksverslagen te zorgen, eventueel aanvullende vragen te stellen, of indien nodig duiding over de Nederlandse marktsituatie te kunnen geven. Ook was er altijd iemand van DEA aanwezig om ditzelfde te kunnen doen over de Deense marktsituatie. In deze eerste gesprekken presenteerden de casushouders hun casussen aan de consultants van COWI en lichtten zij de beschikbare informatie toe. Vervolgens namen de consultants van COWI enkele weken de tijd voor expertanalyses op de diverse onderdelen van de casussen. Zij hebben deze analyses uitgevoerd met gebruikmaking van hun kennis en achtergrond van het uitwerken van vele studies in Denemarken.

Na de eerste concept analyses heeft er een werksessie met alle projectteamleden vanuit SWN, TNO, DEA, KGG en COWI op de Deense ambassade plaatsgevonden om het plan van aanpak voor de volgende stappen vast te stellen.

Vervolgens zijn er opnieuw een-op-een gesprekken georganiseerd met de casushouders, consultants van COWI, betrokkenen vanuit SWN, TNO en DEA. In deze gesprekken zijn de algemene bevindingen over casussen heen en de specifieke bevindingen voor de betreffende

individuele casus toegelicht. Ook werden deze gesprekken gebruikt door alle aanwezigen om eventueel nog aanvullende vragen te kunnen stellen, of informatie te verschaffen. Op basis van de uitkomsten van de bevindingen tot dan toe is een conceptrapport geschreven.

De bevindingen zijn besproken op 29 september 2025 in een tweetal werksessies; een ochtendsessie waarbij alleen de casushouders en vertegenwoordigers van SWN, TNO, COWI en DEA aanwezig waren en een middagsessie waarbij daarnaast ook een groter aantal vertegenwoordigers van koepelpartijen, warmtebedrijven, gemeenten en andere overheden, ingenieursbureaus, uitvoerende organisaties en KGG aanwezig waren. In deze middagsessie zijn de bevindingen besproken, evenals mogelijke oorzaken en de bruikbaarheid ervan voor de Nederlandse markt. Dit leidde tot aanvullingen op de bestaande inzichten. Het voorliggende rapport bevat de inzichten uit alle hiervoor beschreven stappen.

2.3. Betrokken partijen en rolverdelingen

De volgende partijen waren –naast de casushouders en deelnemers aan de werksessies– betrokken bij dit onderzoek, in de volgende rollen:

- **Casushouders:** de casushouders hebben de informatie over hun respectievelijke casussen gedeeld, vragen hierover beantwoord en meegedacht over mogelijke oorzaken voor verschillen tussen Denemarken en Nederland, waarvoor de onderzoekers hen zeer erkentelijk zijn. Omwille van vertrouwelijkheid zijn de namen van de deelnemende organisaties en personen en de casus-specifieke terugkoppeling niet gedeeld in dit onderzoek;
- **COWI:** de experts van het Deense consultancybedrijf hebben in opdracht van DEA de casussen bekeken vanuit hun kennis van en ervaring met de Deense markt, aanpak, en projectontwikkeling en hebben deze informatie met de casushouders en de projectteamleden gedeeld. Ook hebben zij meegelezen met de conceptrapportage om ervoor te zorgen dat hun bevindingen op correcte wijze weergegeven zijn;
- **KGG:** vertegenwoordigers van het ministerie van KGG namen deel in het projectteam vanuit hun belang in het verdiepen van hun inzicht in de verschillen tussen de Deense en Nederlandse marktsituaties en eventuele mogelijkheden voor handvatten voor reductie van kosten en doorlooptijd in Nederland;
- **DEA:** vertegenwoordigers van de DEA namen vanuit vergelijkbare motivatie deel in het projectteam, en de DEA was in dit project opdrachtgever van COWI. Vertegenwoordigers van de DEA waren aanwezig bij de gesprekken met casushouders, bijeenkomsten met projectteamleden en kennissessies en hebben waar nodig en mogelijk toelichting op de Deense marktsituatie gegeven. Tenslotte hebben medewerkers van DEA meegelezen met de conceptrapportage om ervoor te zorgen dat de Deense marktsituatie op correcte wijze is weergegeven;
- **Deense ambassade:** vanuit de Deense ambassade werden contacten gefaciliteerd met

zowel Deense als Nederlandse stakeholders die actief zijn in de warmtesector. Een vertegenwoordiger van de ambassade nam deze kennis mee in het projectteam;

- **SWN:** samen met TNO heeft SWN het projectmanagement van dit onderzoek gevoerd en dit rapport geschreven;
- **TNO:** samen met SWN heeft TNO als onderdeel van NWN het projectmanagement van dit onderzoek gevoerd en dit rapport geschreven.

Mogelijke casussen zijn aangedragen door de verschillende projectteamleden, waarna SWN en TNO gesprekken met potentiële deelnemers hebben gevoerd.

2.4. Disclaimer

2.4.1. Representativiteit en validiteit

Het is belangrijk om te benadrukken dat het onderzoek dat ten grondslag ligt aan dit rapport, een kwalitatief karakter heeft. Dit is een bewuste keuze, omdat er al een aantal pogingen tot kwantitatieve vergelijkingen is gedaan. Bovendien was al snel duidelijk dat het niet zinvol was om verdere kwantitatieve vergelijkingen te maken, omdat het doel was drijvers van kostenverschillen te achterhalen. Er kunnen dus geen conclusies ten aanzien van representativiteit in kwantitatieve zin worden getrokken uit dit onderzoek. Om zoveel mogelijk diversiteit in perspectieven te verkrijgen in het kwalitatieve onderzoek dat is uitgevoerd, is gezocht naar diversiteit en representativiteit in casussen en naar bespreking van de bevindingen in kennissessies met een bredere groep vertegenwoordigers uit de warmtesector.

Waar bij kwantitatief onderzoek wordt gesproken over interne en externe validiteit, gaat het bij kwalitatief onderzoek om geloofwaardigheid en overdraagbaarheid van resultaten. Om de geloofwaardigheid van het onderzoek te waarborgen, zijn alle gesprekken gevoerd met tenminste twee personen, zijn de gesprekken getranscribeerd en heeft op basis van de transcripties een analyse plaatsgevonden die ook door tenminste twee personen is uitgevoerd. Tenslotte zijn de uitkomsten uit deze analyse in kennissessies getoetst en aangevuld. De overdraagbaarheid van de resultaten wordt vergroot door de beschrijving ervan in dit rapport.

2.4.2. Inhoudelijke focus

In Denemarken is (zeer) lagetemperatuurwarmte nog op weinig plekken toegepast. Er wordt veelal middentemperatuurwarmte gebruikt. Dit betekent dat niet alle bevindingen uit ons onderzoek per definitie ook of in dezelfde mate van toepassing zullen zijn op (zeer) lagetemperatuurwarmte.

Verder is er in ons onderzoek in beperkte mate naar bronnen gekeken, omdat die vaak zeer contextafhankelijk zijn; de focus lag vooral op de aanleg van de warmtenetten.

Een korte schets van de Nederlandse en de Deense context

Om verschillen tussen Nederland en Denemarken goed te duiden, is het nodig om ook de context van beide landen te kennen. In dit hoofdstuk geven we daarom een beknopt overzicht van de belangrijkste kenmerken van beide landen. Daarnaast geven we een samenvatting van eerder onderzoek naar verschillen tussen Nederland en Denemarken en de lessen die daaruit te trekken zijn.

3.1. Waar we staan in Nederland en hoe we daar gekomen zijn

3.1.1. Warmtenetten als onderdeel van het energieaanbod

Warmtenetten worden tegenwoordig vooral gezien als een manier om woningen van het aardgas af te halen, maar Nederland kent al een lange geschiedenis met collectieve warmtevoorziening. Al in de jaren '20 van de vorige eeuw werd in Utrecht een van de eerste warmtenetten aangelegd. Na de Tweede Wereldoorlog, tijdens de wederopbouw, groeide de behoefte aan efficiënte en collectieve verwarmingsoplossingen. In de jaren '50 en '60 van de vorige eeuw werden in steden als Rotterdam, Amsterdam en Leiden grootschalige warmtenetten gerealiseerd, vaak gevoed door restwarmte van elektriciteitscentrales of afvalverbrandingsinstallaties.

In deze periode waren warmtenetten grotendeels in handen van gemeentelijke energiebedrijven. Ze werden gezien als een logische manier om nieuwe woonwijken van warmte te voorzien, zonder dat elke woning een eigen verwarmingsinstallatie nodig had. De gebruikte warmtebronnen waren destijds vooral fossiel: kolen, olie en later aardgas. De nadruk lag op efficiëntie en leveringszekerheid, niet op duurzaamheid. Na de ontdekking van het aardgasveld bij Slochteren in Groningen, ging Nederland in de jaren '60 van de vorige eeuw met name gas gebruiken voor verwarming van de woningen en werd Nederland in zeer korte tijd voorzien van een fijnmazig netwerk voor aardgas.

Vanaf de jaren '90 veranderde het speelveld. Onder invloed van Europese richtlijnen en nationale liberaliseringsgolven werd de energiesector deels geprivatiseerd. Veel gemeentelijke energiebedrijven werden opgesplitst of verkocht, en warmtenetten kwamen in handen van commerciële partijen. Daarmee veranderde ook de marktordening: waar warmtevoorziening eerder een publieke nutsfunctie was, werd het nu een gereguleerde markt met private aanbieders.

Volgens het CBS (2025) was in 2024 circa 7% van de woningvoorraad aangesloten op een warmtenet. Deze netten bevinden zich vooral in stedelijke gebieden zoals Amsterdam, Rotterdam, Den Haag, Almere, Purmerend en Eindhoven. De grootste warmteleveranciers zijn bedrijven als Vattenfall, Ennatuurlijk, Eneco en HVC. Daarnaast zijn er ook kleinere aanbieders, lokale initiatieven en coöperaties actief. De meerderheid van de aansluitingen zijn bij 22 grote netten (>150 TJ warmtelevering) (RVO, 2025).

In het Klimaatakkoord (2019) werd afgesproken dat in 2030 1,5 miljoen woningen van het aardgas af moeten zijn, waarvan een aanzienlijk deel via warmtenetten. Dat zou neerkomen op ongeveer 16% van de woningvoorraad. Voor 2050 wordt zelfs gerekend op een aandeel van 25%. Het doel is inmiddels bijgesteld van 500.000 naar 200.000 nieuwe aansluitingen tot en met 2030 (PBL, TNO, CBS, RIVM, 2025). Dit roept vragen op over de effectiviteit van het huidige beleids- en subsidiekader, en over de mate waarin regelgeving en financiële prikkels aansluiten bij de praktijk van warmtenetontwikkeling.

3.1.2. Regelgevings- en subsidiekader

Tot 2014 kende Nederland geen specifieke wetgeving voor warmtenetten. De levering van warmte viel onder het algemene consumentenrecht en werd grotendeels overgelaten aan marktpartijen en lokale afspraken. Prijzen werden bepaald door de leverancier, vaak op basis van kostprijs plus opslag, of door vergelijking met gasprijzen. Er was weinig transparantie en consumenten hadden nauwelijks bescherming, zeker in situaties waarin zij geen alternatief hadden voor het warmtenet.

Daarom werd in 2014 de Warmtewet ingevoerd. Deze wet introduceerde voor het eerst een wettelijk kader voor warmtelevering, met als doel consumenten te beschermen tegen misbruik van marktmacht. De wet bepaalde onder andere dat leveranciers zich moesten houden aan een maximumprijs, gebaseerd op de kosten van een vergelijkbare gasaansluiting — de zogenoemde “niet-meer-dan-anders”-regel. De Autoriteit Consument & Markt (ACM) stelde jaarlijks de tarieven vast, inclusief meettarieven en aansluitbijdragen. Hoewel de invoering van de Warmtewet een belangrijke stap was richting regulering van de warmtemarkt, bleek de wet

in de praktijk onvoldoende toegerust voor de ambities van de energietransitie. De wet ging uit van een marktmodel, terwijl warmtenetten in de huidige opzet natuurlijke monopolies zijn. In de praktijk bood de wet weinig houvast voor publieke regie, langetermijninvesteringen en gebiedsgerichte planning. Ook op het gebied van betaalbaarheid en transparantie waren er knelpunten.

Daarom wordt er al jaren gewerkt aan een nieuwe wet: de Wet collectieve warmte (Wcw). Deze wet is op 15 juli 2025 aangenomen door de Tweede Kamer en op 9 december 2025 door de Eerste Kamer. Gemeenten krijgen een centrale rol in de regie over warmtenetten, onder andere door het aanwijzen van warmtekavels en het selecteren van warmtebedrijven. Daarbij geldt dat deze bedrijven voor minimaal 50% in publieke handen moeten zijn. De wet beoogt meer publieke sturing, transparantie en consumentenbescherming, en moet het vertrouwen in warmtenetten vergroten.

Naast regelgeving speelt ook het subsidiekader een belangrijke rol in de ontwikkeling van warmtenetten. De belangrijkste instrumenten voor stimulering van uitrol van en onderzoek naar warmte zijn hieronder weergegeven. Niet alle subsidies zijn (meer) aan te vragen op het moment van schrijven:

- **SDE++ (Stimulering Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie):** gericht op het financieel ondersteunen van duurzame warmteproductie, zoals geothermie, aquathermie en grote warmtepompen. De subsidie dekt het verschil tussen de kostprijs van duurzame warmte en de marktprijs van fossiele alternatieven.
- **ISDE (Investeringssubsidie Duurzame Energie):** ondersteunt particuliere woningeigenaren en bedrijven bij het verduurzamen van hun gebouw. Ze is bedoeld voor kleinere installaties, maar ook voor inpassende aanpassingen bij aansluiting op een warmtenet. Daarmee speelt de ISDE zowel een rol in individuele verduurzaming als in de ondersteuning van collectieve warmtesystemen.
- **SAH (Stimuleringsregeling aardgasvrije huurwoningen):** stimuleert verhuurders om huurwoningen aardgasvrij te maken, bijvoorbeeld door deze aan te sluiten op een warmtenet.
- **SVVE (Subsidieregeling verduurzaming voor verenigingen van eigenaars):** stimuleert VvE's, woonverenigingen en wooncoöperaties om gebouwen te verduurzamen.
- **PAW (Programma Aardgasvrije Wijken):** een stimuleringsprogramma van het Rijk dat gemeenten ondersteunt bij het realiseren van aardgasvrije wijken. PAW-projecten zijn vaak experimenteel van aard en leveren belangrijke leerervaringen op over techniek, organisatie en participatie.

- **WIS (Wet Investeringssubsidie duurzame warmte-infrastructuur):** een recentere regeling die zich richt op de infrastructuur van warmtenetten zelf, zoals leidingen en aansluitingen.
- **NWN (Nieuw Warmte Nu):** onderdeel van het Nationaal Groeifonds, gericht op het versnellen van de aanleg van warmtenetten en het toepassen van innovaties in collectieve warmtesystemen. NWN-projecten maken deel uit van een leer- en ontwikkelprogramma, gericht op het versnellen en opschalen van de realisatie van duurzame collectieve warmtesystemen.
- Directe subsidies, zoals investeringen van gemeenten en Rijksoverheid in warmteprojecten zoals WarmtelinQ.
- Onderzoeks- en ontwikkelingssubsidies zoals DEI+ (Demonstratie Energie- en Klimaatinnovatie) en MOOI (Missiegedreven Onderzoek Ontwikkeling en Innovatie), en via budgetten van RVO (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland) en TKI (Topconsortium voor Kennis en Innovatie).
- Gemeentelijke subsidies.

Deze subsidies zijn bedoeld om de ontwikkeling van onder andere duurzame warmte en warmtenetten te stimuleren. Ze maken het mogelijk om investeringen te doen die anders financieel niet haalbaar zouden zijn, en dragen bij aan de betaalbaarheid voor consumenten. Tegelijkertijd is er kritiek dat het subsidielandschap versnipperd en complex is. De verschillende regelingen hebben elk hun eigen voorwaarden, doelgroepen en aanvraagprocedures, wat het voor gemeenten, bedrijven en bewoners lastig kan maken om het overzicht te behouden.

3.1.3. Sociaal-maatschappelijke context

De maatschappelijke acceptatie van warmtenetten in Nederland is complex en sterk afhankelijk van lokale omstandigheden. Waar sommige bewoners enthousiast zijn over collectieve warmte als duurzaam alternatief voor aardgas, heerst er op andere plekken juist scepsis of weerstand.

In tegenstelling tot elektriciteit of gas kunnen bewoners bij een warmtenet doorgaans niet overstappen naar een andere leverancier. Dit gebrek aan concurrentie roept vragen op over zeggenschap en vertrouwen. Vooral in bestaande wijken waar bewoners worden aangesloten op een warmtenet zonder dat zij daar zelf voor hebben gekozen, leidt dit soms tot spanningen. Tegelijkertijd zijn er ook voorbeelden van succesvolle participatie, met name in projecten waar bewoners vanaf het begin zijn betrokken of waar coöperatieve modellen worden toegepast.

De publieke discussie over warmte is de afgelopen jaren toegenomen, mede door media-aandacht voor hoge kosten en betaalbaarheid. Tegelijkertijd groeit het besef dat collectieve warmtevoorziening een belangrijke rol kan spelen in de energietransitie. Naast gemeenten,

spelen woningcorporaties hierin een sleutelrol. Zij kunnen in één keer grote aantallen woningen aansluiten, maar dit vraagt om zorgvuldige afstemming met huurders. Ook bewonersinitiatieven en coöperaties dragen bij aan het draagvlak, mits zij vroegtijdig worden betrokken.

3.1.4. Technische oplossingen en ontwikkelingen

De technische invulling van warmtenetten in Nederland is volop in ontwikkeling. Waar traditionele netten vaak gebaseerd waren op hoge temperatuur en restwarmte van fossiele bronnen, verschuift de aandacht steeds meer naar duurzame warmtebronnen en netten met een lagere temperatuur.

Er wordt gewerkt met een breed scala aan warmtebronnen, waaronder restwarmte uit industrie en afvalverbranding, geothermie, aquathermie (TEA (thermische energie uit afvalwater) en TEO (thermische energie uit oppervlaktewater)), biomassa, WKO (warmte-koudeopslag)-systemen en grote warmtepompen. Deze bronnen verschillen sterk in temperatuur, beschikbaarheid en schaalbaarheid. De overgang naar lagere temperaturen en nieuwe bronnen vraagt ook om betere afstemming tussen vraag en aanbod. Digitalisering speelt hierin een steeds grotere rol, bijvoorbeeld via slimme meters, monitoring van retourtemperaturen en sturing van bronnen.

Daarnaast wordt in Nederland geëxperimenteerd met nieuwe typen leidingen, zoals kunststofbuizen en twin pipes, en wordt gekeken naar de integratie van warmtenetten met het elektriciteitssysteem, bijvoorbeeld via elektrische boilers of warmtebuffers. Deze ontwikkelingen komen echter nog langzaam op gang. Om deze technische vernieuwing te versnellen, is meer standaardisatie, kennisdeling en samenwerking nodig tussen gemeenten, leveranciers, netbeheerders en aannemers.

3.2. In vogelvlucht door de Deense warmtemarkt

3.2.1. Warmtenetten als onderdeel van het energieaanbod

In Denemarken vormen warmtenetten al decennialang een belangrijk onderdeel van het nationale energieaanbod. Ongeveer 70% van de Deense huishoudens is aangesloten op een warmtenet (Statistics Denmark, 2025), voornamelijk in stedelijke gebieden waar vaak meer dan 95% van de huishoudens is aangesloten. Aan het begin van de twintigste eeuw werd een aantal warmtenetten gerealiseerd, maar de grote opkomst van warmtenetten in Denemarken begon in de jaren '70, als reactie op de oliecrisis. Het land was sterk afhankelijk van geïmporteerde olie en besloot zijn energievoorziening te hervormen. Warmtenetten werden gezien als een efficiënte manier om restwarmte van elektriciteitscentrales en industrie te benutten. Tegelijkertijd werd ingezet op decentralisatie: in plaats van één nationaal systeem ontstonden honderden lokale warmtenetten, vaak in handen van gemeenten of coöperaties. Denemarken had in de jaren '70, in tegenstelling tot Nederland, geen grote aardgasvoorraden.

Waar Nederland in die periode massaal overstapte op aardgas, koos Denemarken voor het grootschalig uitrollen van warmtenetten. Pas in de jaren '80 werd in Denemarken aardgas gevonden en geïntroduceerd, maar het gebruik ervan bleef relatief beperkt vergeleken met Nederland. Daarnaast wordt het ingezet in combinatie met warmtekrachtkoppeling (WKK). Inmiddels wordt aardgas weer afgebouwd, vanwege klimaatdoelstellingen.

Waar warmtenetten aanvankelijk vooral draaiden op fossiele brandstoffen, zijn ze inmiddels grotendeels overgeschakeld op biomassa, afvalverbranding, geothermie en grote warmtepompen. Ook restwarmte van datacenters en industriële processen wordt steeds vaker benut.

Warmtenetten worden in Denemarken niet alleen gezien als een technische oplossing, maar ook als een strategisch instrument voor energiezekerheid, klimaatbeleid en lokale economische ontwikkeling. Ze zijn nauw verweven met het elektriciteitssysteem en spelen een belangrijke rol in de flexibiliteit van het energiesysteem, bijvoorbeeld door gebruik te maken van elektrische boilers en warmteopslag om pieken in de stroomproductie op te vangen.

3.2.2. Regelgevings- en subsidiekader

Een belangrijk uitgangspunt van het regelgevend kader is dat warmtevoorziening in Denemarken wordt beschouwd als een publieke nutsfunctie, ook wanneer de uitvoering in handen is van coöperaties of semi-private partijen. Dit heeft geleid tot een marktordening die sterk verschilt van die in Nederland (Salite, D., Miao, Y., & Turner, E., 2024).

Een van de meest kenmerkende elementen is het non-profitprincipe: warmtebedrijven mogen geen winst maken op de levering van warmte. Ook mogen ze geen eigen vermogen hebben. Eventuele overschotten moeten worden teruggegeven aan de gebruikers. Dit principe is wettelijk vastgelegd en zorgt ervoor dat de tarieven kostengebaseerd zijn. Deense huishoudens betalen dus voor de werkelijke kosten van productie, distributie en beheer — niet voor winst of aandeelhouderswaarde (Janssen, J., Huygens, A., & Maas, N., 2021).

Denemarken kende lange tijd een aansluitplicht op warmtenetten in gebieden waar deze beschikbaar waren (Retsinformation, z.d.). Deze verplichting gold met name voor grotere gebouwen en werd lokaal gehandhaafd. In de praktijk betekende dit dat eigenaren verplicht waren om zich aan te sluiten of in ieder geval de vaste kosten voor aansluiting en beschikbaarheid te betalen, ook als zij geen warmte afnamen. Dit kwam feitelijk neer op een aansluitplicht. In 2019 is deze algemene aansluitplicht afgeschaft, met als doel om meer ruimte te geven aan individuele keuzes en marktwerking. Er is echter nog steeds een opt-out regeling

voor specifieke categorieën, zoals gebouwen met een verbruik boven 250 kW. Eigenaren van deze gebouwen moeten dan aansluiten en warmte afnemen, tenzij zij kunnen aantonen dat dit voor hen niet haalbaar is. Er geldt in Denemarken dus een opt-out in plaats van de opt-in die in Nederland van toepassing is.

De planning en ontwikkeling van warmtenetten gebeurt grotendeels op gemeentelijk niveau. Gemeenten hebben de bevoegdheid om warmteplannen op te stellen, gebieden aan te wijzen voor warmtenetontwikkeling en vergunningen te verlenen. Gemeenten kunnen gebruik maken van verschillende instrumenten, zoals accounting regels, gestandaardiseerde socio-economische en kosten-baten analyses en een technologicatalogus (Huygens, A. en Janssen, J., 2023). Warmtebedrijven moeten daarbij aantonen dat een warmtenet de meest maatschappelijk verantwoorde oplossing is voor het betreffende gebied — op basis van criteria zoals maatschappelijke kosten, duurzaamheid, en betaalbaarheid. Deze beoordeling is wettelijk vastgelegd en vereist dat warmtenetten worden vergeleken met alternatieven, zoals individuele warmtepompen. Deze decentrale aanpak maakt het mogelijk om lokaal maatwerk te leveren, maar binnen een nationaal beleidskader dat duidelijke doelen stelt voor CO₂-reductie en duurzame energie.

Voor de ondersteuning van warmtenetten in Denemarken wordt gebruikgemaakt van verschillende instrumenten: directe subsidies zijn zeer beperkt, het betreft vooral fiscale voordelen en gunstige publieke financiering. In het verleden zijn investeringssubsidies verstrekt via nationale energieakkoorden, gericht op de aanleg van infrastructuur en de omschakeling naar duurzame warmtebronnen. Daarnaast zijn er fiscale prikkels, zoals lagere energiebelastingen op duurzame brandstoffen — bijvoorbeeld biomassa — ten opzichte van fossiele alternatieven. Aangezien warmtebedrijven in Denemarken niet is toegestaan om eigen vermogen te hebben, moeten zij volledig met vreemd vermogen worden gefinancierd. Een belangrijk rol is weggelegd voor KommuneKredit, een publieke financieringsinstelling die leningen verstrekt aan gemeenten en gemeentelijke bedrijven. Ook de gemeentelijke garantie is belangrijk om te benoemen; gemeenten kunnen hierdoor garanties verlenen aan warmtebedrijven en de gemeenten worden hierbij gesteund door de staat. Door deze regelingen kunnen lokale warmtebedrijven goedkoop kapitaal aantrekken voor investeringen in warmtenetten. Hoewel er dus verschillende vormen van ondersteuning bestaan, is Denemarken minder afhankelijk van structurele exploitatiesubsidies dan Nederland. De nadruk ligt op kostenreflectieve tarieven, gemeentelijke regie en stabiele regelgeving.

3.2.3. Sociaal-maatschappelijke context

In Denemarken is het maatschappelijk draagvlak voor warmtenetten over het algemeen groot. Dat komt deels doordat warmtenetten al decennialang een vertrouwd onderdeel zijn van de

energievoorziening, maar ook doordat het systeem is ingericht op publieke betrokkenheid en transparantie. Veel netten zijn in handen van gemeenten of coöperaties, en het non-profitprincipe zorgt ervoor dat gebruikers weten dat ze niet meer betalen dan nodig is.

De hoge aansluitgraad — met circa 70% van de huishoudens — draagt bij aan de sociale acceptatie. In veel buurten is collectieve warmte de norm, wat sociale druk en vertrouwen in het systeem versterkt. Bewoners zijn vaak gewend aan het idee van een gedeelde warmtevoorziening, en discussies over keuzevrijheid spelen daardoor een minder prominente rol dan in Nederland.

De rol van gemeenten is cruciaal in het behouden van maatschappelijk draagvlak. Door hun centrale positie in de planning en communicatie kunnen zij zorgen voor transparantie, participatie en lokaal vertrouwen. In veel gevallen worden bewoners actief betrokken bij de besluitvorming, bijvoorbeeld via hoorzittingen of vertegenwoordiging in coöperatieve besturen. Wanneer een warmtebedrijf gebruikmaakt van de gemeentelijke garantie, is de gemeente ook vertegenwoordigd in het bestuur van het warmtebedrijf. Dit geeft bewoners ook een stem via de gemeenten en maakt dat zij weten wie ze eventueel verantwoordelijk kunnen houden.

3.2.4. Technische oplossingen en ontwikkelingen

Deense warmtenetten kenmerken zich door een hoge mate van technische volwassenheid en standaardisatie. Veel netten zijn al tientallen jaren in bedrijf en zijn in de loop der tijd aangepast aan veranderende bronnen, temperaturen en eisen. Waar warmtenetten oorspronkelijk draaiden op hoge temperatuur en fossiele brandstoffen, is er inmiddels een duidelijke verschuiving naar lagere temperaturen en duurzame bronnen.

De infrastructuur van Deense warmtenetten is grotendeels gebaseerd op voorgeïsoleerde leidingssystemen, waarbij twin pipes tegenwoordig de standaard zijn. Deze ontwikkeling heeft zich vooral in de afgelopen tien jaar doorgezet. De standaardisatie van leidingssystemen maakt aanleg en onderhoud efficiënter en helpt kosten te verlagen. Daarnaast worden kunststofleidingen in toenemende mate toegepast, onder andere om arbeidstekorten op te vangen.

Een ander kenmerk van de Deense aanpak is de integratie van warmtenetten met het elektriciteitssysteem. Elektrische boilers, warmtekrachtkoppelingen en warmteopslagen worden ingezet om flexibel in te spelen op fluctuaties in de stroomproductie, bijvoorbeeld bij overschotten van windenergie. Deze koppeling maakt warmtenetten tot een belangrijk instrument in de bredere energietransitie, niet alleen voor verwarming maar ook voor netbalancing.

3.3. Wat we al weten over verschillen tussen Nederland en Denemarken

Er wordt al langer gekeken naar Denemarken als voorbeeldland voor de ontwikkeling van warmtenetten. Er zijn de afgelopen jaren diverse onderzoeken en praktijkuitwisselingen geweest, dus we beginnen niet vanaf nul. Deze sectie geeft een kort overzicht van enkele belangrijke lessen, zonder volledig te willen zijn. Juist omdat veel partijen eigen ervaringen opdoen, bijvoorbeeld via werkbezoeken, ontbreekt het nog aan een gezamenlijke, breed gedragen set van lessen. De lessen hieronder zijn gebaseerd op twee rapporten (Janssen, J., Huygens, A., & Maas, N., 2021; TNO, Ramboll, 2022).

Verskillende bronnen op het warmtenet

In Denemarken is het combineren van meerdere warmtebronnen binnen één net de standaard. Denk aan restwarmte, biomassa, zonnewarmte en warmtepompen. Dit vergroot de leveringszekerheid en flexibiliteit van het systeem. In Nederland zijn warmtenetten vaak afhankelijk van één dominante bron, wat het systeem kwetsbaarder maakt voor verstoringen. Het benutten van een mix aan bronnen vergroot niet alleen de betrouwbaarheid, maar biedt ook kansen voor kostenoptimalisatie en verduurzaming.

Productie en het verloop van de vraag

Deense warmtenetten zijn ingericht op een flexibele afstemming tussen productie en vraag. Er wordt veel aandacht besteed aan het verlagen van de aanvoertemperatuur en het moderniseren van netten. In Nederland is deze afstemming minder ver doorgevoerd en wordt minder gewerkt met lage temperatuur en vraagsturing. Dit verschil in aanpak heeft gevolgen voor de efficiëntie en betaalbaarheid van het systeem.

Kostengebaseerde tarieven en non-profit

Een fundamenteel verschil is dat Deense warmtebedrijven op non-profitbasis werken en volledig kostengebaseerde tarieven hanteren. Eventuele overschotten worden teruggegeven aan de gebruikers. In Nederland zijn warmtebedrijven vaak for-profit en is er aandacht voor rendementen en tariefregulering. Dit verschil heeft ook gevolgen voor de transparantie en het vertrouwen van gebruikers.

Transparantie, standaardisatie en kennisdeling

In Denemarken is er veel transparantie over kosten, mede dankzij standaard instrumenten zoals een publieke techniekcatalogus en verplichte socio-economische analyses. Kennisdeling is breed georganiseerd via verenigingen en publieke platforms, wat bijdraagt aan een volwassen markt en lagere proceskosten. In Nederland ontbreekt zo'n centrale kennisbasis en is kennis meer versnipperd en afhankelijk van individuele partijen. Dit leidt tot hogere indirecte kosten, minder standaardisatie en tragere innovatie.

Planning, voorbereiding en lange termijn

Deense projecten besteden relatief veel tijd en middelen aan de planfase, waarbij verschillende scenario's voor de lange termijn worden uitgewerkt. Ook wordt in Denemarken vaak gestart met het contracteren van grote verbruikers ("ankerklanten") en groeit het net daarna organisch. Deze aanpak zorgt voor een stabielere businesscase en minder risico's tijdens de uitrol.

Techniek en uitvoering

Op technisch vlak zijn er duidelijke verschillen. In Denemarken zijn twin pipes (dubbele leidingen in één mantel) sinds ongeveer 10 jaar de standaard, wat daar kosten en uitvoeringstijd verlaagt. Ook zijn standaardisatie en eenduidige afspraken over ontwerp en uitvoering verder doorgevoerd. In Nederland worden deze technieken minder toegepast en is er meer variatie en maatwerk.

Financiering en maatschappelijke context

Denemarken kent gunstige publieke financiering en gemeentelijke garanties, waardoor projecten tegen lage rente kunnen worden gefinancierd. In Nederland zijn projecten afhankelijk van subsidies en commerciële financiering, wat leidt tot hogere kosten. Daarnaast is het maatschappelijk draagvlak in Denemarken groot, mede door de lange traditie, transparantie en publieke betrokkenheid. In Nederland is acceptatie afhankelijk van lokale omstandigheden en is het vertrouwen in warmtenetten minder vanzelfsprekend.

Inzichten uit de casussen en werksessie: Wat hebben we geleerd?

Op basis van de analyse van de Nederlandse casussen, de gesprekken die naar aanleiding daarvan zijn gevoerd en de uitkomsten van de werksessie zijn duidelijke verschillen en overeenkomsten gevonden tussen de Nederlandse en Deense aanpak van warmtenetten. Om deze bevindingen op een overzichtelijke manier te presenteren, zijn ze onderverdeeld in vier hoofdthema's:

- Aanpak en visie
- Financiële en institutionele randvoorwaarden
- Techniek en uitvoering
- Maatschappelijke context en participatie

In de volgende paragrafen worden deze thema's uitgewerkt, waarbij steeds wordt ingegaan op de belangrijkste lessen voor de Nederlandse praktijk.

4.1. Aanpak en visie

De manier waarop warmtenetten worden ontwikkeld, verschilt wezenlijk tussen Nederland en Denemarken. Het gaat daarbij niet alleen om technische keuzes, maar vooral om de uitgangspunten en het proces: hoe projecten worden gestart, welke rol partijen spelen en welke prioriteiten worden gesteld. Deze verschillen hebben invloed op kosten, doorlooptijd en schaal van projecten. In de volgende paragrafen worden de belangrijkste verschillen in aanpak en visie toegelicht.

4.1.1. De wijze waarop warmtenetten worden aangevlogen verschilt wezenlijk

Een belangrijk verschil tussen de Nederlandse casussen en de Deense projecten is dat in Denemarken vaker vanuit een grotere schaal wordt gedacht. Ook als er sprake is van organische groei, waarbij netten zijn begonnen met een relatief klein gebied of met zogenoemde anchor loads (zoals industrie of grote gebouwen), blijft het uitgangspunt dat uitbreiding mogelijk moet zijn. De uitvoering gebeurt gefaseerd, vaak per wijk, maar wel vanuit de visie dat uitbreidingen mogelijk zijn en dat gerealiseerde delen koppelbaar blijven. Dit betekent niet dat alles vooraf tot in detail is uitgewerkt, maar wel dat er een duidelijke visie bestaat op de langere termijn en dat keuzes in het heden deze toekomst niet blokkeren.

In Nederland worden projecten op uiteenlopende manieren vormgegeven. In sommige casussen is er sprake van een bredere visie waarin toekomstige uitbreidingsmogelijkheden en koppelingen worden meegenomen. In andere gevallen ligt de nadruk vooral op het realiseren van een project rondom een specifieke bron en het gebied dat daar direct bij past, zonder dat er expliciet wordt gestuurd op opschaalbaarheid of integratie met andere netten. Deze laatste aanpak lijkt deels ingegeven door risicobeheersing en de beperkte ervaring met warmtenetten bij veel gemeenten, bestuurders en bewoners.

Het denken vanuit een groter geheel biedt belangrijke voordelen voor het ontwikkelproces. Door projecten in samenhang te benaderen, ontstaan leereffecten tussen gebieden en betrokken partijen, en kunnen proceskosten worden gedeeld en verlaagd. In Nederland zijn deze proceskosten relatief hoog, mede doordat projecten vaak als losse initiatieven worden opgezet en kennisopbouw versnipperd plaatsvindt. Daarnaast is de markt in Denemarken verder ontwikkeld en wordt er meer kennis publiek gedeeld, wat de eerdergenoemde leereffecten versterkt en bijdraagt aan een efficiënter ontwikkelproces.

Gemeenten hebben hierin ook in Nederland een belangrijke regierol, zoals ook wordt benadrukt in de Wet gemeentelijke instrumenten warmtetransitie (Wgiw) en Wet collectieve warmte (Wcw). Vanuit deze regierol kunnen zij een langetermijnvisie op warmtenetten ontwikkelen en bewaken. Samen met andere stakeholders kunnen zij een aanpak realiseren die schaalbaarheid en koppelbaarheid van netten waarborgt en kennisdeling stimuleert. Dit kan helpen om meer samenhang te realiseren, vergelijkbaar met de aanpak in Denemarken.

4.1.2. In Denemarken lijkt meer tijd te worden besteed aan de planfase

In Denemarken wordt doorgaans 5 tot 10% van de totale projectkosten besteed aan het uitwerken van verschillende scenario's, planning, design en voorbereiding van de uitvoering; de overige kosten gaan naar bouw, implementatie en onderhoud. Hoewel de financiële investering in de planningsfase relatief beperkt is, wordt er wel aanzienlijk veel tijd uitgetrokken voor deze fase. In deze periode worden verschillende scenario's uitgebreid onderzocht voor bijvoorbeeld de

kortere en langere termijn, verschillende temperatuurregimes en mogelijke uitbreidingen qua omvang en bronnen. Dit wordt vaak ondersteund door digital twins en simulaties. Pas nadat alle opties zorgvuldig zijn afgewogen, wordt een definitieve keuze gemaakt voor de mix van bronnen (er zijn altijd meerdere bronnen -het N-1 principe) en oplossingen.

Het belang van deze vroege fase wordt ook geïllustreerd in figuur 1, waarin zichtbaar is dat de kosten in de beginfase laag zijn, maar de invloed op de uiteindelijke kosten juist het grootst is. Naarmate het project vordert, wordt het steeds lastiger en kostbaarder om nog wezenlijke bijstellingen te doen aan het ontwerp of de uitgangspunten.

Op basis van de onderzochte casussen lijkt in Nederland vaak sneller een keuze te worden gemaakt voor een specifiek scenario. Vervolgens wordt veel tijd en energie gestoken in het uitwerken en detailleren van dit gekozen ontwerp. Hierdoor wordt er in sommige gevallen minder stilgestaan bij de fundamentele keuzes die aan de basis van het project liggen. Dit kan ertoe leiden dat men later in het proces geconfronteerd wordt met onverwachte kosten of technische uitdagingen, waardoor men soms noodgedwongen moet terugkeren naar de tekentafel. Het is belangrijk te benadrukken dat deze werkwijze niet overal in Nederland geldt, maar wel herkenbaar is volgens de bij de casussen en werksessie betrokken partijen. Factoren als het Nederlandse subsidiekader, waarin bepaalde oplossingen financieel aantrekkelijker worden



Figuur 1 – Overzicht planfasen in Denemarken (Bron: COWI, 2025)

gemaakt, en het uitgangspunt dat warmtenetten vanaf de start zo duurzaam mogelijk moeten zijn, spelen hierbij een rol. Hierdoor vindt immers onbewust sturing plaats richting een beperkt aantal opties.

Een ander belangrijk verschil betreft de rolverdeling en aanwezige expertise. In Nederland hebben gemeenten een centrale rol bij het aanwijzen van gebieden voor warmtenetten, vaak op basis van de Startanalyse. Deze analyse is echter gebaseerd op data die in de praktijk nog veel onzekerheden kent. Als gevolg hiervan kunnen later in het project veel dingen in praktijk anders blijken te zijn dan vooraf was voorzien. In Denemarken is het doorgaans het (gemeentelijk) warmtebedrijf of een coöperatie die het initiatief neemt en het voortouw heeft in de ontwikkeling van warmtenetten. De gemeente vervult daarbij vooral een controlerende en toetsende rol: het warmtebedrijf of de coöperatie moet aantonen dat het warmtenet maatschappelijk gezien de beste oplossing is voor het betreffende gebied. Zowel warmtebedrijven als gemeenten beschikken over veel kennis en ervaring, en worden ondersteund door een sterke laag van gespecialiseerde ingenieursbureaus. Deze combinatie van inhoudelijke expertise, ervaring en duidelijke regulering maakt het mogelijk om scenario's in de planfase grondig af te wegen en draagt bij aan een robuustere besluitvorming.

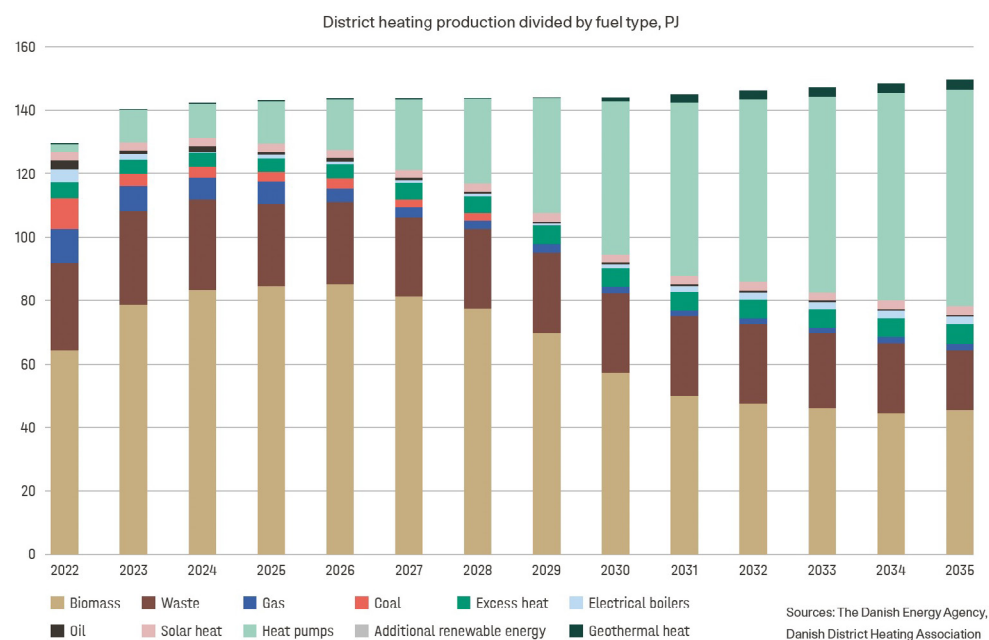
4.1.3. In Denemarken start men niet per definitie met 100% duurzaam ontwerp

In Nederland ligt bij nieuwe warmtenetten de nadruk sterk op duurzaamheid. Het uitgangspunt is dat netten vanaf de start zo duurzaam mogelijk zijn, wat ook verankerd is in de Wet collectieve warmte (Wcw). Deze wet schrijft een jaarlijks reductiepad voor, waarbij op kavelniveau een maximale broeikasgasuitstoot wordt vastgesteld, met als doel om in 2050 volledig klimaatneutraal te zijn. Deze focus wordt versterkt door het subsidiekader. Financiële ondersteuning is vaak alleen beschikbaar wanneer aan duurzaamheidscriteria wordt voldaan. Het is logisch dat duurzaamheid centraal staat, omdat dit de reden is dat we warmtenetten willen realiseren. Tegelijkertijd kan het vanuit betaalbaarheid verstandig zijn om niet direct volledig duurzaam te starten, maar te kiezen voor een gefaseerde verduurzaming.

In Denemarken is de historische focus juist altijd op betaalbaarheid en brede uitrol gericht geweest. Warmtenetten zijn daar in eerste instantie ontwikkeld om tegen lage kosten een groot deel van de bevolking van warmte te voorzien. De bestaande netten worden nu stapsgewijs verduurzaamd, onder andere door de efficiëntie van netten te verbeteren (bijvoorbeeld door het verlagen van temperaturen) en door fossiele bronnen te vervangen door duurzame bronnen. De doelstelling en verwachting is dat gas rond 2030 volledig duurzaam is en dat het percentage duurzame elektriciteit nog verder toeneemt, wat maakt dat verduurzaming van warmtenetten volop wordt ondersteund. Veel Deense netten hebben inmiddels een diverse bronnenmix, wat

zowel bijdraagt aan duurzaamheid als aan betaalbaarheid (Janssen, J., Huygens, A., Maas, N., 2021).

Dit verschil in aanpak heeft gevolgen voor de kosten en het tempo van de uitrol. In Nederland kan de nadruk op directe duurzaamheid leiden tot hogere investeringskosten en een complexere businesscase, zeker wanneer subsidies vooral gericht zijn op duurzame oplossingen. In Denemarken is er veel aandacht voor duurzaamheid, maar is er meer ruimte voor tussenoplossingen, zoals biomassa om kolen te vervangen, of gas dat geleidelijk aan vergroend wordt. Dit biedt ruimte voor betaalbaarheid en milieudoelstellingen. Deze mogelijke spanning tussen kosten en duurzaamheid komt verder aan bod in de paragraaf over het subsidiekader.



Figuur 2 – Warmteproductie in Denemarken (State of Green, 2024)

4.1.4. Geen integratie van warmte- en elektriciteitsnetten in Nederland

4.1.4.1. Denemarken ziet warmtenetten en opslag als integraal onderdeel van het energiesysteem

In Denemarken vormen warmtenetten een integraal onderdeel van het totale energiesysteem. Warmtebedrijven combineren warmteproductie met elektriciteitsopwekking (bijvoorbeeld via WKK en zon/wind), flexibele elektriciteitsafname (zoals warmtepompen en elektrische boilers) en warmteopslag.

Deze combinatie maakt het mogelijk om flexibel te opereren op de elektriciteitsmarkt. Warmtebedrijven kunnen inspelen op prijsschommelingen, bijdragen aan netbalancing en tegelijkertijd altijd aan hun warmtevraag voldoen. De waarde die zij creëren op de elektriciteitsmarkt wordt vertaald naar lagere warmtetarieven voor eindgebruikers. In Nederland wordt warmte daarentegen nog vaak geïsoleerd bekeken, los van elektriciteit en koude. Er zijn wel voorbeelden van integratie, zoals enkele grotere netten met opslag (bijvoorbeeld Utrecht en Gorinchem), maar deze zijn vooralsnog uitzonderingen. De huidige focus ligt vooral op warmtevoorziening, terwijl koppeling met elektriciteit en koude nog beperkt is. Dit betekent dat kansen voor kostenreductie en flexibiliteit, zoals het benutten van lage elektriciteitsprijzen of het bijdragen aan netbalancing, grotendeels onbenut blijven. Dit speelt ook een rol in de discussie over netcongestie. Warmtenetten zouden juist kunnen helpen om pieken in het elektriciteitsnet op te vangen, mits ze worden uitgerust met opslag en flexibele afname.

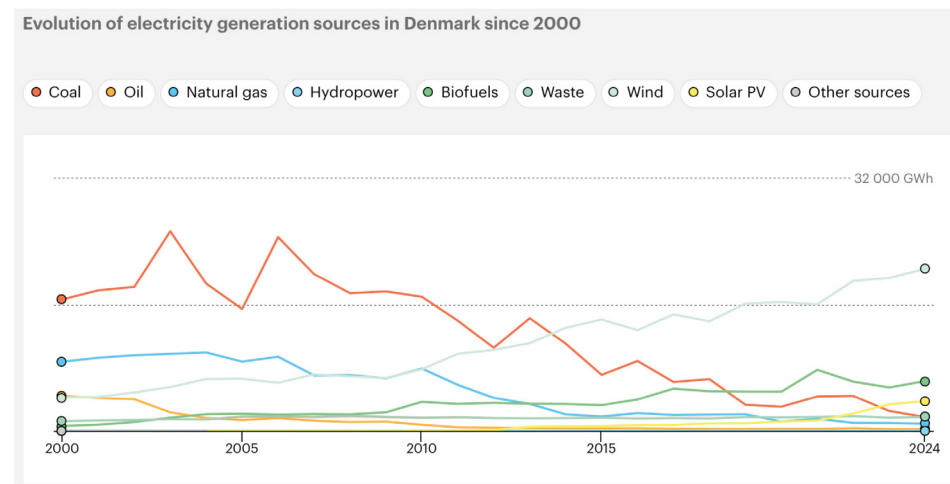
Daarnaast zijn er praktische en institutionele barrières. Het huidige tariefstelsel, waarin een maximumprijs voor warmte geldt, maakt het voor warmtebedrijven aantrekkelijk om hun elektriciteitscontracten vroeg vast te leggen. Dit voorkomt risico's bij stijgende prijzen, maar beperkt de mogelijkheid om te profiteren van prijsschommelingen. Ook netcongestie en beperkte aansluitcapaciteit vormen obstakels voor grootschalige toepassing van elektrische boilers en warmtepompen. Toch laten simulaties zien dat zelfs gedeeltelijke flexibiliteit, bijvoorbeeld door buffers en slimme dimensionering van warmtepompen, al aanzienlijke voordelen kan opleveren.

4.1.4.2. Opslag is nog geen integraal onderdeel van alle warmtenetten

Hoewel er in Nederland veel gebruik wordt gemaakt van WKO, is toepassing van kortetermijnopslag nog beperkt. In Denemarken daarentegen zijn grote warmwaterbuffers een standaardonderdeel van het systeem. Deze buffers maken het mogelijk om warmte tijdelijk op te slaan en zo piekmomenten in de vraag op te vangen en warmte bij te verwarmen op momenten dat elektriciteitsprijzen gunstig zijn. Hierdoor wordt de productie van warmte deels losgekoppeld van het verbruiksmoment, wat flexibiliteit en kostenvoordelen oplevert. Buffers worden afhankelijk van het type twee tot zes keer per uur, eens per 10-14 dagen of continu opgeladen en kunnen continu of bijvoorbeeld eens per 10-14 dagen worden ontladen. Het zijn dus flexibele en responsieve systemen die als essentieel worden gezien voor het totale energiesysteem, niet alleen voor warmtenetten. Overigens bestaat in Denemarken het overgrote deel van de elektriciteitsproductie uit duurzaam opgewekte elektriciteit, zo laat figuur 3 zien.

De omvang van opslagtanks in Denemarken hangt af van de productiemix en lokale omstandigheden, met een richtwaarde van 2 tot 4 m³ per verbruiker. In de praktijk wordt de

grootte vooral beperkt door ruimtelijke inpassing en acceptatie door omwonenden. Tanks worden daarom bij voorkeur dicht bij bronnen, zoals WKKs of warmtepompen, in industriële zones geplaatst. Volledige flexibiliteit is niet altijd noodzakelijk, ook gedeeltelijke flexibiliteit kan al aanzienlijke waarde opleveren in termen van kostenbesparing en systeemstabiliteit.



Figuur 3 – Ontwikkeling van elektriciteitsproductie in Denemarken sinds 2000 (IEA, z.d.)

4.2. Techniek en uitvoering

Op basis van de evaluatie van de technische ontwerpen van de casussen concludeerde COWI dat deze over het algemeen van goede kwaliteit zijn binnen de Nederlandse context. Er is zorgvuldig nagedacht over verbruiken, dimensionering van netten en installaties. Vanuit dat perspectief zijn de ontwerpen degelijk en passend binnen het gekozen kader. Tegelijkertijd geven de Deense experts aan dat zij projecten in Denemarken anders zouden hebben aangepakt, vooral vanwege verschillen in uitgangspunten (zie ook paragraaf 4.1). Er zijn wel technische verschillen die relevant zijn voor de Nederlandse praktijk. In de volgende paragrafen worden deze verschillen met betrekking tot techniek en uitvoering toegelicht.

4.2.1. Er lijken optimalisaties mogelijk te zijn op het gebied van netontwerp in Nederland

4.2.1.1. Diepte van de aanleg

In Denemarken wordt het distributienet volgens COWI meestal op een diepte van 0,6 tot 0,8 meter aangelegd. Producenten van pijpleidingen geven aan dat circa 0,5 meter nodig is om het gewicht op de leidingen evenredig te verdelen. In Nederland ligt deze diepte doorgaans op minimaal 1 meter en vaak rond 1,25 meter. Daarnaast worden hier regelmatig gerichte boringen uitgevoerd tot soms wel 50 meter diep, wat naar Deense maatstaven uitzonderlijk is.

Uit gesprekken blijkt dat de vereiste aanlegdiepte en afstand tussen leidingen in Nederland sterk verschillen per gemeente. Gemeenten hanteren eigen regels voor elektriciteits-, water- en warmteleidingen en eisen doorgaans dat netbeheerders vooraf afstemmen over de inpassing van nieuwe leidingen. Dit leidt er vaak toe dat warmteleidingen onder bestaande infrastructuur worden gelegd, waardoor al snel een grotere diepte nodig is. Bij parallelle leidingen wordt vaak een afstand van 1,5 meter gehanteerd, terwijl bij kruisingen minimaal 30 centimeter geldt. Een belangrijke kostendrijver is bovendien de eis om leidingen op minimaal 6 tot 16 meter (ProRail, 2021) diepte onder spoorlijnen door te voeren.

Naast deze regels spelen technische factoren een rol. Een minimale diepte van 0,8 meter wordt vrijwel altijd aangehouden om opwaartse buiging van leidingen te voorkomen en thermische expansie op te vangen. Bodemstructuur en zorgen over groundbewegingen leiden tot extra graafdiepte en daarmee hogere kosten voor grondwaterbeheersing en grondversteving. Gemeenten sturen bovendien sterk op het vermijden van schade aan bestaande infrastructuur, wat bijdraagt aan de keuze voor diepere aanleg.

Wat betreft boringen: in Nederland is het vaak nodig om tot een stabiele zandlaag te boren, meestal op minimaal 15 meter diepte, omdat gerichte boringen in veen- en kleigronden lastig zijn. De diepte van graaf- en boorwerkzaamheden beïnvloedt zowel kosten als doorlooptijd. De ligging van warmtenetten verschilt verder niet wezenlijk tussen beide landen: in beide gevallen wordt eerst gekeken naar groenstroken, daarna naar fietspaden of wegen. Wel mogen leidingen in Denemarken onder voetpaden worden gelegd, wat in Nederland alleen lijkt toegestaan voor de aansluiting van de woning.

4.2.1.2. Hoeveelheid en type bochten in tracés

In verschillende casussen komen veel niet-standaard bochten voor, zoals hoeken van 60 of 110 graden. Dit is technisch uitvoerbaar, maar leidt tot extra complexiteit en hogere kosten. Voor dergelijke configuraties zijn vaak geen standaardonderdelen beschikbaar, waardoor maatwerk nodig is. Dit betekent meer koppelstukken, extra laswerk en voldoende gekwalificeerde lassers op het project.

In Denemarken wordt vaker gebruikgemaakt van de natuurlijke flexibiliteit van het leidingmateriaal om flauwe bochten te realiseren, binnen de richtlijnen van de producenten. Daarnaast worden daar standaard 90-graden bochten toegepast, waarvoor verbindingstukken

breed beschikbaar zijn. Dit voorkomt maatwerk en reduceert de noodzaak voor uitgebreide statische berekeningen en ondersteunende constructies.

In Nederland spelen naast ontwerpkeuzes ook lokale regels een rol. Sommige gemeenten eisen dat het tracé exact parallel loopt aan de weg, inclusief alle bochten, wat tot veel niet-standaard hoeken leidt. Andere gemeenten bieden meer vrijheid. Het probleem zit niet alleen in afwijkende bochten, maar ook in korte afstanden tussen opeenvolgende bochten, die extra werk en kosten veroorzaken.

4.2.1.3. Hergebruik van afgegraven grond

In Denemarken mag afgegraven grond na aanleg van het net weer in de gegraven geulen gebruikt worden, tenzij er sprake is van vervuilde grond¹. In Nederland wordt hier wisselend mee omgegaan, zo blijkt uit de gesprekken. Uiteraard wordt rekening gehouden met nationale regelgeving ten aanzien van vervuilde grond (IPLO, z.d.). Verdere regels zijn vastgelegd in het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) en Besluit bodemkwaliteit (Bbk). De gemeenten en soms de provincies zijn het bevoegd gezag dat toeziet op naleving van de regels (IPLO, z.d.). In praktijk blijkt dat gemeenten heel verschillend omgaan met regels ten aanzien van afgegraven grond.

Veel gemeenten lijken te eisen dat afgegraven grond wordt afgevoerd en dat nieuwe grond wordt gebruikt om de gegraven geulen weer vol te storten. Soms wordt daarbij de eis gesteld dat het grondpakket weer exact zo wordt opgebouwd als het was voordat het werd opgegraven, dus met de verschillende bodemlagen. De gedachte hierachter lijkt te zijn dat men huiverig is voor grondverzakkingen en daardoor beschadigingen in het wegdek (aangezien veel leidingen onder het wegdek liggen). Er zijn ook gemeenten die (gedeeltelijk) hergebruik van afgegraven grond toestaan, soms in de gegraven geulen, maar ook in bijvoorbeeld groenvoorzieningen die het warmtebedrijf of de gemeente in de omgeving aanlegt. Dit betekent dan wel dat er een mogelijkheid moet zijn om de afgegraven grond te bewaren in de nabije omgeving.

Af- en aanvoer van grond leidt tot meer vervoersbewegingen, die -zeker in stedelijke gebieden- tijdrovend en kostbaar zijn. Dit staat nog los van de CO₂ die hiermee eventueel wordt uitgestoten en die vermeden of gecompenseerd moet worden. Bovendien kan dit ertoe leiden dat wegopbrekingen langer duren, omdat de geulen open blijven liggen totdat de grond wordt aangevoerd om de geulen vol te storten.

¹ Zie ook de standaard zoals beschreven op de Engelstalige website van Danish Road Directorate (Vejdirektoratet) (z.d.) Zie richtlijnen voor geulen: Pipe Trenches - GWS_Chapter 2: "Excavated and broken materials shall, to the greatest possible extent, be reused in their original location, since unbound materials in the pipe zone, subbase and unbound base courses must not contain detrimental quantities of plant residues, topsoil, lumps of clay or silt. Should excavated materials not be reusable in a compliant manner, materials with the same properties as those of the existing road with regard to load-bearing capacity, deformation and frost susceptibility shall be used instead."

4.2.2. In Nederland lijken ontwikkelingen in leidingen nog kansen te bieden

4.2.2.1. Twin pipes worden in Nederland nog in beperkte mate gebruikt

Twin pipes, waarbij aan- en afvoerleidingen in één gezamenlijke isolerende mantel zijn aangebracht, worden in Denemarken al ruim tien jaar veelvuldig toegepast. Ze vormen daar de standaard, behalve bij leidingen met zeer grote diameters (groter dan DN 250) of in situaties waarin extra flexibiliteit nodig is. Het belangrijkste voordeel van twin pipes is dat graafkosten worden bespaard, minder bekisting in geulen nodig is en warmteverlies wordt beperkt.

In Nederland is het gebruik van twin pipes nog relatief beperkt, ondanks dat er al langere tijd over wordt gesproken (Warmtenetwerk, 2022). Er zijn voorbeelden, zoals in Amsterdam en Groningen, maar veel partijen hebben ze niet toegepast (BouwendNederland, 2021). Redenen die worden genoemd zijn dat twin pipes in Nederland niet standaard worden aangeboden en dat er twijfel bestaat over de duurzaamheid van deze oplossing voor een levensduur van 30 tot 50 jaar. Daarnaast geven gesprekspartners aan dat het gebruik van twin pipes lastig kan zijn in gebieden met veel bestaande infrastructuur, omdat twee losse leidingen meer flexibiliteit bieden bij kruisingen.

Ook in dit project is nog geen definitief antwoord gevonden op de vraag of twin pipes in de Nederlandse context een haalbare en kostenefficiënte oplossing zijn. Om dit goed te kunnen beoordelen, lijkt een demonstratieproject noodzakelijk waarin deze techniek wordt toegepast. In Denemarken wordt nader onderzoek gedaan naar flexibiliteit en duurzaamheid, wat wellicht nog aanvullende inzichten kan opleveren.

4.2.2.2. Kunststofpijpleidingen worden in Nederland nog in beperkte mate gebruikt

Kunststofleidingen zijn in Denemarken inmiddels breed toegepast en vormen daar een belangrijk alternatief voor staal. Deze ontwikkeling is mede versneld door arbeidstekorten: kunststofleidingen zijn eenvoudiger te verwerken en vereisen slechts een korte opleiding van enkele dagen in plaats van een volwaardige lasopleiding. Daarnaast bieden ze praktische voordelen zoals een kleiner risico op elektrische schokken bij hoge grondwaterstanden en levering op lange rollen (van minstens 75 tot wel 570 meter), wat transport en installatie aanzienlijk vereenvoudigt ten opzichte van stalen leidingen die meestal in lengtes van 6, 12 of 18 meter worden geleverd.

In Nederland worden kunststofleidingen nog beperkt toegepast en dan vooral bij woningaansluitingen. Gesprekspartners noemen hogere materiaalkosten en negatieve ervaringen uit het verleden als belangrijkste redenen voor terughoudendheid. Daarnaast leeft het beeld dat kunststofleidingen niet geschikt zijn voor netten met temperaturen boven 80 °C,

terwijl in Denemarken fibre-reinforced varianten gangbaar zijn die continu temperaturen tot 95 °C en pieken tot 115 °C aankunnen.

4.2.2.3. In Nederland wordt nog weinig standaardisatie in leidingen toegepast

In Denemarken wordt gewerkt met een beperkt aantal gestandaardiseerde componenten en leidingen, die door verschillende leveranciers geleverd kunnen worden. Dit zorgt voor eenvoud in ontwerp, lagere kosten en een efficiëntere uitvoering. In de Nederlandse casussen daarentegen wordt gebruikgemaakt van uiteenlopende typen leidingen, waarbij weinig standaardisatie zichtbaar is tussen projecten. Bovendien wordt vaker gekozen voor afwijkende bochten (zie paragraaf 4.2.1.2), wat leidt tot maatwerk in verbindingstukken.

Daar komt bij dat warmtebedrijven in Nederland vaak hun eigen technische standaarden hanteren, in plaats van één uniforme standaard voor de sector. Dit resulteert in relatief kleine orders met specifieke eisen, waardoor schaalvoordelen en inkoopoptimalisatie beperkt blijven.

4.2.3. Woningaansluitingen in Denemarken zijn eenvoudiger dan in Nederland

4.2.3.1. Veel aansluitingen vinden aan de buitenzijde van de woningen plaats

Net als in Nederland is het in Denemarken gebruikelijk dat de woningaansluiting op het warmtenet wordt geplaatst op de plek van de bestaande techniek. Het grote verschil is dat het aansluitpunt in Denemarken meestal aan de buitenzijde van de woning ligt, bovengronds. Hieronder ter illustratie twee voorbeelden afkomstig van websites waarop warmtebedrijven toekomstige klanten informeren over het werkproces en de aansluiting.



Figuur 4 – Aansluiting op het warmtenet aan de buitenzijde van de woning (Greve Fjernvarme, z.d.; Naested Fjernvarme, z.d.)

De aansluiting komt via een kastje de woning binnen, waarna aan de binnenzijde een warmteafgifteset wordt geplaatst. In Denemarken hoeven warmtebedrijven daardoor meestal geen aanvullende werkzaamheden in de woning uit te voeren, anders dan het installeren van deze set op de begane grond. Bewoners zijn zelf verantwoordelijk voor eventuele aanpassingen in de woning en kunnen vaak kiezen tussen eigenaarschap of een huurmodel voor de afgifteset (DBDH, 2023). Er is geen uitgebreide opname vooraf nodig, waardoor de tijd en kosten die in Nederland gemoeid zijn met in pandige werkzaamheden in Denemarken grotendeels worden vermeden.

In Nederland wordt de aansluiting vrijwel altijd in pandig gerealiseerd, onder andere om zichtvervuiling aan de buitenzijde van woningen te voorkomen. Hoewel dit begrijpelijk is vanuit esthetisch oogpunt, kan het leiden tot hogere kosten en langere doorlooptijden, omdat in pandige werkzaamheden complexer zijn en meer afstemming met bewoners vereisen.

4.2.3.2. In appartementsgebouwen worden alle gebruikers aangesloten

In Denemarken is het uitgangspunt dat als een appartementengebouw wordt aangesloten, alle huishoudens in dit gebouw worden aangesloten op het warmtenet. Dit geldt niet alleen voor appartementengebouwen met één centrale aansluiting, maar ook voor gebouwen waarin alle woningen een individuele aansluiting hebben. Beslissingen over het al of niet aansluiten op een warmtenet worden in Denemarken normaal gesproken genomen door de vereniging van eigenaars (VvE) of woningcorporatie. Bovendien is er - met mogelijkheid voor een opt-out - een verplichting tot aansluiting en afname van alle benodigde warmte als alle verbruikers in een gebouw in totaal meer dan 250 kW verbruiken. In dit geval is er geen sprake van een opt-in, maar een opt-out: als de VvE of woningcorporatie niet wil aansluiten op het warmtenet, moeten zij onderbouwen waarom ze dit niet willen en deze onderbouwing moet door de gemeente worden geaccordeerd. Dit is echter een zeer complex proces waarvan niet vaak gebruik wordt gemaakt.

In Denemarken wordt over het algemeen gebruik gemaakt van een centraal ingangspunt met een warmtewisselaar, vrijwel altijd gecombineerd met individuele meters.

In Nederland hebben we voor appartementsgebouwen te maken met de situatie dat minimaal 70% van de bewoners moet instemmen met aansluiting op het warmtenet, omdat het ofwel gaat om woningen van een woningcorporatie, ofwel omdat er sprake is van een VvE die toestemming moet verkrijgen van de bewoners voor overstap op het warmtenet (Rijksoverheid).

Een van de casushouders vertelde zelfs over een appartementengebouw waarbij een deel van de woningen wel en een deel van de woningen niet werd aangesloten op het warmtenet.

Hierbij kon een deel van de woningen alleen worden aangesloten als er werkzaamheden werden verricht in de woningen die niet werden aangesloten. Door die woningen werden warmteleidingen gevoerd, wat ertoe leidde dat er tijdelijk een gasketel verwijderd moest worden, die later weer moest worden vervangen door een nieuwe gasketel. Het zal duidelijk zijn dat dit tot hoge kosten leidde.

4.3. Financiële en institutionele randvoorwaarden

4.3.1. Nederland biedt vooral subsidies, Denemarken een gunstig financieringskader

4.3.1.1. Er is (nog) geen integrale projectsubsidie in Nederland

Nederlandse projecten kunnen op dit moment vaak alleen gerealiseerd worden met behulp van subsidies. De wijze waarop deze subsidies zijn vormgegeven, leidt niet per definitie tot kostenefficiëntie en opbrengstoptimalisatie in projecten. Voor ieder onderdeel van het warmtenet - bron, netwerk, woningaansluiting en in pandige aanpassingen - moet apart een beroep worden gedaan op subsidies door verschillende betrokkenen bij het project. Dit is lastig, omdat de businesscase over het gehele systeem heen - van bronnen via netwerk tot en met gebruikers - wordt berekend. Bovendien is het niet zo dat als er voor het ene deel van het systeem, bijvoorbeeld de bron, subsidie wordt toegekend, de overige onderdelen ook subsidie ontvangen. Ook vindt duidelijkheid over toekenning van subsidies op verschillende momenten plaats. Dit leidt tot onzekerheid over de haalbaarheid van de businesscase en tot veel proceskosten en doorlooptijd. Hieruit volgen uiteraard ook weer hogere directe kosten (voor procesbeheersing) en indirecte kosten (vertraging leidt tot risico's ten aanzien van voltooiing).

4.3.1.2. Subsidies zijn vooral gericht op duurzame oplossingen

In Nederland wordt in het subsidiekader erg gestuurd op duurzaamheid als voorwaarde voor het verkrijgen van subsidies. Bij het bespreken van individuele casussen zagen we bijvoorbeeld warmtepompen die behoorlijk waren overgedimensioneerd, zodat ook bij -10 °C nog steeds in zoveel mogelijk duurzame warmte wordt voorzien. In Denemarken wordt de ergste piek met bijvoorbeeld een gasvoorziening afgevangen, wat leidt tot substantieel lagere investeringskosten voor het totale project. In Nederland is de subsidie echter alleen van toepassing op de duurzaam opgewekte warmte, waardoor het aantrekkelijker is om een warmtepomp te overdimensioneren, aldus enkele casushouders.

4.3.1.3. Denemarken stuurt vooral op gunstige financiering

In Denemarken worden subsidies slechts in beperkte mate verstrekt en zijn deze vooral gericht op reductie van kosten en risico's en stimuleren van innovatie. Betaalbaarheid en duurzaamheid worden niet primair via subsidies gestimuleerd, maar vooral via een gunstig

financieringskader en fiscale maatregelen. Voorbeelden hiervan zijn lagere belastingen op duurzame oplossingen en toegang tot goedkope leningen. Denemarken heeft bij de Europese Unie een uitzonderingspositie bedongen, waardoor warmtebedrijven voor 100% met door de overheid gegarandeerd vreemd vermogen kunnen worden gefinancierd (DBDH, z.d.) – iets dat in Nederland op dit moment niet mogelijk lijkt te zijn. Deze maatregelen zorgen voor een financieringskader met aanzienlijk lagere rentepercentages dan in Nederland.

4.3.2. Opbouw van netwerkkosten en -inkomsten werkt anders in Denemarken dan in Nederland

4.3.2.1. In Denemarken kan men rekenen op grootverbruikers

Eén van de werkwijzen die in Denemarken wordt gehanteerd, is om eerst alle grootverbruikers –“anchor loads”- te committeren. Hierbij zorgt de eerdergenoemde opt-out regeling ervoor dat de kans dat deze partijen aansluiten, heel groot is, omdat het gebied zo is berekend dat er een positieve business case te maken is. Zij betalen een bedrag aan aansluitkosten dat gerelateerd is aan de daadwerkelijke kosten om hun aansluiting te realiseren.

4.3.2.2. Kleinverbruikers worden tegen marginale kosten aangesloten

Nadat de grootverbruikers zijn gecontracteerd, volgen de kleinere verbruikers. Deze worden tegen marginale of minimale kosten aangesloten. Iedere verbruiker betaalt voor de eigen –wel gestandaardiseerde- aansluitkosten. Deze kosten zijn voor een deel afhankelijk van de aansluitgraad in het project, en worden vaak door middel van een intentieverklaring en daarna een formele participatie vastgelegd.

4.3.2.3. In pandige kosten inclusief de aansluitset zijn voor de verbruikers

Warmtebedrijven nemen de kosten tot en met de aansluiting voor hun rekening, maar verbruikers zijn verantwoordelijk voor de overige kosten, inclusief die van de aansluitset. De warmtebedrijven doen vaak wel een aanbod voor de benodigde aanpassingen in de woning na de aansluitset, maar de woningeigenaar bepaalt zelf of en wanneer deze op dit aanbod ingaat. Zo kan een woningeigenaar ervoor kiezen om de aanpassingen pas te (laten) doen als er toch een verbouwing gepland staat, of om de aanpassingen bijvoorbeeld zelf te doen en daarmee kosten te besparen. Dit kan ook bijdragen aan de acceptatie van de warmtetaansluiting, doordat verbruikers zelf kunnen bepalen hoe en wanneer zij de aanpassingen in de woning vormgeven.

4.3.2.4. Nieuwe klanten mogen niet tot kostenverhogingen leiden

Gebieden met een lage relatieve aansluitgraad, kunnen te maken krijgen met hogere initiële kosten, met name voor grootverbruikers. Aansluitbijdragen zijn gerelateerd aan de daadwerkelijke aansluitkosten, die normaal gesproken worden gestandaardiseerd, uitzonderingen daargelaten. Warmtebedrijven moeten bewijzen dat de tarieven gerelateerd

zijn op de daadwerkelijke kosten en dat nieuwe klanten niet tot aanvullende kosten leiden voor bestaande klanten.

4.4. Maatschappelijke context en participatie

4.4.1. Hoge aansluitgraad en historie maken participatie in Denemarken makkelijker

In Denemarken verloopt het participatietraject rondom warmtenetten doorgaans aanzienlijk vlotter dan in Nederland. Een belangrijke factor hiervoor lijkt de positievere perceptie van warmtenetten in Denemarken (Breitschopf et al., 2022). Deze Deense perceptie is gevormd door jarenlange ervaring, zichtbare voordelen in de praktijk en een breed maatschappelijk draagvlak: inmiddels is ongeveer 70% van de huishoudens aangesloten op een warmtenet. Deze brede adoptie creëert een maatschappelijke norm, waardoor besluitvorming en realisatie van projecten efficiënter verlopen. Hoewel participatie ook in Denemarken essentieel blijft, kost het in Nederland doorgaans meer tijd en moeite om voldoende draagvlak te creëren, mede door een negatievere perceptie.

In Denemarken wordt doorgaans besloten tot aanleg van een warmtenet wanneer ongeveer 60% van de huishoudens zich committeert. De ervaring leert dat dit percentage tijdens de aanleg vaak nog toeneemt, en op de lange termijn nog verder stijgt. Dit vertrouwen in het systeem maakt het mogelijk om sneller besluiten te nemen en projecten te realiseren.

In Nederland vergen participatietrajecten meer tijd, energie en middelen, wat direct invloed heeft op de businesscase van projecten. Vertrouwen moet hier vaak nog worden opgebouwd, wat leidt tot hogere proceskosten en langere doorlooptijden.

4.4.1.1. In Denemarken was en is het volloopprijsco kleiner dan in Nederland

In Denemarken is er historisch gezien een duidelijk onderscheid gemaakt tussen gebieden waar gasvoorzieningen lagen en die waar warmtenetten lagen of werden gerealiseerd. Het alternatief voor een warmtenet was dus vrijwel altijd geen gasaansluiting, maar een biomassa boiler of een warmtepomp.

Met name in de jaren '70 en '80 van de vorige eeuw, gold er in Denemarken een aansluitplicht. Formeel was er geen aansluitplicht voor woningen, maar in praktijk ontvingen gemeenten alleen subsidies als ze in de voorwaarden voor realisatie van het warmtenet opnamen dat huishoudens en andere gebruikers verplicht meebetaalden. Als ergens een warmtenet werd gerealiseerd, konden individuele huishoudens wel afzien van een aansluiting, maar werden zij alsnog verplicht om wel bij te dragen aan de kosten van realisatie van het warmtenet. Deze aanlegkosten werden namelijk verdeeld over alle huishoudens en andere gebruikers. Als ze niet wilden aansluiten op het warmtenet betaalden huishoudens dubbele lasten, zowel voor het warmtenet als voor hun alternatieve voorziening. Vrijwel niemand deed dit, waardoor er snel veel aansluitingen op het warmtenet werden gerealiseerd en het volloopprijs voor woningen beperkt was. Tot 2019 konden gemeenten gebruik maken van deze maatregel, hoewel dat in praktijk zelden meer werd gedaan na het eind van de vorige eeuw.

Een aansluitplicht met een opt-out mogelijkheid die ook na 2019 is blijven gelden, is die voor verbruikers met een vermogen vanaf 250 kW. Als ergens een warmtenet wordt gerealiseerd, zijn alle verbruikers met een vermogen van 250 kW of meer verplicht om aan te sluiten op dit warmtenet en om warmte af te nemen. Alleen als zij kunnen aantonen dat er een maatschappelijk duurzamer of goedkoper alternatief is, kunnen ze een beroep doen op de opt-out. Het kan gaan om individuele panden met een verbruik van 250 kW of meer, maar ook om appartementsgebouwen, of bijvoorbeeld een blok van naast- of bovengelige woningen die eigendom zijn van één eigenaar, waarvan het opgetelde verbruik deze grens haalt. Deze aansluit- en afnameregeling met opt-out voor grote verbruikers zorgt voor een gegarandeerde afname en vergemakkelijkt de businesscase voor nieuwe warmtenetten in Denemarken.

De discussie over aansluitplichten raakt aan een fundamentele spanning tussen individuele keuzevrijheid en het collectieve belang van een efficiënte warmtevoorziening. De wijziging in 2019 was bedoeld om meer flexibiliteit aan kleinverbruikers te bieden en duurzame alternatieven niet te blokkeren. Daarmee kwam men tegemoet aan kritiek dat een harde aansluitplicht niet meer past in een energiemarkt waarin meerdere CO₂-arme oplossingen beschikbaar zijn.

Tegelijkertijd waarschuwden tegenstanders dat het loslaten van verplichtingen kan leiden tot hogere kosten voor de resterende gebruikers en een minder robuuste businesscase voor warmtenetten. In Nederland speelt een vergelijkbare discussie. Vanuit maatschappelijk oogpunt is het wenselijk om warmtenetten voldoende dichtheid te geven, maar tegelijkertijd wordt veel waarde gehecht aan keuzevrijheid voor bewoners en bedrijven. In dit onderzoek is dit niet onderzocht, maar hier lijkt ook een cultureel verschil een rol te spelen: volgens de Deense

gesprekspartners wordt in Denemarken niet aansluiten soms gezien als het inperken van de mogelijkheden voor mensen die wel graag willen aansluiten. Er is immers geen gasaansluiting beschikbaar in de betreffende gebieden, dus als er geen warmtenet wordt gerealiseerd, is men veroordeeld tot individuele oplossingen. Idealiter valt de keuze die voor het individu het meest aantrekkelijk is samen met de oplossing die maatschappelijk gezien het beste is, zodat zowel draagvlak als efficiëntie worden geborgd.

4.4.1.2. Het aandeel in de investering kan worden verrekend bij opzegging

Als gebruikers in Denemarken hun aansluiting op een warmtenet beëindigen, kan hun aandeel in de investering in het warmtenet met hen worden verrekend. Als het warmtebedrijf bijvoorbeeld nog een lening heeft uitstaan, wordt het bedrag van deze lening verdeeld over het aantal gebruikers en het aantal jaren en wordt het nog 'af te lossen bedrag' voor de betreffende gebruiker als opzegkosten in rekening gebracht. Het kan zijn dat er dan geen kosten meer resteren en dat er dus (vrijwel) geen opzegkosten in rekening worden gebracht, maar het kan ook zo zijn dat er nog duizenden euro's betaald moeten worden als opzegkosten. De kosten verbonden aan het risico van opzegging worden dus bij de gebruikers neergelegd.

Dit mechanisme voorkomt een zogenoemde death spiral, waarbij het vertrek van gebruikers leidt tot hogere tarieven voor de achterblijvers, waardoor nog meer gebruikers vertrekken. Dit risico is met name groot bij kostengebaseerde tarieven. Tegelijkertijd betekent het ook dat de opzegkosten hoog kunnen zijn wanneer er iets misgaat bij een warmtebedrijf, waardoor consumenten zich in de praktijk "gevangen" kunnen voelen in het systeem.

Hoewel bovenstaande regeling bestaat, wordt deze in praktijk niet vaak ingezet. Opzeggingen zijn uitzonderlijk en in de meeste gevallen kan de afsluiting plaatsvinden met alleen verrekening van de directe kosten van installaties. Alleen als de vertrekkende gebruiker wordt gezien als een partij met een behoorlijke impact, wordt deze gedwongen om de eigen bijdrage in de schuld te voldoen bij afsluiting. Deze situatie doet zich vrijwel alleen voor bij kleine warmtenetten.

In het vorige hoofdstuk werden de bevindingen uit de gesprekken en de werksessie gedeeld. Uit het onderzoek komt een aantal aanknopingspunten voor verbetering van de situatie in Nederland naar voren.

5.1. De rol van warmtenetten in het energiesysteem

In Denemarken zijn duidelijke keuzes gemaakt over de rol van warmtenetten in het energiesysteem, niet alleen als bron van verwarming van ruimtes en tapwater, maar ook als mogelijkheid om flexibiliteit te bieden in het energiesysteem en om overschotten aan duurzame elektriciteit te kunnen benutten voor warmte. Korte termijn warmteopslag (zoals TTES) wordt bijvoorbeeld in Nederland nog weinig toegepast, terwijl dit in Denemarken gangbaar is. Dit leidt tot meer integraliteit in ontwerpen en kosten en opbrengsten van elektriciteits- en warmtenetten. Deze rollen kan warmte ook spelen als onderdeel van het Nederlandse energiesysteem. Dit vraagt dan om een integrale blik op energiedragers en –infrastructuur, waarbij opslagmogelijkheden, regelgeving, marktrollen, contractvorming, differentiatie van elektriciteitsstarieven, en dergelijke hierop worden aangepast.

5.2. De schaal waarop wordt gedimensioneerd

Warmtenetprojecten kunnen worden opgezet vanuit verschillende vertrekpunten: vanuit een beschikbare warmtebron, of vanuit een gebiedsgerichte visie op de stad of gemeente. In Nederland wordt vaak begonnen bij de bron, terwijl in Denemarken vaker wordt uitgegaan van een toekomstbeeld op wijk- of stadsniveau. Dit biedt ook meer zicht op de pijplijn aan werk en dus mogelijke leereffecten voor uitvoerende partijen, in tegenstelling tot de project-voor-projectaanpak die vaak in Nederland wordt gehanteerd. In de praktijk is het vinden van een goede balans essentieel: het project moet nu haalbaar zijn, maar ook ruimte bieden voor toekomstige uitbreiding en verduurzaming. Die balans lijkt in de onderzochte Nederlandse casussen anders te liggen dan in Denemarken.

5.3. Financiële en institutionele aanknopingspunten

5.3.1. Financieringskader en rentepercentages

In Denemarken worden projecten gefinancierd met 100% vreemd vermogen met overheidsgarantie tegen 2-3% rente. Op dit moment lijkt dit tegenstrijdig te zijn met staatssteunregels in Nederland, maar het lijkt belangrijk om te verkennen wat de mogelijkheden zijn, gezien de impact die een lager rentepercentage kan hebben op financieringskosten en daarmee totale kosten.

5.3.2. Afschrijvingstermijnen en investeringszekerheid

Op dit moment is het uitgangspunt in Nederland om een afschrijvingstermijn van 30 jaar aan te houden. In Denemarken is recent besloten om tot 45 jaar afschrijvingstermijn te hanteren op pijpleidingen. Er liggen verbeterkansen in Nederland op dit gebied, bijvoorbeeld door te kijken naar ervaringen in Denemarken, maar ook naar ervaringen met netten die al langer in gebruik zijn in Nederland.

5.3.3. Subsidiestructuur en samenhang tussen regelingen

Nederlandse projecten zijn sterk afhankelijk van subsidies (zoals SDE++ en WIS), die soms leiden tot suboptimale keuzes vanwege CO₂-criteria of technische eisen. De huidige subsidiemethodiek in Nederland lijkt erop gericht om duurzame keuzes te stimuleren. Tegelijkertijd lijkt dit het gebruik van een gebalanceerde bronnenmix — bijvoorbeeld met een beperkte inzet van gas voor piekbelasting — te ontmoedigen. Dit kan leiden tot hogere investeringskosten en een minder robuuste businesscase dan gewenst. Hier liggen dus verbeterkansen.

De hoeveelheid aan subsidies in Nederland, het feit dat deze aan verschillende partijen op verschillende momenten worden uitgekeerd en dat er niet per se samenhang in aanvragen is, maakt financiering van businesscases extra complex. Er liggen verbeterkansen op dit gebied, die ook al door het ministerie van KGG zijn onderkend; er wordt gewerkt aan een overkoepelende subsidie in plaats van een aantal losse subsidies.

5.3.4. Aansluitplicht voor grootverbruikers: als instrument voor businesscase-versterking en risicobeheersing

In Denemarken was aansluiting op het warmtenet lange tijd verplicht, en aansluiting is voor grote verbruikers nog steeds de regel, onder voorbehoud van een opt-out. Dit versnelt het participatieproces, maar beperkt de keuzevrijheid. Deze aanpak werkt alleen als de aansluiting als aantrekkelijk wordt ervaren — anders ontstaat weerstand. In Nederland hechten we sterk aan keuzevrijheid, maar dit leidt tot lange participatietrajecten, mede doordat het beeld van warmtenetten nog niet altijd positief is.

De in Denemarken gehanteerde aansluitplicht met opt-out voor grote verbruikers is een model dat ook in Nederland behulpzaam kan zijn om businesscases voor warmtenetten rond te krijgen. Dit kan voor de betreffende gebruikers leiden tot hogere energiekosten. Wellicht kunnen zij

hiervoor gecompenseerd worden met een hogere belastingkorting, of kan een opt-out leiden tot een lagere belastingkorting.

5.4. Technische verbeterkansen

Het onderzoek laat zien dat er verbeterkansen liggen als het gaat om het benutten van innovaties in leidingen, het hanteren van meer eenduidige afspraken over netontwerp en meer onderwerpen. Aanvullend zijn er verbeterkansen ten aanzien van standaardisering van materiaal, afspraken met aannemers, fabrikanten en installateurs.

5.5. Procesmatige verbeterkansen

In Nederland zijn veel kosten gemoeid met aanpassingen in woningen, terwijl dit in Denemarken over het algemeen minder het geval is. Een belangrijke reden is dat het afgiftepunt daar dichterbij de aansluiting ligt. Daarnaast is er een duidelijke splitsing van werkzaamheden: aanpassingen die niet direct noodzakelijk zijn voor de aansluiting op het warmtenet worden gescheiden van maatregelen die leiden tot een optimaler of lager warmteverbruik. Ook is er een onderscheid in rollen en verantwoordelijkheden. In Denemarken ligt de primaire verantwoordelijkheid bij de woningeigenaar, al kan het warmtebedrijf hierbij een ondersteunende rol spelen. Tot slot lijkt er meer sprake te zijn van standaardisering van woningaansluitingen. Dit is wel afhankelijk van de mogelijkheden binnen de woningen, maar het biedt aanknopingspunten voor verbeteringen in de Nederlandse aanpak van woningaansluitingen.

Uit het voorliggende onderzoek blijkt ook dat er verschillen zijn in eisen vanuit gemeenten, meer dan in Denemarken het geval lijkt te zijn. Diepteligging en routing van leidingen worden bijvoorbeeld sterk beïnvloed door lokale regelgeving en bestaande infrastructuur. Dit leidt tot vertragingen en hogere kosten. Eisen vanuit gemeenten hebben een behoorlijke invloed op de kosten van aanleg van warmtenetten. Meer eenduidige lokale regels dragen niet alleen bij aan kansen voor kostenbesparingen, maar ook aan vergemakkelijking en versnelling van ontwerp, vergunningaanvraag en meer. Een verbeterkans is dus om te komen tot meer eenduidigheid om zo efficiënt mogelijk te kunnen aanleggen. Hierbij is de suggestie om onderscheid te maken tussen (Z)LT en MT en transport- en distributieleidingen. Punten waarop meer eenduidigheid gewenst is en die specifiek genoemd zijn, zijn onder andere: diepte van aanleg, degeneratiekosten (herstelkosten), begrippenbank om meer helderheid in uitvragen en interpretatie daarvan te realiseren, warmteprofielen/straatprofielen voor warmte uitwerken en warmteprofielen in het handboek kabels en leidingen opnemen. Tenslotte is het belangrijk om warmte als nutsvoorziening in de boeken te krijgen bij gemeenten, omdat dit mogelijk zaken rondom vergunningverlening makkelijker maakt.

5.6. Beeldvorming en maatschappelijke acceptatie

Het was al duidelijk en ook in dit onderzoek kwam het weer naar voren: er is werk te doen ten aanzien van de beeldvorming over warmtenetten in Nederland. Hierbij helpt het als er een gevoel van urgentie is, als net zoals in Denemarken solidariteit en een gevoel 'het is van ons' gestimuleerd kan worden. Ook kunnen een duidelijke visie vanuit de diverse overheden op de rol van warmte in het energiesysteem, delen van ervaringen van (tevreden) gebruikers van warmte en een introductiecursus over stadswarmte wellicht bijdragen aan een realistische beeldvorming over warmtenetten. Verbeterkansen liggen niet zozeer in het starten van een nieuwe groep of een nieuw initiatief, eerder in het combineren en aanvullen van bestaande activiteiten gericht op beeldvorming.

Aanbevelingen: lessen uit Denemarken voor toekomstig Nederlands beleid

De in het vorige hoofdstuk geschetste verbeterkansen, worden in dit hoofdstuk vertaald naar concrete aanbevelingen. Deze aanbevelingen worden gegroepeerd naar de in hoofdstuk 4 gebruikte indeling:

- Aanpak en visie
- Financiële en institutionele randvoorwaarden
- Techniek en uitvoering
- Maatschappelijke context en participatie
- Overige

6.1. Aanpak en visie

- Het is belangrijk om voordat een project wordt afgebakend, verschillende scenario's uit te werken voor bijvoorbeeld de kortere en langere termijn, verschillende temperatuurregimes, mogelijke uitbreidingen qua omvang en bronnen en welke partij wat financiert op welk moment. Zo is er duidelijkheid over de rol van dit project in een groter geheel waardoor er tegelijkertijd meer zicht is op een pijplijn van projecten voor uitvoerende partijen.
- Stimuleer de toepassing van warmteopslag, ook in kleinere netten. Maak opslag expliciet onderdeel van subsidiecriteria en ontwerpstandaarden. Versimpel vergunningstrajecten voor bovengrondse opslag in industriële zones.

6.2. Financiële en institutionele randvoorwaarden

- Herzie subsidieregelingen zodat ze flexibiliteit bieden in scenario-ontwerp en technische keuzes (bijvoorbeeld gefaseerde verduurzaming). Zorg dat CO₂-reductie over de levensduur wordt meegewogen, niet alleen op korte termijn. Focus in eerste instantie op de bijdrage aan betaalbaarheid.
- Verken de mogelijkheid om net als in Denemarken, gebruik te maken van 100% vreemd vermogen met overheidsgarantie tegen lagere rentepercentages voor de financiering van het warmtenet.
- Onderzoek of het mogelijk en wenselijk is om de afschrijvingstermijn voor de leidingen te verhogen van 30 naar 45 jaar.

6.3. Techniek en uitvoering

- Onderzoek waar eventueel twin leidingen en in ieder geval kunststofleidingen (zoals PEX of Culpex) wél toepasbaar zijn, met name bij lagere temperaturen en kleinere diameters. Versnel standaardisatie en certificering om kosten te verlagen en installatie te versnellen.
- Versnel de inzet van technieken die minder gespecialiseerde arbeid vereisen, zoals kunststofleidingen met persverbindingen. Investeer in opleidingen en certificeringstrajecten, ook voor buitenlandse arbeidskrachten.
- Werk aan een document met een aantal afspraken of richtlijnen rondom onderwerpen zoals druk, en temperatuurregimes voor ZLT, LT en MT.
- Kijk of het wenselijk is om de woningaansluiting op een andere wijze te realiseren dan nu het geval is. In Denemarken vindt deze veelal bovengronds plaats. Ook is het aanbod aan de klant gestandaardiseerd met de optie om nu of later zelf aanpassingen te laten maken. Dit versnelt het aansluitproces en kan veel kosten besparen.
- Harmoniseer regelgeving tussen gemeenten waar mogelijk. Ontwikkel een nationaal kader voor minimale dieptes en afstandsnormen, met indien nodig ruimte voor lokale afwegingen.
- Stimuleer samenwerking tussen netbeheerders, gemeenten en aannemers om risico's gezamenlijk te beheersen.

6.4. Maatschappelijke context en participatie

- In Denemarken is er lange tijd sprake geweest van een aansluitplicht in gebieden die aangewezen waren voor warmtenetten, en onder voorbehoud van een opt-out is het uitgangspunt nog steeds dat grootverbruikers aansluiten. In Nederland is er sprake van een opt-in en keuzevrijheid. Dit verschil heeft grote gevolgen voor de snelheid en haalbaarheid van projecten. Er is geen eenduidige aanbeveling, maar het is belangrijk om dit verschil te erkennen en mee te nemen in beleidskeuzes en communicatie.
- Onderzoek of warmtenetten als nutsvoorziening kunnen worden gepositioneerd, net zoals dit in Denemarken het geval is. In Denemarken is dit juridisch verankerd, waardoor warmtebedrijven non-profit werken en publieke waarden centraal staan. In Nederland

gebeurt dit niet in de Wet collectieve warmte, maar de wet biedt wel ruimte om publieke waarden expliciet te borgen bij de inrichting van warmtenetten, bijvoorbeeld via gemeentelijke regie, transparantie en participatie. Dit versterkt het vertrouwen en sluit aan bij de principes van een nutsvoorziening. Wellicht biedt dit mogelijkheden om bij hantering van gemeentelijke regels warmtenetten een vergelijkbare positie te geven als andere nutsvoorzieningen.

- Werk met alle partijen gezamenlijk aan de beeldvorming rondom warmtenetten. Een betrouwbaar en betaalbaar aanbod is uiteraard het allerbelangrijkste. Ook als dat er is, is het belangrijk dat potentiële gebruikers een realistisch beeld krijgen van warmtenetten en dat zij niet alleen over de negatieve aspecten worden geïnformeerd

6.5. Overige punten

- Begrippen als top-down, bottom-up, kleinschalig of grootschalig, hoge en lage temperaturen worden in Nederland en Denemarken verschillend geïnterpreteerd. Waar in Denemarken top-down vaak gemeentelijke regie betekent, wordt dat in Nederland eerder geassocieerd met landelijke sturing, terwijl gemeenten en coöperaties juist als bottom-up worden gezien. Deze verschillen in taalgebruik kunnen leiden tot misverstanden en verkeerde conclusies in discussies of beleidsvorming. Het is daarom belangrijk om expliciet te maken wat men bedoelt.

Het werk dat in Nederland wordt verricht aan warmtenetten verdient grote waardering, gegeven de complexe kaders waarin deze projecten tot stand komen. Tegelijkertijd blijkt uit de vergelijking met Denemarken dat die kaders op belangrijke punten verschillen — en dat dit invloed heeft op de keuzes die worden gemaakt, de kostenstructuur en uiteindelijk de betaalbaarheid van warmte.

Veel van deze kaders liggen op het niveau van de nationale overheid, zoals subsidies en regelgeving, maar ook gemeenten spelen een belangrijke rol, bijvoorbeeld in lokale regelgeving, vergunningstrajecten en ruimtelijke inpassing. Als we op grotere schaal warmtenetten willen uitrollen, is het belangrijk om de overgang te maken van kaders voor alleenstaande projecten naar het opzetten van een grootschalige en langdurige infrastructuur om projectimplementatie te faciliteren.

Daarnaast zijn er ook zaken die de sector zelf kan oppakken, bijvoorbeeld ten aanzien van de ogenschijnlijke terughoudendheid rond het gebruik van kunststof- en twin-leidingen, of standaardisatie van materiaalkeuzes. Belangrijk, want een volwassen sector met meer standaardisatie, gedeelde leerervaringen en vertrouwen in nieuwe technieken kan bijdragen aan kostenreductie en een snellere uitrol.

De uitdaging ligt nu vooral in de spelregels, terwijl er daarnaast nog optimalisaties mogelijk zijn in techniek en uitvoering. De technische kennis en expertise om deze verbeteringen door te voeren zijn aanwezig. Tijdens de werksessie was er veel enthousiasme voor het oppakken van verbeterpunten. Stichting Warmtenetwerk en Nieuwe Warmte Nu werken graag samen met alle stakeholders aan verdere verbeteringen.

Dankwoord

Dit document had niet tot stand kunnen komen zonder de medewerking van alle casushouders, de experts van COWI en Danish Energy Agency, alle deelnemers aan de werksessies en de collega's van Stichting Warmtenetwerk en Nieuwe Warmte Nu/TNO. Zij stelden hun tijd, ervaringen, kennis, voorbeelden en documentatie ter beschikking. De onderzoekers danken alle betrokkenen nogmaals hartelijk voor hun hulp.

Begrippenlijst

Bbk	Besluit bodemkwaliteit	TEA	Thermische energie uit afvalwater
Bal	Besluit activiteiten leefomgeving	TEO	Thermische energie uit oppervlaktewater
DEA	Danish Energy Agency	TKI	Topconsortium voor Kennis en Innovatie
DEI	Demonstratie Energie- en Klimaatinnovatie	TTES	Tank thermal energy storage
ISDE	Investeringsubsidie Duurzame Energie	Wcw	Wet collectieve warmte
MOOI	Missiegedreven Onderzoek Ontwikkeling en Innovatie	Wgiw	Wet gemeentelijke instrumenten warmtetransitie
NPLW	Nationaal Platform Lokale Warmtetransitie	WIS	Wet Investeringsubsidie duurzame warmte-infrastructuur
NWN	Nieuwe Warmte Nu	WKK	Warmtekrachtkoppeling
PAW	Programma Aardgasvrije Wijken	WKO	Warmtekoedeopslag
RVO	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland		
SDE++	Stimulering Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie		
SAH	Stimuleringsregeling aardgasvrije huurwoningen		
SVVE	Subsidieregeling verduurzaming voor verenigingen van eigenaars		
SWN	Stichting Warmtenetwerk		

Bronvermeldingen

BouwendNederland. (2021). *Van één gasleiding aanleggen naar twee (warmte)leidingen*. www.bouwendnederland.nl/nieuws/algemeen/van-een-gasleiding-aanleggen-naar-twee-warmte-leidingen. Geraadpleegd op 25 november 2025.

Breitschopf, B., Billerbeck, A., Preuß, S., & Horian, S. (2022). *Perception of district heating in Europe: A deep dive into influencing factors and the role of regulation*. Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI. www publica.fraunhofer.de/entities/publication/e825b2ec-5dc8-4490-a475-2c6ce6325513.

CBS. (2025). *Energieverbruik particuliere woningen; woningtype en regio's*. www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/81528NED.

Danish Road Directorate (Vejdirektoratet). (z.d.) *Pipe Trenches – GWS Chapter 2*. <https://en.vejregler.dk/>. Geraadpleegd op 25 november 2025.

Dansk Standard. (2015). *DS 475:2012 - Norm for etablering af ledningsanlæg i jord*. www.ds.dk/da/nyhedsarkiv/2015/11/ledningsejere?srsId=AfmBOooWyzJYpxt79LPO9p6jnlFfktgv6eJX_ggoQEccrJFWfLoc8v_U

DBDH. (z.d.) *District Heating in Denmark*. www.dbdh.org/all-about-district-energy/district-heating-in-denmark/. Geraadpleegd op 23 oktober 2025.

DBDH (2023), *What is the right price – for connecting to DH?* www.dbdh.org/what-is-the-right-price-for-connecting-to-dh/#:~:text=The%20benefits%20of%20service%20agreements,costs%20of%20the%20service%20agreement

Greve Fjernvarme. (z.d.) www.grevefjernvarme.dk. Geraadpleegd op 25 november 2025.

Huygens, A., Janssen, J. (2023). *A comparison of heating markets: what the dutch can learn from the danish*. In Oxford Energy Forum: A Quarterly Journal for Debating Energy Issues and Policies (No. 135). Oxford: The Oxford Institute for Energy Studies.

IEA. (z.d.) www.iea.org/countries/denmark/electricity. Geraadpleegd op 23 oktober 2025.

IPO. (z.d.) *Graven voor aanleg en onderhoud van kabels en leidingen*. www.iplo.nl/thema/toepassing-regels-praktijk/kabels-leidingen/graven-aanleg-kabels/. Geraadpleegd op 25 november 2025.

IPO. (z.d.) *Regelgeving hergebruik bouwstoffen, grond en baggerspecie*. www.iplo.nl/thema/bodem/regelgeving/hergebruik-bouwstoffen-grond-of-baggerspecie/regelgeving-hergebruik-bouwstoffen-grond/. Geraadpleegd op 25 november 2025.

Janssen, J., Huygens, A. & Maas, N. (2021). *Leren van de Denen - Tips uit Denemarken voor de Nederlandse warmteprojecten*. TNO en Provincie Utrecht.

Klimaatakkoord. (2019). *Klimaatakkoord*. Den Haag: Rijksoverheid. www.klimaatakkoord.nl/

Naested Fjernvarme. (z.d.) www.naestedfjernvarme.dk/ny-kunde/installationsforloeb/. Geraadpleegd op 25 november 2025.

PBL, TNO, CBS, RIVM (2025), *Klimaat- en Energieverkenning 2025*.

ProRail. (2021). *Spoorkruising derden*, RLN00427-2. www.prorail.nl/siteassets/homepage/samenwerken/leveranciers/documenten/rln00427-2-v001.pdf

Retsinformation. (z.d.) *Bekendtgørelse om pålagt tilslutning til kollektive varmeforsyningsanlæg og forbud mod visse opvarmningssystemer – Kapitel 2 Tilslutnings- og forblivelsespligt*. www.retsinformation.dk/eli/lta/2022/705. Geraadpleegd op 25 november 2025.

Rijksoverheid. (z.d.) *Wat zijn mijn rechten bij renovatie van mijn huurwoning?* www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/woning-huren/vraag-en-antwoord/wat-zijn-mijn-rechten-bij-renovatie-van-mijn-huurwoning#:~:text=Uw%20overhuurder%20mag%20niet%20zo,minimaal%2070%25%20van%20de%20huurders. Geraadpleegd op 23 oktober 2025.

RVO. (2025), *Overzicht: duurzaamheid warmtenetten in 2024*. www.rvo.nl/sites/default/files/2025-10/Overzicht-duurzaamheid-warmtenetten-in-2024.pdf

Salite, D., Miao, Y. & Turner, E. (2024). *A comparative analysis of policies and strategies supporting district heating expansion and decarbonisation in Denmark, Sweden, the Netherlands and the United Kingdom—lessons for slow adopters of district heating*. Environ Sci Pol, 161, Article 103897, 10.1016/j.envsci.2024.103897

State of Green. (2024). *DISTRICT ENERGY The backbone of a flexible, resilient and efficient energy system Version 1.0*. www.dbdh.org/wp-content/uploads/2024/11/SoG_WhitePaper_DistrictEnergy2024_210x297_Vo9.pdf

Statistics Denmark. (2025). *BOL102: Dwellings by county, type of resident, type of dwelling, year of construction, heating, toilet facilities, bath facilities and kitchen facilities*. www.statbank.dk/BOL102

TNO & Ramboll. (2022). *Cost drivers in district heating: Comparison of CAPEX costs between the Netherlands and Denmark*. www.publications.tno.nl/publication/34640471/rVMnP1/tno-2022-cost.pdf

Warmtenetwerk. (2022), *Twinleidingen hebben de toekomst!* www.warmtenetwerk.nl/nieuws/item/twinleidingen-hebben-de-toekomst/