

## Leren van de Denen

### Tips uit Denemarken voor de Nederlandse warmteprojecten



*Foto: Assens Fjernvarme: Luchtwarmtepompen en zonnepanelen als lokale bron*

November 2021

Jacob Janssen  
Annelies Huygen  
Nienke Maas

Met dank aan Peter Felix (Heuvelrug Wonen), Boy Zelle (de Bilt), Marinus Jan Veltman (Utrechtse Heuvelrug), Niek Habraken (Kleurrijk Wonen), Esther Engelen en Marianne Dijk (provincie Utrecht)

## Tips uit Denemarken voor de Nederlandse warmteprojecten

### *Inleiding*

Wat zien Denen als zij de warmtenetten in Nederland bestuderen? Deze vraag stond onder meer centraal in een project van de Provincie Utrecht, met een aantal Utrechtse warmteprojecten (Utrechtse Heuvelrug, de Bilt en coöperatie Kleurrijk Wonen) met partijen uit Denemarken (het Deense Energieagentschap DEA en de Deense ambassade in Nederland) en TNO.

De gemeentes hebben contact gehad met de Denen in de periode dat zij bezig waren met het doen van PAW-aanvragen. De Deense partners observeerden hierbij dat bepaalde praktijken, die in Denemarken standaard worden toegepast en daar hun nut bewezen hebben, in Nederland (nog) niet gangbaar zijn. Deze bijdrage gaat over deze zogenaamde tips of “take aways”. Ze betreffen het aantal bronnen op een warmtenet, de aanpassing van het aanbod op de vraag en de planning van de productie, het drukken van de kosten en de participatie van gebruikers.

### *Achtergrond: Denemarken als voorloper*

Denemarken is een voorloper op het gebied van warmtenetten. Sinds de oliecrisis van 1973 staan ze er prominent op de agenda. Inmiddels heeft meer dan 64% van het aantal huishoudens een aansluiting, tegenover minder dan 6% in Nederland.

Vergeleken met Nederland is de Deense warmtevoorziening ook duurzaam. In Nederland komt slechts 36,5% van de warmte van warmtenetten uit duurzame bronnen, waarbij de breedst mogelijke interpretatie van duurzaam is gekozen, inclusief de biogene afvalfractie in AVI's en biomassa (ECW, 2020). Restwarmte valt hier echter buiten en wordt meegenomen bij fossiel. 63,5% is derhalve afkomstig van fossiele bronnen. In Denemarken is de situatie min of meer omgekeerd. Volgens Deense tellingen is 63% van de gebruikte warmte afkomstig uit duurzame bronnen.

Denemarken is inmiddels druk doende om de aanvoertemperaturen van de warmte te verlagen en de netten te moderniseren. Daarbij is ook aandacht voor de gebruikers. Zo is er inmiddels veel onderzoek gedaan naar manieren om oudere woningen tegen lage kosten geschikt te maken voor lage temperatuur verwarming. Ingrijpende renovatie hoeft niet nodig te zijn, als de installaties goed worden ingesteld. Voorts kent Denemarken een aantal toonaangevende projecten met nieuwe, moderne warmtesystemen, zoals in Albertslund, Aarhus en Hoje Taastrup (Sonderby).

Daarnaast zijn er in Denemarken veel coöperatieve warmtenetten. In totaal zijn er meer dan 400 warmtebedrijven, waarvan ongeveer 340 in handen zijn van coöperaties van burgers. De andere warmtenetten zijn vooral in handen van gemeenten. In Nederland zijn veel minder warmtebedrijven actief: 5 grote bedrijven voorzien meer dan 85% van de markt. Coöperaties komen maar moeizaam van de grond, onder meer doordat financiering heel lastig is.

Tot voor kort was Nederland een gasland en was er weinig aandacht voor warmte. Dit wordt anders, het land wil afstappen van gas en warmtenetten kunnen daarbij een belangrijke rol spelen. Om deze omslag te maken kan Nederland veel leren van Denemarken.

## 1. Verschillende bronnen op het warmtenet

Nederland ontwerpt nog steeds nieuwe warmtenetten met één of twee grote bronnen, bijvoorbeeld een afvalverbrandingscentrale, een datacenter of industriële restwarmte. De Deense praktijk richt zich op een combinatie van méér verschillende bronnen op één warmtenet en een optimalisatie van deze bronnen. Het gaat dan bijvoorbeeld om een combinatie van elektrische bronnen (warmtepompen, windmolens), warmtekrachtkoppeling, verschillende vormen van biomassa, (bio)gas en zonnewarmte. Daarbij hoort ook opslag van warmte.

Een diversiteit aan bronnen bevordert op verschillende manieren de duurzaamheid en verlaging van kosten. Zo zijn elektriciteitsprijzen steeds vaker negatief, als het hard waait en de zon schijnt. Wie op zulke momenten elektriciteit omzet in warmte, bijvoorbeeld in een elektrische boiler of met een warmtepomp, of de warmte opslaat, krijgt geld toe: het warmtebedrijf kan zo verdienen met de productie van warmte. Warmtekrachtcentrales kunnen worden uitgezet als de elektriciteitsprijzen te laag zijn. Ze hoeven dan niet te draaien om alléén warmte te produceren, wat minder duurzaam is en ook relatief duur. De duurzaamheid en rentabiliteit van WKK-centrales stijgt hierdoor<sup>1</sup>. Maar dan zijn er wél alternatieve warmtebronnen of opslag nodig voor de momenten dat de elektriciteit niet gebruikt wordt omdat de elektriciteitsprijzen laag of negatief zijn.

Met een groter aantal bronnen kan Denemarken de voorziening stap voor stap verduurzamen: de meest vervuilende bronnen worden uitgeschakeld en vervangen door duurzame(r) bronnen. Bij een warmtenet dat draait op één of twee grote bronnen is een geleidelijke overgang naar duurzame bronnen veel lastiger<sup>2</sup>.

Figuur 1 laat de ontwikkeling van warmtebronnen in Denemarken door de tijd zien. In 1994 was in Denemarken nog ongeveer 75% afkomstig van fossiele bronnen. In 2019 was nog maar 37% van de bronnen fossiel

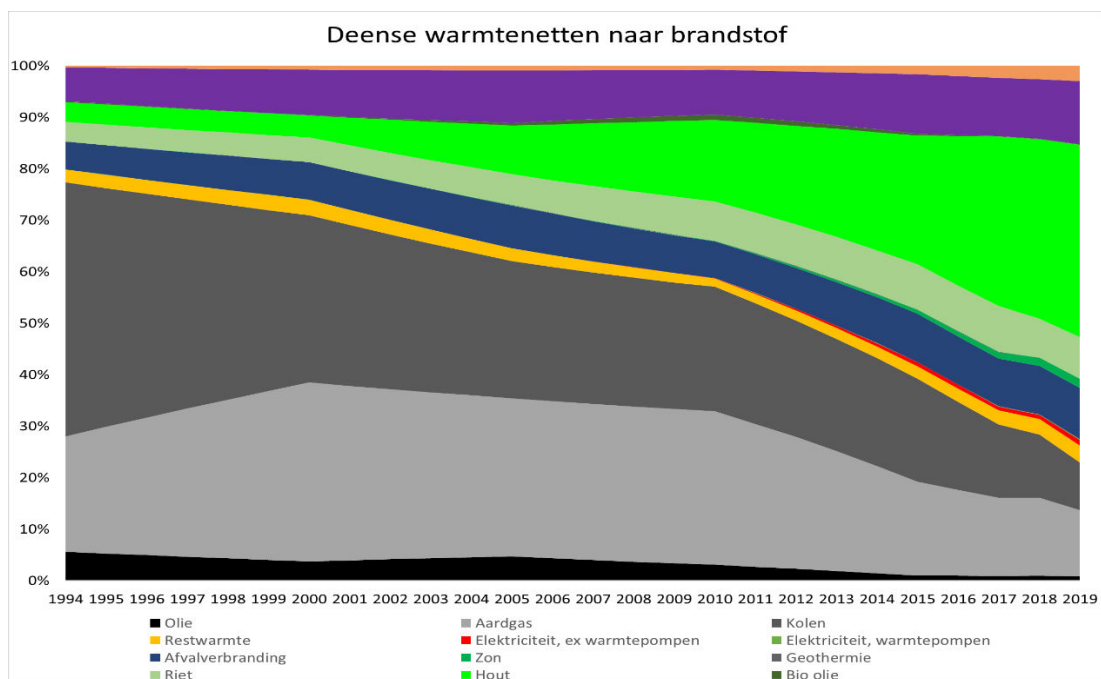
De geleidelijke overstap op duurzame(r) bronnen is te zien in onderstaande figuur. Zo wordt er steeds meer gebruik gemaakt van warmte uit zonnecollectoren. Over biomassa zijn er, net als in Nederland, discussies. Biomassa werd aanvankelijk gebruikt om steenkool te vervangen. Nu wordt het beschouwd als een transitiebrandstof op weg naar duurzame(r) bronnen. In veel systemen wordt biomassa nu al vervangen door grote warmtepompen en de verwachting is dat deze trend de komende jaren veel sneller zal gaan. Tot die tijd wordt biomassa als transitiebrandstof ingezet en wordt zo goed mogelijk gebruik gemaakt van lokale hernieuwbare biomassa (warmtenetwerk, 2018).

*Aanbeveling: Geef bij de ontwikkeling van een nieuw warmteproject aandacht aan de bronnen. Zet bij voorkeur een aantal verschillende bronnen in, die complementair aan elkaar kunnen zijn.*

---

<sup>1</sup> Warmtekrachtcentrales kunnen zo een totaal rendement behalen van 85-90%, wat resulteert in een brandstofbesparing van ongeveer 30% vergeleken met gescheiden productie van warmte en elektriciteit (Baek, 2021).

<sup>2</sup> Dit geleidelijk overschakelen op duurzame(r) bronnen is overigens ook een groot voordeel van een warmtenet boven een individuele oplossingen, waarbij consumenten voor een lange tijd aan één en dezelfde bron zijn gebonden.



Figuur 1: ontwikkeling van de warmtebronnen aan de Deense warmtenetten.

## 2. Productie en het verloop van de vraag

De leveringszekerheid vereist dat de productie van warmte – wanneer het heel koud is – kan voldoen aan de maximale vraag. Deense warmtebedrijven stemmen de productiecapaciteit af op het verloop van de vraag, die per jaargetijde, per dag en per uur varieert. Warmtebedrijven brengen deze variaties precies in beeld, zodat ze de productiecapaciteit daarop kunnen afstemmen. Zo kunnen zij bijvoorbeeld een goede afweging maken tussen basis- en pieklast. Deze hebben immers andere economische kenmerken: basislast vergt hoge investeringen, maar de warmte is vaak goedkoper, terwijl voor pieklast het omgekeerde geldt. Een goede verhouding tussen piek- en basislast draagt bij aan duurzaamheid en lage kosten.

Dit betekent dat het verloop van de (verwachte) vraag steeds goed in beeld wordt gebracht. De productiecapaciteit wordt daarop aangepast, met name de investeringen in basis- en pieklast.

Om in een vroeg stadium al inzicht te verkrijgen in de voordelen van productieplanning, kan een tool als DHAT, de Danish District Heating Assessment Tool (DEA, 2017) helpen.

Nederlandse warmtebedrijven gaan meestal uit van de maximale piekvraag. Vervolgens zorgen zij dat de productiecapaciteit voldoende is om daaraan te voldoen. Dat hangt er ook mee samen dat er meestal maar één of twee bronnen zijn. Er wordt bijvoorbeeld niet onderzocht of het goedkoper is om de behoefte te dekken met een kleinere bron, met een extra installatie en/ of opslag, voor het opvangen van hoge pieken.

*Aanbeveling: Schat voorafgaand aan de investeringsbeslissing het verloop van de vraag door het jaar zo goed mogelijk in. Stem de productiecapaciteit en de productie zo goed mogelijk af op die schommelende vraag.*

### 3. Werk met kostengebaseerde tarieven

Denemarken kent – net zoals de meeste landen in West- Europa- een systeem van kostengebaseerde tarieven: bij ieder warmteproject worden de tarieven gebaseerd op de kosten van het project. In Denemarken schrijft de wet precies voor welke kosten doorberekend mogen worden in de tarieven. Andere kosten mogen niet worden doorgerekend. Warmtebedrijven mogen bovendien geen winsten maken. Als er geld over is, moet dit weer opnieuw geïnvesteerd worden, of worden besteed aan lagere tarieven.

Daarbij zijn de kosten transparant: in veel gevallen worden kosten volgens vaste formats gepresenteerd. Voordat een warmtebedrijf een vergunning krijgt, dient het een sociaaleconomische kosten-batenanalyse op te stellen volgens een vast format. Deze analyse vergelijkt het warmteproject met een andere warmtevoorziening, meestal individuele warmtepompen. Vervolgens keurt de gemeente het project al dan niet goed. Een belangrijk criterium bij deze goedkeuring zijn de kosten en de toekomstige tarieven van het bedrijf.

Warmtebedrijven leveren jaarlijks kostensheets in bij de toezichthouder. Bij onverklaarbare afwijkingen kan deze ingrijpen.

Denemarken kent ook een [officiële lijst van de kosten](#) van de technieken voor warmtenetten. Deze lijst wordt objectief vastgesteld en geregeld bijgewerkt, op grond van nieuwe ontwikkelingen. Het bestaan van deze lijst bevordert een goed inzicht in de kosten van projecten.

In Denemarken met een systeem van kostengebaseerde tarieven betalen consumenten in beginsel per periode de totale kosten van het warmtenet van die periode. Er zijn geen onrendabele toppen: als de kosten stijgen, stijgen de tarieven mee. Het houdt ook in dat consumenten van verschillende warmtenetten verschillende tarieven betalen. De kosten van ieder project zijn anders, ze hangen af van factoren als de bronnen, de gebruikte technieken en de bevolkingsdichtheid in het gebied. De tarieven van alle warmtebedrijven worden in Denemarken ieder jaar met elkaar vergeleken. De resultaten zijn openbaar en kunnen [hier teruggevonden](#) worden. Ieder bedrijf heeft een plaats op de ranglijst. Wie hoge tarieven heeft, kan daar allerlei vragen over verwachten. Zo stimuleert de vergelijking bedrijven om lage tarieven te hanteren.

Lage tarieven staan centraal in het Deense systeem. Bij nieuwe investeringen wordt in het algemeen bekeken wat de invloeden daarvan zijn op kosten en tarieven. Warmtebedrijven vinden het belangrijk om tarieven omlaag te brengen.

*Aanbeveling: Stimuleer transparantie van de kosten bij warmtenetten. Dit is bijvoorbeeld mogelijk door een gedetailleerde, op kosten gebaseerd financieel plan of financiële verslaggeving op te zetten. Baseer de tarieven op de kosten. Probeer, indien mogelijk, kosten te vergelijken met die van andere projecten.*

### 4. Lange termijn berekeningen

Warmtenetten worden aangelegd voor de lange termijn. Moderne warmtenetten hebben een levensduur van wel 40 tot 60 jaar. Bij onderzoek naar de haalbaarheid dienen de kosten en baten over de gehele verwachte levensduur doorberekend te worden. Daarbij kunnen verschillende technieken met elkaar worden vergeleken. De beste oplossingen komen dan naar boven.

Een lange-termijn blik stimuleert het gebruik van hoogwaardige componenten, die - hoewel zij aanvankelijk de kapitaalkosten verhogen- vaak resulteren in lagere jaarlijkse kosten. Zo zijn er in Denemarken veel discussies over verschillende soorten pijpen, die gebruikt kunnen worden voor een warmteproject. Hoogwaardige pijpen kunnen duurder zijn, maar bijvoorbeeld resulteren in een lager jaarlijks verbruik, doordat er minder verliezen zijn. Ook kunnen investeringen worden gedaan om lekkages op te sporen, waarmee onderhoudskosten worden vermeden.

Bij een lange termijn blik wordt het belang van een lage discontovoet groter. Vaak worden kosten en opbrengsten die pas over 30 jaar worden gemaakt veel minder zwaar gewogen dan de kosten die meteen gemaakt worden. Om het vereenvoudigd uit te leggen: stel dat een extra investering van 1000 euro nu ervoor zorgt dat er jaarlijks 50 euro bespaard kan worden. Dat is een fantastische investering: Na 20 jaar heb je dat terug verdiend, en daarna heb je plezier van je investering. Als het warmtenet 40 jaar blijft liggen haal je dat er ruimschoots uit. Indien je die eerste 1000 euro leent en elk jaar 1% rente moet betalen, heb je pas na ruim 23 jaar je investering terug. Bij 2% is dat pas na ruim 26 jaar, bij 3% pas na ruim 31 jaar, en bij 4% pas na een hypothetische 42 jaar want dan ligt dit net er al niet meer. En bij meer dan 5% zal het je nooit lukken deze geweldig lijkende investering terug te verdienen: de rente is al hoger dan wat je kunt aflossen. De jaarlijkse opbrengsten die pas na verloop van vele jaren gemaakt worden, tellen nauwelijks mee in de investeringsbeslissing omdat de rendementseis op de oorspronkelijke investering zo zwaar meeweegt.

Als de eigenaar van een warmtebedrijf een rendementseis oplegt aan het warmtenet (of onderdelen daarvan) betekent dat dat het van belang wordt zo snel mogelijk kosten terug te verdienen. Zaken die pas op termijn veel geld besparen zijn dan minder aantrekkelijk. Duurzame investeringen met hogere initiële kosten komen minder goed uit de verf, omdat de lagere kosten gedurende de looptijd minder meetellen. Het gevolg is dat er een prikkel ontstaat om te investeren in goedkope installaties die weinig kosten, maar niet lang meegaan en niet in duurdere installaties die beter en duurzamer zijn. Dit kan ook te maken hebben met concessietermijnen, waarbij niet duidelijk is wie over dertig jaar eigenaar wordt. Soms worden plannen niet slechts tien, twintig of dertig jaar vooruit doorgerekend, opbrengsten die later komen worden niet van belang geacht voor de business case. Terwijl het van groot belang kan zijn voor de gemeente en de afnemers als er over 30 jaar een warmtenet ligt dat dan zonder subsidie tegen lage tarieven warmte kan leveren. Investeringen in warmtenetten zijn nu eenmaal investeringen in infrastructuur die een lange tijd, wel meer dan vijftig jaar, gebruikt kunnen worden. Het publieke belang vereist dat de businesscase hierop wordt afgestemd.

*Aanbeveling: Gebruik een lange-termijn blik bij berekeningen inzake een warmtenet en kijk bij het afwegen van de voor- en nadelen naar verschillende typen warmteoplossingen.*

## 5. Ankerklanten en organische groei

In Denemarken begint een warmtebedrijf vaak met een zogeheten ankerklant: een grote aansluiting of een wijk waar warmtenetten gemakkelijk aangelegd kunnen worden. Dat biedt het warmtebedrijf een goede basis om op voort te borduren. De redenatie begint steeds bij de afnemers: welke afnemers zijn er, hoe kunnen we het warmtenet aantrekkelijk maken? Kunnen we lage tarieven bieden? Door afspraken te maken in een gebied dat gemakkelijk voorzien kan worden, zijn de onzekerheden en risico's relatief laag. Hierdoor zijn de tarieven aantrekkelijk. Het warmtebedrijf raakt zo bekend met het gebied en de afnemers en leert hiervan. Gedurende de looptijd van het project kan de vraag dalen, bijvoorbeeld door isolatiemaatregelen. Daarnaast kunnen nieuwe bronnen worden ingekoppeld. Er is dan een vraagtekort, dan wel een aanbodoverschot. Het netwerk wordt dan uitgebreid naar nieuwe wijken. De marginale kosten van deze uitbreiding zijn relatief laag

omdat de kosten voor het aansluiten van een extra verbruiker laag zijn, het netwerk en de warmteproductie-eenheden al bestaan. In de nieuwe wijken kunnen dan ook de nieuwste technieken worden toegepast, zoals bijvoorbeeld zonne-energie.

Uitbreiding van de netwerken, dus organische groei, is normaal in Denemarken. De bedrijven worden hiertoe geprikkeld. Als ze geld over hebben of winst maken, mogen ze dit niet oppotten of uit de onderneming halen. Ze zijn dan verplicht om de tarieven te verlagen óf om het netwerk uit te breiden naar nieuwe afnemers. Daarbij geldt steeds dat het economisch haalbaar moet zijn: voor nieuwe klanten moet een warmtenet aantrekkelijker zijn dan de alternatieven.

In Nederland wordt meestal geredeneerd vanuit het aanbod: weinig grootschalige bronnen, die een groot aantal afnemers bedienen. *Cherry picking*, beginnen met ankerklanten of met wijken, die gemakkelijk aangesloten kunnen worden, het laaghangend fruit, wordt afgewezen. De zorg is dat minder aantrekkelijke wijken met relatief hoge kosten dan niet aan de beurt komen. Het al werkenderwijs aankoppelen van nieuwe bronnen, en zo de voorziening uit te breiden, is niet gebruikelijk. Dat de tarieven niet gebaseerd zijn op de kosten, maar op de prijs van gas, lokt dit gedrag uit. Een onderneming, die begint bij de *krenten uit de pap*, kan voor deze goedkope afnemers toch de volle prijs vragen. Er ontbreken dan prikkels om uit te breiden naar gebieden, waar de kosten hoger zijn. De tarieven voor die klanten zijn hetzelfde, terwijl de kosten hoger zijn. Wel kan de onderneming regelmatig een vergoeding krijgen voor een zogenoemde *onrendabele top*, maar dat wordt dan bijvoorbeeld door de gemeente betaald.

Om te voorkomen dat warmtebedrijven “de krenten uit de pap halen”, proberen gemeenten ervoor te zorgen dat warmtebedrijven de goedkoop te voorziene wijken meteen combineren met moeilijker wijken. De kosten worden dan als het waren gesocialiseerd: de extra kosten van de dure wijk worden gedragen door de bewoners van de goedkope wijk. Maar dat heeft ook nadelen. Projecten, waarbij gemakkelijk te voorziene gebouwen worden gecombineerd met duurdere aansluitingen, zijn complexer en groter. De risico's nemen toe en hierdoor wordt het weer duurder. Bovendien is het maar de vraag of een warmtenet de beste oplossing is voor de duur aan te sluiten gebouwen: mogelijk zijn deze beter uit met andere toepassingen, zoals warmtepompen. Technische vooruitgang speelt daarbij ook een rol: elektrische opties worden steeds goedkoper.

*Aanbeveling: Bezinning is nodig op het socialiseren van kosten tussen aansluitingen binnen een warmtenet. Beginnen waar het betaalbaar is, is eenvoudiger, goedkoper en met minder risico's omkleed. Het gaat dan sneller. Dit systeem werkt het best als tarieven op kosten zijn gebaseerd, zodat de voordelen van de goedkopere voorziening worden doorgegeven aan de afnemers.*

## Bronvermelding

Bæk, M. (2021). Think Denmark, white papers for a green transition. "DISTRICT ENERGY AT ITS CORE"

CBS (2019). Segers, R.; Niessink, R.; van den Oever, R.; Menkveld, M. Warmtemonitor 2019

CBS (2021a). Welke sectoren stoten broeikasgassen uit? Via <https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/dossier-broeikasgassen/hoofdcategorieen/welke-sectoren-stoten-broeikasgassen-uit>

CBS (2021b). Energiebalans; aanbod, omzetting en verbruik. Via <https://www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/83140NED>

DEA (2019). Energy Statistics 2019. Accessed through [www.ens.dk](http://www.ens.dk)

DEA (2017). District Heating Assessment Tool Report. Accessed through: [https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Globalcooperation/dhat\\_report-10-17.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Globalcooperation/dhat_report-10-17.pdf)

Duedahl, M. (2021). Think Denmark, white papers for a green transition. "DISTRICT ENERGY AT ITS CORE"

ECW (2020). Duurzaamheidsrapport grote netten. Via <https://expertisecentrumwarmte.nl/documenten/duurzaamheidsrapportages+warmtenetten/handownloadfiles.ashx?idnv=2044936>

Foresight Climate and Energy (2019). The path to emissions-free district heating in Denmark. Accessed through: <https://foresightdk.com/the-path-to-emissions-free-district-heating-in-denmark/>

Galindo Fernandez, M.; Bacquet, A.; Bensadi, S.; Morisot, P. and Oger, P. (2021). JRC. "Integrating renewable and waste heat and cold sources into district heating and cooling systems."

Huygen, A.E.H (2019). ESB. Innovatieve warmtenetten vragen om een nieuwe marktordening. Toegang via <https://esb.nu/esb/20052700/innovatieve-warmtenetten-vragen-om-een-nieuwe-marktordening>

Huygen, A.E.H.; Verstraten, P.; Janssen, J.L.L.C.C.; Winters, E. (2021). ESB. Warmte is in Nederland een stuk duurder dan in andere Europese landen. Toegang via <https://esb.nu/esb/20062702/warmte-is-in-nederland-een-stuk-duurder-dan-in-andere-europese-landen>

Jorgensen, J. (2021). Think Denmark, white papers for a green transition. "DISTRICT ENERGY AT ITS CORE"

PBL (2020). Klimaat- en energieverkenning 2020

RIVM (2021). Emissieregistratie via [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl). Selectie Huishoudens, verbrandingsemissies; Huishoudens, verbrandingsemissies (gasslip); Vuurhaarden consumenten, hoofdverwarming woningen; Vuurhaarden consumenten, koken; Energiegebruik en processen Handel, Diensten en Overheid (HDO).



Siemens (2019). Elektrificering af Danmarks fjernvarmesektor. Accessed through <https://drive.google.com/file/d/14iL0x3xqUiCqHdox5mP23t5esSK4J213/view>

Strømvig, J. Jan (2021). Think Denmark, white papers for a green transition. "DISTRICT ENERGY AT ITS CORE"

Tigchelaar, C.; Winters, E.; Janssen, J.L.L.C.C.; Huygen, A.E.H.; Brus, C.V. (2019). TNO. Gemeentelijke besluitvorming warmtenetten

Warmtenetwerk (2018). Het Deense model. Via: <https://warmtenetwerk.nl/nieuws/item/het-deense-model/>