




# Restwarmtenet Terneuzen

Schetsontwerp, businesscase en uitvoeringsplan Hoek

Gemeente Terneuzen

23 januari 2023

|                    |   |
|--------------------|---|
| Project            | Restwarmtenet Terneuzen   |
| Opdrachtgever      | Gemeente Terneuzen  |
| Document           | Schetsontwerp, businesscase en uitvoeringsplan Hoek   |
| Status             | Concept 01  |
| Datum              | 23 januari 2023   |
| Referentie         | 131913-23-001.520   |
| Projectcode        | 131913  |
| Projectleider      | C.G.J.Hügel MSc   |
| Projectdirecteur   | Ir. J.G.H. Smit   |
| Auteur(s)          | J. Beltman MSc, C.G.J.Hügel MSc   |
| Gecontroleerd door | I.J. Kil MSc  |
| Goedgekeurd door   | C.G.J.Hügel MSc   |
| Paraaf             |    |
| Adres              | Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.   Deventer<br>Koningin Julianaplein 10, 12e etage<br>Postbus 85948<br>2508 CP Den Haag<br>+31 (0)70 370 07 00<br>www.witteveenbos.com<br>KvK 38020751 |

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>INLEIDING</b>  | <b>5</b>  |
| 1.1      | Inleiding   | 5         |
| 1.2      | Doel van de studie                                      | 5         |
| 1.3      | Werkwijze   | 5         |
| 1.4      | Inhoud en leeswijzer                                    | 6         |
| <b>2</b> | <b>SCHETSONTWERP RESTWARMTENET TERNEUZEN</b>            | <b>7</b>  |
| 2.1      | Inleiding   | 7         |
| 2.2      | Beschikbare restwarmtebronnen en selectie               | 7         |
| 2.2.1    | Restwarmtebronnen in de gemeente Terneuzen              | 7         |
| 2.2.2    | Warmtelevering door DOW                                 | 8         |
| 2.3      | Warmteafzetgebieden en warmtevraag                      | 9         |
| 2.3.1    | Warmteafzetgebieden                                     | 9         |
| 2.3.2    | Warmte- en vermogensvraag per warmteafzetgebied         | 10        |
| 2.4      | Schetsontwerp van restwarmtenet Terneuzen               | 11        |
| 2.4.1    | Opbouw van restwarmtenet Terneuzen                      | 11        |
| 2.4.2    | Schetsontwerp warmtebronnenmix                          | 12        |
| 2.4.3    | Schetsontwerp Restwarmtenet Terneuzen                   | 16        |
| 2.4.4    | Schetsontwerp transportnet                              | 18        |
| 2.4.5    | Schetsontwerp distributienet                            | 22        |
| 2.5      | Fasering en scenario's restwarmtenet                    | 22        |
| 2.5.1    | Fasering van warmteafzetgebieden                        | 22        |
| 2.5.2    | Warmtenet scenario's                                    | 24        |
| 2.6      | Kostenraming transportnet                               | 25        |
| 2.7      | Overdimensionering van transportnet                     | 25        |
| 2.8      | Aandachtspunten in schetsontwerp                        | 26        |
| <b>3</b> | <b>BUSINESSCASE RESTWARMTENET TERNEUZEN</b>             | <b>28</b> |
| 3.1      | Businesscase analyse                                    | 28        |
| 3.1.1    | Resultaat businesscase                                  | 28        |
| 3.1.2    | Duiding van resultaten                                  | 29        |
| 3.2      | Gevoeligheidsanalyse                                    | 29        |
| 3.2.1    | Toelichting sensitiviteitsanalyse                       | 30        |
| 3.3      | Eindgebruikerskosten                                    | 31        |
| 3.3.1    | Duiding van eindgebruikerskosten                        | 31        |
| 3.4      | Risico's en kansen businesscase en eindgebruikerskosten | 32        |

|     |   |                        |
|-----|---|------------------------|
| 4   | <b>HOOFDBEVINDINGEN, CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN</b>                            | <b>33</b>              |
| 4.1 | Hoofdbevindingen  | 33                     |
| 4.2 | Conclusies  | 34                     |
| 4.3 | Aanbevelingen   | 34                     |
|     | Laatste pagina  | 34                     |
|     | <b>Bijlage(n)</b>   | <b>Aantal pagina's</b> |
|     | I Uitgangspuntennotitie   | 17                     |
|     | II Uitvoeringsplan HOEK (wordt ingepast na verwerking input op concept notitie) | n.v.t.                 |

# 1

## INLEIDING

### 1.1 Inleiding

In de industriële zone van de gemeente Terneuzen, de Kanaalzone (langs het Kanaal van Gent naar Terneuzen) zijn meerdere grote bedrijven met een grote hoeveelheid restwarmte. Deze warmte wil de gemeente Terneuzen naar haar wijken en kernen brengen en aan haar bewoners aanbieden als CO<sub>2</sub>-vrij alternatief voor verwarmen met gas.

In een eerder onderzoek naar de technische- en economische haalbaarheid van een restwarmtenet door Quo Mare, wordt restwarmte voor het grootste deel van de woningen in de gemeente Terneuzen als beste alternatieve warmtebron aangeduid. Deze restwarmte is in de nabije toekomst, door elektrificatie van processen en waterstofproductie, ook groene restwarmte (van hernieuwbare oorsprong). Na het haalbaarheidsonderzoek is er een stakeholdersanalyse uitgevoerd. Dit heeft onder andere geleid tot de formatie van een werkgroep Restwarmtenet Terneuzen, waarin belangrijke stakeholders en belanghebbende van binnen en buiten de gemeente Terneuzen zijn vertegenwoordigd.

In de Transitievisie Warmte (TVW) is het warmtenet als goede optie aangemerkt. De gemeenteraad heeft dat erkend en gevraagd om een verdere uitwerking van het restwarmtenet met een concreet plan voor de eerste fase, in de dorpskern van Hoek. In Hoek is al een bewonersvereniging opgericht die zich richt op het mogelijk maken van een restwarmtenet in de kern Hoek.

### 1.2 Doel van de studie

Deze studie heeft invulling gegeven aan de wens van de gemeenteraad van Terneuzen voor verdere uitwerking van het restwarmtenet Terneuzen en een concreet plan voor Hoek. De studie heeft geresulteerd in een rapport met uitgangspuntennotitie (bijlage I), technische en financieel uitvoeringsplan voor Hoek (bijlage II) en een bewerkbare spreadsheet van de businesscase. Daarnaast zijn vragen en antwoorden (Q&A) aan de 4 restwarmtebedrijven (Dow, Air Liquide, Yara en Cargill) verzameld in een notitie. Ook is in samenwerking met DOW, een notitie opgesteld die de restwarmtelevering door DOW in meer detail beschrijft. De Q&A en notitie restwarmtenet DOW zijn apart aan de gemeente Terneuzen ter beschikking gesteld en niet als bijlage aan dit rapport toegevoegd. Dit rapport, tezamen met deze notities en documentatie, biedt een inhoudelijke basis voor verdere communicatie en besluitvorming richting stakeholders aan warmte aanbod- en vraagzijde en het college en de raad van de gemeente Terneuzen. Daarnaast vormt dit rapport een fundament voor de aanbesteding van warmtekavels en subsidie aanvragen.

### 1.3 Werkwijze

De keuzes en bevindingen in dit rapport zijn in nauwe samenwerking met de kerngroep Restwarmtenet Terneuzen tot stand gekomen. Daarnaast is ook de werkgroep Restwarmtenet Terneuzen, met daarin stakeholders van binnen en buiten de gemeente provincie, geïnformeerd en betrokken bij de totstandkoming van de businesscase in 3 werkgroepbijeenkomsten. Verder heeft ook uitgebreid contact en afstemming plaatsgevonden met de 4 grote restwarmtebedrijven, waaronder in het bijzonder DOW. Ook is

de afdeling ruimtelijke ordening geraadpleegd en betrokken bij de tracékeuze van het transportnet, de inpassing van warmteoverdrachtstations in Terneuzen en aandachtspunten bij verdere uitwerking van het transportnet.

## 1.4 Inhoud en leeswijzer

Dit rapport bevat een uitwerking van het restwarmtenet Terneuzen op basis van:

- een schetsplan met kostenraming, businesscase in Excel, sensitiviteitsanalyse en eindgebruikerskosten voor 4 scenario's van het restwarmtenet in de gemeente Terneuzen;
- een concreet Wijkuitvoeringsplan en businesscase voor de eerste fase in de kern Hoek.

Daarnaast geeft dit rapport ook inzicht in de potentiële aansluitvolgorde van buurten en kernen, de tijdslijn waarin dit zou kunnen plaatsvinden, de wijze van warmtelevering door restwarmtebronnen. Hierbij is middels een uitgangspuntennotitie inzicht gegeven in de uitgangspunten, aannames en gekozen oplossingen voor het in dit rapport gepresenteerde schetsontwerp en businesscase voor het restwarmtenet Terneuzen. Verder biedt het rapport ook inzicht in het tracé van het transportnet, de overdimensionering van het transportnet naar Hoek ten behoeve van uitbreiding in latere fasen en aandachtspunten bij inpassing van het transportnet. Ook zijn de risico's en mitigatiemaatregelen vastgesteld.

### Leeswijzer

De opbouw van dit rapport is als volgt:

- hoofdstuk 2 beschrijft in detail het schetsontwerp van het warmtenet, de onderliggende analyses en presenteert een kostenraming voor het net waarin de kansen en risico's worden benoemd;
- hoofdstuk 3 beschrijft de businesscase van het warmtenet en een gevoeligheidsanalyse op de resultaten uit de businesscase. Hiernaast worden ook hier de kansen en risico's genoemd die naar voren komen uit de businesscase;
- hoofdstuk 4 sluit dit rapport af met een overzicht van de conclusies en aanbevelingen.

# 2

## SCHETSONTWERP RESTWARMTENET TERNEUZEN

### 2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de volgende aspecten:

- 1 beschikbare warmtebronnen en warmtelevering door Dow;
- 2 warmteafzetgebieden en warmtevraag;
- 3 het schetsontwerp van het restwarmtenet en aandachtspunten;
- 4 de fasering en doorlooptijd voor aanleg van het restwarmtenet;
- 5 de kostenraming van het restwarmtenet en kosten van overdimensionering.

### 2.2 Beschikbare restwarmtebronnen en selectie

#### 2.2.1 Restwarmtebronnen in de gemeente Terneuzen

In Terneuzen bevinden zich 4 grote industriële bedrijven met veel restwarmte. De beschikbare restwarmtenet is weergegeven in tabel 2.1. Meer informatie over de restwarmtebronnen is opgenomen in de 'notitie Restwarmte Dow' en 'Q&A Restwarmtebronnen Terneuzen'. Deze 2 documenten zijn separaat aan de gemeente Terneuzen ter beschikking gesteld. In samenspraak met de kerngroep en werkgroep Restwarmtenet Terneuzen is voor het opstellen van een schetsontwerp besloten om te focussen op warmtelevering door Dow. Een toelichting over deze keuze is te vinden in de uitgangspuntennotitie, zie bijlage I.

Tabel 2.1 Mogelijke restwarmte bronnen meegenomen in het onderzoek

| Restwarmtebron | Temperatuurniveau                            | Vermogen                                 | Bron        |
|----------------|--|--|-------------|
| Dow Chemical   | 70° C (voornamelijk)<br>40° C (voornamelijk) | >200 MW (op 70 °C)<br>>200 MW (op 40 °C) | Dow         |
| Yara           | 90° C of lager                               | <80 MW (*)                               | Yara        |
| Air Liquide    | 40° en 70° C                                 | 15 MW (op 40 °C)<br>15 MW (op 70 °C)     | Air Liquide |
| Cargill        | 70° C en 30° C                               | <20 MW (op 70 °C)<br><50 MW (op 30 °C)   | Cargill     |

(\*) het beschikbare vermogen is afhankelijk van het gekozen temperatuurniveau / temperatuurtraject

## 2.2.2 Warmtelevering door Dow

Voor het restwarmtenet Terneuzen beoogd Dow (op termijn) 3 warmtebronnen ter beschikking te stellen. Dit betreft een condensaatleiding, stoomkrakers 3 (LHC3) en stoomkraker 2 (LHC2). Deze 3 bronnen vormen de bron van de restwarmte van Dow. De locatie van de warmtebronnen op het terrein van DOW zijn weergegeven in afbeelding 2.1. De locatie van de warmtebronnen op het terrein van Dow zijn weergegeven in afbeelding 2.1. Met de 2 stoomkrakers beschikt Dow over circa 200 MW<sub>th</sub> thermisch vermogen aan restwarmte dat in principe volcontinue beschikbaar is op een temperatuur van 60-70°C. Daarmee is ruim voldoende capaciteit beschikbaar om ten alle tijden de volledig thermische vermogensvraag van alle bebouwing in de gemeente Terneuzen van restwarmtenet te voorzien. De gehele operatie bij DOW is erop gericht volcontinue te kunnen draaien en biedt daarmee dus ook een stabiel warmteaanbod.

### Back-up voorziening

De warmtekrachtcentrale (Elsta) vormt de door Dow beoogde back-up voorziening van de restwarmtebronnen. Elsta heeft een maximale capaciteit van 460 MW en kan daarmee tijdelijk de warmtevoorziening volledig overnemen in geval van calamiteiten. De locatie van de Elsta centrale is weergegeven in afbeelding 2.1. De Elsta centrale kan niet op korte termijn al optreden als back-up voorziening van de condensaatleiding. Hierdoor is er een tijdelijke back-up voorziening nodig. De tijdelijke back-up voorziening kan worden uitgefaseerd als de Elsta centrale is uitgekoppeld.

---

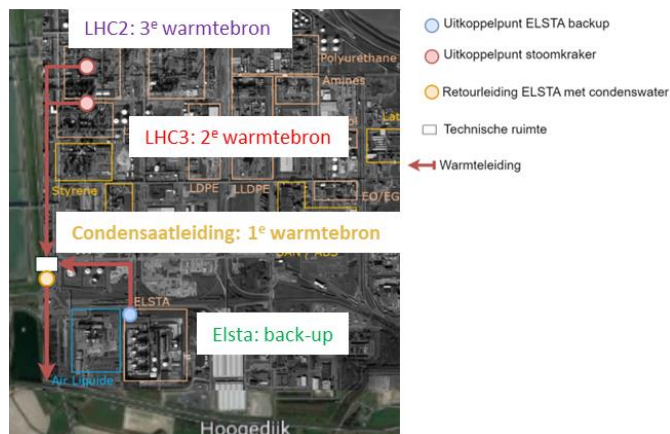
**Let op:** De wijze waarop de tijdelijk back-up voorziening wordt ingevuld is nog niet in het schetsontwerp vastgesteld. Dit is mede afhankelijk van Dow en daarom nog niet verder gespecificeerd.

---

### Technische ruimte en stroomvoorziening

In samenspraak met Dow is vastgesteld dat het pompstation/technische ruimte ook op het perceel van Dow gesitueerd zou kunnen worden. Daarnaast zou Dow dan ook de stroomvoorziening kunnen leveren van de technische ruimte. De locatie van de technische ruimte is weergegeven in afbeelding 2.1.

Afbeelding 2.1 conceptueel schetsontwerp van leidingen en restwarmtebronnen op het terrein van DOW



### Fasering van warmtebronnen Dow

De verschillende warmtebronnen zullen niet allemaal tegelijkertijd worden uitgekoppeld. Tabel 2.2 laat zien in welke volgorde de warmtebronnen uitgekoppeld zouden kunnen worden. De condensaatleiding kan vrij eenvoudig worden uitgekoppeld en is daardoor al eerste beschikbaar voor Hoek.



Tabel 2.2 Fasering van warmtebronnen, temperaturniveau en back-up

|   | Aangesloten vermogen   | Temperaturniveau | Warmtebron                              | Back-up voorziening            |
|---|------------------------|------------------|---|--------------------------------|
| 1 | 7 MW <sub>th</sub>     | 100° C           | eerste warmtebron: condensaatleiding    | tijdelijke back-up installatie |
| 2 | > 7 MW <sub>th</sub>   | 60-68° C         | tweede warmtebron: stoomkraker: LHC-III | Elsta warmtekrachtcentrale     |
| 3 | > 100 MW <sub>th</sub> | 60-68° C         | derde warmtebron: stoomkraker: LHC-II   | Elsta warmtekrachtcentrale     |

## 2.3 Warmteafzetgebieden en warmtevraag

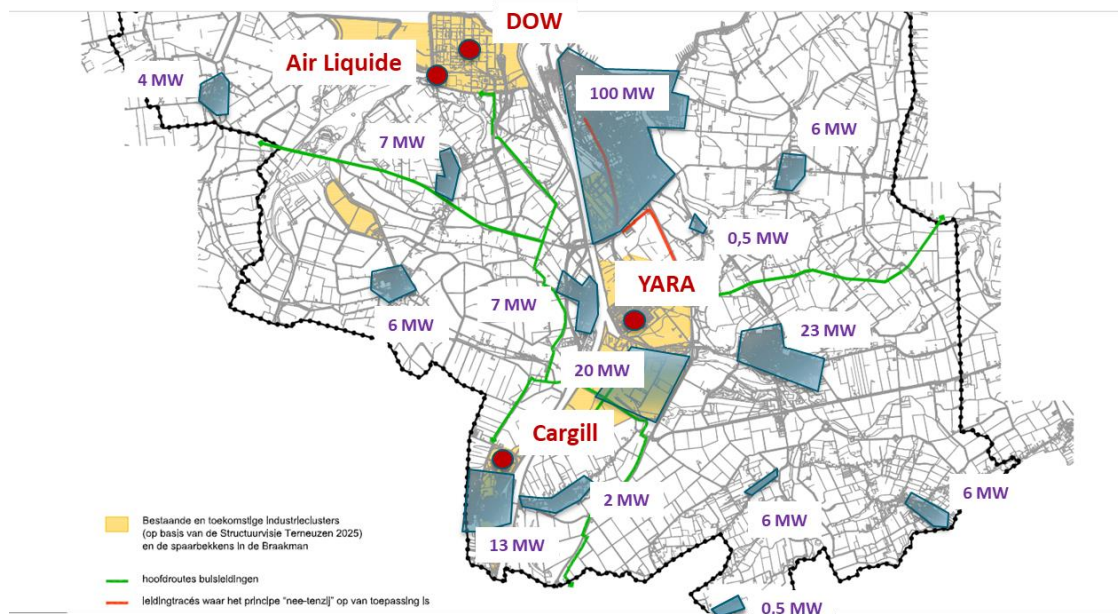
### 2.3.1 Warmteafzetgebieden

In afstemming met de kerngroep en werkgroep zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd ten aanzien van de warmteafzetgebieden. De warmteafzetgebieden zijn opgenomen in afbeelding 2.2:

- elke buurt of kern in de gemeente Terneuzen is een potentieel warmteafzetgebied, dus alle CBS kernen in de gemeente Terneuzen zijn een potentieel warmteafzetgebied, behalve Overslag;
- de buitengebieden behoren niet tot de warmteafzetgebieden;
- alle buurten in Terneuzen zijn een potentieel warmteafzetgebied, behalve Othene;
- het kassengebied is geen warmteafzetgebied.

Othene bestaat grotendeels uit nieuwbouw woningen, energiezuinige en/of aardgasloze woningen en is daarom uitgesloten van het warmtenet. Overslag is een kleine kern (0,5 MW) dat op zeer grote afstand ligt van Dow en is daarom uitgesloten. Het kassengebied is buiten beschouwing gelaten, omdat Yara via Warmco2 al warmte levert aan dit gebied. Ook is (nog) onduidelijk of DOW enkel kan dienen als back-up van Yara of ook kan dienen als aanvullende warmtebron.

Afbeelding 2.2 Potentiële warmteclusters en de gelijktijdige vermogensvraag



## 2.3.2 Warmte- en vermogensvraag per warmteafzetgebied

Voor de geselecteerde buurten en kernen in de gemeente Terneuzen is de warmte- en vermogensvraag van de woningen en utiliteitsgebouwen in kaart gebracht. De methode en uitgangspunten die hierbij gehanteerd zijn staan in de Bijlage Uitgangspuntennotitie in hoofdstuk I.4. De totale gelijktijdige vermogensvraag van de geselecteerde buurten is 170 MW<sub>th</sub> (zie tabel 2.2). Dit is het maximaal benodigde thermische vermogen dat het restwarmtenet moet kunnen leveren.

Tabel 2.3 De warmte- en gelijktijdige vermogensvraag per buurt in de gemeente Terneuzen

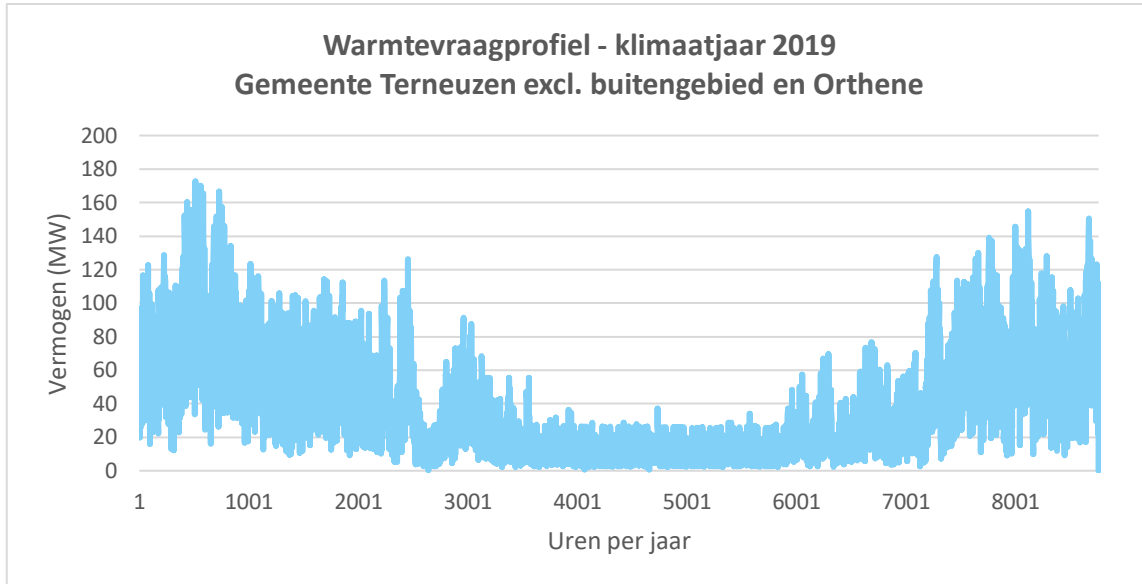
| Buurten en kernen | Warmtevraag per jaar |  | Thermische vermogensvraag | Cumulatief thermische vermogensvraag |
|-------------------|----------------------|--|---------------------------|--------------------------------------|
|                   | TJ/jaar              |  | MW <sub>th</sub>          | MW <sub>th</sub>                     |
| Kern Hoek         | 50                   |  | 7,2                       | 7,2                                  |
| Binnenstad-Java   | 125                  |  | 13,7                      | 20,9                                 |
| Zeldenrust        | 86                   |  | 12,8                      | 33,7                                 |
| Noordpolder       | 60                   |  | 8,2                       | 41,9                                 |
| Handelspoort      | 38                   |  | 6,9                       | 48,7                                 |
| Oudelandse Hoeve  | 53                   |  | 6,7                       | 55,5                                 |
| Lievenspolder     | 66                   |  | 8,1                       | 63,6                                 |
| Serlippenspolder  | 45                   |  | 5,8                       | 69,4                                 |
| Triniteit         | 27                   |  | 3,6                       | 73,0                                 |
| Katspolder        | 35                   |  | 4,5                       | 77,4                                 |
| Noorderdokken     | 26                   |  | 3,6                       | 81,0                                 |
| Oude vaart        | 31                   |  | 5,2                       | 86,2                                 |
| Zuiderpark        | 43                   |  | 6,0                       | 92,2                                 |
| Zevenaar          | 20                   |  | 2,9                       | 95,1                                 |
| Driewegen         | 9                    |  | 1,4                       | 96,5                                 |
| Kern Axel         | 170                  |  | 23,1                      | 119,6                                |
| Kern Zaamslag     | 43                   |  | 5,6                       | 125,2                                |
| Kern Sluiskil     | 57                   |  | 7,3                       | 132,5                                |
| Kern Sas van Gent | 111                  |  | 12,8                      | 145,3                                |
| Kern Westdorpe    | 44                   |  | 6,1                       | 151,3                                |
| Kern Philippine   | 44                   |  | 6,1                       | 157,5                                |
| Kern Koewacht     | 46                   |  | 6,1                       | 163,5                                |
| Kern Biervliet    | 30                   |  | 4,2                       | 167,7                                |
| Kern Zuiddorpe    | 17                   |  | 2,3                       | 170,0                                |
| Kern Spui         | 3                    |  | 0,5                       | 170,5                                |
| <b>Totaal</b>     | <b>1290</b>          |  | <b>170,5</b>              | <b>170,5</b>                         |

### Warmtevraagprofiel

De totale warmtevraag en de totale gelijktijdige thermische vermogensvraag vormen de belangrijkste uitgangspunten voor het schetsontwerp van het restwarmtenet. De maximale thermische vermogensvraag is immers bepalend voor de dimensionering van de warmtebronnen, het transportnet en distributienet. Het warmtevraagprofiel in afbeelding 2.3 laat een schatting zien van de thermische vermogensvraag per uur

voor alle warmteafzetgebieden, op basis van een gelijksoortig warmtevraagprofiel in het klimaatjaar 2019. Uit afbeelding 2.3 volgt dat het maximale thermische vermogen slechts enkele keren per jaar nodig is. In het verdere ontwerp is hier rekening mee gehouden.

Afbeelding 2.3 Warmtevraagprofiel van Gemeente Terneuzen van warmteafzetgebieden



## 2.4 Schetsontwerp van restwarmtenet Terneuzen

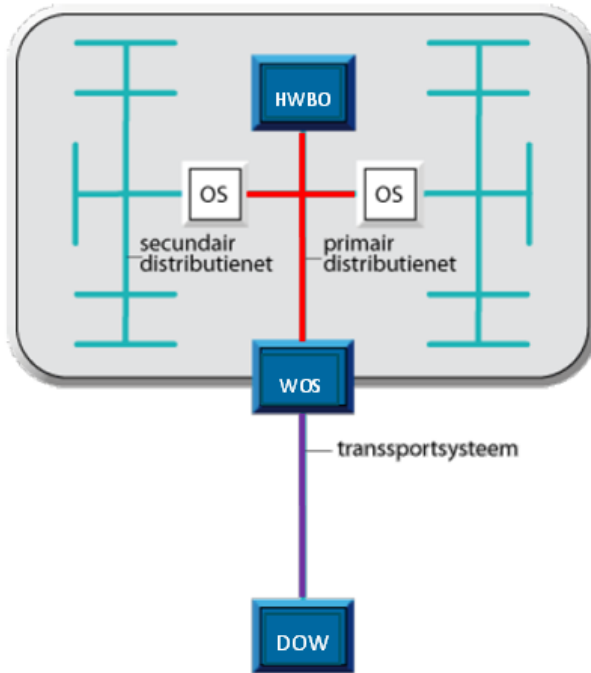
Het schetsontwerp is tot stand gekomen op basis van de uitgangspunten in de uitgangspuntennotitie, zie bijlage I.2. In deze paragraaf wordt eerst toegelicht uit welke onderdelen het restwarmtenet bestaat. Vervolgens wordt toegelicht welke keuzes zijn gemaakt bij de dimensionering van de warmtebronnenmix. Daarnaast wordt uiteengezet hoe het schetsontwerp voor het transportnet en secundair distributienet tot stand is gekomen en welke aandachtspunten in een verdere uitwerking meegenomen dienen te worden.

### 2.4.1 Opbouw van restwarmtenet Terneuzen

Het restwarmtenet bestaat uit onderstaande componenten, zoals weergeven in afbeelding 2.4:

1. **(rest)warmtebron (Dow)** ter hoogte van Dow bevinden zich 2 typen installaties:
  - a. **de uitkoppeling van Restwarmte:** via warmtewisselaars wordt warmte overgebracht op het transportnet;
  - b. **een pompstation en waterbehandeling:** in het pompstation wordt het water uit het transportnet rondgepompt. Ook vindt hier een waterbehandeling plaats om het demi water schoon te houden;
2. **Transportnet (transportsysteem):** transporteert restwarmte van bron naar warmteoverdrachtstations;
3. **warmte overdracht station (WOS),** overgang van transportnet naar (primair) distributienet, door warmtewisselaars ontstaat hier een hydraulische scheiding tussen de netten;
4. **hulpwarmtebron en opslag (HWBO):** lokale hulpwarmtebronnen zijn gasketels, e-boilers, warmtepompen of WKK's die een back-up of naverwarming functie vervullen;
5. **primair distributienet** verdeelt warmte naar onderstations verspreid in de wijk;
6. **onderstations (OS),** overgang van primair distributienet naar secundair distributienet;
7. **secundair distributienet** transporteert de warmte tot aan de aansluitleiding van ieder pand. Deze functie kan bij kleinere warmtenetten ook rechtstreeks door het primaire distributienet worden vervuld. Het warmteoverdrachtstation fungeert dan ook direct als onderstation en zijn er dus geen aparte onderstations nodig.

Afbeelding 2.4 Configuratie en opbouw van het restwarmtenet Terneuzen

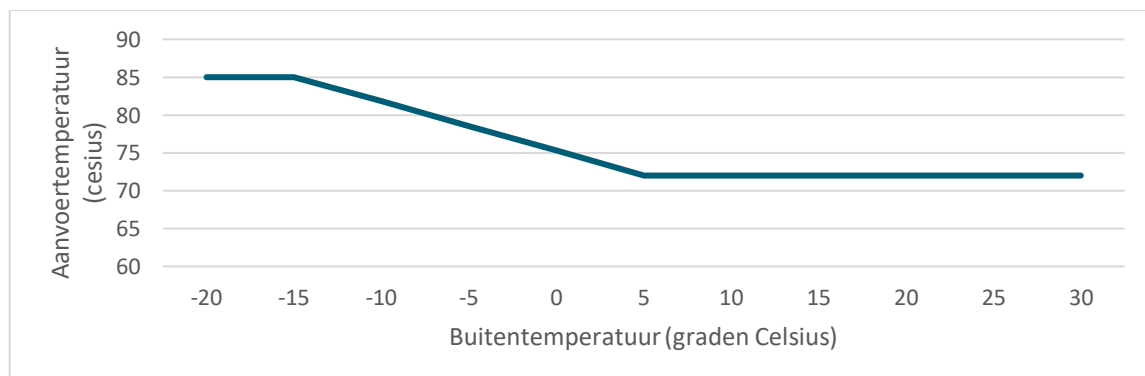


## 2.4.2 Schetsontwerp warmtebronnenmix

### Naverwarming en stooklijn

Uit de uitgangspuntennotitie volgt dat in het ontwerp rekening dient te worden gehouden met naverwarming van de warmte die door Dow wordt geleverd. De naverwarming houdt in dat er nog andere warmtebronnen nodig zijn om, met name in de winter, warmte met een voldoende hoog temperatuur te kunnen leveren. De consequentie hiervan is dat er primaire energie nodig is in de vorm van elektriciteit of gas om te kunnen voorzien in deze naverwarming. Om de benodigde hoeveelheid primaire energie tot een minimum te beperken is in de uitgangspuntennotitie een stooklijn vastgesteld. De stooklijn is in afbeelding x opgenomen en laat zien dat de mate van naverwarming afhangt van de buitentemperatuur. De stooklijn laat zien dat als het buiten heel koud is het water in het warmtenet wordt verwarmd tot maximaal 85°C.

Afbeelding 2.5 Stooklijn van naverwarming



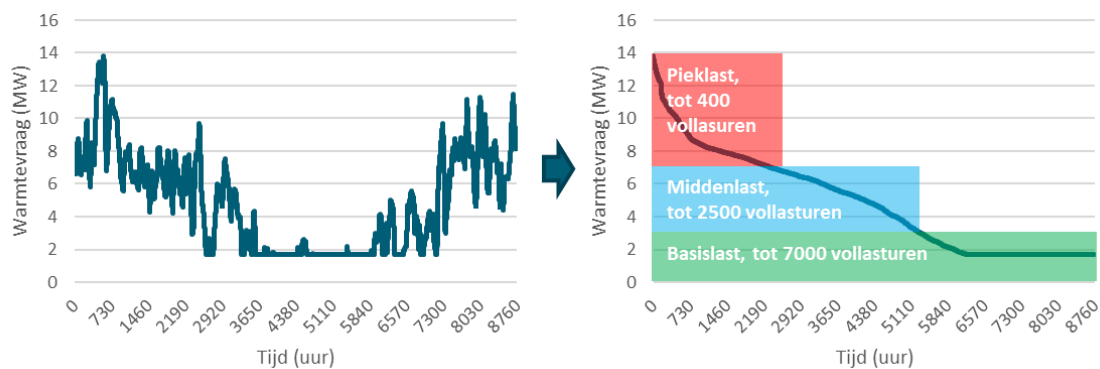
### Warmtebronnenmix

Bij het ontwerp van warmtenetten wordt de combinatie van warmtebronnen vaak aangeduid als warmtebronnenmix. Een mix van warmtebronnen is noodzakelijk om op een koste efficiënte wijze warmte te

leveren. Daarbij wordt vaak het onderscheid gemaakt tussen basislast, middenlast en pieklast. Dit onderscheid is ook grafische weergegeven in afbeelding 2.5:

- 1 **een basislast-bron** heeft een relatief klein vermogen, maar levert wel het aanbod voor de bulk van de verwarmingsvraag en doet dit zodoende tot wel 7000 vollasturen. Een basislast bron wordt op gebied van kosten gekenmerkt door hoge investeringskosten, maar lage marginale<sup>1</sup> kosten;
- 2 **een middenlast bron** kan warmte leveren tot 2500 vollasturen. Een middenlast bron wordt op gebied van kosten gekenmerkt door gemiddelde investeringskosten en gemiddelde marginale kosten voor de energieproductie. Dat komt vaak doordat de brontechniek minder efficiënt is dan de basislast bron;
- 3 **een pieklast bron** levert warmte tot 400 vollasturen, heeft een relatief groot vermogen en wordt enkel benut als het echt koud is. Een pieklast bron wordt op het gebied van kosten gekenmerkt door lage investeringskosten, maar hoge marginale kosten voor de energieproductie vanwege de hoge brandstofkosten.

Afbeelding 2.6 Voorbeeld van warmtevraagprofiel en invulling van het warmtevraagprofiel met een basis, midden en pieklast



### Dow als basis en middenlast en een warmtebuffer als piekvoorziening.

Dow vormt de voornaamste warmtebron die veel vermogen kan leveren tegen zeer lage kosten. Om deze reden is de warmte van Dow zeer geschikt als basislast en middenlast. In theorie zou Dow ook kunnen fungeren als pieklast. Dit is om 2 redenen echter niet praktisch. Enerzijds is er een warmtebron nodig voor naverwarming, anderzijds zou daardoor ook het transportnet op het maximale vermogen moeten worden gedimensioneerd. Dit zorgt voor een extra groot ruimtebeslag van de transportleidingen en maakt het transportnet bovendien ook extra duur. Om die reden is in de uitgangspuntennotitie vastgesteld dat de piek niet wordt ingevuld door Dow, maar doormiddel van een piekbuffer. Zie bijlage I.4.

### Dow en naverwarming: lijkt geen optie

Dow heeft aangegeven dat warmte op temperaturen hoger dan 68°C niet (volledig) restwarmte is, niet altijd beschikbaar is en extra investeringen vraagt om uit te koppelen. Mede door die redenen opteert Dow er niet voor om ook een rol te spelen in de naverwarming van de restwarmte. Deze optie is daarom ook niet verder beschouwd

### Warmtepomp en E-boiler als naverwarming

Voor de naverwarming zijn er maar een paar bronnen geschikt. Dit betreft gasketels, warmtekrachtkoppelingen op gas, warmtepompen en E-boilers. De eerste 2 opties vallen af, want uit de uitgangspuntennotitie volgt dat het warmtenet geen gebruik dient te maken van fossiele brandstoffen. Een optie zou nog kunnen zijn om biogas of waterstof in te zetten, maar die inzet is verder niet meegenomen in deze studie. De voornaamste bronnen die daardoor overblijven zijn een warmtepomp en E-boiler:

- een warmtepomp kan de gewenste temperatuursprong op een zeer efficiënte wijze maken, waardoor het elektriciteitsverbruik en marginale productiekosten beperkt blijven. Een nadeel is dat de investeringskosten per geïnstalleerd vermogen zeer hoog liggen. Daarmee is een warmtepomp vooral geschikt als basislast;

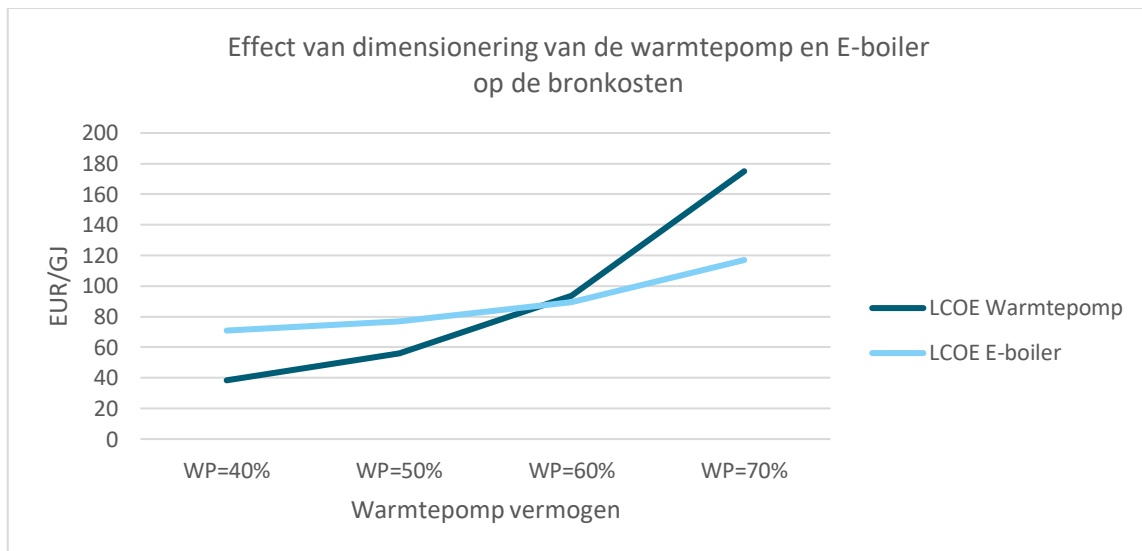
<sup>1</sup> De kosten per extra kWh<sub>th</sub>

- een E-boiler is per eenheid geïnstalleerd vermogen goedkoop, maar heeft een laag rendement, waardoor de marginale productiekosten juist hoog liggen. Een E-boiler is daardoor eerder geschikt als pieklast.

De verhouding tussen warmte uit de warmtepomp en E-boiler is vastgesteld op basis van de bronkosten in EUR/GJ. De bronkosten zijn gebaseerd op de Levelised Cost Of Energy<sup>1</sup> (LCOE). De LCOE is een maat voor de gemiddelde netto contante kosten per geleverd eenheid warmte. De LCOE bestaat onder andere uit de investeringskosten voor de installaties, de operationele kosten, de energiekosten en geleverd warmte over een bepaalde periode. Voor de elektriciteitskosten is gerekend met EUR 200/MWh.

Afbeelding 2.7 laat zien dat er een omslagpunt ligt als de warmtepomp op circa 60 % van het benodigde thermische vermogen wordt gedimensioneerd. Boven dit punt worden de bronkosten van de warmtepomp fors hoger, terwijl de bronkosten van een E-boiler juist lager liggen. Om deze reden is ervoor gekozen de warmtepomp op 60% van het benodigde vermogen te dimensioneren. Daarbij fungeert de warmtebuffer als piekbuffer die op basis van warmte uit de warmtepomp voorziet in 25 % van de piekvraag. De E-boiler voorziet 15 % van de piekvraag.

Afbeelding 2.7 Effect van dimensionering van de warmtepomp en E-boiler op de bronkosten

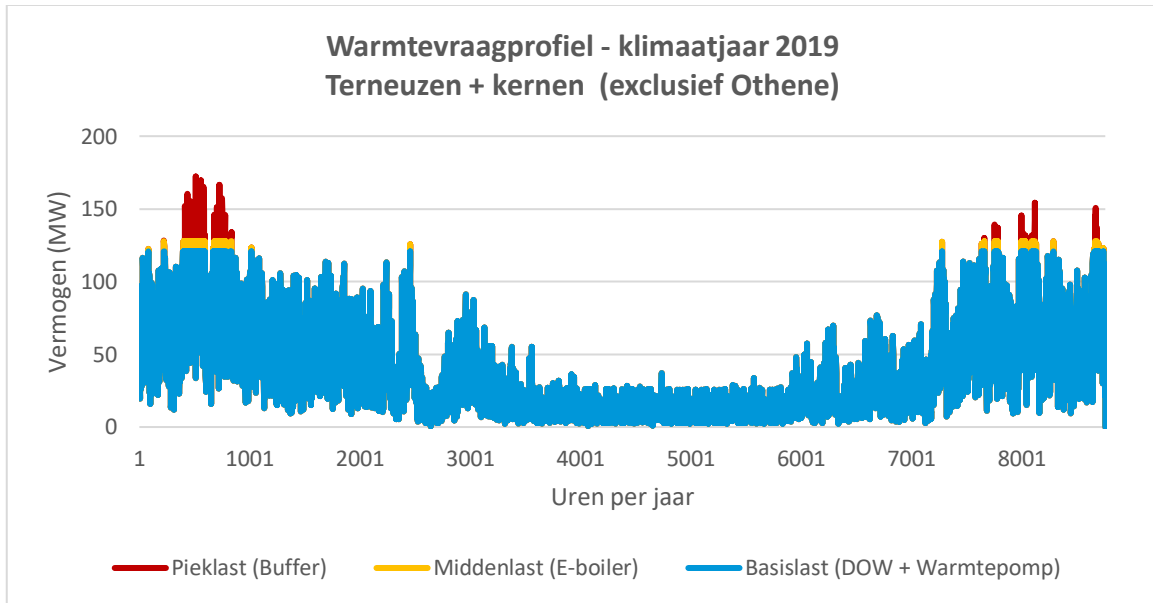


### Warmtevraagprofiel en jaarbelastingduurkromme

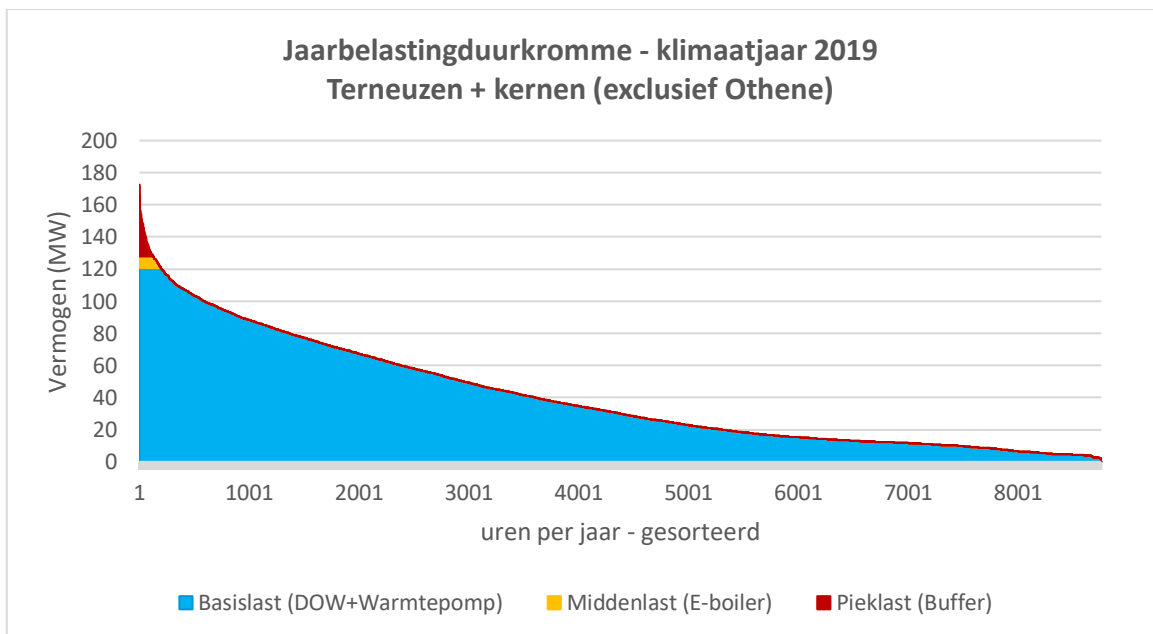
Gegeven de warmtebronnenmix vormen DOW en de warmtepomp de middenlast, de E-boiler een kleine middenlast en de warmtebuffer de pieklast. Voor het gehele warmtenet van Terneuzen is de invulling van de warmtevraag daarmee zoals weergegeven in afbeelding 2.8 en afbeelding 2.9. Afbeelding 2.8 geeft het warmtevraagprofiel met per uur de warmtevraag en wijze waarop dit wordt ingevuld. Afbeelding 2.9 geeft de jaarbelastingduurkromme waarin het warmtevraagprofiel is gesorteerd op vermogen en aantal uur waarop dat vermogen per jaar voorkomt.

<sup>1</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Levelized\\_cost\\_of\\_electricity](https://en.wikipedia.org/wiki/Levelized_cost_of_electricity).

Afbeelding 2.8 Warmtevraagprofiel van alle warmteafzetgebieden in de gemeente Terneuzen



Afbeelding 2.9 jaarbelastingduurkromme van het warmtevraagprofiel van alle warmteafzetgebieden in de gemeente Terneuzen



### Verdeling van warmtevraag en vermogensvraag

Tabel 2.3 toont de wijze waarop met onderstaande bronnen invulling wordt gegeven aan de warmtevraag en vermogensvraag.

Tabel 2.4 invulling van de warmtevraag en vermogensvraag per component

| Type       | Component        | % Warmtevraag     | % Vermogensvraag |
|------------|------------------|-------------------|------------------|
| basislast  | dow + warmtepomp | 97,5 % + (0,5 %*) | 60 %             |
| middenlast | e-boiler         | 2 %               | 15 %             |

| Type          | Component | % Warmtevraag | % Vermogensvraag |
|---------------|-----------|---------------|------------------|
| Pieklast      | Buffer    | 0,5%*         | 25%              |
| <b>Aanbod</b> |           | <b>100%</b>   | <b>100%</b>      |

\*warmte is indirect afkomstig uit de warmtepomp

### 2.4.3 Schetsontwerp Restwarmtenet Terneuzen

#### Centrale of decentrale naverwarming

Uit de uitgangspuntennotitie volgt geen eenduidig uitgangspunt ten aanzien van de keuze voor centrale of decentrale naverwarming. Wel is duidelijk dat Dow hier waarschijnlijk geen rol in zal vervullen. Het is daarom vooral de vraag of de warmtepomp en E-boiler centraal worden opgesteld bij Dow of decentraal bij de warmteoverdrachtstations. In het schetsontwerp is ervoor gekozen om de naverwarming decentraal te situeren. Dat wil zeggen: in de warmteoverdrachtstations. De reden om de warmtepomp decentraal op te stellen is tweeledig:

- 1 beperken van warmteverliezen aan de transportleiding, door een lager temperatuurverschil;
- 2 verkleinen van de benodigde transportcapaciteit en dus verlagen van de kosten van het transportnet, omdat door decentrale naverwarming een minder groot thermisch vermogen hoeft te worden getransporteerd.

#### Aanvoer en retour temperatuur

Gezien de keuze voor een decentrale warmtepomp en E-boiler is er ook nog de vraag welke aanvoer en retour temperatuur gehanteerd dient te worden in het transportnet. Dit is een optimalisatievraagstuk waar in dit stadium geen sluitend antwoord op kan worden gegeven. Desalniettemin is er wel een uitgangspunt in gekozen. De keuze voor een temperatuurtraject hangt onder andere samen met het vermogen dat kan worden getransporteerd en de efficiëntie van de warmtepomp: Een groot verschil tussen aanvoer/retour temperatuur verkleint de kosten van de transportleiding, maar verlaagt de efficiëntie van de warmtepomp, waardoor de elektriciteitskosten hoger liggen dan met een kleiner verschil tussen de aanvoer en retour temperatuur.

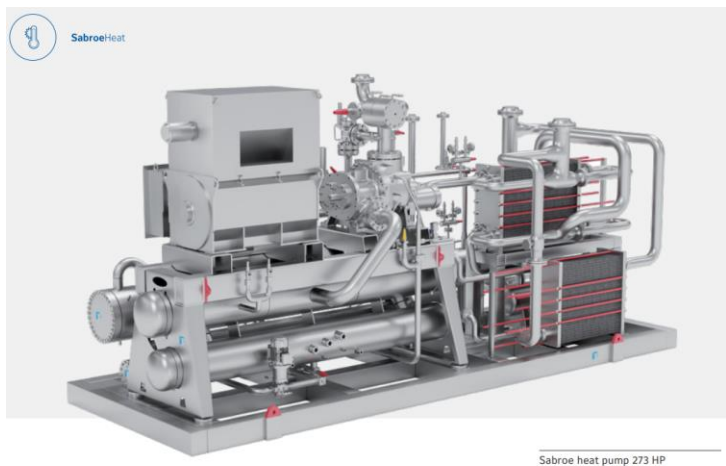
In het schetsontwerp is ervoor gekozen om de retourtemperatuur in te stellen op 50°C. Deze retour temperatuur geeft een goede balans tussen investeringskosten in het transportnet en elektriciteitskosten van de warmtepomp, waardoor de netto contante waarde het kleinste is. Zoals besproken is dit echter nog een optimalisatievraagstuk, dus in een verdere uitwerking zal deze keuze nog goed tegen het licht moeten worden gehouden.

#### Voorbeeld warmtepomp

Er zijn warmtepompen op de markt beschikbaar die de benodigde temperatuursprong kunnen maken. Zo heeft fabrikant Johnson een ammoniak warmtepomp die tot 90°C warmte kan leveren. Zie afbeelding 2.10 en afbeelding 2.11. Gegeven een gemiddelde aanvoertemperatuur van 66°C aan de verdamper zijde en een gemiddelde temperatuur van 75°C aan de condensor zijde bedraagt het carnot rendement 13,9 en het technisch rendement circa 8,4. Dat wil zeggen dat voor elke eenheid geleverde warmte slechts een achtste eenheid elektriciteit nodig is.



Afbeelding 2.10 Voorbeeld van de Johnson ammoniak warmtepomp (type: Sabroe heat pump 273 HP)



Sabroe heat pump 273 HP

Afbeelding 2.11 Specificaties van de ammoniak warmtepomp (Sabroe heat pump 273 HP)

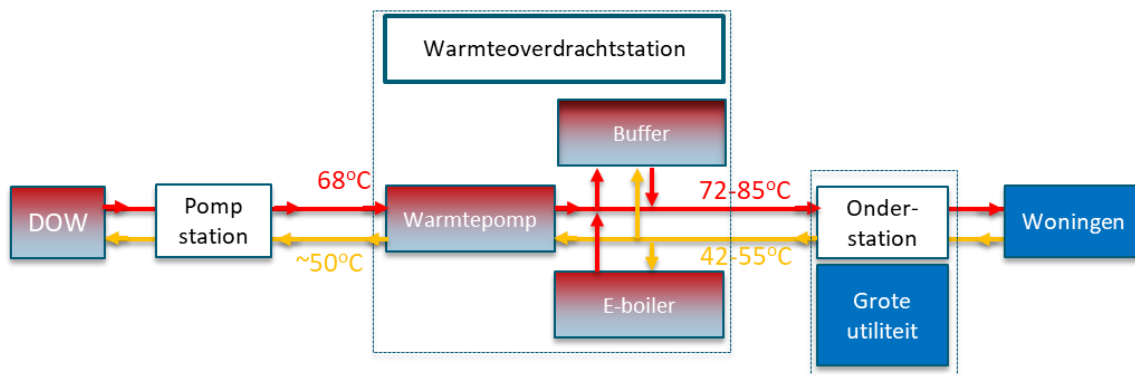
| Single-stage heat pump 273 |                  |                 |               |               |                            |                                  |                      |
|----------------------------|------------------|-----------------|---------------|---------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------|
| Model                      | Cold side in/out | Hot side in/out | Cooling<br>kW | Heating<br>kW | Power<br>consumption<br>kW | Sound pressure<br>level<br>dB(A) | COP shaft<br>heating |
|                            | °C               | °C              |               |               |                            |                                  |                      |
| 273 S                      | 60-50            | 60-95           | 5205          | 6403          | 1189                       | 84.3                             | 5.4                  |
| 273 S                      | 50-40            | 65-95           | 4166          | 5375          | 1209                       | 84.3                             | 4.4                  |
| 273 S                      | 40-30            | 70-95           | 3150          | 4325          | 1175                       | 84.3                             | 3.7                  |

- Water-cooled evaporator
- Cascade operation

### Principeschema restwarmtenet Terneuzen

Afbeelding 2.12 geeft het principeschema van het restwarmtenet Terneuzen. Het principeschema volgt uit de uitgangspuntennotitie, de opbouw van de restwarmtenet (paragraaf 2.2.1), de bronnenmix (2.4.2) en temperatuurtraject (paragraaf 2.4.3). Grote utiliteitsgebouwen (> 100 kW) zijn voorzien van een eigen onderstation. Kleinere gebouwen, zoals woningen, worden via een centraal onderstation van warmte voorzien. Het pompstation bevindt zich ter hoogte van het Dow terrein en zorgt voor de circulatie van het water in de het transportnet.

Afbeelding 2.12 Principeschema van het restwarmtenet Terneuzen



## 2.4.4 Schetsontwerp transportnet

Voor het schetsontwerp van het transportnet spelen 2 zaken een belangrijke rol:

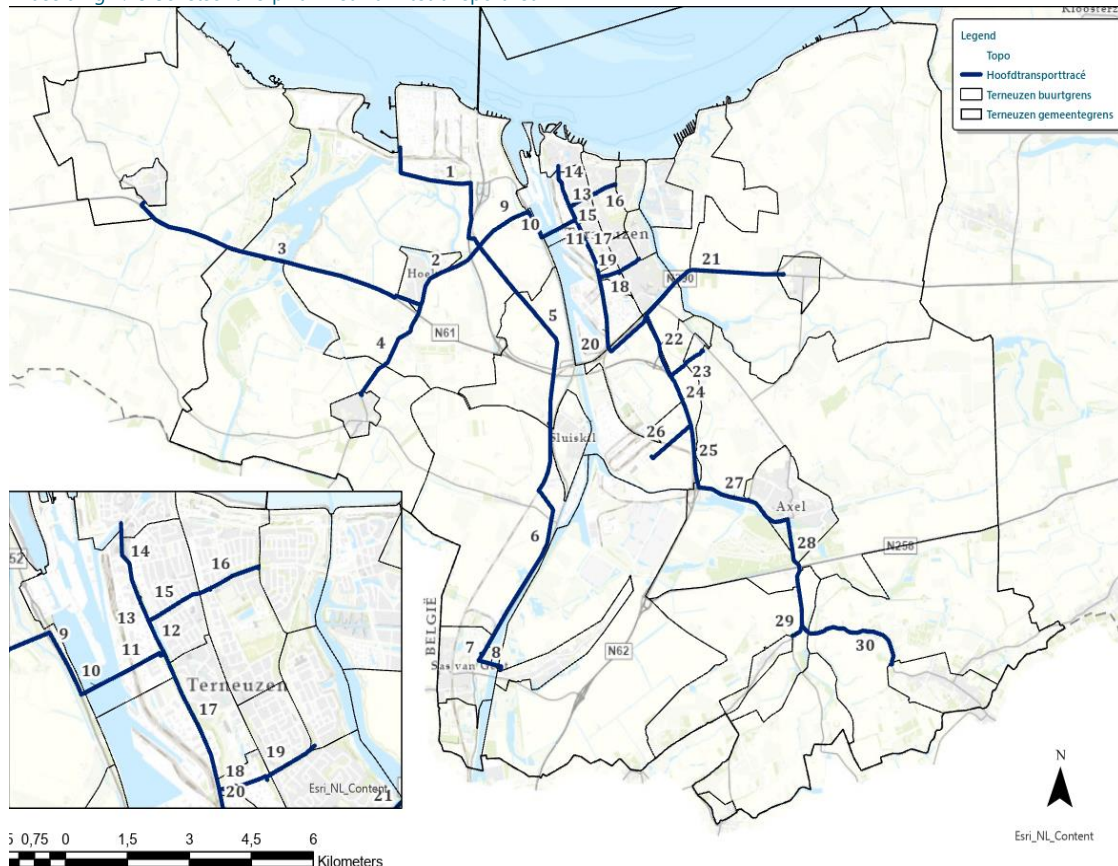
- 1 de tracering en lengte van het transportnet;
- 2 de dimensionering van het transportnet.

### Tracering en lengte van transportnet

In de uitgangspuntennotitie, zie bijlage I.8, zijn de belangrijkste uitgangspunten opgenomen voor de tracering van het transportnet. Het transportnet tracé volgt zoveel als mogelijk de locatie van het MUP tracé. In de stad Terneuzen is ervoor gekozen om op 2 locaties een warmteoverdrachtstation te voorzien. Met de warmteoverdrachtstations zou respectievelijk het noordelijk en zuidelijk deel van Terneuzen van warmte kunnen worden voorzien. In samenspraak met de gemeente Terneuzen<sup>1</sup> zijn enkele belangrijke knelpunten vastgesteld die bepalend zijn geweest voor de beoogde ligging van het transportnet. Het meest bepalend is de drukte in ondergrond ter hoogte van Sluiskil tunnel en zuidelijk van Terneuzen. Door deze drukte in de ondergrond is verondersteld dat een kruising van het kanaal ter hoogte van de tunnel onhaalbaar is. Daarom is ervoor gekozen om het transportnet van DOW naar Terneuzen net ten zuiden van de sluis het kanaal te laten doorkruisen. Op de wijze wordt de afstand tot DOW en Hoek (startbuurt) tot een minimum beperkt en kunnen veel buurten in de stad Terneuzen betrekkelijk eenvoudig worden bereikt.

Het transportnet tracé is ingetekend in Arcgis, waarbij een dertigtal secties is gedefinieerd, zodat de lengte per sectie kan worden bepaald. De secties en lengte dienen verder als input voor de kostenraming die weer ten grondslag ligt aan de businesscase. De locatie van het beoogde transportnet tracé is weergegeven in afbeelding 2.13.

Afbeelding 2.13 Schetsontwerp van het warmtetransportnet



<sup>1</sup> Jos Alewijnse, adviseur externe veiligheid, gemeente Terneuzen, oktober 2022.

### Aandachtspunten bij transportnet tracé

De gemeente Terneuzen heeft geïnventariseerd of het tracé maakbaar en haalbaar is. Uit deze inventarisatie is het volgende gebleken: 'Op het gebied van bodem, niet gesprongen explosieven, bodemvervuiling, natuur en archeologie zijn er geen tot minimale bezwaren'.<sup>1</sup> Een inventarisatie of kabels en leidingen nog kunnen zorgen voor bezwaren is nog in onderzoek. Specifiek aandachtspunten die de gemeente Terneuzen heeft aangemerkt bij verschillende delen van het tracé zijn opgenomen in tabel 2.4. De tracé ID's in deze tabel verwijzen naar de nummers in afbeelding 2.13.

Tabel 2.5 Aandachtspunten bij het transportnet tracé

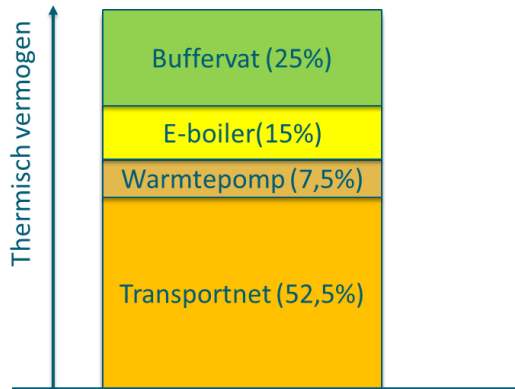
| Tracé ID | Locatie aanduiding                                 | Aandachtspunt / opmerking   | Showstopper?  |
|----------|--|---|---|
| 1,2,5,9  | DOW naar Hoek en Terneuzen                         | in deze tracés zijn geen onmogelijkheden vastgesteld  | beperkt   |
| 2        | transportnet naar Hoek                             | geen belemmeringen qua planvorming en vanuit de vakspecialisten. Wel rekening houden dat er genoeg ruimte naast / tussen de huizen zit.   | beperkt   |
| 3 en 4   | transportnet van Hoek naar Philippine en Biervliet | in deze tracés zijn geen onmogelijkheden vastgesteld  | beperkt   |
| 8        | kanaaloversteek die bij Sas van Gent               | is de kanaaloversteek die bij Sas van Gent is geprojecteerd realistisch?  | beperkt   |
| 10       | kanaaloversteek naar Terneuzen                     | de Kanaaloversteek dient in samenspraak met andere stakeholders te worden vormgegeven. Er worden verder geen bijzonderheden voorzien.   | beperkt   |
| 21       | Terneuzen naar Zaamslag                            | geen belemmeringen. Kruising met Kreek via gestuurde boring of vast aan brug. De kreek is nog nooit gebaggerd, dus dat vormt eventueel een mild aandachtspunt   | beperkt   |
| 26       | leiding naar Koegorspolder                         | het tracé naar Yara is nu geprojecteerd door het nieuwe zonnepark. Verder liggen hier veel kabels en leidingen in de ondergrond. Er moet daarom nog worden gezocht naar een alternatieve route naar Yara! | nee, wel relevant aandachtspunt in verder ontwerp. Ook niet van invloed op kostenraming |

### De dimensionering van het transportnet

De dimensies van het transportnet zijn vastgesteld op basis van de gelijktijdige vermogensvraag per buurt. Per sectie is vastgesteld welke buurten en warmteoverdrachtstations erop zijn aangesloten. Zoals vermeld in paragraaf 4.2.2. is het transportnet gedimensioneerd op de maximale gelijktijdige vermogensvraag minus het vermogen dat wordt geleverd door de buffer, E-boiler en warmtepomp. Dit is grafische weergegeven in afbeelding 2.14. Let op: de warmtepomp dient wel te worden gedimensioneerd op 60 % van het thermisch vermogen.

<sup>1</sup> Glenny Davidse, adviseur energietransitie, gemeente Terneuzen, 16 december 2022.

Afbeelding 2.14 Thermische vermogen door de bronnen en transportnet



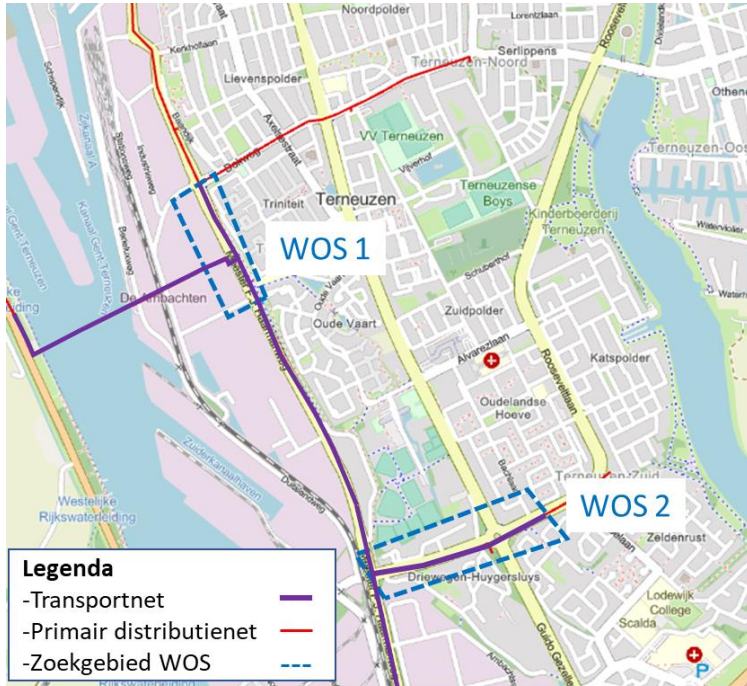
### Zoeklocaties warmteoverdrachtstations Terneuzen

In het schetsontwerp is er mee rekening gehouden dat het transportnet 2 warmteoverdrachtstations (WOS) voorziet van warmte. Vanuit daar voeden meerdere primaire distributienetten de onderstations, van waaruit gebouwen en woningen van warmte worden voorzien. Het eerste WOS voorziet de buurten in het noorden van warmte en het tweede WOS voorziet de buurten in het zuiden van warmte. In tabel 2.6 is opgenomen welke buurten door welk warmteoverdrachtstation van warmte zouden worden voorzien. In afbeelding 2.15 zijn 2 zoekgebieden aangemerkt waar de warmteoverdrachtstations ongeveer ingepast dienen te worden. Voor beide locaties geldt dat de gemeente een geschikte locatie heeft gevonden. Het is dus in principe mogelijk om hier de WOS te bouwen.

Tabel 2.6 Warmteoverdrachtstations, vermogen en buurten

| Naam  | Thermische vermogen | Buurten  |
|-------|---------------------|--|
| WOS 1 | ~63 MW              | Binnenstad-Java, Noordpolder, Serlippenspolder, Lievenspolder, Noorderdokken, Triniteit, Zuiderpark, Oudevaart |
| WOS 2 | ~35 MW              | Zeldenrust, Driewegen Oudelandse Hoeve, Katspolder, Handelspoort en Zevenaer                                   |

Afbeelding 2.15 Zoekgebieden voor Warmteoverdrachtstation 1 en 2

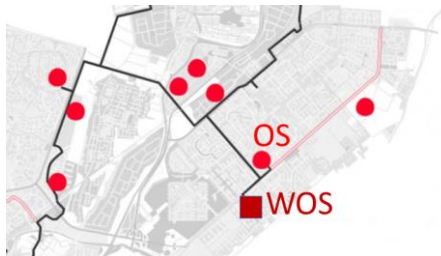


### Voorbeeld van warmteoverdrachtstation en onderstation in Heerhugowaard

In Heerhugowaard ligt al een groot warmtenet. 1 van de warmteoverdrachtstations heeft een capaciteit voor 2.500-10.000 woningen. Het onderstation voorziet circa 500 woningen van warmte:

- het ruimtebeslag van een warmteoverdrachtstation is circa 3-6 m<sup>2</sup> per MW<sub>th</sub>;
- het ruimtebeslag van een onderstation is circa 10-20 m<sup>2</sup> voor 500 woningen.

Afbeelding 2.16 Schematische weergave van warmtenet en locatie van het warmteoverdrachtstation en onderstation



Afbeelding 2.17 Warmteoverdrachtstation (links) en onderstation (rechts)

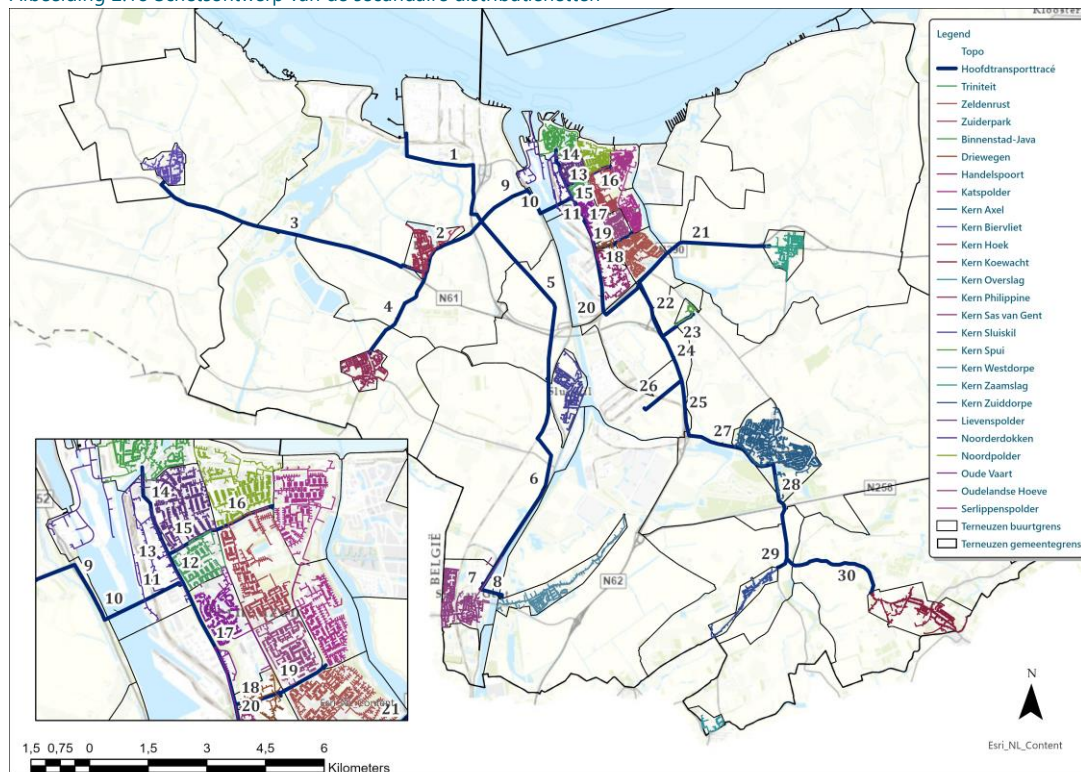




## 2.4.5 Schetsontwerp distributienet

Voor iedere warmteafzetgebied in de gemeente Terneuzen is een ruw schetsontwerp gemaakt van een mogelijk distributienet per buurt. De gemodelleerde schetsontwerpen zijn opgenomen in afbeelding 2.18. Het schetsontwerp is gebaseerd op een automatisch gegenereerd netwerk per buurt in GeoSmartDesign. In dit schetsontwerp zijn alle huizen en utiliteitsgebouwen in de buurt aangesloten. Op deze manier kan er snel een goede inschatting gemaakt worden van de benodigde lengte van een eventueel warmtenet in elke buurt. De kosten van het distributienet zijn gebaseerd op een vaste eenheidsprijs per meter en kentallen voor de kosten van aansluitleidingen, in pandig leidingwerk en afleversets. Deze waarden zijn opgenomen in de uitgangspuntennotitie in bijlage I.1. Voor Hoek is het schetsontwerp van het primair en secundair distributienet in meer detail ontworpen in GeoSmartDesign Heat. Dit ontwerp is opgenomen in bijlage I.2.

Afbeelding 2.18 Schetsontwerp van de secundaire distributienetten



## 2.5 Fasering en scenario's restwarmtenet

### 2.5.1 Fasering van warmteafzetgebieden

Het warmtenet zal niet van de 1 op de andere dag kunnen worden aangelegd. Conform de uitgangspuntennotitie is ervan uitgegaan dat jaarlijks 1.000 woningequivalenten kunnen worden aangesloten op het warmtenet. Op basis van de warmteafzetgebieden zijn er ruim 32.000 woningequivalenten in de gemeente Terneuzen. Het aansluiten van alle buurten en kernen duurt daarom meerdere decennia. Het is daarom zaak keuzes te maken over welke buurten en kernen als eerste in aanmerking komen voor een aansluiting op het warmtenet. Aan de keuze voor een bepaalde fasering kunnen verschillende redenen ten grondslag liggen. In een vervolgfase moet hier nog nauwkeurig naar worden gekeken door de gemeente Terneuzen en belanghebbende in de gemeente.

Voor deze studie is de fasering van het warmtenet versimpeld. In afstemming met de kerngroep en werkgroep restwarmtenet Terneuzen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd ten aanzien van de fasering:

- 1 eerst Hoek, dan Terneuzen;
- 2 buurten of kernen met een hoge warmtedichtheid eerst;
- 3 grote of dichtbij gelegen kernen of buurten eerst.

De warmtedichtheid is een maat voor de warmte intensiteit in een buurt of kern en is gedefinieerd als de warmtevraag per strekkende meter distributienet. Een hoge warmtedichtheid geeft dus eigenlijk aan dat er een gunstige verhouding is tussen de opbrengsten (verkoop van warmte) en de kosten (warmtenet). Om die reden zijn buurten met een hoge warmtedichtheid geprioriteerd over buurten met een lage warmtedichtheid. Verder wordt ervan uitgegaan dat buurten die dicht bij andere buurten liggen eerder in aanmerking komen voor een aansluiting dan buurten en met name kernen die verder weg liggen.

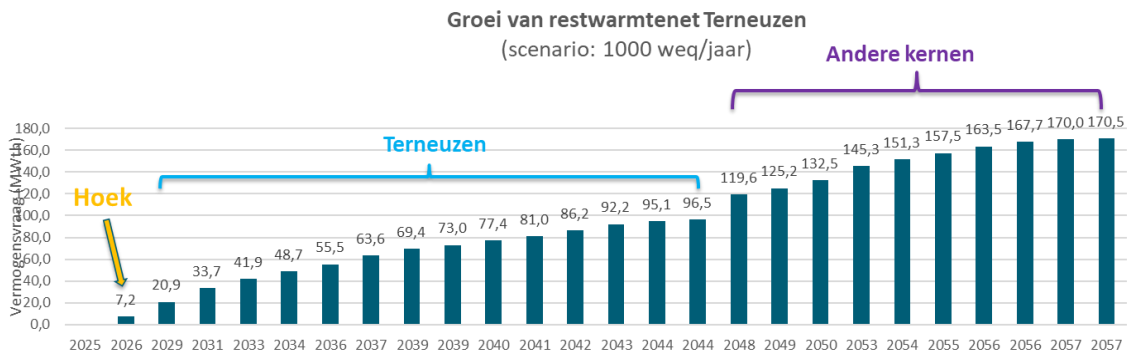
### Fasering

Op grond van deze 3 uitgangspunten en na afstemming met de kerngroep Terneuzen is de fasering vastgesteld zoals weergegeven in afbeelding 2.19. De fasering van het warmtenet is ook grafische weergegeven in afbeelding 2.20.

Afbeelding 2.19 Fasering van de buurten en kernen

| volgorde | Volgorde          | MW   | MW cu TJ | GJ/m |     |
|----------|-------------------|------|----------|------|-----|
| 1        | Kern Hoek         | 7,2  | 7,2      | 50   | 1,9 |
| 2        | Binnenstad-Java   | 13,7 | 20,9     | 125  | 5,7 |
| 3        | Zeldenrust        | 12,8 | 33,7     | 86   | 2,7 |
| 4        | Noordpolder       | 8,2  | 41,9     | 60   | 3,3 |
| 5        | Handelspoort      | 6,9  | 48,7     | 38   | 3,4 |
| 6        | Oudelandse Hoeve  | 6,7  | 55,5     | 53   | 3,2 |
| 7        | Lievenspolder     | 8,1  | 63,6     | 66   | 2,6 |
| 8        | Serlippenspolder  | 5,8  | 69,4     | 45   | 2,4 |
| 9        | Triniteit         | 3,6  | 73,0     | 27   | 2,4 |
| 10       | Katspolder        | 4,5  | 77,4     | 35   | 2,2 |
| 11       | Noorderdokken     | 3,6  | 81,0     | 26   | 2,2 |
| 12       | Oude vaart        | 5,2  | 86,2     | 31   | 2,1 |
| 13       | Zuiderpark        | 6,0  | 92,2     | 43   | 2,0 |
| 14       | Zevenaar          | 2,9  | 95,1     | 20   | 1,9 |
| 15       | Driewegen         | 1,4  | 96,5     | 9    | 1,8 |
| 16       | Kern Axel         | 23,1 | 119,6    | 170  | 2,2 |
| 17       | Kern Zaamslag     | 5,6  | 125,2    | 43   | 2,1 |
| 18       | Kern Sluiskil     | 7,3  | 132,5    | 57   | 2,0 |
| 19       | Kern Sas van Gent | 12,8 | 145,3    | 111  | 2,6 |
| 20       | Kern Westdorpe    | 6,1  | 151,3    | 44   | 1,8 |
| 21       | Kern Philippine   | 6,1  | 157,5    | 44   | 1,8 |
| 22       | Kern Koewacht     | 6,1  | 163,5    | 46   | 1,8 |
| 23       | Kern Biervliet    | 4,2  | 167,7    | 30   | 1,7 |
| 24       | Kern Zuiddorpe    | 2,3  | 170,0    | 17   | 1,6 |
| 25       | Kern Spui         | 0,5  | 170,5    | 3    | 1,1 |

Afbeelding 2.20 Groei van restwarmtenet Terneuzen, conform de fasering zoals gepresenteerd in afbeelding 2.18

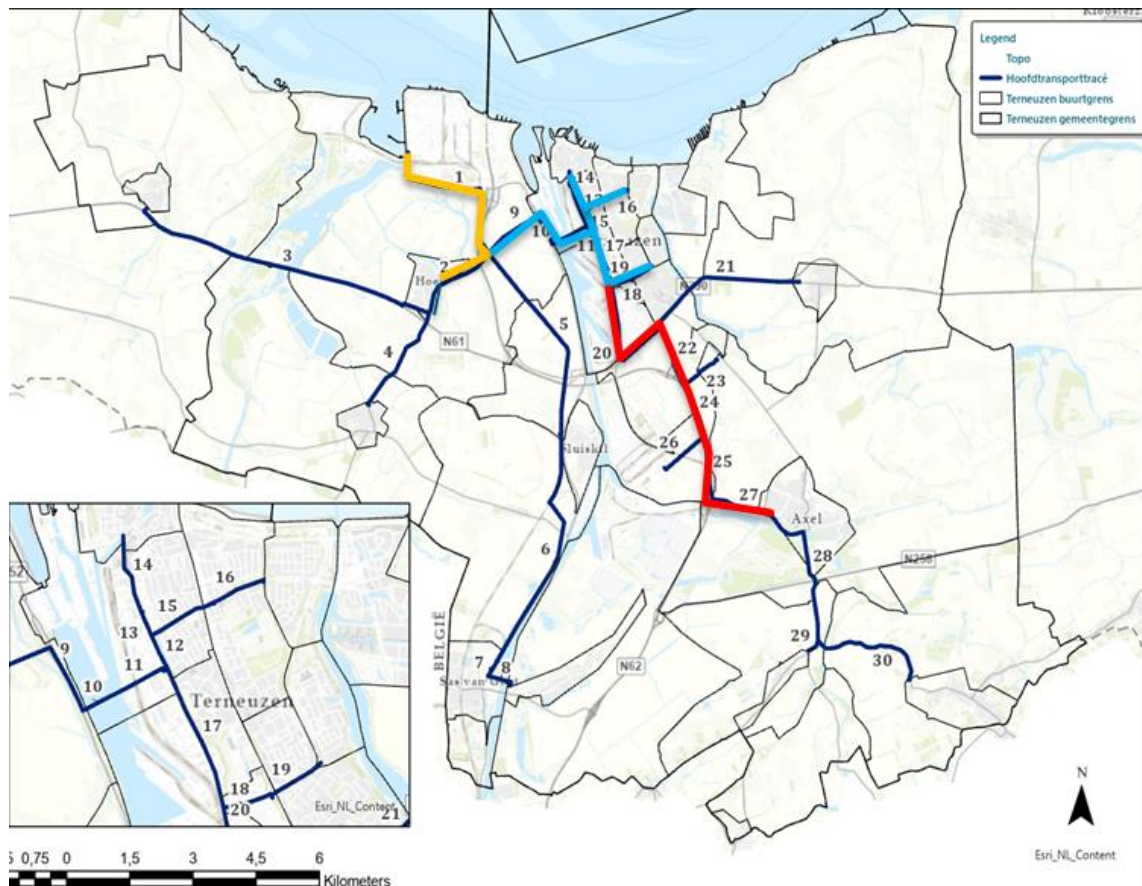


## 2.5.2 Warmtenet scenario's

Als input voor de kostenraming en businesscase zijn 4 scenario's gedefinieerd. De 4 scenario's beschrijven welk afzetgebieden in aanmerking komen voor een aansluiting op het restwarmtenet. Ook stellen deze 4 scenario's ons in staat te bepalen welke mate van overdimensionering nodig is voor fase 1 (het aansluiten van hoek):

- 1 alleen Hoek (geel);
- 2 Hoek + Terneuzen (lichtblauw);
- 3 Hoek + Terneuzen + Axel (rood);
- 4 Hoek + Terneuzen + Axel + kernen (donkerblauw).

Afbeelding 2.21 Schetsontwerp van het transportnet met de 4 scenario's





## 2.6 Kostenraming transportnet

Voor de 4 scenario's van het transportnet tracé zijn de benodigde investeringskosten geraamd. Om deze te bepalen is per scenario de (over)dimensionering van elke transportnet sectie bepaald op basis van het benodigde warmtevermogen en de warmteverliezen. De gehanteerde uitgangspunten staan in de Bijlage Uitgangspuntennotitie in bijlage I.5. Er is rekening gehouden met extra benodigde kosten voor gestuurde boringen bij grote kruispunten en kanalen. De geraamde kosten staan in tabel 2.6 en volgen in meer detail uit de businesscase Excel.

Tabel 2.7 Investeringskosten transportnet per scenario

| Scenario                            | Investeringskosten |
|-------------------------------------|--------------------|
| 1. Hoek                             | MEUR 5,7           |
| 2. Hoek + Terneuzen                 | MEUR 25            |
| 3. Hoek + Terneuzen + Axel          | MEUR 36            |
| 4. Hoek + Terneuzen + Axel + kernen | MEUR 76            |

## 2.7 Overdimensionering van transportnet

In fase 1 is een zekere mate van overdimensionering noodzakelijk om voorbereid te zijn op de uitbreiding van het transportnet richting Terneuzen. Uiteraard is de mate van overdimensionering afhankelijk van het scenario. In afbeelding 2.22 is weergegeven op welke secties de overdimensionering betrekking heeft. Uit tabel 2.7 volgt dat de maximale mate van overdimensionering leidt tot een extra voorinvestering in fase 1 van circa EUR 8,5 miljoen.

Afbeelding 2.22 transportnet van DOW naar Hoek



Tabel 2.8 Overdimensionering van transportnet in fase 1

| Scenario                           | Leidingmaat | Transportnet DOW/Hoek |
|------------------------------------|-------------|-----------------------|
| 1.Hoek                             | 2xDN200     | MEUR 5,7              |
| 2.Hoek + Terneuzen                 | 2xDN700     | MEUR 11,1             |
| 3.Hoek + Terneuzen + Axel          | 2xDN700     | MEUR 11,1             |
| 4.Hoek + Terneuzen + Axel + kernen | 2xDN900     | MEUR 13,9             |

## 2.8 Aandachtspunten in schetsontwerp

Aandachtspunten die in een verdere uitwerking van het ontwerp in ogenschouw dienen te worden genomen zijn als volgt:

### Rol van Yara/Warmco2

Warmco2/Yara kan zowel een back-up functie vervullen als een (grote) warmteafnemer vormen. Afhankelijk van de aangesloten vermogensvraag kan Yara met haar restwarmte de warmtevraag deels of geheel opvangen. Dit zou vragen om een nieuwe pompinstallatie ter hoogte van Yara. Wanneer WarmCO2 ook een warmteafnemer zou vormen dient ook het warmtenet zwaarder te worden gedimensioneerd. Indien Warmco2 ook fungeert als warmteafnemer wordt de mate waarin Yara kan dienen als back-up voor DOW wel kleiner.

### Scenario en fasering

Er dient een afweging te worden gemaakt welke buurten binnen Terneuzen (als eerste) wel/niet in aanmerking komen voor een aansluiting op het restwarmtenet.

### Transportnet Hoek

- 1 er dient een afweging te worden gemaakt of het transportnet naar Hoek ook door de polder kan worden aangelegd. Hiermee zou het transportnet wel afwijken van de locatie van het MUP tracé, maar vallen de kosten van het transportnet tussen DOW en Hoek wel lager uit;
- 2 de mate van overdimensionering is uiteraard afhankelijk van de het voorkeursscenario, maar hangt ook af van een aantal ontwerpkeuzes, zoals het gebruik van piekbuffer, het temperatuurtraject en het gebruik van een warmtepomp;
- 3 geen piekbuffer: vergroot het benodigd transportnet vermogen en vraagt dus om een grotere leidingdiameter;
- 4 ander temperatuurtraject: het huidige temperatuurtraject is aanvoer 68, retour 50. Het temperatuurverschil kan worden vergroot door de aanvoer temperatuur met de decentraal opgestelde warmtepomp verder uit te koelen. Dit verkleint het benodigde transport vermogen, maar verlaagd de efficiëntie van de warmtepomp waardoor de stroomkosten stijgen;
- 5 centrale warmtepomp: het huidige ontwerp voorziet in decentraal opgestelde warmtepompen. Centrale opgestelde warmtepompen (bij DOW) zorgen voor een lichte stijging van het benodigde transportvermogen. Centraal opgestelde warmtepompen zorgen voor een hoger warmteverlies, maar verkleinen het decentraal benodigde ruimtegebruik.

### Distributienet

in het schetsontwerp van de distributienetten is nu 100 % van de gebouwen aangesloten. De kosten kunnen worden verlaagd/geoptimaliseerd door afgelegen gebouwen uit te sluiten.

### Warmtebronnenmix

Het huidige ontwerp voorziet in een bepaalde verhouding tussen DOW, warmtepomp, E-boiler en piekbuffer. Deze verhouding dient verder te worden geoptimaliseerd en is ook mede afhankelijk van de mate waarin de bronnen en buffer worden ingezet voor slimme inkoop van stroom en/of congestiemanagement.

### Decentrale Back-up

Het huidig ontwerp voorziet in een centrale back-up ter hoogte van DOW. Conform de basisregels van warmtenet ontwerp is daarmee de grootste bron voorzien van een back-up. Er is echter geen decentrale back-up voorzien, waardoor de warmtevoorziening in het gedrang kan komen als er problemen zijn met de transportleiding zelf.

# 3

## BUSINESSCASE RESTWARMTENET TERNEUZEN

### 3.1 Businesscase analyse

Voor de 4 scenario's is de business case doorgerekend op basis van de kosten en inkomsten. Alle kosten en inkomsten zijn uitgezet in de tijd, geïndexeerd conform inflatie en verdisconteerd op basis van de benodigd rendementseis. Het resultaat van de doorrekening is de netto contante waarde (NCW). Bij dit type projecten is de NCW doorgaans negatief, dat betekent dat er geld nodig is (bijvoorbeeld subsidie) om een positieve business case te krijgen. Dat is de onrendabele top.

De aannames en kentallen die zijn gehanteerd voor de business case staan samengevat in de uitgangspuntennotitie, bijlage I. De belangrijkste aannames voor de businesscase zijn opgenomen in tabel 3.1 .

Tabel 3.1 Belangrijke uitgangspunten businesscase

| Uitgangspunt                 | Waarde                  |
|------------------------------|-------------------------|
| doorlooptijd                 | 50 jaar                 |
| volloop (aansluitpercentage) | 80 %                    |
| discontovoet                 | 7 %                     |
| inflatie                     | 2 %                     |
| variabel tarief warmte       | 21,09 EUR/GJ (ACM 2021) |
| BAK per weq                  | 1.500 EUR per weq       |
| aansluitsnelheid             | 1.000 weq/jaar          |

#### 3.1.1 Resultaat businesscase

De belangrijkste resultaten per scenario zijn opgenomen in tabel 3.2. De totale investeringskosten (CAPEX), de jaarlijkse kosten (OPEX), jaarlijkse inkomsten en onrendabele top zijn weergegeven.

Tabel 3.2 Financiële resultaten business case per scenario

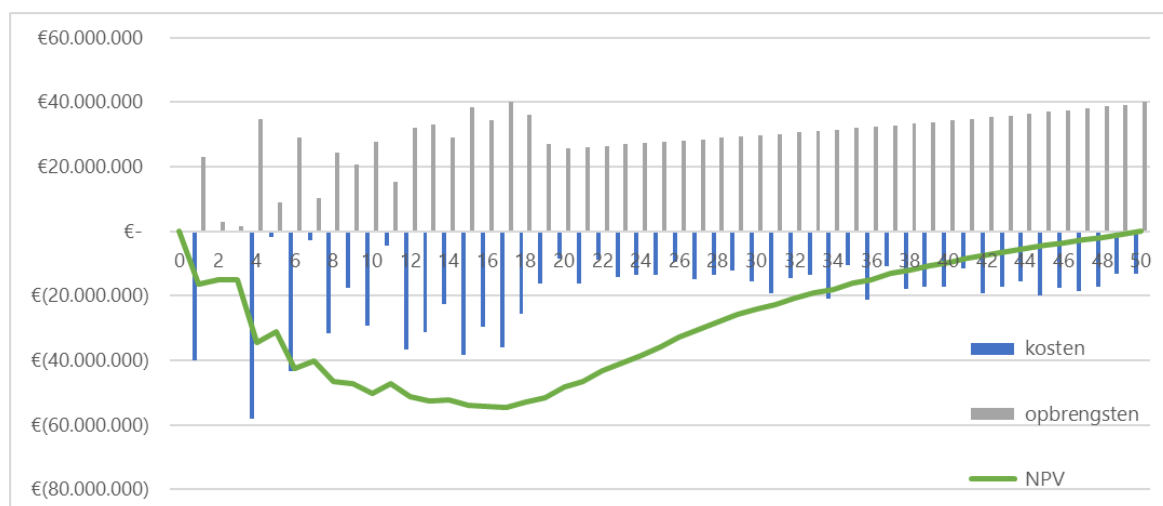
|                      | Hoek       | Hoek + Terneuzen | Hoek + Terneuzen + Axel | Hoek + Terneuzen + Axel + overige |
|----------------------|------------|------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| CAPEX (EUR)          | 34.000.000 | 317.000.000      | 401.000.000             | 627.000.000                       |
| OPEX (EUR/jaar)      | 444.000    | 5.717.000        | 7.098.000               | 10.074.000                        |
| inkomsten (EUR/jaar) | 1.144.000  | 16.306.000       | 20.129.000              | 28.454.000                        |

|                               | Hoek       | Hoek + Terneuzen | Hoek + Terneuzen + Axel | Hoek + Terneuzen + Axel + overige |
|-------------------------------|------------|------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Onrendabele top (EUR)         | 24.000.000 | 184.000.000      | 235.000.000             | 380.000.000                       |
| Onrendabele top per weq (EUR) | 24.600     | 13.800           | 14.200                  | 16.400                            |

### 3.1.2 Duiding van resultaten

In elk scenario wordt steeds meer gebouwen aangesloten door het restwarmtenet verder uitgebreid. Hierdoor worden de investeringskosten steeds hoger. Ook de jaarlijkse kosten en inkomsten nemen toe met een groter projectgebied. In het maximale scenario worden de totale investeringskosten geraamd op EUR 624 miljoen. De business case laat zien dat in dit geval over een periode van 50 jaar een onrendabele top overblijft van 412 miljoen euro. Om de kosten in perspectief te zetten wordt ook de onrendabele top per woning equivalent weergegeven. Dit geeft een beter beeld van de kosteneffectiviteit. Hieruit blijkt het scenario Hoek + Terneuzen de laagste onrendabele top per weq te hebben met EUR 13.600. In afbeelding 3.1 zijn de kosten en inkomsten verdeeld over 50 jaar weergegeven.

Afbeelding 3.1 Voor het scenario Hoek + Terneuzen de kosten, inkomsten en netto contante waarde (groen) uitgezet in de tijd



### 3.2 Gevoeligheidsanalyse

Het scenario Hoek + Terneuzen is getest op een aantal mogelijke situaties die zich kunnen voltrekken gedurende de bouwfase en de exploitatiefase. In totaal zijn 6 effecten inzichtelijk gemaakt:

- 1 het effect van het vollooprisico;
- 2 het effect van een hogere/lagere elektriciteitsprijs;
- 3 het effect van een lagere ontwikkelsnelheid;
- 4 het effect van het variabele warmtetarief;
- 5 het effect van een andere rendementseis;
- 6 het effect van een andere exploitatietermijn.

De grootste risico's zijn op de volgende pagina beschreven. De sensitiviteit van het scenario op deze 6 effecten is in tabel 3.3 weergegeven

Tabel 3.3 Sensitiviteitsanalyse op het resultaat van het Hoek + Terneuzen scenario.

| Sensitiviteitsanalyse                    | ProjectBAK | Percentage wijziging % |
|--|------------|------------------------|
| <b>Basis scenario</b>                    |            |                        |
| Hoek + Terneuzen                         | € 13.800   |                        |
| <b>Volloop scenario</b>                  |            |                        |
| 60% sluit aan i.p.v. 80%                 | € 19.800   | 44%                    |
| 100% sluit aan i.p.v. 80%                | € 10.100   | -27%                   |
| <b>Verandering elektriciteitsprijzen</b> |            |                        |
| EUR 250/MWh i.p.v. 200 EUR/MWh           | € 14.400   | 4%                     |
| EUR 150/MWh i.p.v. 200 EUR/MWh           | € 13.100   | -4%                    |
| <b>Ontwikfelsnelheid</b>                 |            |                        |
| 500 weq i.p.v. 1.000 weq per jaar        | € 14.600   | 6%                     |
| <b>Variabel tarief</b>                   |            |                        |
| 0 EUR/GJ i.p.v. 21,08 EUR/GJ             | € 21.200   | 54%                    |
| 30 EUR/GJ i.p.v. 21,08 EUR/GJ            | € 10.600   | -23%                   |
| <b>Rendementseis</b>                     |            |                        |
| WACC op 4% i.p.v. 7%                     | € 9.100    | -34%                   |
| <b>Exploitatietermijn</b>                |            |                        |
| 30 jaar i.p.v. 50 jaar                   | € 14.900   | 9%                     |

### 3.2.1 Toelichting sensitiviteitsanalyse

#### Volloopsenario

Het volloop scenario heeft een groot effect op de onrendabele top. Wanneer het aansluitpercentage zou zakken naar 60 %, gaat de onrendabele top per woning met 44 % omhoog.

#### Electriciteitsprijs en ontwikkelsnelheid

De electriciteitsprijs en de ontwikkelsnelheid hebben relatief weinig effect op de onrendabele top per weq. De ontwikkelsnelheid heeft wel een groot effect op de projectduur, wat nauwelijks terugkomt in de onrendabele top per weq.

#### Variabel tarief

Het variabele warmtetarief heeft een groot effect op de onrendabele top. Zonder een variabel tarief zou de onrendabele top toenemen met 54 %. Met een variabel tarief van 30 EUR/GJ (het prijsplafond voor 2023 is vastgesteld op 47 EUR/GJ inclusief omzetbelasting) zou de onrendabele top afnemen met 23 %.

#### Rendementseis

Een rendementseis van 7 % is gangbaar voor commerciële partijen. Publieke partijen hanteren doorgaans lagere rendementseisen zoals 4 %. Bij een rendementseis van 4 % daalt de onrendabele top met 34 %.

#### Exploitatietermijn

De exploitatietermijn is in de eerste doorrekening op 50 jaar gezet. Dit houdt in dat na 50 jaar de kosten terugverdiend moeten zijn. Door dit te verkorten naar 30 jaar stijgt de onrendabele top met 9 %.

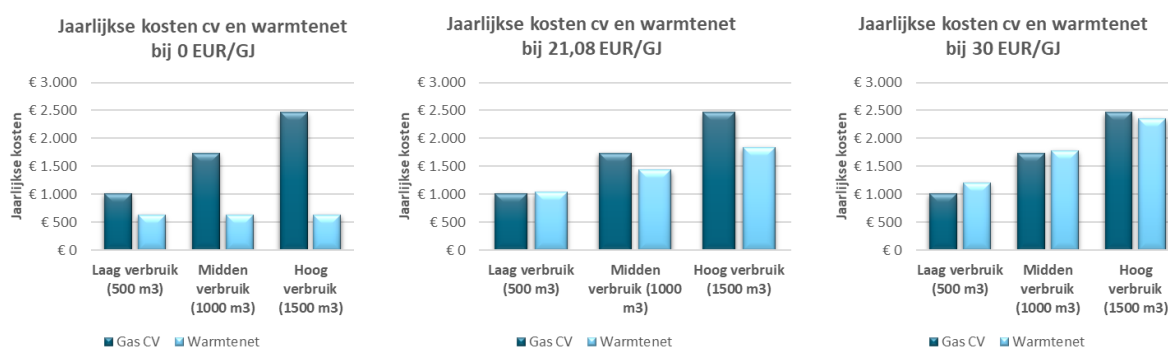
#### Businesscase Hoek in gunstig geval

Wanneer zowel de rendementseis naar 4% zou worden bijgesteld, en het variabele tarief naar 30 EUR/GJ zou gaan, blijft er een onrendabele top over van 3.900 EUR / weq.

### 3.3 Eindgebruikerskosten

Om de kosten voor de afnemers in perspectief te zetten is er een berekening gemaakt om de kosten voor aansluiting op het warmtenet te vergelijken met de kosten voor verwarmen met een ketel op aardgas. Dit is gedaan voor 3 verbruiksniveaus: 500 m<sup>3</sup>, 1.000 m<sup>3</sup>, en 1.500 m<sup>3</sup> aardgas per jaar. Ter referentie: het gemiddelde aardgasverbruik in Nederland ligt op circa 1.2300 m<sup>3</sup> aardgas per jaar. Voor de variabelen kosten van het aardgas systeem is het prijsplafond voor 2023 aangenomen: 1,45 EUR/ m<sup>3</sup>. De vaste kosten zijn vastgesteld op EUR 630, inclusief omzetbelasting (ACM 2021) voor het warmtenet en op EUR 289 inclusief omzetbelasting (prijspeil 2023) voor aardgas. De resulterende jaarlijkse eindgebruikerskosten per scenario zijn opgenomen in afbeelding 3.2.

Afbeelding 3.2 Jaarlijkse kosten voor huiseigenaren vergeleken bij 3 verbruiksniveaus en 3 warmtetarieven voor aansluiting op warmtenet (licht blauw) en bij verwarming door middel van een aardgas cv (donker blauw)



#### 3.3.1 Duiding van eindgebruikerskosten

Afbeelding 3.1 laat de jaarlijkse kosten (inclusief omzetbelasting) zien voor 3 gebruikerstypen (500, 1.000 en 1.500 m<sup>3</sup>/jaar) en 3 warmtetarieven (0, 21,08 en 30 EUR/GJ). Uit deze afbeelding kunnen de volgende observaties worden gedaan:

- 1 wanneer er geen variabel tarief wordt gehanteerd zijn de jaarlijkse kosten aanzienlijk lager bij aansluiting op het warmtenet dan bij de aardgas cv. Met name voor grootverbruikers wordt het verschil steeds groter;
- 2 bij een tarief van 21,08 EUR/GJ (maximaal tarief ACM 2021 exclusief omzetbelasting) stijgen de kosten van het warmtenet relatief ten opzichte van aardgas. Voor de kleinste verbruikers (500 m<sup>3</sup> per jaar) zijn de kosten dan ongeveer gelijk. Bij groter verbruik blijft het warmtenet goedkoper;
- 3 bij een hoger tarief van 30 EUR/GJ ligt het omslagpunt ergens rond de 1.000 m<sup>3</sup> per jaar, bij een kleiner verbruik is aardgas goedkoper, bij een groter verbruik het warmtenet.

#### Eindgebruikerskosten: Huur versus koop

De eindgebruikerskosten in afbeelding 3.2 zijn gebaseerd op de kosten voor een koopwoning. Voor corporatiewoningen geldt dat de jaarlijkse kosten voor huur van de afleverset (EUR 125 inclusief 21 % omzetbelasting) niet worden doorgerekend aan de huurders. Voor deze groep bewoners geldt dus dat de eindgebruikerskosten bij een tarief van EUR 30 per GJ ongeveer gelijk zijn aan de jaarlijkse kosten van een gasinstallatie.

- **500 m<sup>3</sup> per jaar**
  - gasketel: EUR 1.010 (inclusief omzetbelasting)
  - warmtenet: EUR 1.080, (inclusief omzetbelasting)
- **1000 m<sup>3</sup> per jaar**
  - gasketel: EUR 1.740 (inclusief omzetbelasting)
  - warmtenet: EUR 1.660 (inclusief omzetbelasting)

### 3.4 Risico's en kansen businesscase en eindgebruikerskosten

Bij de verdere ontwikkeling van het warmtenet dienen te volgende punten ten aanzien van de businesscase goed in ogenschouw te worden genomen:

- 1 **het volloopsценario** (het percentage woningen dat aansluit) is een zeer bepalende factor. Een bedreiging voor het warmtenet is immers dat bewoners/bedrijven opteren voor een alternatieve duurzame warmteoplossing. Het is dus zaak om zo spoedig mogelijk een afweging te maken welke buurten wel/niet en wanneer worden aangesloten in Terneuzen. Op deze wijze kunnen bewoners en bedrijven voorsorteren op de komst van een warmtenet;
- 2 **de gehanteerde ontwikkelsnelheid** van 1.000 weq/jaar is ambitieus. In Dordrecht realiseert HVC een warmtenet met een snelheid van circa 300 weq/jaar. Partijen als Eneco en Ennatuurlijk kunnen waarschijnlijk grotere ontwikkelsnelheden realiseren. Dit hangt onder andere samen met de grootte van deze partijen en de mate waarin zij toegang hebben tot meerdere aannemers waarmee zij bovendien ook standaard contracten hebben. Om een hoge ontwikkelsnelheid te kunnen realiseren is het dus zaak om partijen aan te trekken die in staat en bereid zijn om een hoge capaciteit te leveren. Verder geldt dat ook met een ontwikkelsnelheid van 1.000 weq/jaar de ambitie van de gemeente Terneuzen (20.000 weq) pas na circa 20 jaar is ingevuld. Houd dus rekening met een lange doorlooptijd;
- 3 **de tariefstelling** is een bepalende factor. In de businesscase is gerekend met het prijspeil voor 2021. Door dit prijspeil ontstaat er een interessant aanbod richting bedrijven/bewoners. Dat heeft een positief effect op het volloopsценario, maar maakt de businesscase van het warmtenet minder sterk. Het is daarom zaak een goede afweging te maken over de tariefstelling. Zo laten de eindgebruikerskosten zien dat een hoger tarief van 30 EUR/GJ in een gemiddeld geval ook nog steeds leidt tot gelijke of lagere kosten ten opzichte van gas;
- 4 **verdeling vaste kosten versus variabel warmtetarief:** de eindgebruikerskosten laten zien dat er een mogelijk nog een scheve verhouding bestaat tussen groot en kleinverbruikers. Door de tariefstelling betalen grootverbruikers relatief minder dan kleinverbruikers. Doordat de tariefstelling is gebaseerd op de 2021 en de tarieven inmiddels hoger zijn bestaat er nog de ruimte om te kijken naar een andere verhouding tussen vaste en variabele warmtetarieven;
- 5 **een exploitatietermijn van 50 jaar** is niet gebruikelijk bij warmtenetten. Doorgaans wordt gerekend met 30 jaar. Gezien de grote scope van het warmtenet is een exploitatietermijn van 50 jaar mogelijk wel te rechtvaardigen, maar dit betekent ook dat er veel onzekerheden zullen zijn. In de praktijk zal de scope in kleinere stukjes worden opgeknipt, waarbij elk stukje op zichzelf een voldoende positieve businesscase dient te hebben. Daarbij vormen met name de overdimensionering van het transportnet en technische ruimte bij DOW belangrijke aandachtspunten in de businesscase;
- 6 **de hoogte van de elektriciteitsprijs** heeft, door het hoge rendement van de warmtepomp, een betrekkelijk klein effect op de businesscase. Toch is het raadzaam om te zoeken naar manieren om de afhankelijkheid van prijsstijgingen te mitigeren. Dit kan door in te zetten op slimme inkoop van stroom op de groothandelsmarkt met de warmtepomp en buffer. Ook zou met Stedin/TenneT kunnen worden geïnventariseerd of de warmtepomp/E-boiler een bijdrage kunnen leveren aan de balans van het elektriciteitsnet;



# 4

## HOOFDBEVINDINGEN, CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

### 4.1 Hoofdbevindingen

#### *Warmtevraag*

- 1 de geselecteerde buurten en kernen in Terneuzen hebben een maximale gelijktijdige vermogensvraag van ongeveer 170 MW;
- 2 dit gebied bevat 32.000 woningequivalenten, waarvan ongeveer 24.000 woningen.

#### *Warmtebron*

- 3 Dow heeft genoeg warmte om de gehele gemeente Terneuzen van warmte te voorzien;
- 4 Dow kan warmte leveren op een temperatuur van 68 °C. Hierdoor is het niet direct mogelijk om warmte van voldoende hoog niveau te leveren aan alle afnemers;
- 5 Dow kan in fase 1 (Hoek) wel meer dan 68 graden warmte leveren. Zie uitvoeringsplan Hoek in bijlage II voor verdere toelichting.

#### *Warmtenet*

- 4 het maximale scenario heeft een doorlooptijd van ongeveer 32 jaar;

#### *Business case*

Gegeven een exploitatietermijn van 50 jaar, een rendementseis van 7 % en een warmtetarief van 21,09 EUR/GJ geeft de businesscase de volgende uitkomsten:

- 5 de onrendabele top is bepaald voor 4 de afzetgebied scenario's:
  - het scenario Hoek: 24.600 EUR per woning;
  - het scenario Hoek + Terneuzen: 13.800 EUR per woning;
  - het scenario Hoek + Terneuzen + Axel: 14.200 EUR per woning;
  - het scenario Hoek + Terneuzen + Axel + overige dorpskernen: 16.400 EUR per woning;
- 6 sensitiviteit en belangrijkste knoppen die rentabiliteit beïnvloeden:
  - bij een variabel tarief van 0 EUR/GJ stijgt de onrendabele top met 54 %;
  - bij een rendementseis van 4% zakt de onrendabele top met 34 %;
  - bij een volloop van 60% stijgt de onrendabele top met 44 %.

#### *Eindgebruikerskosten*

- 7 Conform de uitgangspunten is in de businesscase uitgegaan van het warmtetarief uit 2021 (21,09 EUR/GJ):
  - bij 0 EUR/GJ zijn voor alle bewoners de eindgebruikerskosten substantieel lager dan de aardgas cv onder het huidige prijsplafond;
  - bij 21,09 EUR/GJ zijn voor bewoners met een verbruik van meer dan 500 m<sup>3</sup> de eindgebruikerskosten lager dan de aardgas cv;
  - bij 30 EUR/GJ zijn voor bewoners met een verbruik van meer dan 1000 m<sup>3</sup> de eindgebruikerskosten lager dan de aardgas cv.

## 4.2 Conclusies

**Conclusie 1. De businesscase van het restwarmtenet is zonder aanvullende subsidie en optimalisaties niet rendabel. De onrendabele top kan worden verlaagd door onder andere:**

- het toepassen van subsidies;
- het verhogen van het warmtetarief;
- het verlagen van de rendementseis;
- slimme fasering van investeringen;
- optimalisaties in het systeemontwerp.

**Conclusie 2: Bij een besluit tot realisatie van een warmtenet is het vanuit kosten oogpunt wenselijk om naast Hoek ook (een deel van) Terneuzen aan te sluiten. Redenen hiervoor zijn:**

- alleen aansluiten van Hoek geeft een hoge onrendabele top per weq. (EUR 24.600 v.s EUR 13.800 per weq);
- bij Hoek + Terneuzen is er een betere balans tussen de lengte van het transportnet en het aantal aangesloten woningen;
- de warmtedichtheid is in Terneuzen gemiddeld hoger (2,7 GJ/m i.p.v. 1,9 GJ/m), daardoor is er een betere balans tussen de lengte van het distributienet en het aantal aangesloten woningen.

**Conclusie 3: Bij een besluit tot realisatie van een warmtenet is het vanuit de planning bij DOW wenselijk om ook een keuze te maken over de levering aan Terneuzen. De reden hiervoor is als volgt:**

- Dow dient vroegtijdig investeringen te doen om restwarmte van LHC3 tijdig te kunnen uitkoppelen.

**Conclusie 4: Aansluiten van andere kernen dan Hoek, Terneuzen en Axel lijkt minder voor de hand te liggen. Redenen hiervoor zijn als volgt:**

- lange doorlooptijd om alle 31.800 weq aan te sluiten (ruim 30 jaar bij 1.000 weq/jaar);
- een koppeling met Axel maakt een koppeling met Yara/Warmco2 ook mogelijk;
- hogere onrendabele top per weq dan alleen Hoek + Terneuzen (en Axel).

## 4.3 Aanbevelingen

Op basis van de bevindingen en conclusies uit dit rapport zijn de volgende aanbevelingen te geven:

- zorg voor een aantrekkelijk aanbod en duidelijkheid over aansluittermijnen voor de eindgebruikers, om het volloopriscio te beperken;
- waarborg de commitment van grote afnemers en breidt uit in fases, om de lange doorlooptijd te beperken;
- verlaag de onrendabele top door middel van subsidies;
- zoek contact met Stedin en valideer of zij voldoende netcapaciteit kunnen realiseren om de beoogde warmtepompen en E-boilers in te passen;
- onderzoek de volgende optimalisatie mogelijkheden en onzekerheden:
  - back-up of primaire warmtelevering voor WarmCo;
  - tracékeuzes transportnet, met name Dow - Hoek;
  - naverwarming versus isolatie, zodat de aanvoertemperatuur kan worden verlaagd;
  - optimalisatie distributienet, onder andere selectie van afnemers;
  - bronnenmix;
  - tariefstelling en bewonerslasten;
  - centrale of decentrale back-up;
  - dimensionering bronnen en transportnet.

Bijlage(n)

## BIJLAGE: UITGANGSPUNTENNOTITIE

### I.1 Inleiding

Deze notitie bevat de uitgangspunten die door Witteveen+Bos worden gehanteerd voor het schetsontwerp en businesscase van het restwarmtenet voor gemeente Terneuzen, en voor het ontwerp van het distributienet in Hoek.

#### Leeswijzer

Deze notitie bestaat uit 9 paragrafen:

- I.2: uitgangspunten door opdrachtgever;
- I.3: restwarmtebronnen;
- I.4: warmte afnemers;
- I.5: restwarmtenet ontwerp;
- I.6: restwarmtenet optimalisaties door buffering;
- I.7: naverwarming en stooklijn tot 85 graden;
- I.8: schetsontwerp restwarmtenet;
- I.9: business case;
- I.10: Hoek.

### I.2 Uitgangspunten uit startnotitie

Op basis van de startnotitie, de offerte aanvraag en gesprekken met de kerngroep zijn onderstaande uitgangspunten meegegeven die dienen als de basis voor de uitwerking door Witteveen+Bos. Deze uitgangspunten, tezamen met extra inzichten n.a.v. de gesprekken met de kerngroep en tweede sessie met de werkgroep vormen de basis voor het verdere onderzoek.

#### Algemeen

- 1 de doelstelling is om 20.000 woningequivalenten op termijn aan te sluiten op het restwarmtenet;
- 2 de industriële partijen stellen de restwarmte gratis beschikbaar;
- 3 de propositie aan de afnemers moet leiden tot zo groot mogelijke deelname en draagvlak.

---

#### Wat is een woningequivalent?

Een woningequivalent (weq) wordt gebruikt om utiliteitsgebouwen (onder andere bedrijfs- en overheidsgebouwen) op een simpele manier mee te kunnen nemen in de analyse door het totale vloeroppervlak van de utiliteitsgebouwen per buurt terug te rekenen naar woningequivalenten. We hanteren daarbij het uitgangspunt van het expertisecentrum warmte, dat 1 weq gelijkstaat aan een bruto vloeroppervlak (BVO) van 130 m<sup>2</sup>. Een woning wordt als 1 weq gerekend (ongeacht de grootte van de woning)

---

#### Temperatuurniveau

- 1 de warmte zal van goede kwaliteit zijn, dat wil zeggen, vergelijkbaar met de warmte van de huidige cv;
- 2 de warmteprijs is losgekoppeld van de gasprijs.

## Ontwerp

- 1 In het ontwerp en de dimensionering van het restwarmtenet wordt rekening gehouden met het complete warmtenet in gedachten;
- 2 bij het bepalen van het wenstracé van het restwarmtenet wordt rekening houden met de Structuurvisie 'Ondergrondse Infrastructuur Terneuzen' en wordt zoveel mogelijk aansluiting gezocht bij de ligging van bestaande kabels en leidingen<sup>1</sup>.

## Eindgebruikerskosten

- 1 de warmtetransitie zou voor iedereen haalbaar en betaalbaar moeten zijn. Dus ook voor woningeigenaren met een slecht geïsoleerd huis en geen middelen om fors te investeren in het huis;
- 2 voor de tarieven wordt als startpunt de reguliere warmtetarieven volgens ACM van 2021 gehanteerd. Deze worden wel gecorrigeerd voor inflatie;
- 3 oriëntatie op een vast vastrecht voor grote en kleine afnemers, zonder reële afname af te rekenen.

## Financiering en businesscase

- 1 alleen de reële kosten voor warmtelevering worden in rekening gebracht, op basis van de kostprijs met een reële en transparante opslag;
- 2 voor het uitkoppelen van de warmtebron is subsidie beschikbaar;
- 3 kosten voor uitkoppeling worden doorgerekend in de business

Exploitatie met afschrijving van 30 jaar of meer (tot 50 jaar);

## I.3 Warmtebronnen

Voor het opstellen van het schetsontwerp zijn de uitgangspunten gehanteerd zoals opgenomen in tabel I.1.

Tabel I.1. Uitgangspunten

| Nummer | Uitgangspunten  |
|--------|---|
| 1      | DOW wordt gezien als de voornaamste restwarmtebron en back-up warmtebron van het restwarmtenet van gemeente Terneuzen |
| 2      | de overige bronnen worden in de analyse niet aangesloten op het warmtenet   |

### Toelichting DOW

Dow heeft zoveel restwarmte beschikbaar dat het heel gemeente Terneuzen van warmte kan voorzien. Daarnaast is er ook nog voldoende back-up capaciteit beschikbaar om in het geval van calamiteiten en/of onderhoud nog steeds te kunnen voorzien in de gehele warmtevraag van de gemeente Terneuzen. Om deze redenen wordt DOW gezien als de voornaamste warmtebron: de primaire warmtebron.

### Toelichting Yara

Yara levert momenteel al warmte aan een aantal kassen via het bedrijf WarmteCO2. Er is echter nog meer warmte op 90 graden Celsius beschikbaar (78MW<sub>th</sub>) die aan andere partijen geleverd zou kunnen worden. Puur kostentechnisch bezien zou het mogelijk logischer zijn om op basis van restwarmte van Yara alle kernen ten zuiden en oosten van Yara van warmte te voorzien via een restwarmtenet in plaats van DOW. Dit scheelt namelijk kosten in het verlengen en de overdimensionering van het transportnet vanaf DOW. Recente ontwikkelingen en de vorige studie door Quo Mare geven echter terecht aan dat er ook behoefte is aan een robuust warmtenet, waarbij te allen tijde warmte beschikbaar is. Om die reden zien wij Yara nu niet als hoofdbron, maar eerder als secundaire bron. De restwarmte wordt dan gebruikt om het

<sup>1</sup>[https://www.terneuzen.nl/Inwoners\\_Terneuzen/Bouwen/Bestemmingsplannen/Structuurvisies/Structuurvisie\\_gemeente\\_Terneuzen\\_ondergrondse\\_infrastructuur](https://www.terneuzen.nl/Inwoners_Terneuzen/Bouwen/Bestemmingsplannen/Structuurvisies/Structuurvisie_gemeente_Terneuzen_ondergrondse_infrastructuur).

temperatuurniveau te verhogen. In dat geval zou de warmte van Yara tevens kunnen worden gebruikt om de warmte van DOW op te waarden tot circa 85 graden Celsius. Deze optie wordt nu nog niet meegenomen in de analyse van het restwarmtenet.

#### Toelichting Cargill

Ook voor Cargill geldt dat wij dit niet als primaire, maar als secundaire bron beschouwen, waarbij Cargill mogelijk zou kunnen dienen om de warmte van DOW op te waarden tot circa 85 graden Celsius. Voor het aansluiten van Sas van Gent zou wel veel extra meter restwarmtenet nodig zijn. Daarom rijst ook hier de vraag of de gewenste robuustheid niet kosten effectiever kan worden bereikt door lokaal een back-up faciliteit te realiseren. Op basis van de modulaire businesscase van het gehele restwarmtenet zal extra inzicht worden verkregen in de additionele kosten van het aansluiten van Sas van Gent. Een alternatieve mogelijkheid is om een lokaal warmtenet met eigen back-up te ontwikkelen voor Sas van Gent op basis van Cargill. Deze optie wordt nu nog niet meegenomen in de analyse van het restwarmtenet.

#### Air Liquide

Air Liquide ligt dicht in de buurt van de primaire bron DOW. Dat maakt het een interessante mogelijkheid om eventueel als aanvulling op termijn aan te sluiten op het warmtenet. Het extra vermogen is echter niet nodig om in de warmtevraag van het warmtenet te voorzien. Om die reden wordt uitkoppeling van de restwarmte van Air Liquide niet meegenomen in de analyse van het restwarmtenet.

## 1.4 Warmte Afnemers

### Warmte & vermogensvraag - ruimteverwarming en tapwater

De potentiële afnemers bestaan uit 2 categorieën: woningen en utiliteit. Voor beide categorieën zijn verschillende methodes toegepast om de warmtevraag vast te stellen. Tabel 1.2 bevat een overzicht van de belangrijkste kentallen, en hieronder staan enkele uitgangspunten:

- voor woningen is de warmtevraag voor ruimteverwarming en tapwater bepaald op basis van temperatuur gecorrigeerde verbruiksdata van CBS 2020 voor gasverbruik van alle woningen in Terneuzen op buurniveau<sup>1</sup>;
- het gasverbruik is vervolgens gecorrigeerd voor kookgas en rendement van de gasketel om te komen tot de zogenaamde functionele warmtevraag van de woningen;
- de vermogensvraag is bepaald aan de hand van kentallen per woningtype en afnemer (zie tabel 1.2);
- voor utiliteit is geen data beschikbaar over de gasvraag per buurt. Daarom is voor utiliteit de warmtevraag gemodelleerd op basis van het type, bouwjaar en bruto vloeroppervlak (BVO) per type utiliteitsgebouw en BVO zijn gebaseerd op de kentallen die zijn gebruikt voor de Startanalyse, op basis van het Vesta MAIS model<sup>2</sup>;
- door autonome ontwikkelingen, zoals nieuwbouw en/of verduurzaming, kan de warmtevraag per buurt afnemen of toenemen. Om hierin te voorzien veronderstellen we dat de warmtevraag per buurt jaarlijks met 1 % afneemt. (Dit getal kan nog worden aangescherpt. Bijvoorbeeld op basis van historische data of voorspellingen).

Tabel 1.2 Uitgangspunten warmte- en vermogensvraag

| Kentallen                                       | Waarde                          | Bron |
|---|---------------------------------|------|
| <b>Huidige CV ketel en gasverbruik woningen</b> |                                 |      |
| gemiddelde efficiëntie CV                       | 94 % (op basis van bovenwaarde) | ACM  |
| gemiddelde efficiëntie tapwater                 | 68 % (op basis van bovenwaarde) | ACM  |
| aandeel ruimteverwarming in gasverbruik         | 79%                             | ACM  |

<sup>1</sup> Klimaatmonitor <https://klimaatmonitor.databank.nl/content/gebouwde-omgeving>.

<sup>2</sup> Functioneel ontwerp Vesta MAIS 5.0, PBL, 2021: <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2021-functioneel-ontwerp-vesta-mais-5.0-4583.pdf>.

| Kentallen   | Waarde                   | Bron                   |
|---|--------------------------|------------------------|
| kookgas per woning  | 37 m <sup>3</sup> /jaar  | Milieucentraal         |
| groei van warmtevraag per buurt                               | -1% per jaar             | Aanname                |
| <b>vermogensvraag ruimteverwarming woningen</b>               |                          |                        |
| tussenwoning  | 8,5 kW <sub>th</sub>     | PBL 2022, startanalyse |
| hoekwoning  | 10 kW <sub>th</sub>      | PBL 2022, startanalyse |
| twee-onder-een-kap  | 12 kW <sub>th</sub>      | PBL 2022, startanalyse |
| vrijstaande woning  | 14 kW <sub>th</sub>      | PBL 2022, startanalyse |
| appartement   | 6,2 kW <sub>th</sub>     | PBL 2022, startanalyse |
| <b>vermogensvraag ruimteverwarming utiliteit</b>              |                          |                        |
| type 1: kantoren en industrie                                 | 40 W/ m <sup>2</sup> BVO | Witteveen+Bos          |
| type 2: Winkel, zorg, logies, bijeenkomst, sport, cel, overig | 70 W/ m <sup>2</sup> BVO | Witteveen+Bos          |
| type 3: Onderwijs   | 100 W/m <sup>2</sup> BVO | Witteveen+Bos          |
| <b>warmtenet eigenschappen</b>                                |                          |                        |
| gelijktijdigheid woningen en utiliteit                        | 55 % en 70 %             | Witteveen+Bos          |
| warmteverliezen secundaire distributienetten                  | 20 % van warmtevraag     | Witteveen+Bos          |
| warmteverliezen transportnet en primair distributienet        | volgt uit berekening     | ISSO7                  |

## I.5 RestWarmtenet ontwerp

### Temperatuurtraject van restwarmtenet

Een belangrijk uitgangspunt vormt het temperatuurtraject van het restwarmtenet. Dit is namelijk van invloed op het verdere systeemontwerp van het warmtenet. Op het temperatuurtraject zijn onderstaande uitgangspunten van toepassing:

- de aanvoertemperatuur van het restwarmtenet wordt vanaf de WOS 85 °C bij een retourtemperatuur van tenminste 50 °C of hoger. Daarbij krijgt het warmtenet een stooklijn, zodat de temperatuur in de zomer lager ligt dan in de winter (zie ook afbeelding 5.6);
- er is gekozen voor aanvoertemperatuur van 85 °C om aan de uitgangspunten 4, 5 en 8 uit hoofdstuk 2 te kunnen voldoen. Een toelichting is te vinden in de onderstaande kaders.

### Risico's bij een aanvoertemperatuur van 70 graden van af DOW

levering van warmte vanaf DOW met een initiële temperatuur van 70°C brengt een belangrijk risico met zich mee:

- risico dat (oudere/slecht geïsoleerde) woningen niet comfortabel warm gestookt kunnen worden.

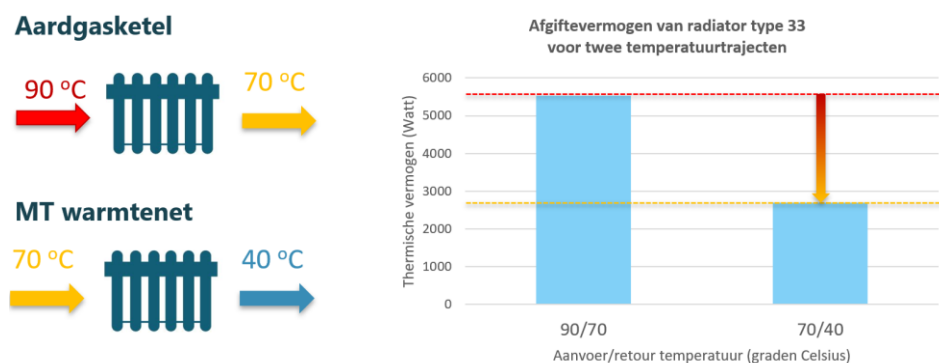
### Beoordeling van risico's en advies over aanvoertemperatuur

Wij achten de kans dat dit risico's zich voordoet groot. Wij zien 4 type mitigatiemaatregelen voor dit risico. Op basis van de uitgangspunten achten wij alleen optie 4 wenselijk. Verder adviseren wij om uit te gaan van een maximale aanvoertemperatuur van tenminste 85 graden Celsius. Op die manieren kan worden voldaan aan alle uitgangspunten (zie hoofdstuk 2) en wordt het risico's ondervangen.

## Effect van lagere aanvoertemperatuur

Door de aanvoertemperatuur richting de radiatoren te verlagen kunnen de radiatoren minder warmte afgeven in de woning. Dat is met name problematisch in de winter tijdens koude dagen. Want op die momenten verliest de woning veel warmte. Op het moment dat de woning meer warmte verliest dan dat de radiatoren aan warmte in de woning kunnen 'stoppen' koelt de woning af en wordt deze oncomfortabel. Het effect van de aanvoertemperatuur op het vermogen van de radiatoren (type 33) is in afbeelding 3.1 geïllustreerd.

Afbeelding I.1 effecten van lagere aanvoertemperatuur op afgiftevermogen van radiator



## 4 risico mitigatiemaatregelen

Hier volgen eerst de 4 voorgestelde mitigatiemaatregelen. In de paragraaf daarna volgt de evaluatie van deze maatregelen:

- 1 isoleren van alle woningen tot een bepaald minimaal niveau;
- 2 aanpassingen aan afgiftesysteem:
  - 1 radiatoren vervangen;
  - 2 radiatorventilatoren;
- 3 individuele naverwarming:
  - 1 bijvoorbeeld een elektrische doorstroomboiler geïntegreerd in afleverset;
- 4 centrale of decentrale collectieve naverwarming;
  - 1 centraal: levering van meer dan 70 graden door DOW of een andere warmtebron;
  - 2 decentraal: decentrale naverwarming o.b.v. een restbron, warmtepomp, E-boiler en/of gasketel.

## Evaluatie van mitigatiemaatregelen

- 1 isolatie is zeker een goed idee, maar het toepassen van isolatie conflicteert met uitgangspunt 3, 4 en 8 uit hoofdstuk 2. Daarnaast zijn er een aantal praktische en organisatorische hobbels die overwonnen moeten worden: Isolatie van alle gebouwen in een bepaald servicegebied tot een bepaald minimaal niveau vraagt veel tijd en uitvoeringscapaciteit en brengt het risico met zich mee dat dit lukt binnen de gestelde termijn. **Deze optie valt daarom af;**
- 2 aanpassingen of vervang van afgiftesystemen vormt in een aantal gevallen een oplossing, maar zal bij oudere of slecht geïsoleerde woningen niet voldoende zijn. Daarnaast is het ook geen oplossing voor risico 2. Verder conflicteert dit ook met uitgangspunt 3, 4 en 8 uit hoofdstuk 2. **Deze optie valt daarom ook af;**
- 3 individuele naverwarming is per saldo duurder dan collectieve naverwarming, omdat individuele eindgebruikers een hogere energiebelasting betalen dan wanneer dit collectief zou worden geregeld. Verder is dit met name een optie voor risico 2 en in minder mate voor risico 1, omdat het risico bestaat dat de eindgebruikerskosten sterk oplopen wanneer de woning oud of slecht geïsoleerd is, wat weer conflicteert met de uitgangspunten 3, 4 en 8 uit hoofdstuk 2. **Deze optie valt daarom af;**
- 4 (de)centrale naverwarming: Centrale naverwarming kan indien gewenst tegen meerkosten worden gerealiseerd door DOW. Decentrale naverwarming kan zonder meer worden gerealiseerd maar



introduceert wel een afhankelijkheid van inkoop van energie die zorgt voor hogere exploitatiekosten. Beide opties (Centraal of Decentraal) zijn mogelijk, maar verhogen wel de eindgebruikerskosten. De alternatieven doen dat echter ook en de verwachting is wel dat deze optie minder kosten met zich mee brengt dan isolatie of aanpassingen aan afgiftesysteem. **Deze optie wordt door Witteveen+Bos geadviseerd.**

#### Indicatie van isolatiekosten en energiebesparing op ruimteverwarming (rv) door isolatie

Dit kader bevat een overzicht van de gemiddelde kosten om een woning geschikt te maken voor verwarming op basis van een aanvoertemperatuur (in de woning!) van 70 graden Celsius. De gemiddelde kosten en gemiddelde besparing op ruimteverwarming per woningtype zijn afgeleid uit onderzoeken door het [planbureau voor de leefomgeving \(PBL\)](#). In zijn algemeenheid kan worden gesteld dat de kosten hoger zijn voor oudere woningen en lager tot nul voor nieuwere woningen.

Om geschikt te zijn voor een aanvoertemperatuur van 70 graden Celsius kan als richtlijn worden gesteld dat een woning minimaal over een energielabel D moet beschikken<sup>1</sup>. Zoals te zien in afbeelding 5.3 is dit voor een deel van de woningen in Terneuzen niet het geval.

Deze aanvoertemperatuur betreft de temperatuur die de woning inkomt, en dus niet de aanvoertemperatuur vanaf de bron. In het geval van DOW wordt er 70 graden geleverd uit de bron. Echter, door warmteverliezen aan de leidingen en verliezen bij warmtewisselaars (tenminste 2x) zal de temperatuur van het water bij de woning tenminste 5 graden Celsius lager liggen (zo niet meer). Bij woningen die verder van DOW afliggen zal dit nog verder oplopen en zal label D mogelijk niet meer voldoende zijn. Daarnaast ontstaan er risico's voor legionella, omdat de aanvoertemperatuur zonder verdere maatregelen onder het wettelijke minimum van 55 tot 60 graden Celsius zou kunnen zakken.

Afbeelding I.2 Energielabels in een deel van Terneuzen (bron: [Datavoorziening VNG Realisatie](#))



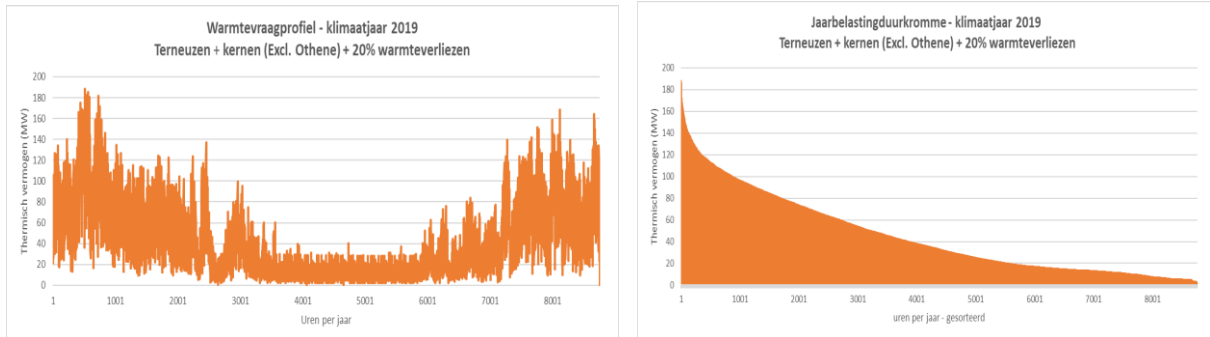
## I.6 Restwarmtenet optimalisaties door buffering

Op basis van de uitgangspunten in hoofdstuk 3 is de warmtevraag van heel Terneuzen bepaald en uitgezet in de tijd op basis van een representatief warmtevraagprofiel voor het klimaatjaar 2019. Het warmtevraagprofiel met de thermische vermogensvraag per uur is opgenomen in afbeelding 5.4, evenals de jaarbelastingduurkromme die hoort bij dit warmtevraagprofiel. De jaarbelastingduurkromme geeft inzicht

<sup>1</sup><https://www.expertisecentrumwarmte.nl/themas/technische+oplossingen/techniefactsheets+energiebronnen/warmtenetten/default.aspx>.

hoeveel uur een bepaalde thermische vermogensvraag per jaar voorkomt. Zoals te zien in afbeelding I.3 is de maximale vermogensvraag circa 190 MW<sub>th</sub>. Verder wordt duidelijk dat deze maximale thermische vermogensvraag maar een paar uur per jaar voor komt.

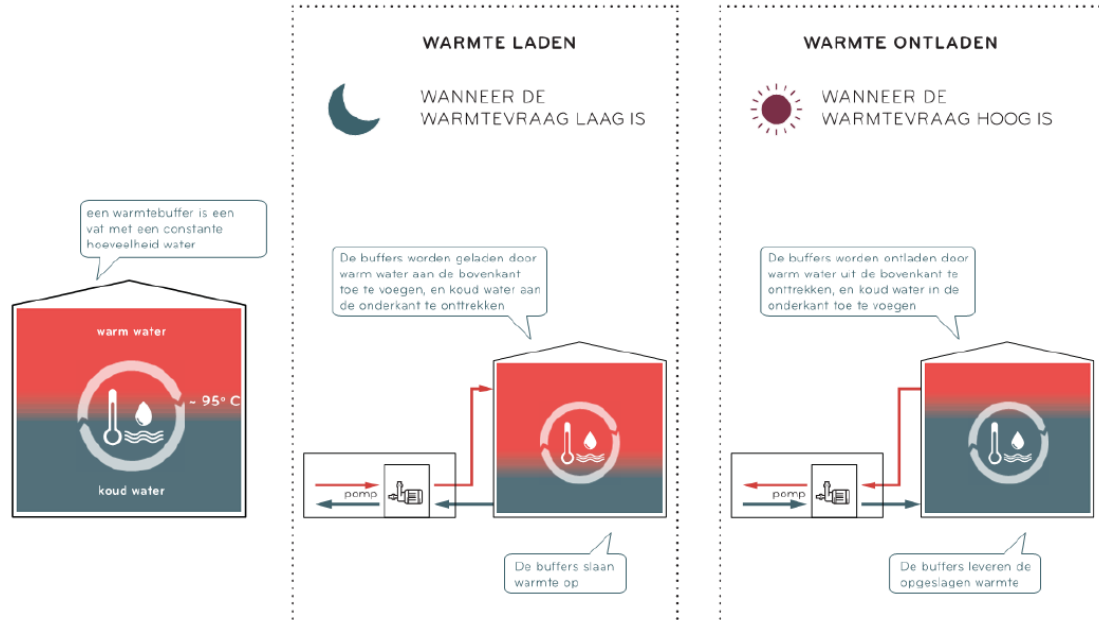
Afbeelding I.3 Warmtevraagprofiel en jaarbelastingduurkromme Terneuzen + kernen exclusief Othene voor klimaatjaar 2019



### Warmtebuffer

Om transportleidingkosten te besparen is het een goed idee om decentraal per kern of verzameling buurten (zoals Terneuzen) warmte tijdelijk op te slaan in opslagtanks, om zo tijdens pieken de piekvraag te kunnen beperken. De werking van zo'n opslagtank (dag/nachtbuffer) is geïllustreerd in afbeelding I.4. Op basis van vuistregels kan worden gesteld dat de piekvraag met circa 48 MW<sub>th</sub> tot 139 MW<sub>th</sub> kan worden beperkt op basis van een opslagtank van circa 240 MWh of 8.500 m<sup>3</sup> bij een dT van 25 graden Celsius.

Afbeelding I.4 Schematische uitleg van de werking van warmtebuffer (Bron: Eneco)



### I.7 Naverwarming en stooklijn tot 85 graden

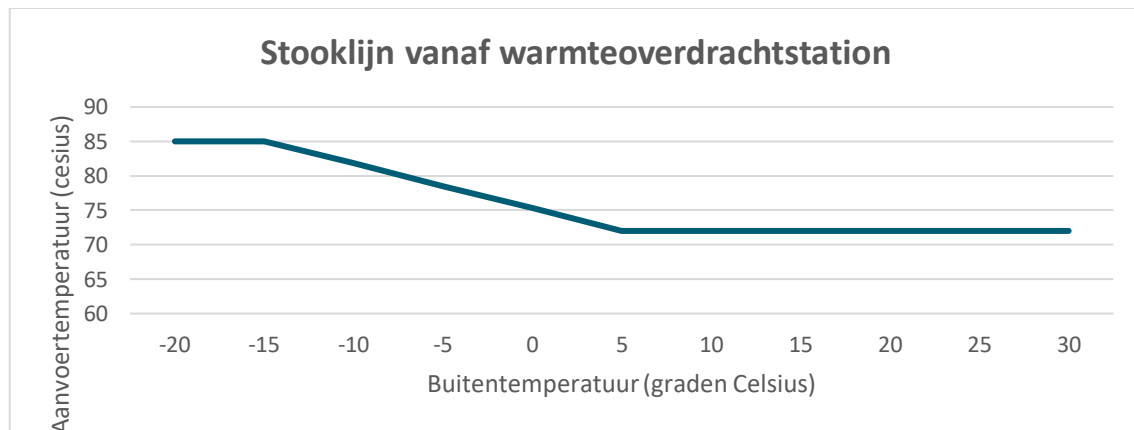
Zoals besproken in hoofdstuk 3 is het mogelijk nodig om de aanvoertemperatuur vanaf DOW verder te verhogen tot tenminste 85 graden op de koudste dagen. Met deze aanvoertemperatuur kan ook tijdens hele koude winterdagen worden gegarandeerd dat de woningen comfortabel warm gestookt kunnen worden. De naverwarming zou centraal (bij DOW) kunnen plaatsvinden of decentraal in de buurt van de kernen en

buurten. Mogelijkheden voor decentrale naverwarming zijn andere restwarmtebronnen met een hogere aanvoertemperatuur (Yara en Cargill) en/of een warmtepomp, E-boiler of Gasketel. In die gevallen wordt een deel van de warmtevraag ingevuld door DOW en een gedeelte van de warmtevraag met de decentrale naverwarming.

### Stooklijn

Zowel bij centrale als decentrale naverwarming is het noodzakelijk om vast te stellen in welke verhouding warmte wordt geleverd op 72 graden en warmte tot 85 graden. De benodigde temperatuur wordt vaak seizoensafhankelijk gemaakt om warmteverliezen te verkleinen en alleen extra warmte te leveren wanneer dat echt nodig is. In dat kader wordt gesproken over een stooklijn. Voor het restwarmtenet van Terneuzen stellen wij de stooklijn voor zoals weergegeven in afbeelding I.5. In deze afbeelding is verondersteld dat er ter hoogte van de warmteoverdrachtstations wordt naverwarmd (dus decentrale verwarming). Onderweg is het warme water vanaf DOW afgekoeld door verliezen aan de leidingen (geschat op 1°C) en bij de warmte uitwisseling tussen DOW en het transportnet (2°C). De temperatuur die het warmteoverdrachtstation inkomt is daarom circa 67°C. De mate van naverwarming hangt af van de tijd van het jaar en de stooklijn zoals weergegeven in afbeelding I.5.

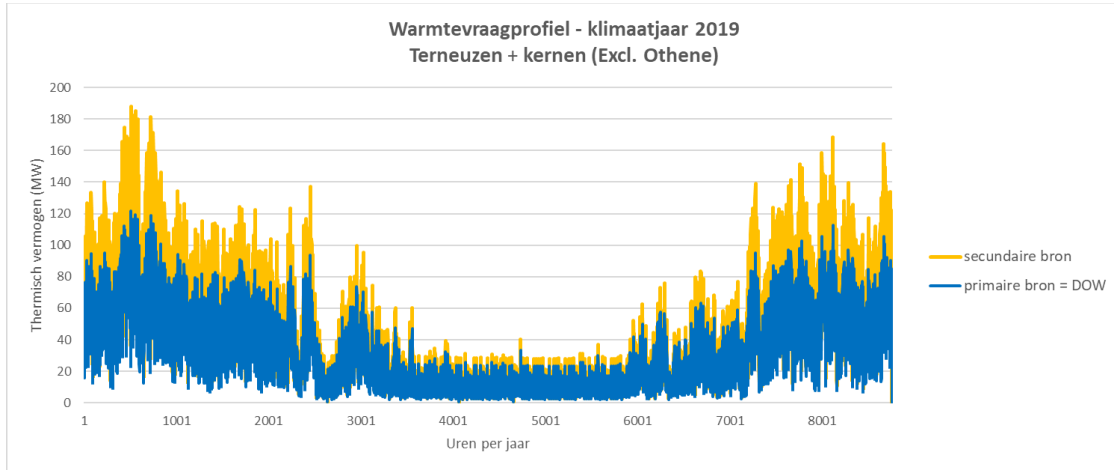
Afbeelding I.5 Stooklijn restwarmtenet Terneuzen



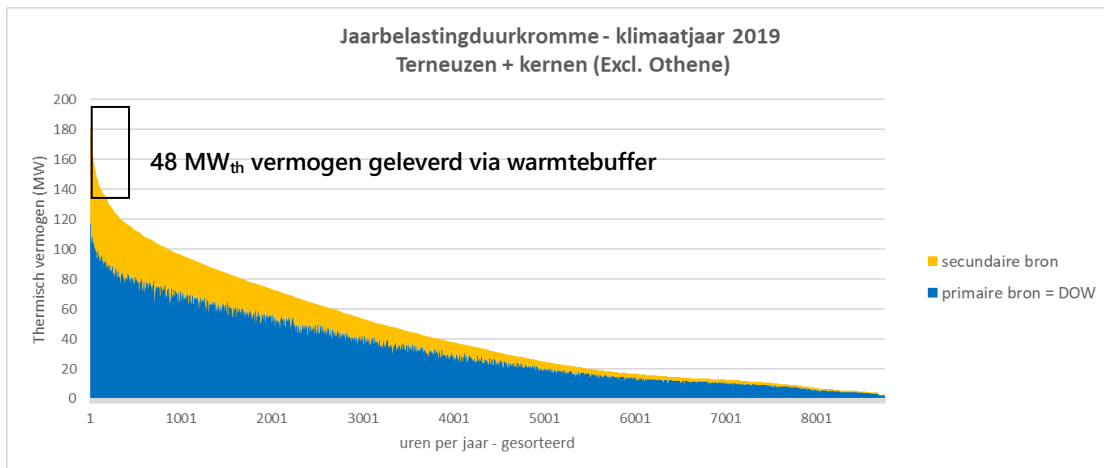
### Warmtelevering door primaire en secundaire bron

De hoeveelheid naverwarming van de primaire en secundaire bron is bepaald op basis van de stooklijn, zoals weergegeven in afbeelding I.5 en het warmtevraagprofiel zoals weergegeven in afbeelding I.4. Dit levert een beeld op hoeveel warmte uit de primaire en secundaire bron wordt geleverd. De resultaten zijn samengevat afbeelding I.6 en I.7

Afbeelding I.6 Warmtevraagprofiel ingevuld door primaire bron (DOW) en secundaire bron



Afbeelding I.7 Jaarbelastingduurkromme op basis van een primaire en secundaire warmtebron voor naverwarming



### Keuze voor centrale of decentrale naverwarming

Om op een gefundeerde wijze een keuze te maken voor centrale of decentrale naverwarming hebben wij de opties op een rij gezet en gescoord op een aantal elementen. Dit overzicht is opgenomen in tabel I.4 en bevat een indicatieve berekening.

Tabel I.4 Score van centrale en decentrale naverwarming op kosten en CO2 uitstoot voor 12 MW en 330 TJ per jaar

| Criteria                              | Centrale naverwarming       | Decentrale naverwarming |              |              |
|---------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------|--------------|
|                                       | op basis van warmte van DOW | Warmtepomp              | E-boiler     | Gasketel     |
| geschatte investeringskosten          | niet gespecificeerd         | 8,6 M€                  | 1,95 M€      | 1,24 M€      |
| Jaarlijkse energiekosten              | niet gespecificeerd         | 2,2 M€/jaar             | 8,1 M€/jaar  | 0,9 M€/jaar  |
| operationele kosten                   | niet gespecificeerd         | 0,35 M€/jaar            | 0,04 M€/jaar | 0,03 M€/jaar |
| levelised cost of energy <sup>1</sup> | niet gespecificeerd         | 10,2 EUR/GJ             | 25,7 EUR/GJ  | 3,2 EUR/GJ   |
| CO <sup>2</sup> uitstoot 2020         | niet gespecificeerd         | 17 kg/GJ                | 88 kg/GJ     | 56 kg/GJ     |

<sup>1</sup> Voor een definitie en berekenmethodiek verwijzen we naar [https://en.wikipedia.org/wiki/Levelized\\_cost\\_of\\_electricity](https://en.wikipedia.org/wiki/Levelized_cost_of_electricity).

| Criteria                      | Centrale naverwarming       | Decentrale naverwarming |          |          |
|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------|----------|----------|
|                               | op basis van warmte van DOW | Warmtepomp              | E-boiler | Gasketel |
| CO <sup>2</sup> uitstoot 2030 | niet gespecificeerd         | 5 kg/GJ                 | 26 kg/GJ | 56 kg/GJ |

Tabel I.5 Voor- en nadelen van centrale naverwarming

| Voordelen  | Nadelen  |
|--|--|
| 1 maakt mogelijk beter gebruik van hogere temperatuur restwarmte van DOW in plaats van gebruik te maken van elektriciteit of gas | 1 hogere warmteverliezen aan transportnet. De vraag is of dit erg is, aangezien er grote overschotten restwarmte zijn  |
| 2 geen ruimtebeslag in publieke ruimte   | 2 mogelijk geen sector koppeling als wordt ingezet op restwarmte van DOW. Warmtepompen of E-boilers kunnen overschotten zon en wind omzetten in warmte en daarmee dienen als balancering van het elektriciteitsnet |

### Advies over keuze voor type naverwarming

Het advies op basis van de bovenstaande bevindingen is decentraal naverwarmen door middel van een warmtepomp, aangevuld met een elektrische boiler. Dit is het uitgangspunt voor de business case analyse.

## I.8 Schetsontwerp restwarmtenet

### Transportnet

Het transportnet (de backbone) wordt ontworpen met behulp van GIS tools. Een aantal uitgangspunten die hiervoor worden meegenomen zijn:

- in het basisscenario worden alle (dichtbevolkte) woonkernen in de gemeente aangesloten;
- het transportnet wordt zoveel mogelijk langs bestaande en geplande ondergrondse infrastructuur gelegd;
- input vanuit gemeente ambtenaren over (on)mogelijkheden;
- Er wordt rekening gehouden met de Structuurvisie;
- bij voorkeur worden de volgende gebieden vermeden, onder andere vanwege drukte in de ondergrond:
  - de oversteek rond de Sluiskiltunnel;
  - het gebied ten noorden van Yara;
  - oversteek van het kanaal ter hoogte van Sas van Gent;
- voor de dimensionering van de leidingen wordt de ISSO7 methodiek toegepast;
- voor de fasering wordt ervan uit gegaan dat het restwarmtenet buurt voor buurt wordt uitgebreid;
- afhankelijk van het aantal woningequivalenten per buurt wordt bepaald hoelang de aanleg per buurt duurt.

### Distributienet

- de buurtindeling van CBS is leidend in de afbakening van de projectgebieden. Elke kern of stadsbuurt krijgt een apart distributienet. Dit distributienet bestaat vervolgens uit een aantal onderstations, een primair distributienet en een secundair distributienet (zie onderstaande afbeelding);
- er wordt een schetsontwerp gemaakt van het distributienet per buurt op basis van Geosmartdesign;
- op basis daarvan wordt de lengte van het distributienet bepaald en op basis van deze lengte en een gemiddelde investeringskosten per meter worden de kosten van het distributienet vastgesteld. Deze raming kent een onzekerheidsmarge van tenminste 40 %;
- per buurt wordt een constante aansluitsnelheid aangenomen.

## Gebouwaansluitingen

- woningen worden met conventionele aansluitleidingen aangesloten: Er wordt een vertakking gemaakt vanaf het secundaire distributienet via de straat tot net binnen de gevel. Er zijn ook andere manieren, zoals via de gevel of langs de dakgoot. Dit is geïllustreerd in afbeelding 5.10;
- voor de kosten van de aansluitleiding en inpandig leidingwerk wordt onderscheid gemaakt tussen grondgebonden en meergezinswoningen;
- voor inpandig leidingwerk bij grondgebonden woningen wordt verondersteld dat per buurt de gasketel zich in 80 % van de gevallen op zolder bevindt en in 20% van de gevallen beneden naast de gevel. Dit zorgt voor een gemiddelde kosten voor inpandig leidingwerk van EUR 2.000 per grondgebonden woning. Waarbij de kosten voor inpandig leidingwerk bij een gasketel op zolder of beneden respectievelijke circa EUR 2.500,- en EUR 0.0,- bedragen;
- voor de kosten van aansluitleidingen en inpandig leidingwerk bij meergezinswoningen wordt ervan uitgegaan dat het gros niet beschikt over een centrale stookinstallatie.

## Benodigde aanpassingen van woningen

De volgende aanpassingen aan de woning zijn nodig om deze op het warmtenet aan te kunnen sluiten. Ter illustratie zijn enkele componenten schematische weergegeven in afbeelding 3.2.

- 1 **aansluitleiding** naar de woning;
- 2 inpandig leidingwerk naar afleverset;
- 3 plaatsen van **afleverset**;
- 4 verwijderen van gasketel;
- 5 behoud van de radiatoren;
- 6 woning isoleren (optioneel);
- 7 elektrisch koken.

Bij het overstappen op elektrisch koken zou het lokale gasnet wellicht kunnen worden verwijderd. Dit bespaart de netbeheerder onderhoudskosten en de bewoners besparen flink op de vaste aansluitingskosten. Mogelijk kunnen de aanschaf van inductiefornuis en de aanpassingen aan de meterkast gesubsidieerd worden.

Afbeelding I.8 Aansluitleiding langs de gevel en afleverset



## Kentallen en aannames

Als input voor de kostenraming maken we gebruik van de kentallen in tabel I.4.

Tabel I.4 Kentallen distributienet

| Kentallen   | Waarde <sup>1</sup>                              | Bron                     |
|---|--|--------------------------|
| <b>investeringskosten warmtenet leidingen</b>                       |  |                          |
| transportnet  | volgt uit schetsontwerp                          | Warmtebedrijf            |
| distributienet per buurt  | EUR 850 per meter                                | Witteveen+Bos            |
| distributienet hoek   | volgt uit schetsontwerp                          | Witteveen+Bos            |
| <b>investeringskosten warmtenet assets</b>                          |  |                          |
| warmte overdracht station (indirect)                                | EUR 120 per kW <sub>th</sub>                     | Witteveen+Bos            |
| onderstations (direct)  | EUR 80 per kW <sub>th</sub>                      | Witteveen+Bos            |
| <b>investeringskosten pand aansluitingen</b>                        |  |                          |
| aansluitleiding grondgebonden woningen                              | EUR 4.500 per weq                                | Heijmans                 |
| aansluitleiding meergezinswoning                                    | EUR 2.500 per weq                                | Heijmans                 |
| in pandig leidingwerk grondgebonden woningen                        | EUR 2.000 per weq                                | Witteveen+Bos / Heijmans |
| in pandig leidingwerk meergezinswoning (indien geen blokverwarming) | EUR 1.500 per weq                                | Witteveen+Bos            |
| aansluitleiding utiliteit   | EUR 5.000 per aansluiting                        | Witteveen+Bos            |
| in pandig leidingwerk utiliteit                                     | EUR 1.000 per aansluiting                        | Witteveen+Bos            |
| afleverset utiliteit  | EUR 1.200 per aansluiting *<br>(weq/aansluiting) | Witteveen+Bos            |
| afleverset woningen   | EUR 1.200- per weq                               | Witteveen+Bos            |
| GGB woningen met in pandig leidingwerk                              | 80 %   | Witteveen+Bos            |
| MGW woningen zonder blokverwarming                                  | 85 %   | Witteveen+Bos            |
| warmteverlies   | 20 %   | Witteveen+Bos            |
| <b>ontwikkelingsnelheid, volloop en fasering</b>                    |  |                          |
| aansluitsnelheid  | 1.000 weq/jaar                                   | Aanname <sup>2</sup>     |
| volloop per buurt   | 80 % van weq                                     | Witteveen+Bos            |
| fasering  | niet van toepassing                              | Witteveen+Bos            |

1: Weergegeven bedragen zijn exclusief omzetbelasting.

2: 1.000 Weq per jaar is vrij fors. De snelheid waarmee het warmtenet kan worden ontwikkeld hangt af van de partijen/aannemers die verantwoordelijk zijn voor de aanleg. Een kleiner warmtebedrijf (zoals HVC) realiseert in Gorinchem een warmtent met een aansluitsnelheid van circa 300 weq per jaar. Hoeveel meer weq per jaar gerealiseerd kunnen worden hangt onder andere af van de realisatiemarkt (en warmtebedrijf) kan dragen.

## Aansluitleiding en in pandig leidingwerk

De mate waarin in pandig leidingwerk noodzakelijk is zal sterk verschillen per utiliteitsgebouw. Voor kleine gebouwen zal de situatie/kosten gelijkwaardig zijn aan woningen. We nemen daarom aan dat die kosten ongeveer gelijk zijn aan dat van een woning, namelijk EUR 2000. Verder nemen we aan dat bij 50 % van de utiliteit de afleverset/onderstation op een onhandige plek zit waardoor er EUR 2.000 kosten ontstaan voor in pandig leidingwerk. Grootverbruikers (vanaf 100 kW) krijgen een eigen onderstation. In dit geval is er geen afleverset nodig. Daarom nemen we als rekenregel voor het aantal afleversets de verhouding tussen het aantal aansluitingen en aantal weq voor utiliteit mee.



## Inductie koken

Om de woning volledig aardgasloos te maken dienen nog een aantal maatregelen genomen te worden. Belangrijkste aandachtspunt is daarbij het gasfornuis. Bij het vervangen van het gasfornuis is het gebruikelijk deze te vervangen voor een inductiekookplaat. De volgende stappen zijn daarbij nodig:

- 1 inpassen van inductiekookplaat (of inductiefornuis);
- 2 aanschaf van inductiepannen;
- 3 aanleg van een nieuwe groep in de meterkast;
- 4 aanleg van een perilex stopcontact (speciaal type stopcontact gebruikt bij inductie installaties);
- 5 aanleg van een nieuwe kabel van nieuwe groep in meterkast naar stopcontact;
- 6 verwijderen van de gasmeter en aansluitleiding (via netbeheerder);
- 7 verwijderen van de gasketel en overige.

Wanneer wordt gekozen voor een inductiekookplaat met een vermogen kleiner dan 7,4 kW volstaat het om een extra groep in de meterkast aan te leggen. In de meeste gevallen is een dergelijk vermogen voldoende. Vermogens groter dan 7.4 kW komen vooral voor bij inductiefornuizen, waarbij de kookplaat wordt gecombineerd met 1 of meerdere ovens. Wanneer wordt gekozen voor een aansluiting van meer dan 7.4 kW dan dient gecontroleerd te worden of de woning een 3-fasenaansluiting heeft. Daarnaast dient de groepenkast geschikt te worden gemaakt voor een 3-fasen aansluiting met een krachtgroep/3-fasenkookgroep.

## Indicatie van kosten

Een inschatting van de gemiddelde kosten per woning zijn opgenomen in tabel I.5. Met het oog op de uitgangspunten die zijn geformuleerd in hoofdstuk 2 zal nog nader moeten worden betaald voor wiens rekening deze kosten zouden komen.

Tabel I.5 Inschatting van de gemiddelde kosten per woning

| Maatregel  | Gemiddelde kosten<br>(in EUR, inclusief omzetbelasting) |
|--|---|
| aanschaf en installatie inductiekookplaat + inductiepannen | 1.500   |
| aanleg nieuwe kabel + kookgroep (<7,4 kW) + stopcontact    | 600   |
| verwijderen cv ketel + overige                             | 680   |
| <b>Totaal gemiddelde kosten van maatregelen</b>            | <b>2.780</b>  |

## I.9 Business case

Algemene uitgangspunten bij de business case:

- het resultaat van de analyse zal zijn de onrendabele top van het warmtenet vanuit het perspectief van de ontwikkelaar;
- de demarcatie van de analyse loopt vanaf de restwarmtebron (inclusief de uitkoppeling) tot en met de afleverset (zie afbeelding 6.1);
- de investeringen en jaarlijkse kosten worden uitgesplitst in de tijd en verdisconteerd;
- de investering van de uitkoppeling wordt volledig als investeringskosten meegenomen in het jaar van uitkoppelen;
- de maximale leveringstarieven zoals vastgesteld door de ACM voor 2021 worden aangehouden;
- de variabele kosten van warmte worden in eerste instantie op 0 EUR per GJ vastgezet. Indien gewenst kan een sensitiviteitsanalyse worden uitgevoerd op het verhogen van de variabele warmteprijs;
- de vaste kosten voor warmtelevering worden bepaald per woningequivalent (weq.).



Tabel I.6: Kentallen en aannames als input voor de business case

| Kentallen                                   | Waarde                         | Sensitiviteitsanalyse | Bron  |
|---|--------------------------------|-----------------------|---|
| <b>algemeen</b>                             |                                |                       |   |
| inflatie                                    | 2 %                            | nee                   | <a href="#">ECB richtlijn</a>                     |
| exploitatietermijn                          | 30 - 50 jaar*                  | ja                    | Witteveen+Bos/ startnotitie                       |
| WACC / discontovoet                         | 4 % - 7 %*                     | ja                    | Witteveen+Bos/ startnotitie                       |
| <b>tarieven stroom &amp; gas*</b>           |                                |                       |   |
| aardgasprijs                                | 1,45 EUR/m3                    | optioneel             | <a href="#">CBS</a> , exclusief omzetbelasting    |
| elektriciteitsprijs                         | 200 EUR/MWh                    | ja                    | <a href="#">CBS</a> exclusief omzetbelasting      |
| <b>tarieven warmte*</b>                     |                                |                       |   |
| vaste kosten woning                         | 478,60 EUR/jaar/weq            | optioneel             | <a href="#">ACM</a> 2021 inclusief omzetbelasting |
| vaste kosten utiliteit                      | 478,60 EUR/jaar/weq            | optioneel             | aanname Witteveen+Bos                             |
| warmtemeter                                 | 0,00 - 26,83 EUR/jaar/weq      | nee                   | <a href="#">ACM</a> 2021 inclusief omzetbelasting |
| huur afleverset woning                      | 125,50 EUR/jaar/weq            | nee                   | <a href="#">ACM</a> 2021 inclusief omzetbelasting |
| huur afleverset utiliteit                   | 125,50 EUR/jaar/weq            | nee                   | aanname Witteveen+Bos                             |
| <b>Investeringskosten transportnet</b>      |                                |                       |   |
| DN100                                       | 550,00 - 800,00 EUR            | nee                   | Witteveen+Bos                                     |
| DN200                                       | 875,00 - 1.200,00 EUR          | nee                   | Witteveen+Bos                                     |
| DN400                                       | 1.350,00 - 1.700,00 EUR        | nee                   | Witteveen+Bos                                     |
| gestuurde boring                            |                                |                       |   |
| <b>Investeringskosten warmtebronnen DOW</b> |                                |                       |   |
| uitkoppeling fase 1 (Hoek)                  | 2.500.000                      | EUR                   | DOW aangeleverd                                   |
| uitkoppeling fase 2 (Terneuzen)             | 10.000.000                     | EUR                   | DOW aangeleverd                                   |
| uitkoppeling fase 3 (overig)                | 4.000.000                      | EUR                   | DOW aangeleverd                                   |
| W&E   | 75                             | EUR/kW                | Witteveen+Bos                                     |
| technische ruimte formule                   | $x * \text{vermogen} \wedge y$ | EUR/MW                | Witteveen+Bos                                     |
| technische ruimte x                         | 300                            |                       | Witteveen+Bos                                     |
| technische ruimte y                         | -0,66                          |                       | Witteveen+Bos                                     |
| OPEX bron                                   | 2,0 %                          |                       | Witteveen+Bos                                     |
| herinvestering W&E                          | 30 %                           | na 15 jaar            | Witteveen+Bos                                     |
| pompennergie                                | 0,72 %                         | MWh el /MWh th        | Vesta 5.0   |
| <b>warmtepomp</b>                           |                                |                       |   |
| investering warmtepomp                      | 850                            | EUR/kW                | Witteveen+Bos                                     |
| vermogen per vermogen warmtepomp            | 60 %                           | MW/MW                 | Witteveen+Bos                                     |
| fractie van warmte door WP                  | 98 %                           | MWh/MWh               | Witteveen+Bos                                     |
| COP WP                                      | 8,4                            |                       | Witteveen+Bos                                     |
| OPEX WP                                     | 5 %                            | van investering       | Witteveen+Bos                                     |

| Kentallen                        | Waarde | Sensitiviteitsanalyse | Bron          |
|----------------------------------|--------|-----------------------|---------------|
| herinvestering                   | 70 %   | na 15 jaar            | Witteveen+Bos |
| temp retour (T cold)             | 50     | C                     | Witteveen+Bos |
| temp uit (T out)                 | 75     | C                     | Witteveen+Bos |
| COP carnot                       | 13,9   |                       | Witteveen+Bos |
| carnot efficiëntie               | 60 %   |                       | Witteveen+Bos |
| werkelijke COP                   | 8,4    |                       | Witteveen+Bos |
| <b>E-boiler</b>                  |        |                       |               |
| investering E-boiler             | 200    | EUR/kW                | Witteveen+Bos |
| vermogen per vermogen E-boiler   | 14 %   | MW/MW                 | Witteveen+Bos |
| Fractie van warmte door E-boiler | 2 %    | MWh/MWh               | Witteveen+Bos |
| efficiëntie E-boiler             | 10 0%  |                       | Witteveen+Bos |
| OPEX E-boiler                    | 2 %    | van investering       | Witteveen+Bos |
| herinvestering                   | 30 %   | na 15 jaar            | Witteveen+Bos |
| <b>buffer</b>                    |        |                       |               |
| investering buffer               | 81     | EUR/kW                | Witteveen+Bos |
| vermogen per vermogen buffer     | 26 %   | MW/MW                 | Witteveen+Bos |
| efficiëntie buffer               | 100 %  |                       | Witteveen+Bos |
| OPEX e-boiler                    | 0 %    | van investering       | Witteveen+Bos |
| herinvestering                   | 30 %   | na 15 jaar            | Witteveen+Bos |

### Sensitiviteit

De volgende waardes zullen onderdeel zijn van de sensitiviteitsanalyse:

- de volloop en aansluitsnelheid;
- de rendementseis (WACC);
- het variabele tarief warmte;
- de exploitatietermijn;
- de elektriciteitsprijs.

### Bijdrage aansluitkosten

Ons voorstel is om uit te gaan van een vaste bijdrage aansluitkosten per type stakeholder. Wij denken dat het hanteren van een vaste bijdrage aansluitkosten per stakeholder duidelijkheid geeft naar alle betrokken partijen en bewoners. De bijdrage aansluitkosten per actor is opgenomen in tabel 4.6.

### Onrendabele top

Met deze bijdrage aansluitkosten wordt naar verwachting de onrendabele top nog niet volledig gedekt. De onrendabele top zal met subsidies en/of overheidsfinanciering en/of geld van lokale partijen bekostigd moeten worden. De verdeling/invulling van de onrendabele top beschouwen wij verder als een politiek/bestuurlijk punt, waarbij het niet aan ons is om daar iets over te vinden, maar enkel deze onrendabele top in beeld te brengen en aan te geven hoeveel procent die hoger of lager kan uitvallen door daar een sensitiviteitsanalyse op uit te voeren.

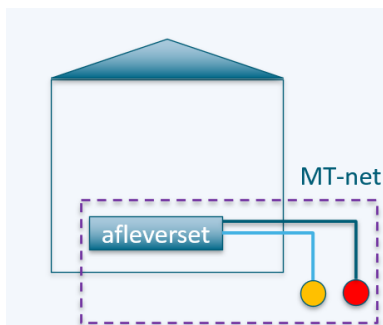
Tabel I.7 Uitgangspunten over bijdrage aansluitkosten per type stakeholder

| Stakeholder                      | Bijdrage aansluitkosten | Opmerking  |
|----------------------------------|-------------------------|--|
| particulieren<br>woningeigenaren | EUR 1.500 per woning    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1 resterende eindgebruikerskosten na aftrek van eventuele subsidies, zoals de ISDE (EUR 3.325)</li> <li>2 waarom dit bedrag? Omdat uit de proeftuinen aardgasvrije wijken blijkt dat de betalingsbereidheid ergens ligt tussen EUR 1.500 tot EUR 3.000. Dit is gelijk of net wat meer dan een gasketel</li> </ol>   |
| particulieren<br>verhuurders     | EUR 1.500 per woning    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1 resterende kosten per huurwoning voor de verhuurder, na aftrek van eventuele subsidies, zoals de SAH (maximaal EUR 5.000)</li> <li>2 De verhuurder betaalt de bijdrage aansluitkosten</li> </ol>  |
| woningbouw-<br>corporaties       | EUR 1.500 per woning    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1 aannahme dat de BAK gelijk is aan particulier eigenaren/verhuurders</li> <li>2 resterende kosten per corporatiewoning voor de corporatie, na aftrek van eventuele subsidies, zoals de SAH (maximaal EUR 5.000)</li> </ol>   |
| sociale huurder en<br>huurder    | EUR 0,-                 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1 een (sociale) huurder betaalt geen bijdrage aansluitkosten. De huurder betaalt de som van vaste (en eventueel) variabele jaarlijkse kosten, en de huur voor de afleverset. De hoogte van deze bedragen en het wel of niet bestaan van een variabel tarief dienen nog te worden vastgesteld. Als startpunt wordt gekozen voor het ACM tarief 2021</li> </ol> |
| utiliteit                        | EUR 1.500 per weq       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1 resterende eindgebruikerskosten na aftrek van eventuele subsidies</li> <li>2 deze prijzen zijn markconform voor nieuwbouw. Daar kan dus nog van afgeweken worden</li> </ol>   |

### Demarcatie

De business case neemt alle kosten en inkomsten van het warmtenet mee, vanaf en inclusief de uitkoppeling van de bron, tot en met de afleverset in de woning. Deze demarcatie wordt uitgebeeld in de volgende afbeelding I.9.

Afbeelding I.9 Demarcatie van de business case van het restwarmtenet.



### I.10 Hoek

Voor Hoek wordt er een gedetailleerdere analyse gedaan. Specifieke uitgangspunten voor Hoek zijn onder andere:

- het warmtenet wordt ontworpen en gedimensioneerd met software pakket Geosmartdesign;
- uit de 'Bill of materials' afkomstig uit het Geosmartdesign ontwerp worden de kosten van het distributienet bepaald;
- de WOS en de onderstations worden in samenspraak met de kerngroep en gemeente op logische locaties aangewezen, dicht bij de afzetgebieden waar genoeg ruimte is voor een station;

- het projectgebied zal worden onderverdeeld in meerdere deelgebieden en er zal bepaald worden hoeveel onderstations er nodig zijn om warmte te leveren aan deze deelgebieden;
- de fasering van het warmtenet gebeurt per deelgebied;
- na analyse zal een voorstel worden gedaan voor de fasering van de deelgebieden;
- uitgangspunten kosten warmtenet volgen in het volgende overleg;
- er kan een apart uitgangspunt bepaald worden voor het volloop percentage specifiek voor Hoek;
- gebiedsafbakening: CBS buurt zonder Noordoost Hoek Molendijk (zie afbeelding I.10 ).

Afbeelding I.10 Contour van warme afzetgebied Hoek (bron afbeelding: dego.vng.nl)





## BIJLAGE: UITVOERINGSPLAN HOEK

Wordt ingepast na verwerking input op concept notitie

