



Restwarmtenet Terneuzen

Schetsontwerp, businesscase en uitvoeringsplan Hoek

Gemeente Terneuzen

3 februari 2023

Project Restwarmtenet Terneuzen
Opdrachtgever Gemeente Terneuzen

Document Schetsontwerp, businesscase en uitvoeringsplan Hoek
Status Definitief
Datum 3 februari 2023
Referentie 131913-23-002.288

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, ir. P.A. Swier
Goedgekeurd door C.G.J.Hügel MSc

Paraaf 

Adres Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer
Koningin Julianaplein 10, 12e etage
Postbus 85948
2508 CP Den Haag
+31 (0)70 370 07 00
www.witteveenbos.com
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.

1	INLEIDING	5
1.1	Inleiding	5
1.2	Doel van de studie	5
1.3	Werkwijze	5
1.4	Inhoud en leeswijzer	6
2	SCHETSONTWERP RESTWARMTENET TERNEUZEN	7
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	17
2.4.4	Schetsontwerp transportnet	18
2.4.5	Schetsontwerp distributienet	22
2.5	Fasering en scenario's restwarmtenet	23
2.5.1	Fasering van warmteafzetgebieden	23
2.5.2	Warmtenet scenario's	25
2.6	Kostenraming transportnet	26
2.7	Overdimensionering van transportnet	26
2.8	Aandachtspunten in schetsontwerp	27
3	BUSINESSCASE RESTWARMTENET TERNEUZEN	28
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	HOOFDBEVINDINGEN, CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	33
4.1	Hoofdbevindingen	33
4.2	Conclusies	34
4.3	Aanbevelingen over schetsontwerp	34
4.4	Aanbevelingen over vervolgproces	35
	Laatste pagina	35
	Bijlage(n)	Aantal pagina's
	I Uitgangspuntennotitie	17
	II Uitvoeringsplan Hoek	13

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 CO₂-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 en 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 door middel 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 en 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. Ook hier worden 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;
- bijlage I bevat de uitgangspuntennotitie, waar vooraf aan de analyse de belangrijkste uitgangspunten zijn vastgesteld, aangevuld en verbeterd door nieuwe inzichten gedurende het proces;
- bijlage II bevat de notitie Uitvoeringsplan Hoek. Hierin wordt ingezoomd op het restwarmtenet voor Hoek en dient als technische ondersteuning voor het vervolg en het uitvoeringsplan.

2

SCHETSONTWERP RESTWARMTENET TERNEUZEN

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de volgende aspecten:

- 1 beschikbare warmtebronnen en warmtelevering;
- 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 restwarmtebronnen meegenomen in het onderzoek

Restwarmtebron	Temperatuurniveau	Vermogen	Bron
Dow Chemical	~68 °C ~40 °C	>200 MW (op 68 °C) >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) 15 MW (op 70 °C)	Air Liquide
Cargill	70 °C en 30 °C	<20 MW (op 70 °C) <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 beoogt Dow (op termijn) 3 warmtebronnen ter beschikking te stellen. Dit betreft een condensaatleiding, stoomkraker 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. Met de 2 stoomkrakers beschikt Dow over circa 200 MW_{th} thermisch vermogen aan restwarmte dat in principe volcontinue beschikbaar is op een temperatuur van 68 °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

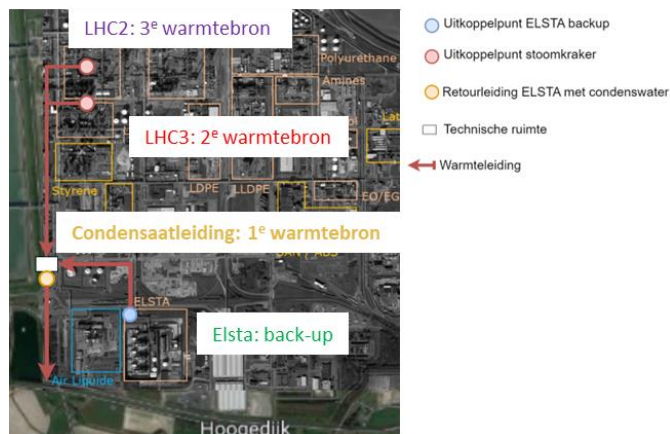
De warmtekrachtcentrale (Elsta) vormt de door Dow beoogde back-up voorziening van de restwarmtebronnen. Elsta heeft een maximale capaciteit van 460 MW en kan daarmee tijdelijk de warmtevoorziening volledig overnemen in geval van calamiteiten. De locatie van de Elsta centrale is weergegeven in afbeelding 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 als eerste beschikbaar voor Hoek.

Tabel 2.2 Fasering van warmtebronnen, temperaturniveau en back-up

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

2.3 Warmteafzetgebieden en warmtevraag

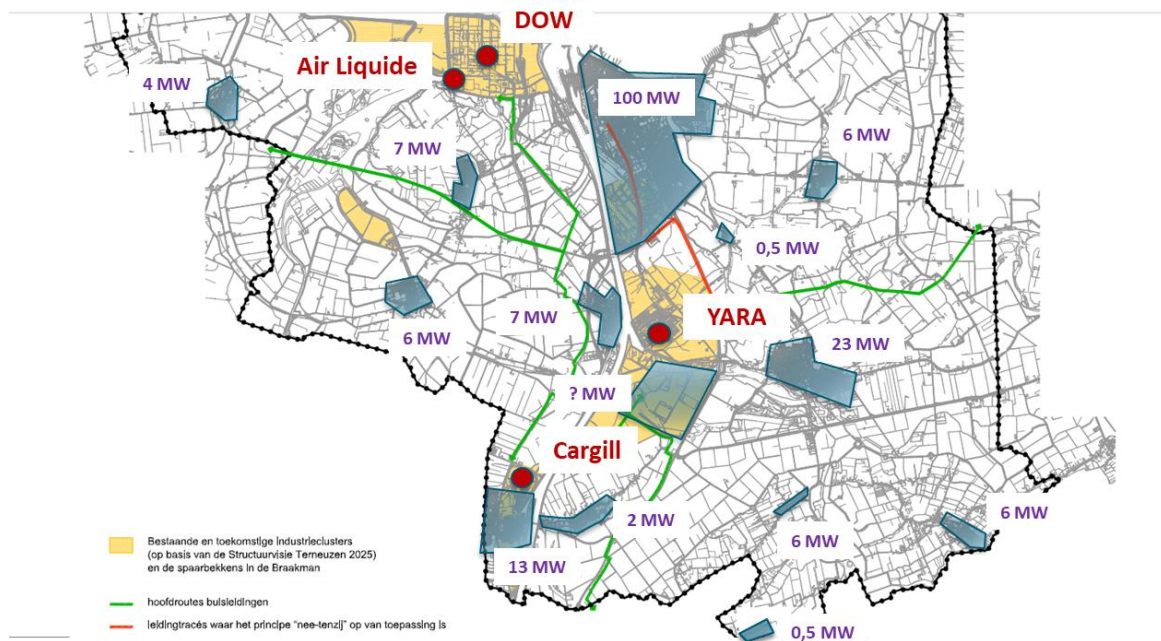
2.3.1 Warmteafzetgebieden

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

- 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 buiten beschouwing gelaten als 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 Yara ook kan dienen als aanvullende warmtebron voor het restwarmtenet.

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_{th} (zie tabel 2.3). Dit is het maximaal benodigde thermische vermogen dat het restwarmtenet moet kunnen leveren. Daarnaast zijn er ook warmteverliezen aan het warmtenet.

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

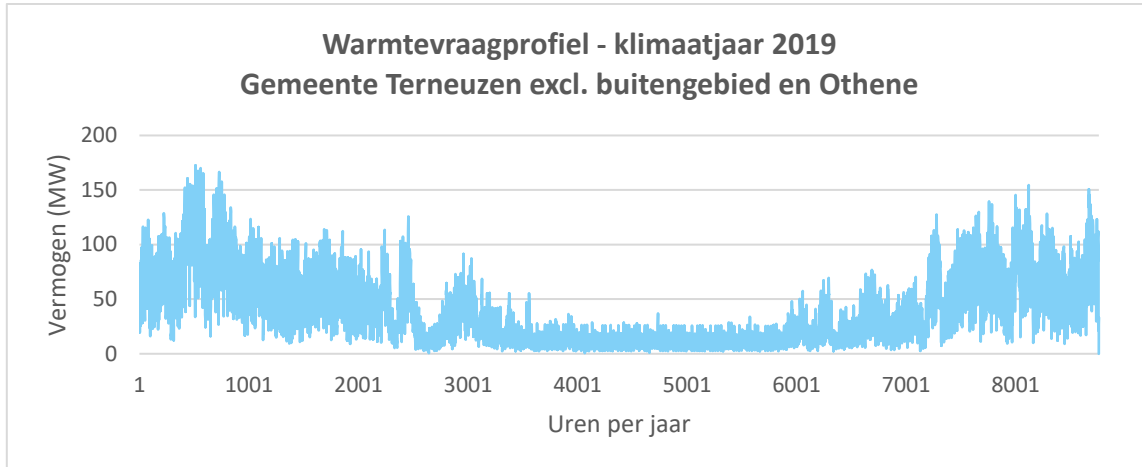
Buurten en kernen	Warmtevraag per jaar	Gelijktijdige thermische vermogensvraag	Cumulatief gelijktijdige vermogensvraag
	TJ/jaar	MW _{th}	MW _{th}
Kern Hoek	50	7,2	7,2
Binnenstad-Java	125	13,7	20,9
Zeldenrust	86	12,8	33,7
Noordpolder	60	8,2	41,9
Handelspoort	38	6,9	48,7
Oudelandse Hoeve	53	6,7	55,5
Lievenspolder	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
Totaal	1290	170,5	170,5

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

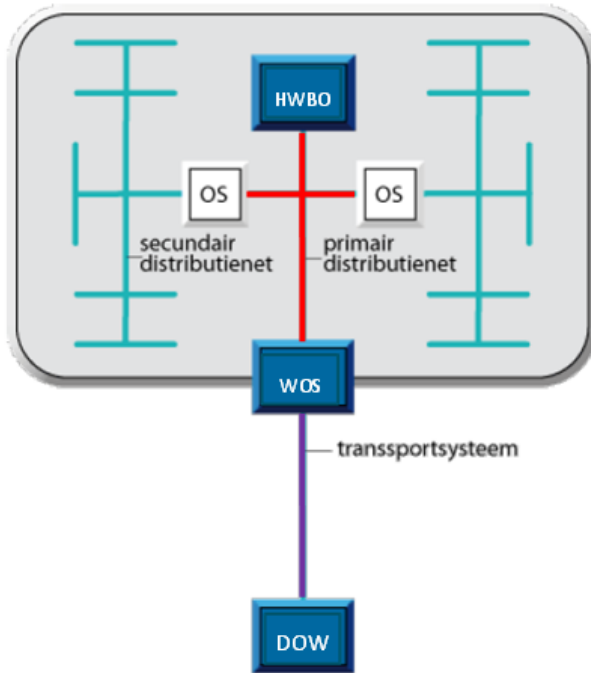
Het schetsontwerp is tot stand gekomen op basis van de uitgangspunten in de uitgangspuntennotitie, zie bijlage I.2. In deze paragraaf wordt eerst toegelicht uit welke onderdelen het restwarmtenet bestaat. Vervolgens wordt toegelicht welke keuzes zijn gemaakt bij de dimensionering van de warmtebronnenmix. 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 weergegeven 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. **warmteoverdrachtstation (WOS)**: overgang van transportnet naar (primaire) 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. **primaire distributienet** verdeelt warmte naar onderstations verspreid in de wijk;
6. **onderstations (OS)**: overgang van primaire 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 daardoor zijn er dus geen aparte onderstations nodig;
8. **aansluitleiding, inpandig leidingwerk en afleverset**: elk pand is via een aansluitleiding aangesloten op het secundair distributienet. Afhankelijk van de situatie is er nog inpandig leidingwerk. De leidingen worden aangesloten op de afleverset die de gasketel vervangt.

Afbeelding 2.4 Configuratie en opbouw van het restwarmtenet Terneuzen

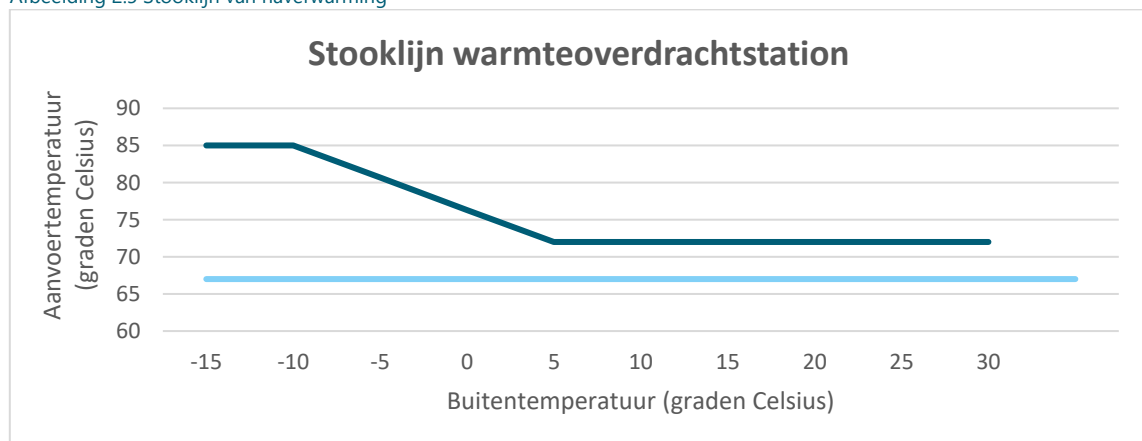


2.4.2 Schetsontwerp warmtebronnenmix

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 hoge 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 2.5 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

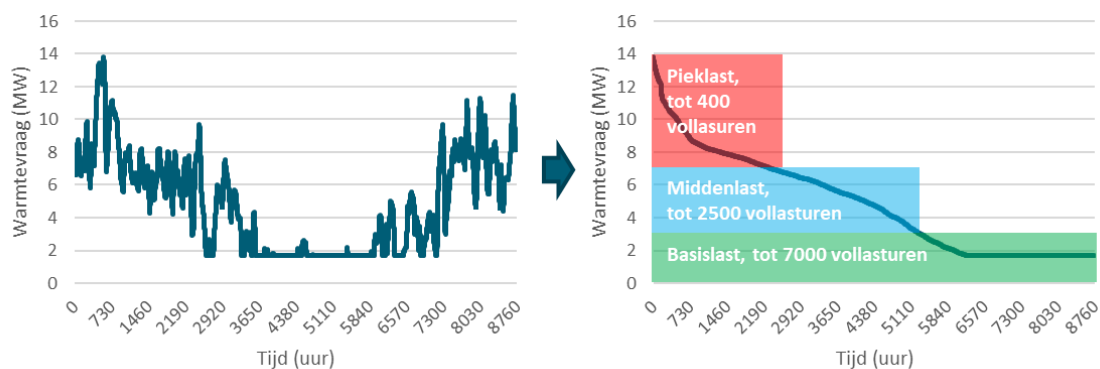


Warmtebronnenmix

Bij het ontwerp van warmtenetten wordt de combinatie van warmtebronnen vaak aangeduid als warmtebronnenmix. Een mix van warmtebronnen is noodzakelijk om op een kostenefficiënte wijze warmte te leveren. Daarbij wordt vaak het onderscheid gemaakt tussen basislast, middenlast en pieklast. Dit onderscheid is grafische weergegeven in afbeelding 2.6:

- 1 **een basislastbron** 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 basislastbron wordt op het gebied van kosten gekenmerkt door hoge investeringskosten, maar lage marginale¹ kosten;
- 2 **een middenlastbron** kan warmte leveren tot 2500 vollasturen. Een middenlastbron 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 basislastbron;
- 3 **een pieklastbron** levert warmte tot 400 vollasturen, heeft een relatief groot vermogen en wordt enkel benut als het echt koud is. Een pieklastbron 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 door middel 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.

¹ De kosten per extra kWh_{th}

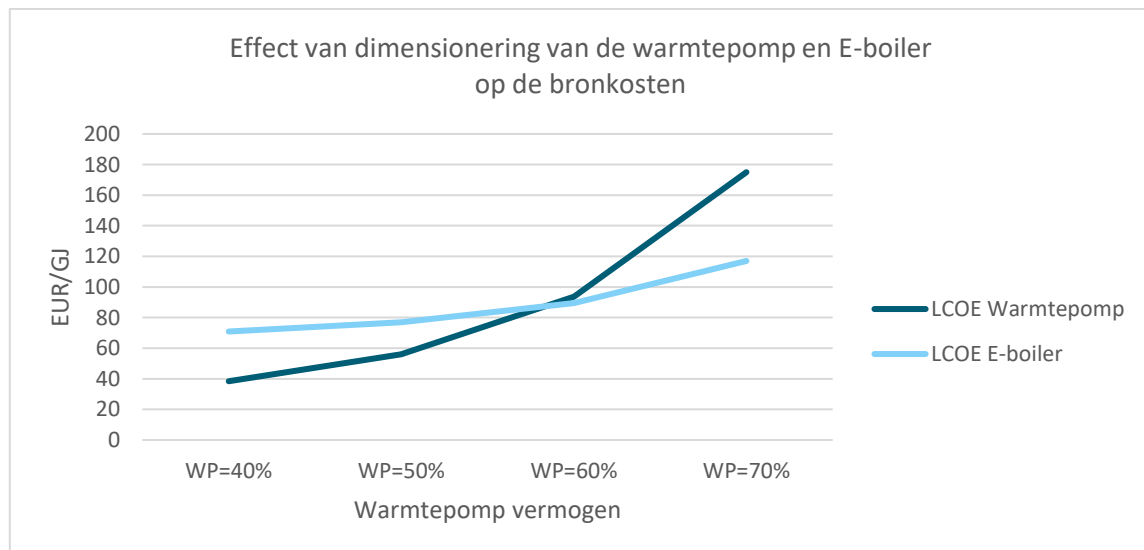
De voornaamste bronnen die daardoor overblijven zijn een warmtepomp en E-boiler:

- 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;
- 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 Energy¹ (LCOE). De LCOE is een maat voor de gemiddelde netto contante kosten per geleverde 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 een vast tarief van EUR 200/MWh. Welk tarief het in de praktijk precies zal zijn zou verder onderzocht moeten worden. Er kan gekozen worden voor een variabel tarief, waarbij er gestuurd kan worden op bijvoorbeeld toepassing van windenergie. Hierbij bestaat wel het risico dat op de piekmomenten er juist hogere kosten moeten worden gemaakt. Voor het kunnen toepassen van een E-boiler van dit formaat is afstemming met de netbeheerder noodzakelijk, het elektriciteitsnet moet het aankunnen of verzwakt worden.

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 in 15 % van de piekvraag.

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



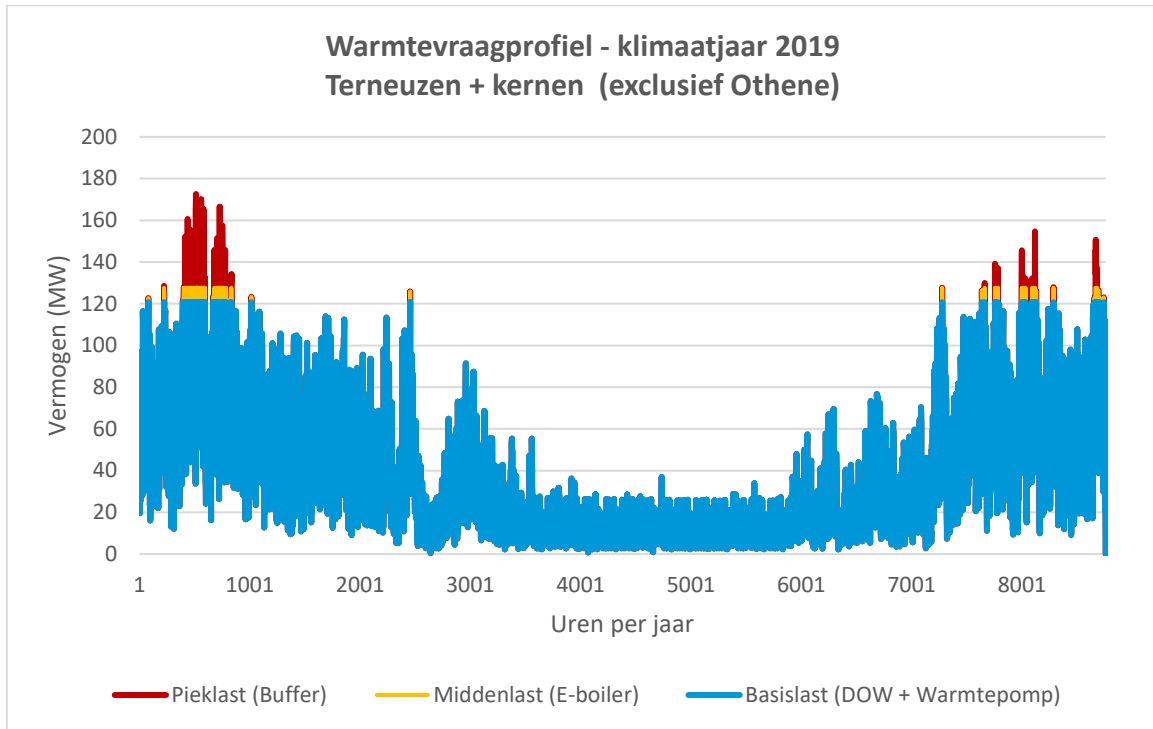
Warmtevraagprofiel en jaarbelastingduurkromme

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

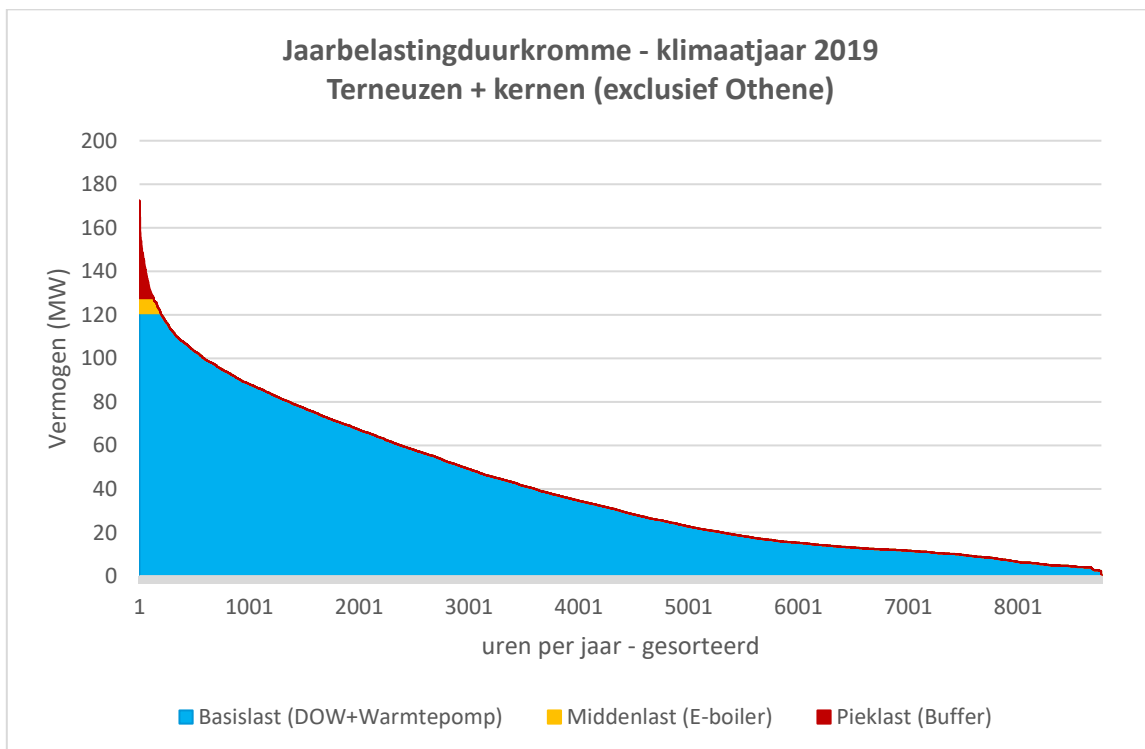
¹ https://en.wikipedia.org/wiki/Levelized_cost_of_electricity.

de jaarbelastingduurkromme waarin het warmtevraagprofiel is gesorteerd op vermogen en aantal uur waarop dat vermogen per jaar voorkomt.

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 2.4 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

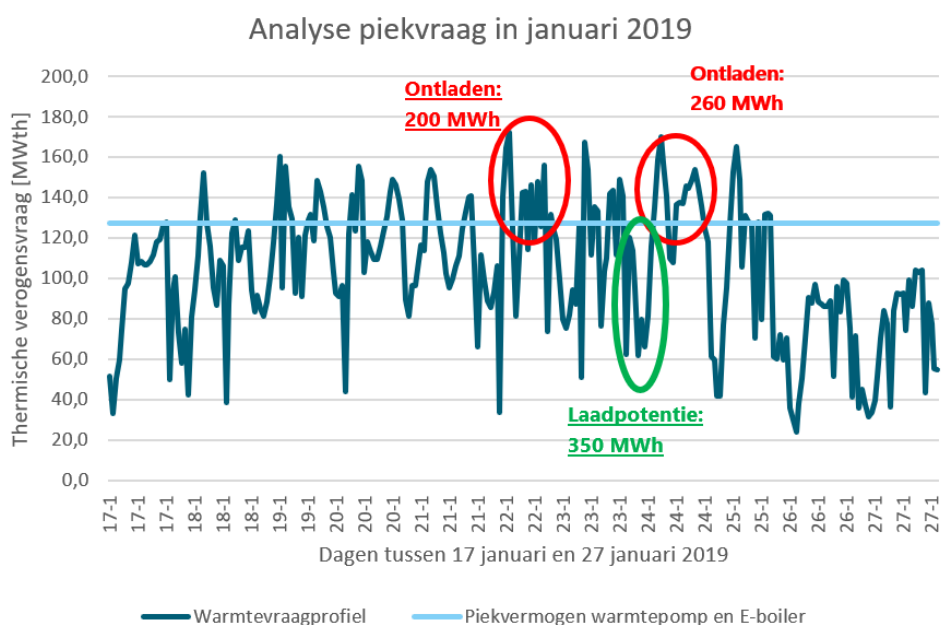
Type	Component	% Warmtevraag	% Vermogensvraag
basislast	Dow + warmtepomp	97,5 % + (0,5 %*)	60 %
middenlast	E-boiler	2 %	15 %
pieklast	Buffer	0,5%*	25%
Aanbod		100%	100%

* warmte is indirect afkomstig uit de warmtepomp

Ontwerp buffervat

Voor het ontwerp van het buffer zijn rekenregels aangehouden die Eneco ook hanteert voor het ontwerp van piekbuffers. Deze vuistregel gaat uit van 7,5 kWh per kW buffer vermogen. De buffer heeft dus, bij een gelijktijdig piekvermogen van 170 MW_{th} een vermogen van circa 43 MW_{th} (25 %) en een capaciteit van 320 MWh. In afbeelding 2.10 zijn enkel van de koudste dagen met de hoogste warmtevraag (donker blauwe lijn) van januari 2019 opgenomen. Dit correspondeert met de eerste grote rode piek in afbeelding 2.8. Verder is aangegeven (blauwe lijn) wat het maximale vermogen is wat de warmtepomp en E-boiler tezamen kunnen leveren. Gedurende de momenten dat de warmtevraag groter is dan de gecombineerde capaciteit moet het buffervat dus voldoende capaciteit hebben om te kunnen blijven leveren. Uit afbeelding 2.10 volgt dat de buffer in principe ruim genoeg is gedimensioneerd om een volle dag op te vangen. Maar het kan raadzaam zijn om wel te zorgen voor extra back-up capaciteit in geval er toch sprake is van een langdurig koude week. Hier is in het ontwerp van het restwarmtenet nu nog niet in voorzien.

Afbeelding 2.10 Analyse piekvraag en buffercapaciteit



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 retourtemperatuur

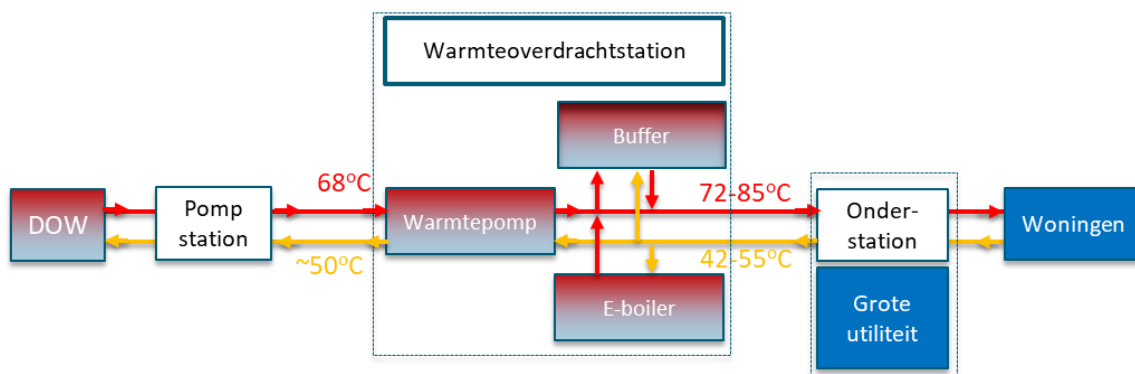
Gezien de keuze voor een decentrale warmtepomp en E-boiler is er ook nog de vraag welke aanvoer- en retourtemperatuur gehanteerd dient te worden in het transportnet. Dit is een optimalisatievraagstuk waar in dit stadium geen sluitend antwoord op kan worden gegeven. Desalniettemin is er wel een uitgangspunt 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- en retourtemperatuur 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 retourtemperatuur.

In het schetsontwerp is ervoor gekozen om de retourtemperatuur in te stellen op 50 °C. Deze retourtemperatuur 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.

Principeschema restwarmtenet Terneuzen

Afbeelding 2.11 geeft het principeschema van het restwarmtenet Terneuzen. Het principeschema volgt uit de uitgangspuntennotitie, de opbouw van de restwarmtenuit (paragraaf 2.2.1), de bronnenmix (paragraaf 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 2.11 Principeschema van het restwarmtenet Terneuzen



2.4.4 Schetsontwerp transportnet

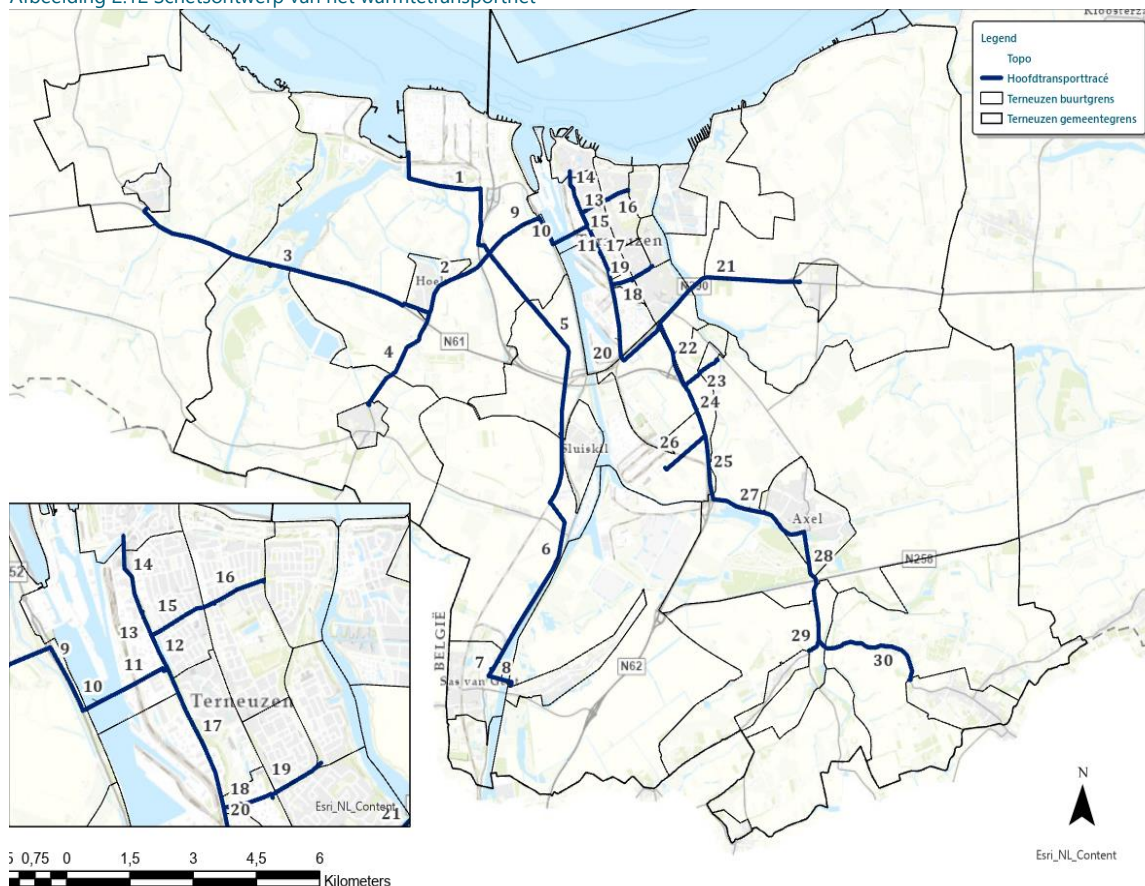
Voor het schetsontwerp van het transportnet spelen 2 zaken een belangrijke rol:

- 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 (Multi Utility Providing) 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 Terneuzen¹ 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 deze 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 2.12.

Afbeelding 2.12 Schetsontwerp van het warmtetransportnet



¹ 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'.¹ 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 2.5. De tracé ID's in deze tabel verwijzen naar de nummers in afbeelding 2.12.

Tabel 2.5 Aandachtspunten bij het transportnet tracé

Tracé ID	Locatie aanduiding	Aandachtspunt / opmerking	Showstopper?
1,2,5,9	<i>Dow naar Hoek en Terneuzen</i>	in deze tracés zijn geen onmogelijkheden vastgesteld	beperkt
2	<i>transportnet naar Hoek</i>	geen belemmeringen qua planvorming en vanuit de vakspecialisten. Wel rekening houden dat er genoeg ruimte naast / tussen de huizen zit	beperkt
3 en 4	<i>transportnet van Hoek naar Philippine en Biervliet</i>	in deze tracés zijn geen onmogelijkheden vastgesteld	beperkt
8	<i>kanaaloversteek die bij Sas van Gent</i>	is de kanaaloversteek die bij Sas van Gent is geprojecteerd realistisch?	aandachtspunt
10	<i>kanaaloversteek naar Terneuzen</i>	de Kanaaloversteek dient in samenspraak met andere stakeholders te worden vormgegeven. Rijkswaterstaat gaat op enig moment het kanaal verbreden en verdiepen. Daar zijn al de eerste ruwe schetsen van gemaakt. Vraag dit na bij RWS en houd hier rekening mee.	aandachtspunt
15, 17, 19, 20	<i>Mr. F.J. Haarmanweg</i>	als er nog voldoende ruimte is, is het voorstel om het transportnet naast de Mr. F.J. Haarmanweg te leggen, naast de aanwezige aardgasleiding aldaar.	beperkt
20	<i>Hoofdweg</i>	heroverweeg de locatie van de transportleiding langs de Hoofdweg. Mogelijk ligt het leiding tracé nu te dicht bij de Sluiskil tunnel	aandachtspunt
21	<i>Terneuzen naar Zaamslag</i>	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
22	<i>Tractaatweg</i>	overweeg om het transportnet aan de westzijde van de Tractaatweg te leggen, indien hier naast de weg nog ruimte is	beperkt
26	<i>leiding naar Koegorspolder</i>	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	aandachtspunt

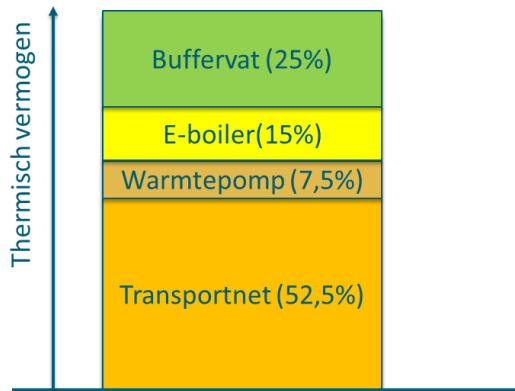
De dimensionering van het transportnet

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

¹ Glenny Davidse, adviseur energietransitie, gemeente Terneuzen, 16 december 2022.

afbeelding 2.13. Let op: de warmtepomp dient wel te worden gedimensioneerd op 60 % van het thermisch vermogen.

Afbeelding 2.13 Thermische vermogen door de bronnen en transportnet



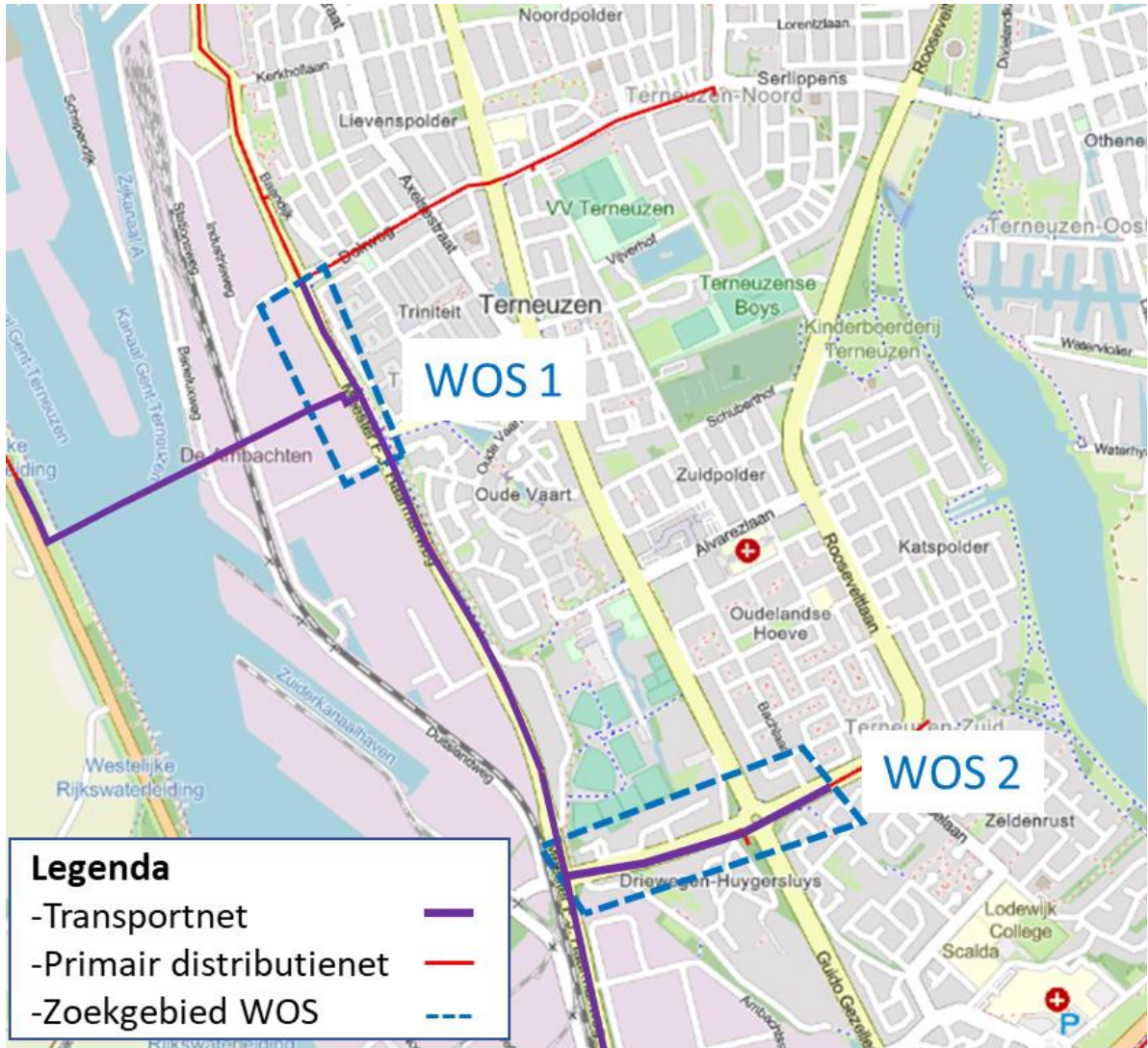
Zoeklocaties warmteoverdrachtstations Terneuzen

In het schetsontwerp is er rekening mee 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 2.14 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 2.14 Zoekgebieden voor Warmteoverdrachtstation 1 en 2

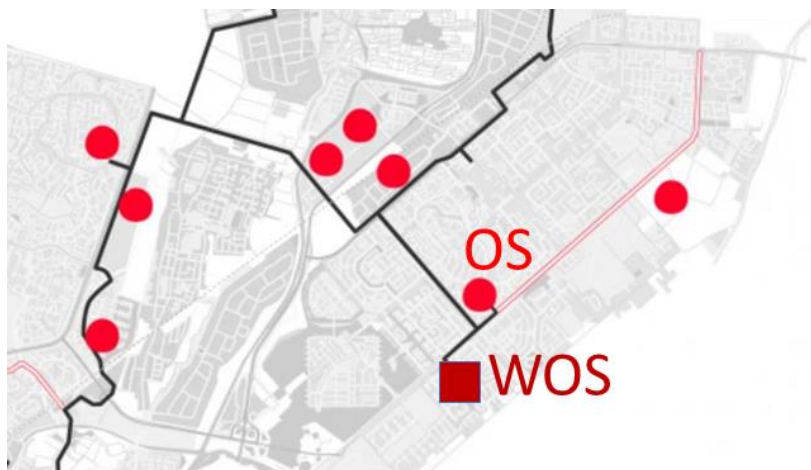


Voorbeeld van warmteoverdrachtstation en onderstation in Heerhugowaard

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 m² per MW_{th};
- het ruimtebeslag van een onderstation is circa 10-20 m² voor 500 woningen

Afbeelding 2.15 Schematische weergave van warmtenet en locatie van het warmteoverdrachtstation en onderstation



Afbeelding 2.16 Warmteoverdrachtstation (boven) en onderstation (onder)

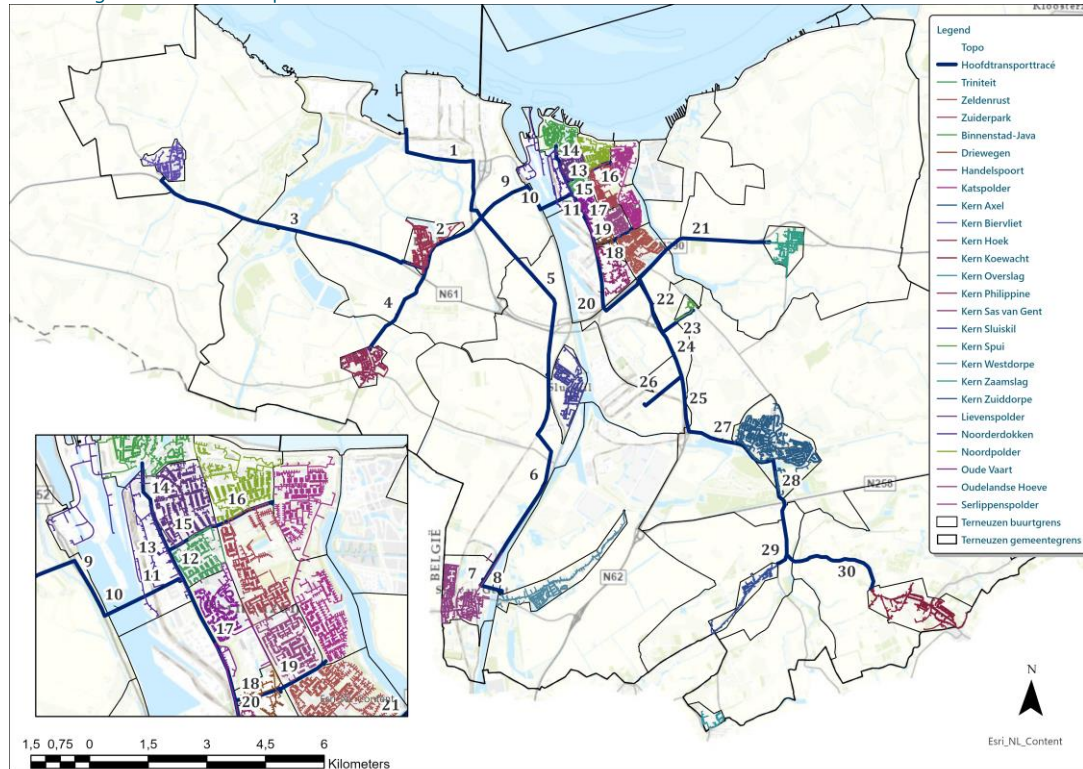


2.4.5 Schetsontwerp distributienet

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 2.17. 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 2.17 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.

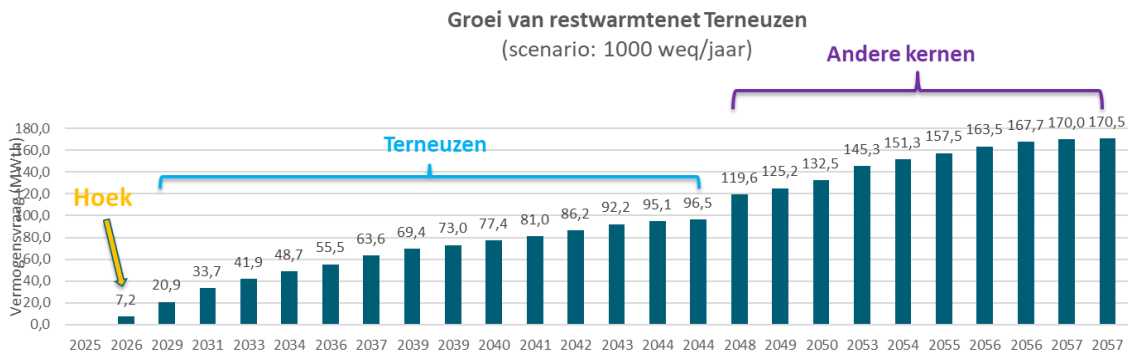
Fasering

Op grond van deze 3 uitgangspunten en na afstemming met de kerngroep Terneuzen is de fasering vastgesteld zoals weergegeven in afbeelding 2.18. De fasering van het warmtenet is ook grafische weergegeven in afbeelding 2.18.

Afbeelding 2.18 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 2.19 Groei van restwarmtenet Terneuzen, conform de fasering zoals gepresenteerd in afbeelding 2.20

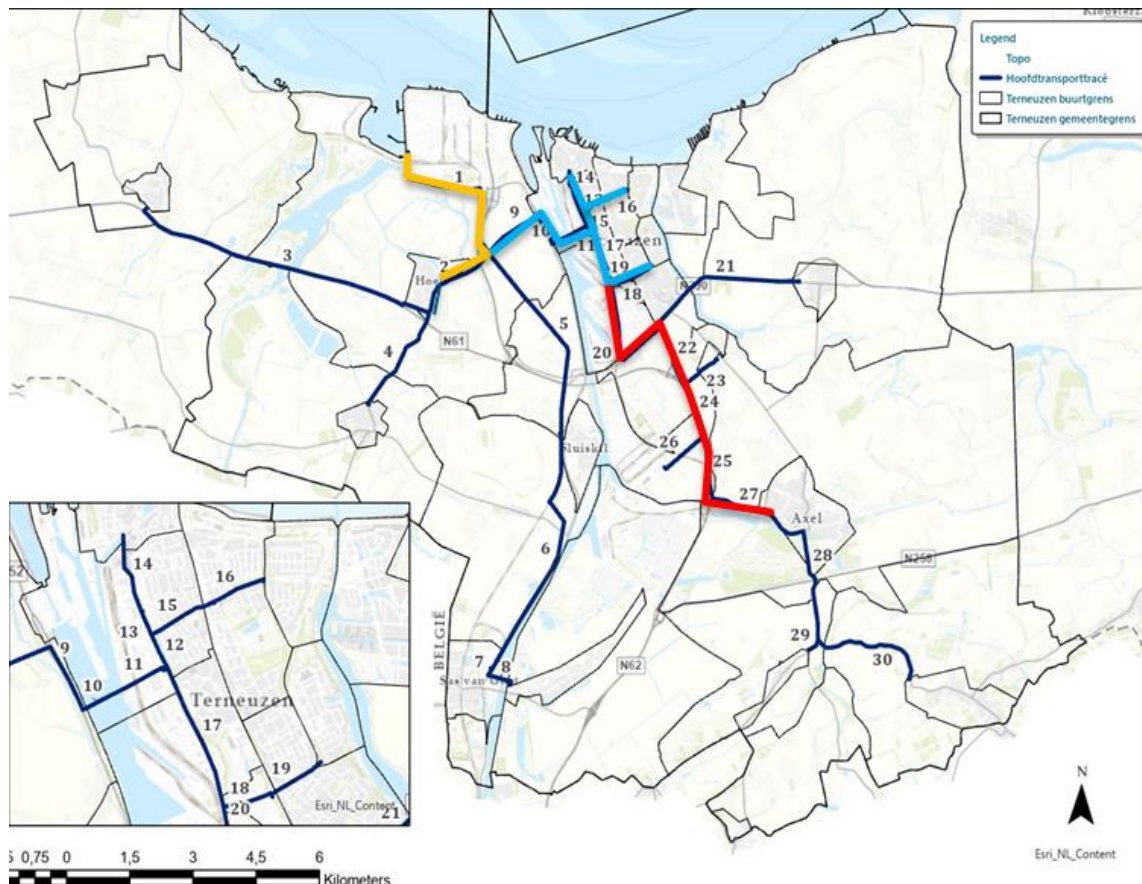


2.5.2 Warmtenet scenario's

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 2.20 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 transportnetsectie 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 6,3
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 2.21 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 2.21 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 hieronder beschreven.

Rol van Yara/WarmCO2

Yara kan zowel dienen als warmtebron en als back-up van Dow. Afhankelijk van de aangesloten vermogensvraag kan Yara de warmtevraag van het restwarmtenet deels of geheel opvangen. Dit zou vragen om een extra pompinstallatie ter hoogte van Yara en zwaarder transportnet. Wanneer WarmCO2 ook een warmteafnemer zou vormen dient ook het warmtenet zwaarder te worden gedimensioneerd.

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:
 - 1 geen piekbuffer: vergroot het benodigd transportnet vermogen en vraagt dus om een grotere leidingdiameter;
 - 2 ander temperatuurtraject: het huidige temperatuurtraject is aanvoer 68 °C, retour 50 °C. Het temperatuurverschil kan worden vergroot door de aanvoertemperatuur met de decentraal opgestelde warmtepomp verder uit te koelen. Dit verkleint het benodigde transportvermogen, maar verlaagd de efficiëntie van de warmtepomp waardoor de stroomkosten stijgen;
 - 3 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 businesscase 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 benodigde 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 businesscase te krijgen. Dat is de onrendabele top. De aannames en kentallen die zijn gehanteerd voor de businesscase 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 (woningequivalent)	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.

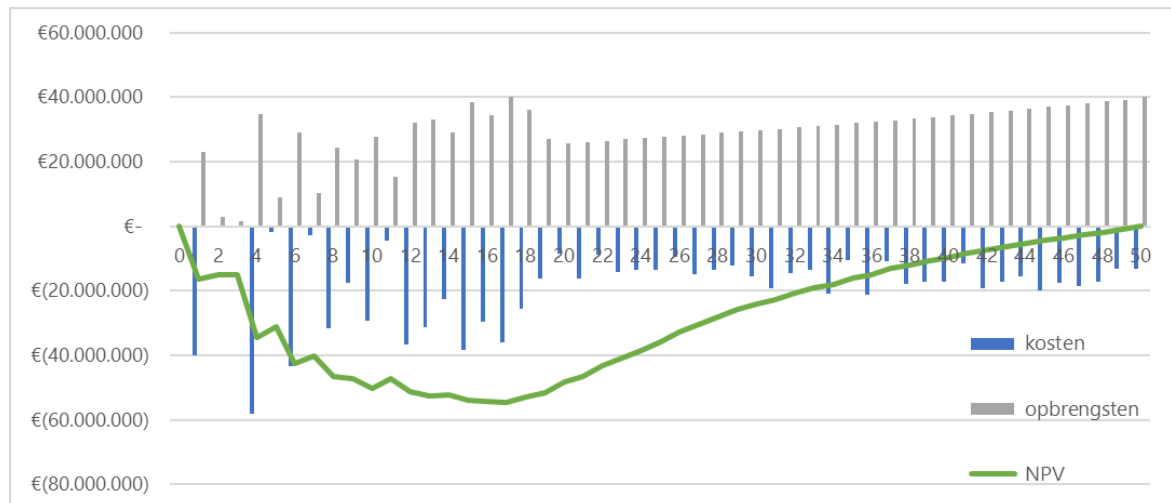
Tabel 3.2 Financiële resultaten businesscase per scenario

EUR	Hoek	Hoek + Terneuzen	Hoek + Terneuzen +Axel	Hoek+Terneuzen+Axel+overige
CAPEX	35.000.000	317.000.000	400.000.000	625.000.000
OPEX (per jaar)	500.000	6.000.000	7.000.000	10.000.000
inkomsten (per jaar)	1.100.000	16.000.000	20.000.000	28.000.000
onrendabele top	25.000.000	185.000.000	236.000.000	380.000.000
onrendabele top per weq	25.000	14.000	14.000	16.000

3.1.2 Duiding van resultaten

In elk opvolgend scenario worden er steeds meer gebouwen aangesloten door het restwarmtenet verder uit te breiden. 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 625 miljoen. De businesscase laat zien dat in dit geval over een periode van 50 jaar een onrendabele top overblijft van 380 miljoen euro. Om de kosten in perspectief te zetten wordt ook de onrendabele top per woningequivalent weergegeven. Dit geeft een beter beeld van de kosteneffectiviteit. Hieruit blijkt het scenario Hoek + Terneuzen en Hoek + Terneuzen + Axel de laagste onrendabele top per weg te hebben met EUR 14.000. In afbeelding 3.1 zijn de kosten en inkomsten verdeeld over 50 jaar weergegeven. De extra investeringskosten die gemaakt moeten worden vanwege het naverwarmen zijn EUR 110M in het maximale scenario. Dit komt neer op ongeveer EUR 3.500 per woning.

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



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 hieronder 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 %
Basis scenario		
Hoek + Terneuzen	€ 13.800	
Volloop scenario		
60% sluit aan i.p.v. 80%	€ 19.800	44%
100% sluit aan i.p.v. 80%	€ 10.100	-27%
Verandering elektriciteitsprijzen		
EUR 250/MWh i.p.v. 200 EUR/MWh	€ 14.400	4%
EUR 150/MWh i.p.v. 200 EUR/MWh	€ 13.100	-4%
Ontwikkelingsnelheid		
500 weq i.p.v. 1.000 weq per jaar	€ 14.600	6%
Variabel tarief		
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%
Rendementseis		
WACC op 4% i.p.v. 7%	€ 9.100	-34%
Exploitatietermijn		
30 jaar i.p.v. 50 jaar	€ 14.900	9%

3.2.1 Toelichting sensitiviteitsanalyse

Volloopsenario

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

Elektriciteitsprijs en ontwikkelingsnelheid

De elektriciteitsprijs en de ontwikkelingsnelheid hebben relatief weinig effect op de onrendabele top per weq. De ontwikkelingsnelheid heeft wel een groot effect op de projectduur, maar het effect op de onrendabele top per weq is relatief beperkt.

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 %.

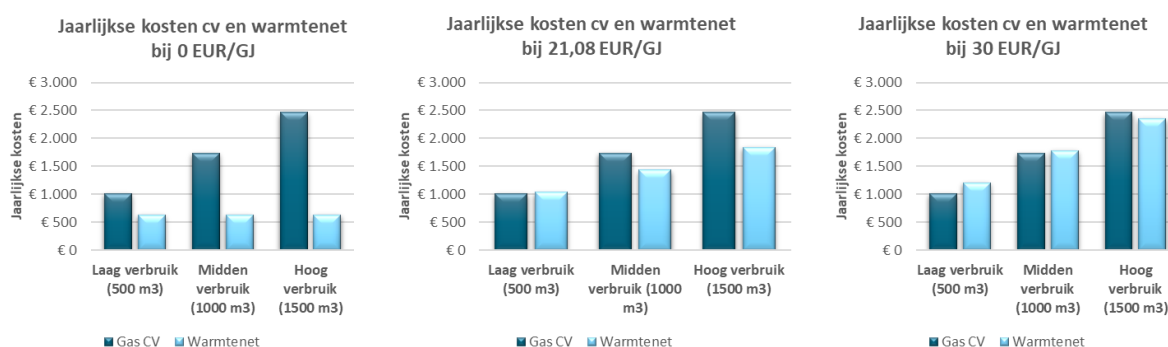
Businesscase Hoek in gunstig geval

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 m³, 1.000 m³, en 1.500 m³ aardgas per jaar. Ter referentie: het gemiddelde aardgasverbruik in Nederland ligt op circa 1.230 m³ aardgas per jaar. Voor de variabele kosten van het aardgas systeem is het prijsplafond voor 2023 aangenomen: 1,45 EUR/ m³. 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 m³/jaar) en 3 warmtetarieven (0, 21,08 en 30 EUR/GJ). Uit deze afbeelding kan het volgende geconcludeerd worden:

- 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 m³ 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 m³ 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 m³ per jaar**
 - gasketel: EUR 1.010 (inclusief omzetbelasting)
 - warmtenet: EUR 1.080, (inclusief omzetbelasting)
- **1000 m³ 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 de volgende punten ten aanzien van de businesscase goed in ogenschouw genomen te worden:

- 1 **het volloopscenario** (het percentage woningen dat aansluit) is een zeer bepalende factor. Een risico 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. 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 volloopscenario, 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 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 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

In dit hoofdstuk wordt stilgestaan bij de hoofdbevindingen, conclusies en aanbevelingen van het onderzoek.

4.1 Hoofdbevindingen

De hoofdbevindingen met betrekking tot de warmtevraag, warmtebron, het warmtenet, de businesscase en eindgebruikerskosten staan hieronder beschreven.

Warmtevraag

De geselecteerde buurten en kernen in Terneuzen hebben een maximale gelijktijdige vermogensvraag van ongeveer 170 MW. Dit gebied bevat 32.000 woningequivalenten, waarvan ongeveer 24.000 woningen.

Warmtebron

Dow heeft genoeg warmte om de gehele gemeente Terneuzen van warmte te voorzien. 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. Dow kan in fase 1 (Hoek) wel meer dan 68 °C warmte leveren. Zie uitvoeringsplan Hoek in bijlage II voor verdere toelichting.

Warmtenet

Het maximale scenario, waarbij Hoek + Terneuzen + Axel + overige kernen worden aangesloten, heeft een doorlooptijd van ongeveer 32 jaar.

Businesscase

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

- 1 de onrendabele top is bepaald voor de 4 afzetgebied scenario's:
 - het scenario Hoek: 25.000 EUR per woning;
 - het scenario Hoek + Terneuzen: 14.000 EUR per woning;
 - het scenario Hoek + Terneuzen + Axel: 14.000 EUR per woning;
 - het scenario Hoek + Terneuzen + Axel + overige dorpskernen: 16.000 EUR per woning;
- 2 uit de gevoeligheidsanalyse volgt dat de belangrijkste knoppen die rentabiliteit beïnvloeden de volgende zijn:
 - 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

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 m³ de eindgebruikerskosten lager dan de aardgas cv;
- bij 30 EUR/GJ zijn voor bewoners met een verbruik van meer dan 1000 m³ 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 25.000 versus EUR 14.000 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 stoomkraker 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 over schetsontwerp en businesscase

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 breid uit in fases, om de lange doorlooptijd te beperken;
- waarborg de commitment van Dow als leverancier;
- verlaag de onrendabele top door middel van subsidies;
- stem af met Stedin en TenneT en valideer of zij voldoende netcapaciteit kunnen realiseren om de beoogde warmtepompen en E-boilers in te passen;
- onderzoek de volgende optimalisatiemogelijkheden en onzekerheden:
 - tracékeuzes transportnet, met name Dow - Hoek;
 - back-up of primaire warmtelevering voor WarmCO2;
 - tariefstelling en bewonerslasten;
 - naverwarming versus isolatie, zodat de aanvoertemperatuur kan worden verlaagd;
 - centrale of decentrale back-up;
 - dimensionering transportnet op basis van temperatuurtraject;
 - dimensionering en locatie van (back-up) bronnen ter naverwarming;

4.4 Aanbevelingen over vervolgproces

Voor de verdere ontwikkeling van het restwarmtenet zien we de volgende aanbevelingen voor het vervolgtraject:

- 1 ga verder met het uitwerken van het restwarmtenet Hoek, onder andere door oprichting van een warmtebedrijf;
- 2 inventariseer welke partijen met veel warmtevraag zouden kunnen aansluiten op het transportnet en werk toe naar commitment. Hiermee ontstaat zicht op (veel) inkomsten en wordt zekerheid gecreëerd over de inkomsten, waardoor ook een betere dekking mogelijk is van de grote up-front investeringen in het transportnet en uitkoppeling van restwarmtenet bij Dow; Doorloop daarbij de volgende stappen:
 - stel een lijst op met grote warmteafnemers rond het tracé van het warmtetransportnet;
 - werk op hoofdlijnen een propositie uit richting deze grote warmteafnemers;
 - heroverweeg het standpunt over het temperatuurniveau, aangezien het naverwarmen aanzienlijke kosten met zich mee brengt die ook voor isolatie ingezet zouden kunnen worden;
 - stel vast welke partijen binnen 5 jaar commitment hebben om aan te sluiten op het restwarmtenet en eventueel om mee te investeren in het restwarmtenet;
 - herijk de fasering, kostenraming en businesscase op basis van de propositie en commitment van grote afnemers;
 - sluit op basis van de propositie en nieuwe businesscase een intentieverklaringen met deze grote partijen;
- 3 zorg in samenspraak met Netverder/WarmCO2 en Yara voor duidelijkheid over de 4 mogelijke relatie(s) tussen het Restwarmtenet Terneuzen, Yara en WarmCO2. Houd er bij de overwegingen omtrent Yara rekening mee dat 1 van de toekomstscenario's voor verduurzaming van Yara is dat de ammoniakproductie richting 2050 (geleidelijk) wordt uitgefaseerd. Een groot deel van de restwarmtepotentie hangt samen met de ammoniakproductie, waardoor de toekomstbestendigheid van Yara als (grote) restwarmtebron nog onzeker is. Onderzoek daarom de volgende kansen:
 - het Restwarmtenet Terneuzen kan, naast Yara, ook warmte leveren aan WarmCO2;
 - het Restwarmtenet Terneuzen kan een back-up functie vervullen voor warmtelevering door Yara aan WarmCO2;
 - Yara kan een back-up functie vervullen richting het Restwarmtenet Terneuzen;
 - Yara kan ook warmte leveren aan Restwarmtenet Terneuzen;
- 4 overweeg en bespreek de betrokkenheid van WarmCO2 als partner in de volgende fase van de ontwikkeling van het Restwarmtenet Terneuzen. Samenwerking biedt immers technisch kansen voor integratie en optimalisatie, maar samenwerking geeft ook toegang tot waardevolle kennis, ervaring en expertise die reeds aanwezig is bij dit lokale warmtebedrijf;
- 5 overweeg en bespreek de betrokkenheid van WarmCO2 als partner in de volgende fase van de ontwikkeling van het Restwarmtenet Terneuzen. Samenwerking biedt immers technisch kansen voor integratie en optimalisatie, maar samenwerking geeft ook toegang tot waardevolle kennis, ervaring en expertise die reeds aanwezig is bij dit lokale warmtebedrijf;
- 6 bespreek in samenspraak met Air Liquide en Netverder of en hoe de levering van restwarmte, uit de door Air Liquide beoogde elektrolyzers, vormgegeven zou kunnen worden ten behoeve van een meer robuuste warmtebronnenmix. Waarbij het doel is om de (eventuele toekomstige) benutting van restwarmte van de elektrolyzers als (potentiële) back-up optie van Dow mogelijk te houden.

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 naar aanleiding van 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 m². 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 leidingen¹.

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 case.

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_{th}) 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

¹https://www.terneuzen.nl/Inwoners_Terneuzen/Bouwen/Bestemmingsplannen/Structuurvisies/Structuurvisie_gemeente_Terneuzen_ondergrondse_infrastructuur.

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.

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.

I.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 I.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 buurniveau¹;
- 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 I.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 utiliteit per buurt. Kentallen voor de gemiddelde warmtevraag voor ruimteverwarming en tapwater per type utiliteitsgebouw en BVO zijn gebaseerd op de kentallen die zijn gebruikt voor de Startanalyse, op basis van het Vesta MAIS model²;
- 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 I.2 Uitgangspunten warmte- en vermogensvraag

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

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

² 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 ³ /jaar	Milieucentraal
groei van warmtevraag per buurt	-1 % per jaar	Aanname
vermogensvraag ruimteverwarming woningen		
tussenwoning	8,5 kW _{th}	PBL 2022, startanalyse
hoekwoning	10 kW _{th}	PBL 2022, startanalyse
twee-onder-een-kap	12 kW _{th}	PBL 2022, startanalyse
vrijstaande woning	14 kW _{th}	PBL 2022, startanalyse
appartement	6,2 kW _{th}	PBL 2022, startanalyse
vermogensvraag ruimteverwarming utiliteit		
type 1: kantoren en industrie	40 W/ m ² BVO	Witteveen+Bos
type 2: Winkel, zorg, logies, bijeenkomst, sport, cel, overig	70 W/ m ² BVO	Witteveen+Bos
type 3: Onderwijs	100 W/m ² BVO	Witteveen+Bos
warmtenet eigenschappen		
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 68 graden vanaf Dow

levering van warmte vanaf Dow met een initiële temperatuur van 68 °C brengt een belangrijk risico met zich mee:

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

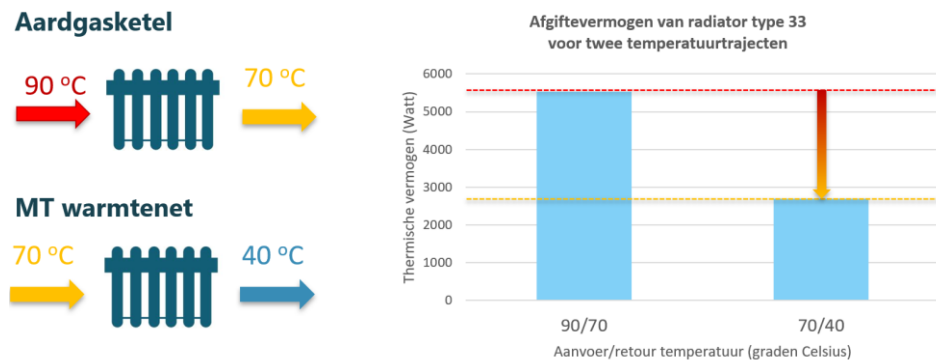
Beoordeling van risico's en advies over aanvoertemperatuur

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 op basis van 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 beschikken¹. 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](#))

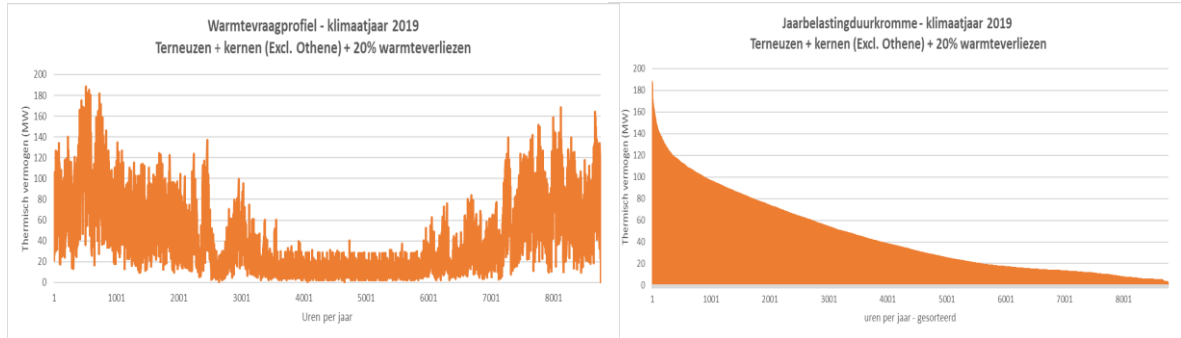


I.6 Restwarmtenet optimalisaties door buffering

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

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

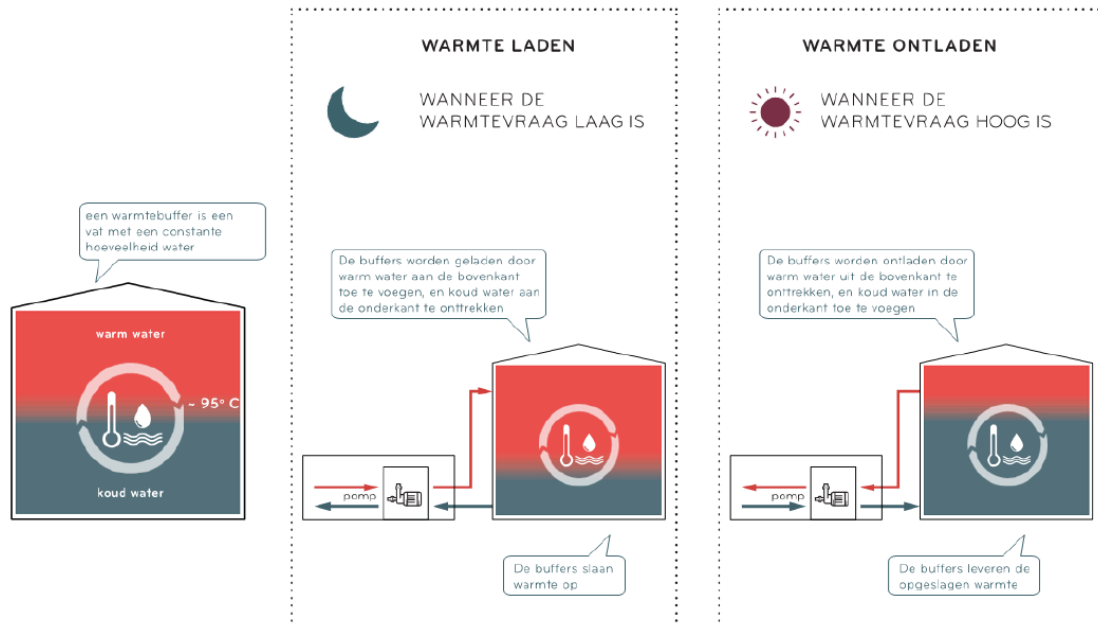
Afbeelding I.3 Warmtevraagprofiel en jaarbelastingduurkromme Terneuzen + kernen exclusief Othene voor klimaatjaar 2019



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_{th} tot 139 MW_{th} kan worden beperkt op basis van een opslagtank van circa 240 MWh of 8.500 m³ bij een dT van 25 graden Celsius.

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



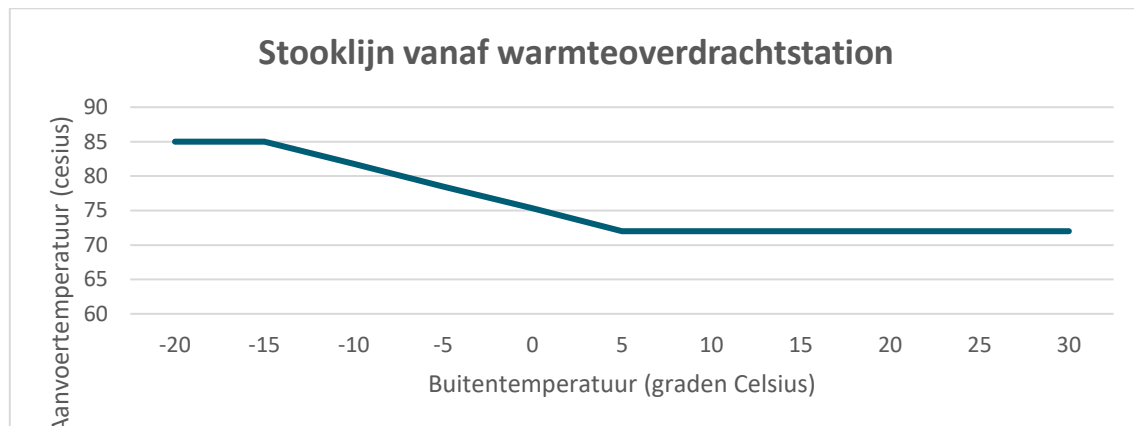
I.7 Naverwarming en stooklijn tot 85 graden

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.

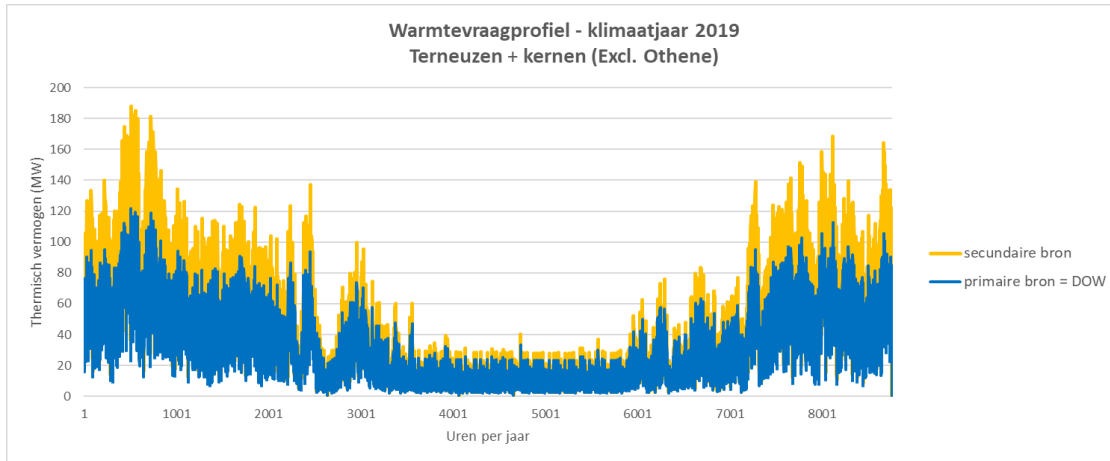
Afbeelding I.5 Stooklijn restwarmtenet Terneuzen



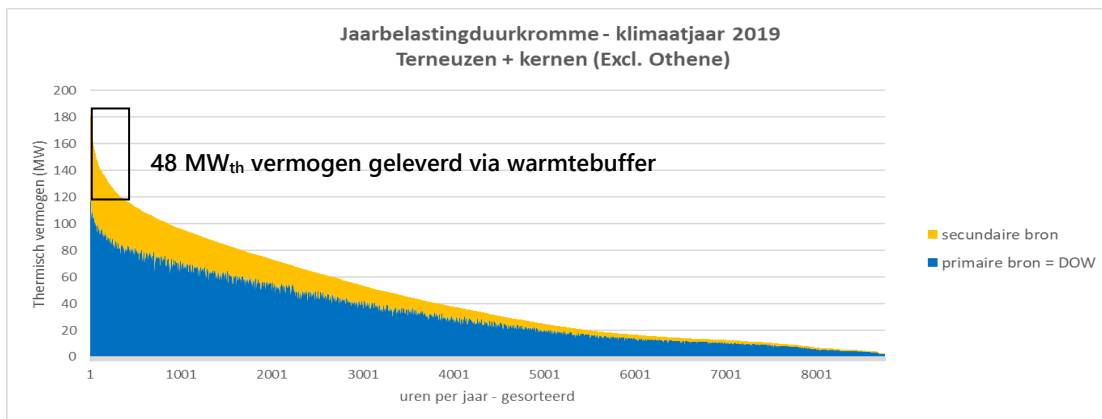
Warmtelevering door primaire en secundaire bron

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 ¹	niet gespecificeerd	10,2 EUR/GJ	25,7 EUR/GJ	3,2 EUR/GJ
CO ₂ uitstoot 2020	niet gespecificeerd	17 kg/GJ	88 kg/GJ	56 kg/GJ
CO ₂ uitstoot 2030	niet gespecificeerd	5 kg/GJ	26 kg/GJ	56 kg/GJ

¹ Voor een definitie en berekenmethodiek verwijzen we naar https://en.wikipedia.org/wiki/Levelized_cost_of_electricity.

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 respectievelijk 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 ¹	Bron
investeringskosten warmtenet leidingen		
transportnet	volgt uit schetsontwerp	Warmtebedrijf
distributienet per buurt	EUR 850 per meter	Witteveen+Bos
distributienet hoek	volgt uit schetsontwerp	Witteveen+Bos
investeringskosten warmtenet assets		
warmte overdracht station (indirect)	EUR 120 per kW _{th}	Witteveen+Bos
onderstations (direct)	EUR 80 per kW _{th}	Witteveen+Bos
investeringskosten pand aansluitingen		
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 * (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
ontwikfelsnelheid, volloop en fasering		
aansluitsnelheid	1.000 weq/jaar	Aanname ²
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 (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
Totaal gemiddelde kosten van maatregelen	2.780

1.9 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
algemeen			
inflatie	2 %	nee	ECB richtlijn
exploitatietermijn	30 - 50 jaar*	ja	Witteveen+Bos/ startnotitie
WACC / discontovoet	4 % - 7 %*	ja	Witteveen+Bos/ startnotitie
tarieven stroom & gas*			
aardgasprijs	1,45 EUR/m3	optioneel	CBS , exclusief omzetbelasting
elektriciteitsprijs	200 EUR/MWh	ja	CBS exclusief omzetbelasting
tarieven warmte*			
vaste kosten woning	478,60 EUR/jaar/weq	optioneel	ACM 2021 inclusief omzetbelasting
vaste kosten utiliteit	478,60 EUR/jaar/weq	optioneel	aanname Witteveen+Bos
warmtemeter	0,00 - 26,83 EUR/jaar/weq	nee	ACM 2021 inclusief omzetbelasting
huur afleverset woning	125,50 EUR/jaar/weq	nee	ACM 2021 inclusief omzetbelasting
huur afleverset utiliteit	125,50 EUR/jaar/weq	nee	aanname Witteveen+Bos
Investeringskosten transportnet (open/gesloten verhardingen)			
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	DN x 1 EUR/m	nee	
Investeringskosten warmtebronnen Dow			
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	$x * \text{vermogen} ^ y$	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
pompenenergie	0,72 %	MWh el /MWh th	Vesta 5.0
warmtepomp			
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
E-boiler			
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
buffer			
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.

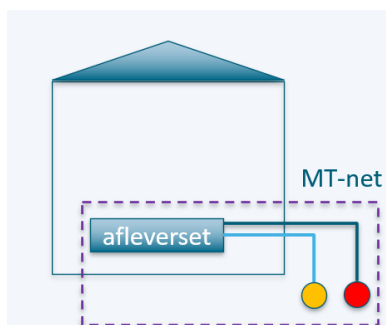
Tabel I.7 Uitgangspunten over bijdrage aansluitkosten per type stakeholder

Stakeholder	Bijdrage aansluitkosten	Opmerking
particulieren woningeigenaren	EUR 1.500 per woning	<ol style="list-style-type: none"> resterende eindgebruikerskosten na aftrek van eventuele subsidies, zoals de ISDE (EUR 3.325) 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
particulieren verhuurders	EUR 1.500 per woning	<ol style="list-style-type: none"> resterende kosten per huurwoning voor de verhuurder, na aftrek van eventuele subsidies, zoals de SAH (maximaal EUR 5.000) De verhuurder betaalt de bijdrage aansluitkosten
woningbouw- corporaties	EUR 1.500 per woning	<ol style="list-style-type: none"> aanname dat de BAK gelijk is aan particulier eigenaren/verhuurders resterende kosten per corporatiewoning voor de corporatie, na aftrek van eventuele subsidies, zoals de SAH (maximaal EUR 5.000)
sociale huurder en huurder	EUR 0	<ol style="list-style-type: none"> 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
utiliteit	EUR 1.500 per weq	<ol style="list-style-type: none"> resterende eindgebruikerskosten na aftrek van eventuele subsidies deze prijzen zijn markconform voor nieuwbouw. Daar kan dus nog van afgeweken worden

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

II.1 Inleiding

Doel van de notitie

Deze notitie bevat een uitvoeringsplan voor de kern Hoek om de verdere communicatie en besluitvorming door het college en gemeenteraad van Gemeente Terneuzen, als ook externe stakeholders, te ondersteunen. Het uitvoeringsplan bevat een afbakening van de warmtekavel, fasering van het warmtekavel en onderbouwing voor de locaties van het warmteoverdrachtstation en onderstation, een specifiek schetsontwerp van het distributienet en gedetailleerde kostenraming van het distributienet voor Hoek. Daarnaast wordt ingegaan hoe de businesscase van het Restwarmtenet Hoek kan worden verbeterd door wijzigingen in de tracékeuze en bronontwerp, als ook de implicaties van overdimensionering van het transportnet en pompstation. Daarmee geeft de notitie een stevige basis voor vervolgstappen. Ook kan, ter ondersteuning van eventuele vervolgstappen, het schetsontwerp van het distributienet in digitaal format (autocad/GIS) ter beschikking worden gesteld.

Inhoud van notitie

Deze notitie is als volgt opgebouwd:

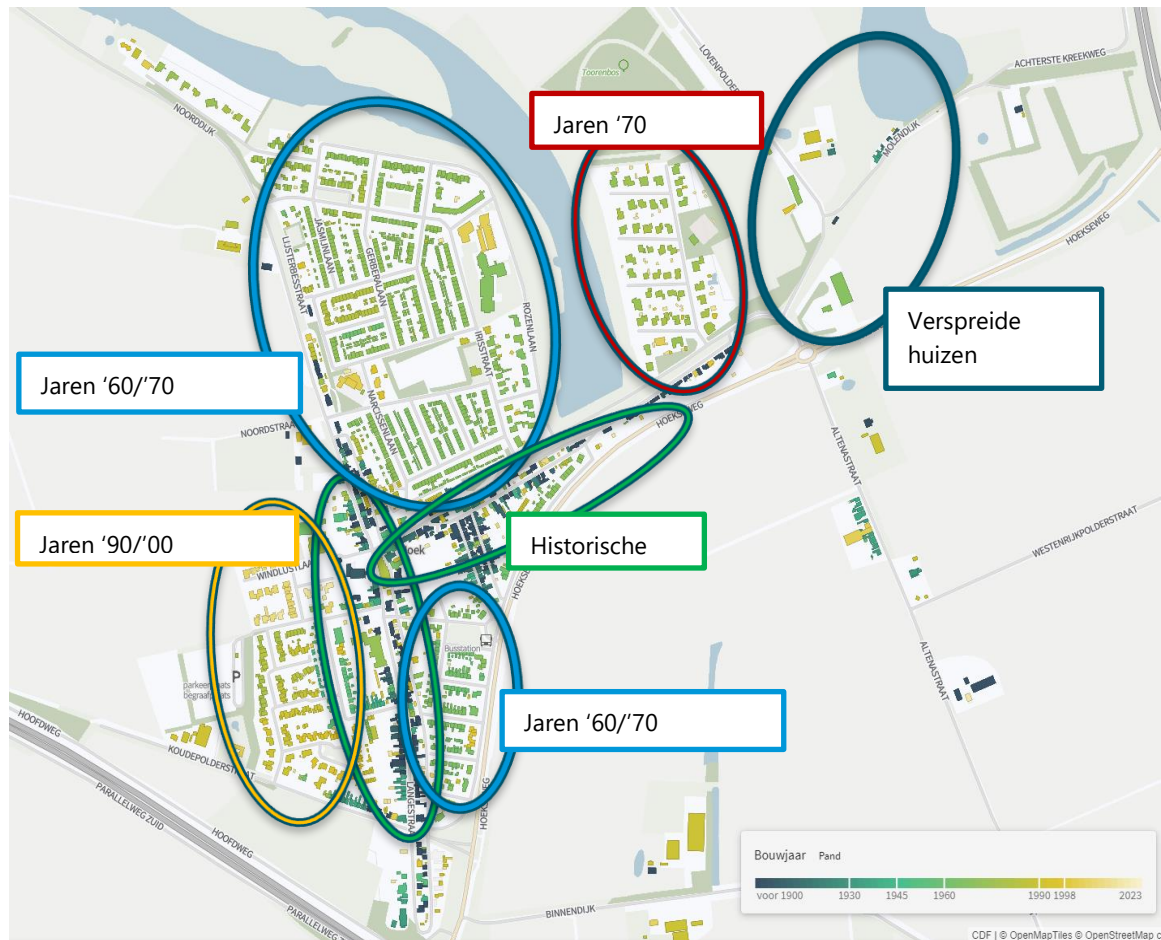
- hoofdstuk 2: warmtekavel, fasering en ruimtelijke inpassing;
- hoofdstuk 3: schetsontwerp distributienet hoek;
- hoofdstuk 4: kostenraming distributienet;
- hoofdstuk 5: investeringskosten en businesscase restwarmtenet Hoek.

II.2 Warmtekavel, fasering en ruimtelijke inpassing technische ruimtes

Leveringsgebied

Afbeelding II.1 weergeeft een overzicht van de verdeling van type gebouwen en bouwjaar binnen Hoek. Gebaseerd op dit inzicht kan een eerste keuze gemaakt worden voor de afbakening van het leveringsgebied en de fasering in Hoek. Het voorstel voor het warmteafzetgebied is om alle panden binnen de CBS buurgrens van Hoek aan te sluiten behalve de panden aan het einde van de Molendijk met o.a. Hoekse sportvereniging. Dit zijn de panden die in afbeelding II.1 vallen onder 'verspreide huizen' en hebben veel meters distributienet n voor relatief weinig extra warmtelevering. Voor deze panden zal een duurzame, individuele warmtevoorziening gevonden moeten worden.

Afbeelding II.1 Plattegrond van gebouwen in Hoek met aanduiding van type en bouwjaar



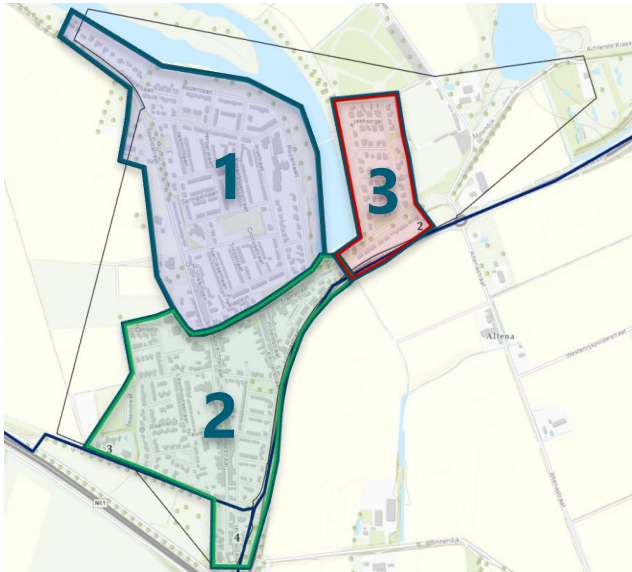
Fasering binnen leveringsgebied

Uitgangspunt voor de fasering van het distributienet is dat elke fase bestaat uit 500 tot 1000 weq (woningequivalenten). Dit resulteert in 2 à 3 fases voor het leveringsgebied in Hoek waar ongeveer 1.200 weq 's aangesloten kunnen worden in het leveringsgebied. Dit uitgangspunt is gebaseerd op de aanname dat een warmtebedrijf maximaal 500 tot 1000 weq kan aansluiten per jaar.

De keuze voor de fasering, zoals aangegeven in afbeelding II.2, volgt uit de volgende redenatie:

- 1 fase 1 bestaat voornamelijk uit de jaren '60/'70 rijwoningen. Aanbevolen wordt om met deze wijk te starten, omdat de wijk redelijk uniform gebouwd is en er veel corporatiebezit heeft. Uniforme bouw maakt relatief snelle en goedkopere aansluiting mogelijk. Veel woningen in corporatiebezit verkleint het volloopriscico;
- 2 fase 2 bevat veel variatie in type woningen en ook veel monumentale panden. Dit maakt het aansluiten van panden lastiger dan bij fase 1;
- 3 fase 3 bestaat uit jaren '70 vrijstaande woningen. Aanbevolen wordt om deze wijk als laatst aan te sluiten vanwege de lage warmtevraagdichtheid waardoor er relatief veel meter warmtenet per woning moet worden aangelegd.

Afbeelding II.2 Mogelijke fasering van distributienet in Hoek

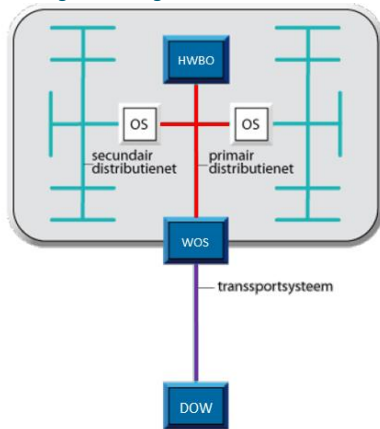


II.3 Opbouw warmtenet en eigenschappen

Het restwarmtenet bestaat uit onderstaande componenten zoals weergeven in afbeelding II.3:

1. **(rest)warmtebron (Dow)**;
2. **transportnet (primair net)**: transporteert restwarmte van bron naar verschillende locaties;
3. **warmteoverdrachtstation (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. In het station worden de drukken en het drukverschil in het secundaire distributienet geregeld;
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;
8. **aansluitleiding, inpandig leidingwerk en afleverzet**: elk pand is via een aansluitleiding aangesloten op het secundair distributienet. Afhankelijk van de situatie is er nog inpandig leidingwerk. De leidingen worden aangesloten op de afleverzet die de gasketel vervangt.

Afbeelding II.3 Configuratie van restwarmtenet



Karakteristieken WOS en OS

De karakteristieke afmetingen van het warmteoverdrachtstation (WOS), eventueel inclusief warmte-installaties, (HWBO) zijn als volgt:

- een WOS bedraagt gemiddeld 3-6 m² per MW_{th}. Het precieze ruimtebeslag is afhankelijk van de gekozen equipment en eventuele lokale naverwarming. Ter indicatie: een WOS in Heerhugowaard levert warmte aan 2.500-10.000 woningen en bedraagt 350 m². De WOS in Hoek moet 7,2 MW_{th} leveren aan 1.319 weq en zal dus ongeveer 20-40 m² aan vrije ruimte nodig hebben;
- een OS bedraagt gemiddeld 10-20 m² en voorziet ongeveer 250-500 woningen van warmte. Er moeten in Hoek dus ongeveer 2 onderstations worden ingepast. Zoals blijkt uit het schetsontwerp (zie hoofdstuk 3) is 1 locatie voorzien van waaruit fase 1 en fase 2 kunnen worden gevoed. Daardoor is sprake van 1 onderstation.

Karakteristieken buffervat

Conform de uitgangspuntennotitie dient een buffer als piekbuffer en levert warmte tijdens de piekvermogensvraag. Hierdoor kan de capaciteit van het transportnet met 25 % worden verkleind, wat resulteert in lagere transportnetkosten. De techniek is een geïsoleerd (eventueel ondergronds) opslagvat waarmee warmte voornamelijk voor korte duur opgeslagen kan worden in water. Ondergrondse opslag heeft voordelen in warmteverlies en ruimtelijke inpassing maar brengt hoge kosten voor het graafwerk met zich mee. De ruimtevraag hangt samen met de opslagcapaciteit. Tabel II.1 geeft de uitgangspunten en de resulterende afmetingen voor een buffervat in Hoek aan.

Tabel II.1 Ruimtebeslag van buffervat en specifieke afmetingen voor Hoek

Uitgangspunten	Waarde	Eenheid
algemene uitgangspunten		
aandeel buffer in piekvermogen	25 %	Percentage
benodigde volume per kW	0,11	m ³ /kW _{th}
diameter – hoogte verhouding buffer	1:1	
specifiek voor Hoek		
gelijktijdige vermogensvraag Hoek	7,2	MW _{th}
vermogen buffer	1,8	MW _{th}
benodigde inhoud	198	m ³
benodigde diameter en hoogte	6,0	m
benodigd oppervlakte	30	m ²

II.4 Ruimtelijke inpassing van warmtenet installaties

Er is een afweging gemaakt tussen een aantal locaties voor de inpassing van de WOS/HWBO en onderstations (OS). In afbeelding II.4 zijn 3 configuraties weergegeven die zijn beschouwd. In tabel II.2 zijn afwegingen opgenomen met betrekking tot deze 3 locaties. In samenspraak met de kerngroep Terneuzen is vastgesteld dat locatie 2 het meest kansrijk is vanwege de korte afstand tot Dow en de mogelijkheid om de onderstations voor fase 1 en 2 te combineren en het onderstation voor fase 3 onder te brengen in de WOS.

Afbeelding II.4 Scenario met WOS op locatie 1 (links), locatie 2 (midden) en locatie 3 (rechts)



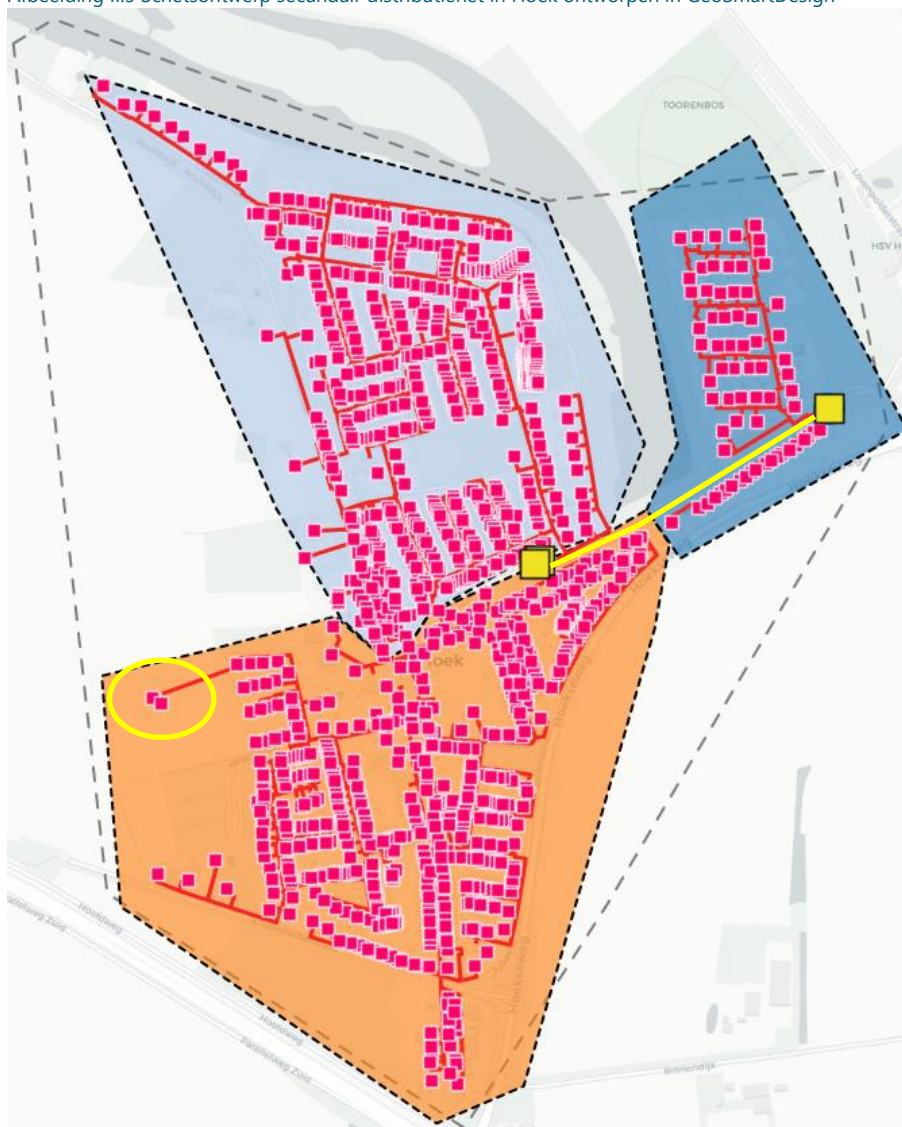
Tabel II.2 Locatiebeschrijving en overwegingen bij locaties voor WOS/HWBO en OS

Aanduiding	Locatiebeschrijving	Overwegingen
locatie 1	<ul style="list-style-type: none"> - dichtbij bestaande infrastructuur - voldoende ruimte - WOS op kruispunt 	<ul style="list-style-type: none"> - op deze locatie springt een WOS waarschijnlijk erg in het oog; - zuidelijke punt van Hoek waardoor er veel transportnet nodig is van Dow (warmtebron) naar de WOS; - de hoofdstraat van Hoek is een zeer oude straat, waardoor inpassing van een grotere leiding vanaf de WOS ingewikkelder kan zijn
locatie 2	<ul style="list-style-type: none"> - voldoende ruimte - achter bushalte - in de buurt van bestaande elektrastations 	<ul style="list-style-type: none"> - op deze locatie valt een WOS waarschijnlijk erg in het oog; - er zullen bomen struiken moeten wijken; - de locatie ligt het dichtste bij Dow; - de onderstations voor fase 1 en fase 2 kunnen op 1 plek worden gecombineerd. Het onderstation voor fase 3 kan bovendien worden gecombineerd met de WOS
locatie 3	<ul style="list-style-type: none"> - voldoende ruimte - korte afstand vanaf bron 	<ul style="list-style-type: none"> - op deze locatie springt een WOS/buffer sterk in het oog; - landelijk karakter doorbroken; - mogelijk ongewenst door waterschap in verband met ligging naast dijk; - grote pijp door Molendijk; - ongewenste fasering door te starten bij fase 3

II.5 Schetsontwerp distributienet

Voor het ramen van de investeringskosten van het secundaire distributienet in Hoek is een schetsontwerp opgesteld, waarbij gebruik is gemaakt van de betaalde softwaretool GeoSmartDesign - Heat van The People Group. Het schetsontwerp dat is opgesteld is weergegeven in afbeelding II.5. In roze het secundair distributienet en in geel het primair distributienet van de WOS naar de OS.

Afbeelding II.5 Schetsontwerp secundair distributienet in Hoek ontworpen in GeoSmartDesign



Schetsontwerp

GeoSmartDesign houdt rekening met de ligging van kabels en leidingen in de ondergrond en infrastructuur op de bovengrond op basis van KLIC data. Het schetsontwerp is dus mede op basis van deze data tot stand gekomen.

Nieuwbouw ontwikkeling

Voor Hoek staat een nieuwbouwontwikkeling gepland: Windlust 2. Zie afbeelding II.6. Doordat de precieze ligging van de panden nog onbekend is, is er voor gekozen om de nieuwbouwwijk in GeoSmartDesign te modelleren als 1 afnamepunt. De veronderstelde locatie van het afnamepunt is weergegeven in afbeelding II.5 met een gele cirkel. De kosten voor het aansluiten van de nieuwbouwwoningen tot het afnamepunt zijn in de kostenraming nog niet meegenomen. De capaciteit van het distributienetwerk tot het afnamepunt is gebaseerd op de gelijktijdige vermogensvraag (200 kW) van het nieuwbouwgebied. De uitkomst van de berekeningen en uitgangspunten zijn opgenomen in tabel II.1.

Afbeelding II.6 Plaatsing van nieuwbouwwijk in Hoek



Uitgangspunten: Windlust 2

Voor het vaststellen van de warmte- en vermogensvraag van de nieuwbouwwijk zijn UMGO uitgangspunten gehanteerd conform de BENG. De totale vermogensvraag van de nieuwbouwwijk is circa 203 kW. Hierbij is rekening gehouden met een gelijktijdigheid van de vermogensvraag tussen de woningen van 55 %.

Maatschappelijke utiliteit:

·	school	circa 1.006	m ² bvo;
·	kinderopvang	circa 385	m ² bvo;
·	gymzaal	circa 512	m ² bvo;
·	dorpshuis	circa 464	m ² bvo;
·	dagbesteding	circa 120	m ² bvo;
·	bibliotheek	circa 110	m ² bvo;

Woningen

- 8 keer twee-onder-een kap woningen;
 - 4 keer vrijstaande woningen;
 - 52 keer goedkope zorgappartementen;
 - 12 keer duurdere zorgappartementen.
-

Tabel II.3 Vermogensvraag nieuwbouwwijk Hoek

	Totaal	MGW (S)	MGW (M)	2/ 1 kap	Vrijstaand	Utiliteit
oppervlakte [GBO m ²]	-	55	86	121	148	2.600 (BVO)
aantal woningen	76	52	12	8	4	niet van toepassing
vermogensvraag [kW/weq]	-	2,65	3,58	4,63	5,44	130 (totaal)
- warmte [W/m ²]	-	30	30	30	30	50
- tapwater [kW/weq]	-	1.0	1.0	1.0	1.0	0
vermogensvraag totaal [kW]	203	76	24	20	12	72
warmtevraag per woning [kWh/jaar]		2.778	3.956	5.808	7.992	85.800 (totaal)
warmte [kWh/m ² /jaar]		32	26	32	39	30
tapwater [kWh/m ² /jaar]		19	20	16	15	3

II.6 Kostenraming Distributienet

Uitgangspunten distributienet

De kostenraming van het distributienet is gebaseerd op uit het schetsontwerp in GeoSmartDesign. Deze kosten zijn opgesplitst per fase. Materiaal en arbeidskosten zoals gebruikt in deze kostenraming zijn opgevraagd bij de interne kostenafdeling van Witteveen+Bos, leveranciers en bouwbedrijven en berust op het prijspeil van Q3 2022. De directe bouwkosten bevatten de volgende onderdelen:

- grondwerken: ontgraven en afvoeren van grond;
- bemaling: grondwaterpeil beheersing;
- verharding: opbreken en herstellen van verharding;
- materiaal- en leveringskosten: leidingwerk, verbindingstukken en straatstenen;
- arbeidskosten: lossen, plaatsen en lassen van het leidingwerk.

Tabel II.4 geeft de uitgangspunten omtrent ondergrond en verharding die gehanteerd zijn om kosten vast te stellen voor het distributienet. De percentages geven aan in welk deel van het tracé er bijvoorbeeld sleufbekisting geplaatst moet worden. Daarnaast wordt de verhouding van het type verharding in het gebied aangegeven, welk percentage van de grond verontreinigd is en hoeveel uitgegraven grond afgevoerd moet worden, omdat er geen ruimte is. De verhouding van de verharding is gebaseerd op visuele inspectie tijdens het opstellen van het schetsontwerp. De overige uitgangspunten zijn algemene aannames.

Tabel II.4 Uitgangspunten warmtenet

	Sleuf- bekisting	Bemaling	Open verharding	Gesloten verharding	Geen verharding	Verontreinigde grond	Afgevoerde grond
fase 1	10 %	100 %	95 %	5 %	0 %	20 %	20 %
fase 2	10 %	100 %	50 %	50 %	0 %	20 %	20 %
fase 3	10 %	100 %	5 %	95 %	0 %	20 %	20 %

Investeringskosten primair en secundair distributienet

De benoemde directe bouwkosten en investeringskosten voor het primaire en secundair distributienet zijn opgenomen in tabel II.5. Afbeelding II.1 geeft een uitsplitsing van de benoemde directe bouwkosten per onderdeel. De investeringskosten van het distributienet zijn vastgesteld op basis bovengenoemde uitgangspunten, het schetsontwerp in GeoSmartDesign en de Bill of Material (BOM) uit GeoSmartDesign. Voor het bepalen van de investeringskosten hanteert Witteveen+Bos de SSK kostenraming methodiek. Zie

onderstaand kader. De benoemde directe bouwkosten zijn bepaald op basis van een uitgebreide Excel-tool die is gevalideerd door de interne kostenraming afdeling van Witteveen+Bos en is aangescherpt in overleg met Heijmans. Op de investeringskosten is na toepassing van deze opslagen nog een onzekerheidsmarge van +/-40 % van toepassing.

Tabel II.5 Kostenraming primair en secundair distributienet Hoek, exclusief aansluitleidingen en afleversets.

Fase	distributienet [meter]	Benoemde directe bouwkosten [EUR exclusief omzetbelasting]	Investeringskosten distributienet [EUR exclusief omzetbelasting]	Specifieke meterprijs [EUR/m exclusief omzetbelasting]
fase 0	500	300.000	500.000	1.000
fase 1	5.300	1.650.000	3.000.000	566
fase 2	4.900	2.050.000	3.750.000	766
fase 3	1.000	450.000	850.000	837
totaal	12.500	4.450.000	8.100.000	678

SSK methodiek

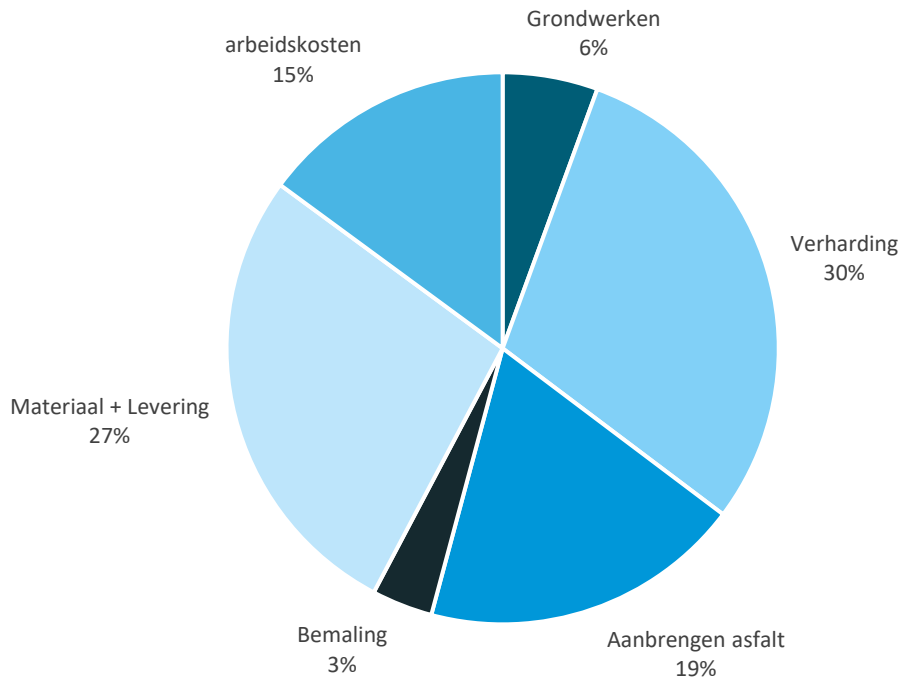
De investeringskosten van het warmtenet zijn vastgesteld op basis van de directe bouwkosten per fase, waarbij opslagpercentages zijn gehanteerd om te komen tot investeringskosten. In tabel II.6 zijn de gehanteerde opslagpercentages gegeven voor het secundair distributienet.

Tabel II.6 Opslagpercentage op benoemde directe bouwkosten

Opslagpercentages	Opslagen
subtotaal - benoemde directe bouwkosten	100 %
nader te detailleren kosten	20 %
indirecte bouwkosten	30 %
- eenmalige kosten	1 %
- algemene bouwplaatskosten	5 %
- uitvoeringskosten	12 %
- algemene kosten	7 %
- winst	2 %
- risico	3 %
niet benoemd objectrisico	10 %
subtotaal - bouwkosten	172 %
engineering	5 %
niet benoemd engineering risico	10 %
overige kosten (verzekeringen en leges)	1 %
niet benoemde overige kosten	0 %
totaal - investeringskosten	184 %

Afbeelding II.79 Benoemde directe bouwkosten per type werkzaamheid voor het distributienet van Hoek

Benoemde directe bouwkosten per categorie (gemiddelde fase 1 t/m fase 3)



Investeringskosten aansluitleidingen en afleversets

Tabel II.7 laat de investeringskosten zien voor de aansluitleiding tot in de woning inclusief afleverset per type woning of utiliteit.

Tabel II.7 Kosten voor afleversets en aansluiten van gebouwen op het distributienet

Aanduiding	Investeringskosten aansluitleidingen en afleversets [EUR exclusief omzetbelasting]
Aansluitleidingen	6.000.000
Afleversets	1.700.000
Inpandig leidingwerk	2.800.000
Totaal	10.500.000-
Totaal (80% voltoop)	8.400.000

II.7 Investeringskosten en businesscase

Investeringskosten restwarmtenet Hoek

In tabel II.8 zijn de totale investeringskosten opgenomen voor het restwarmtenet van Dow naar Hoek. De investeringen onder ID 1 t/m 8 en 10 volgen uit de berekeningen in de businesscase voor restwarmtenet Terneuzen. De andere onderdelen zijn apart geraamd, zoals beschreven in hoofdstuk 3. Eventuele afwijkingen als gevolg van (over)dimensionering van het pompstation en transportnet zijn opgenomen in de meest rechter kolom. Verder zijn de kosten van het distributienet uit hoofdstuk 3 vergeleken met de raming uit de businesscase.

Tabel II.8 Onderdelen restwarmtenet Terneuzen voor de kern Hoek

ID	Restwarmtenet Hoek	Kenmerken	Investeringskosten [EUR exclusief omzetbelasting]	Alternatief investeringskosten [EUR exclusief omzetbelasting]
1	uitkoppeling Dow	condensaat	2.500.000	niet van toepassing
2.1	pompstation (civiel)	7,2 MW	600.000-	1.700.000 (op basis van 170 MW _{th})
2.2	pompstation (techniek)	7,2 MW	500.000-	11.600.000 (op basis van 170 MW _{th})
3	transportnet Dow-Hoek	5,9 km	6.300.000-	11.100.000 (Hoek+Terneuzen)
4	warmteoverdrachtstation (WOS)	7,2 MW	900.000	idem (zie businesscase)
5	warmtebuffer	1,9 MW	200.000	idem (zie businesscase)
6	warmtepomp	4,3 MW	3.700.000	idem (zie businesscase)
7	e-boiler	1 MW	200.000	idem (zie businesscase)
8	onderstation (OS)	7,2 MW	600.000	idem (zie businesscase)
9	primaair + secundaire distributienet	12.500 m	8.100.000	(*)
10	aansluitleidingen en afleversets	-	8.400.000	idem (80% aansluitingen)
11	totale investeringskosten		32.000.000	35.000.000(**)

* in de algemene kostenraming en businesscase zijn de investeringskosten van het primair en secundair distributienet geraamd op basis van 13 km leidingnet en een investeringskosten per meter van EUR 850 per meter. Uit de meer gedetailleerde raming blijkt dat de investeringskosten per meter lager liggen en dat het secundair plus primair distributienet iets korter zijn. De investeringskosten voor het primair en secundair distributienet vallen daardoor lager uit op EUR 8.100.000 in plaats van EUR 10.800.000.

** op basis van de algemene kostenraming uit de businesscase zijn de investeringskosten van het Restwarmtenet voor Hoek geraamd op EUR 35.000.000. De totale investeringskosten vallen lager uit doordat een deel van de kosten specifiek is geraamd.

II.8 Businesscase en effect van aanpassingen in ontwerp

Op basis van de kostenraming en businesscase is de onrendabele top (per woningequivalent) bepaald. Conform deze methodiek bedraagt de onrendabele top EUR 25.000.000. De onrendabele top per woningequivalent bedraagt circa EUR 25.000. Daarbij is uitgaan dat 80 % van de 1.319 woningequivalenten in Hoek aansluit. Verder is in de onrendabele top per woningequivalent de bijdrage aansluitkosten van EUR 1.500.- opgeteld.

Systeemontwerp en onrendabele top

In het systeemontwerp voor het restwarmtenet voor Hoek zijn nog een aantal keuzes/optimalisaties denkbaar. Het globale effect van deze keuzes op de onrendabele top is opgenomen in tabel II.9. De 4 keuzes die zijn beschouwd zijn als volgt:

- transportnet via Lovenpolderstraat;
- geen warmtepomp en E-boiler in exploitatie restwarmtenet Hoek;
- overdimensionering van pompstation voor levering tot 170 MW;
- overdimensionering van transportleiding voor levering aan Hoek en Terneuzen;
- back-up voorziening condensaatleiding.

Tabel II.9 Wijzigingen in onrendabele top (niet cumulatief)

Onrendabele top	Aanpassing CAPEX/OPEX	Onrendabele top 1 [EUR]	Onrendabele top 2 [EUR/weq]
referentiewaarde 1 (CAPEX=MEUR 35)	niet van toepassing	25.000.000	25.000
referentiewaarde 2 (CAPEX=MEUR 32)	-3.000.000	22.000.000	22.000
transportnet via Lovenpolderstraat	-3.000.000 / 0	19.000.000	20.000
geen warmtepomp en e-boiler	-4.000.00 / -200.000	13.000.000	13.000
overdimensionering pompstation (civiel)	+1.100.000 / 0	24.000.000	24.000
overdimensionering transportnet voor Hoek en Terneuzen	+4.8000.000 / 0	27.000.000	27.000
back-up voorziening op basis van gasketel	+400.000	23.000.000	23.000

Transportnet via Lovenpolderstraat

Het transportnet vanaf Dow naar Hoek is in het ontwerp voorzien langs het MUP tracé. Een alternatief is om het transportnet van Dow direct naar Hoek te laten lopen langs de Lovenpolderstraat. De afstand van het transportnet tussen Dow en Hoek langs de Lovenpolderstraat is circa 3 km korter. Als blijkt dat dit tracé mogelijk en wenselijk is dan zouden de investeringskosten in fase 1, zonder overdimensionering, tot 50 % van de huidige transportnetkosten kunnen dalen. Een voordeel van deze route is dat er mogelijke minder gestuurde boringen nodig zijn, omdat er minder infrastructuur wordt gekruist. Belangrijke aandachtspunten zijn wel dat de leiding naast de weg over de percelen kan worden aangelegd. Dit vraagt nog om afstemming met lokale bewoners. Ook volgt dit tracé dus duidelijk niet het MUP tracé, terwijl dit wel het uitgangspunt vormde voor de studie.

Let op! De route via de Lovenpolderstraat is korter, maar de route naar Terneuzen wordt door deze wijziging wel een kilometer langer. De potentiële besparing is dus circa 2 km in plaats van 3 km. De kosten van het transportnet naar Terneuzen worden dus wel hoger, maar het voordeel is wel dat hierdoor een deel van de kosten pas later hoeft te worden gemaakt.

Geen warmtepomp en E-boiler in exploitatie restwarmtenet Hoek

Naverwarming is in fase 1 (levering aan Hoek) niet strikt noodzakelijk, omdat de door Dow beoogde warmtebron (de condensaatleiding) een hogere temperatuur heeft (~100°C) dan stoomkraker 3 (68 °C). Daardoor zou in de eerste fase van het restwarmtenet de warmtepomp en E-boiler niet noodzakelijk zijn voor naverwarming, omdat de warmte op voldoende hoge temperatuur vrijkomt. Hierdoor dalen zowel de investeringskosten als exploitatiekosten, waardoor het aantrekkelijker wordt om Hoek aan te sluiten. Zodra het restwarmtenet echter wordt uitgebreid en ook stoomkraker 3 wordt aangesloten daalt de aanvoertemperatuur, waardoor de noodzaak voor naverwarming toch ontstaat. In de doorrekening zoals weergegeven in tabel II.9 zijn de investeringen en exploitatiekosten volledig uit de businesscase gehaald om het effect op de businesscase voor alleen Hoek duidelijk te maken.

Let op! De kosten voor de warmtepomp en E-boiler zullen in fase 2 nog steeds moeten worden gemaakt, conform het huidige ontwerp van het restwarmtenet. Door in fase 1 geen warmtepomp en E-boiler te installeren kunnen deze kosten dus wel worden uitgesteld, maar niet afgesteld.

Overdimensionering pompstation

Op het terrein van Dow dient een pompstation te komen. Als rekening wordt gehouden met volgende fase na Hoek dient het gebouw te worden overgedimensioneerd, zodat er voldoende ruimte is om de werktuigbouwkundige installaties, elektrotechniek en regeltechniek uit te breiden in latere fase. Als alleen de civiele werken overgedimensioneerd dienen te worden dan stijgen de kosten met EUR 1.1000.000. Zie tabel II.9. Als ook een deel van de installaties overgedimensioneerd dienen te worden stijgen de kosten verder tot maximaal EUR 11.600.000.

Overdimensionering transportleiding

Het transportnet van Dow naar Hoek zou overgedimensioneerd moeten worden als ook andere gebieden van warmte dienen te worden voorzien, zoals Terneuzen. Als het transportnet wordt gedimensioneerd op een uitbreiding naar Terneuzen stijgen de kosten van EUR 5.700.000 naar EUR 11.100.000. Zie tabel II.9. Hierbij is uitgegaan van een tracé langs het MUP tracé. Zoals hierboven benoemd zouden de kosten tot 50 % lager kunnen liggen als het tracé langs de Lovenpolderstraat zou lopen.

Back-up voorziening

In het ontwerp is niet rekening gehouden met een tijdelijke back-up voorziening. Op dit punt is onduidelijk of Dow hier een rol in kan spelen of dat dit met een nieuwe tijdelijke bron kan worden opgevangen. De meest goedkope optie voor een tijdelijke back-up is een mobiele gasketel. De kosten hiervan zijn geschat op EUR 400.000. Aangezien de betrouwbaarheid van warmtelevering met een condensaatleiding zeer hoog is zal er niet of nauwelijks gebruik gemaakt hoeven worden van de gasvoorziening. Dit zou deze optie als back-up kunnen verantwoorden.

