


## UITGANGSPUNTENNOTITIE - RESTWARMTENET TERNEUZEN

---

Onderwerp	Uitgangspuntennotitie ontwerp en businesscase restwarmtenet Terneuzen
Project	Restwarmtenet Terneuzen
Opdrachtgever	Gemeente Terneuzen
Projectcode	131913
Status	Concept
Datum	28 oktober 2022
Referentie	
Auteur(s)	J.M. Beltman MSc
Gecontroleerd door	C.G.J. Hügel MSc
Goedgekeurd door	C.G.J. Hügel MSc
Paraaf	
Bijlage(n)	n.v.t
Aan	werkgroep Restwarmtenet Terneuzen
Kopie	-

---

### 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 7 hoofdstukken.

	Paginanummers
- Hoofdstuk 2: Uitgangspunten door opdrachtgever;	2
- Hoofdstuk 3: Restwarmtebronnen;	3
- Hoofdstuk 4: Warmte afnemers;	4 t/m 6
- Hoofdstuk 5: Restwarmtenet ontwerp;	7 t/m 16
- Hoofdstuk 6: Business case;	17 en 18
- Hoofdstuk 7: Hoek.	19

## 2 UITGANGSPUNTEN UIT STARTNOTITIE

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

### Algemeen

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

---

### Wat is een woningequivalent?

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

---

### Temperatuurniveau

- 4 De warmte zal van goede kwaliteit zijn, d.w.z. vergelijkbaar met de warmte van de huidige cv;
- 5 De warmteprijs is losgekoppeld van de gasprijs;

### Ontwerp

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

### Eindgebruikerskosten

- 8 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;
- 9 Voor de tarieven wordt als startpunt de reguliere warmtetarieven volgens ACM van 2021 gehanteerd. Deze worden wel gecorrigeerd voor inflatie;
- 10 Oriëntatie op een vast vastrecht voor grote en kleine afnemers, zonder reële afname af te rekenen;

### Financiering en businesscase

- 11 Alleen de reële kosten voor warmtelevering worden in rekening gebracht, op basis van de kostprijs met een reële en transparante opslag;
- 12 Voor het uitkoppelen van de warmtebron is subsidie beschikbaar;
- 13 Kosten voor uitkoppeling worden doorgerekend in de business;
- 14 Exploitatie met afschrijving van 30 jaar of meer (tot 50 jaar);

---

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

### 3 WARMTEBRONNEN

In Terneuzen bevinden zich een aantal grote industriële bedrijven met verschillende hoeveelheden restwarmte. De bronnen die beschikbaar zijn staan weergegeven in tabel 3.1.

Tabel 3.1 Mogelijke restwarmte bronnen meegenomen in het onderzoek.

Restwarmtebron	Temperatuurniveau	Vermogen	Bron
DOW Chemical	70° C restwarmte	>400 MW	DOW
DOW Chemical	>90° C stoom uit restwarmte	onbekend	DOW
DOW Chemical	140° C stoom uit restwarmte Elsta	onbekend	DOW
Yara	90° C	78 MW (*)	Yara
Air Liquide	40° en 70° C	15 MW op 40 °C 15 MW op 70 °C	Air Liquide
Cargill	90° C	17 MW (schatting)	Quo Mare

(\*) Dit is het additioneel beschikbaar vermogen en staat los van het vermogen dat reeds aan WarmCO2 wordt geleverd.

#### Uitgangspunten over warmtebronnen

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

#### Toelichting DOW

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

#### Toelichting Yara

Yara levert momenteel al warmte aan een aantal kassen via het bedrijf WarmteCO2. Er is echter nog meer warmte op 90 graden Celsius beschikbaar (78MW<sub>th</sub>) die aan andere partijen geleverd zou kunnen worden. Puur kostentechnisch bezien zou het mogelijk logischer zijn om op basis van restwarmte van Yara alle kernen ten zuiden en oosten van Yara van warmte te voorzien via een restwarmtenet in plaats van DOW. Dit scheelt namelijk kosten in het verlengen en overdimensioneren van het transportnet vanaf DOW. Recente ontwikkelingen en de vorige studie door Quo Mare geven echter terecht aan dat er ook behoefte is aan een robuust warmtenet, waarbij te allen tijde warmte beschikbaar is. Om die reden zien wij Yara nu niet als hoofdbron, maar eerder als secundaire bron. De restwarmte wordt dan gebruikt om het temperatuurniveau te verhogen. In dat geval zou de warmte van Yara tevens kunnen worden gebruikt om de warmte van DOW op te waarden tot circa 85 graden Celsius. Deze optie wordt nu nog niet meegenomen in de analyse van het restwarmtenet.

#### Toelichting Cargill

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

## Air Liquide

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

## 4 WARMTE AFNEMERS

### Warmte & vermogensvraag - ruimteverwarming en tapwater

De potentiële afnemers bestaan uit twee categorieën: woningen en utiliteit. Voor beide categorieën zijn verschillende methodes toegepast om de warmtevraag vast te stellen. Tabel 4.2 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 buurtniveau<sup>1</sup>;
- Het gasverbruik is vervolgens gecorrigeerd voor kookgas en rendement van de gasketel om te komen tot de zogenaamde functionele warmtevraag van de woningen;
- De vermogensvraag is bepaald aan de hand van kentallen per woningtype en afnemer (zie tabel 4.2);
- Voor utiliteit is geen data beschikbaar over de gasvraag per buurt. Daarom is voor utiliteit de warmtevraag gemodelleerd op basis van het type, bouwjaar en bruto vloeroppervlak (BVO) per type utiliteitsgebouw en BVO zijn gebaseerd op de kentallen die zijn gebruikt voor de Startanalyse, op basis van het Vesta MAIS model<sup>2</sup>;
- Door autonome ontwikkelingen, zoals nieuwbouw en/of verduurzaming, kan de warmtevraag per buurt afnemen of toenemen. Om hierin te voorzien veronderstellen we dat de warmtevraag per buurt jaarlijks met 1% afneemt. (Dit getal kan nog worden aangescherpt. Bijvoorbeeld op basis van historische data of voorspellingen).

Tabel 4.2 Uitgangspunten warmte- en vermogensvraag

Kentallen	Waarde	Bron
<b>Huidige CV ketel en gasverbruik woningen</b>		
Gemiddelde efficiëntie CV	94% (o.b.v. bovenwaarde)	ACM
Gemiddelde efficiëntie tapwater	68% (o.b.v. bovenwaarde)	ACM
Aandeel ruimteverwarming in gasverbruik	79%	ACM
Kookgas per woning	37 m <sup>3</sup> /jaar	Milieucentraal
Groei van warmtevraag per buurt	-1% per jaar	Aanname
<b>Vermogensvraag ruimteverwarming woningen</b>		
tussenwoning	8,5 kW <sub>th</sub>	PBL 2022, startanalyse
hoekwoning	10 kW <sub>th</sub>	PBL 2022, startanalyse
2-onder-1 kap	12 kW <sub>th</sub>	PBL 2022, startanalyse
vrijstaande woning	14 kW <sub>th</sub>	PBL 2022, startanalyse
appartement	6,2 kW <sub>th</sub>	PBL 2022, startanalyse
<b>Vermogensvraag ruimteverwarming utiliteit</b>		

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

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

Kentallen	Waarde	Bron
Type 1: kantoren en industrie	40 W/m <sup>2</sup> BVO	Witteveen+Bos
Type 2: Winkel, zorg, logies, bijeenkomst, sport, cel, overig	70 W/m <sup>2</sup> BVO	Witteveen+Bos
Type 3: Onderwijs	100 W/m <sup>2</sup> BVO	Witteveen+Bos
<b>Warmtenet eigenschappen</b>		
Gelijktijdigheid woningen en utiliteit	55% en 70%	Witteveen+Bos
Warmteverliezen secundaire distributienetten	20% van warmtevraag	Witteveen+Bos
Warmteverliezen transportnet en primair distributienet	volgt uit berekening	Witteveen+Bos

### Potentiële warmteafzetgebieden

In afstemming met de kerngroep hanteren we de volgende uitgangspunten t.a.v. de warmteafzetgebieden:

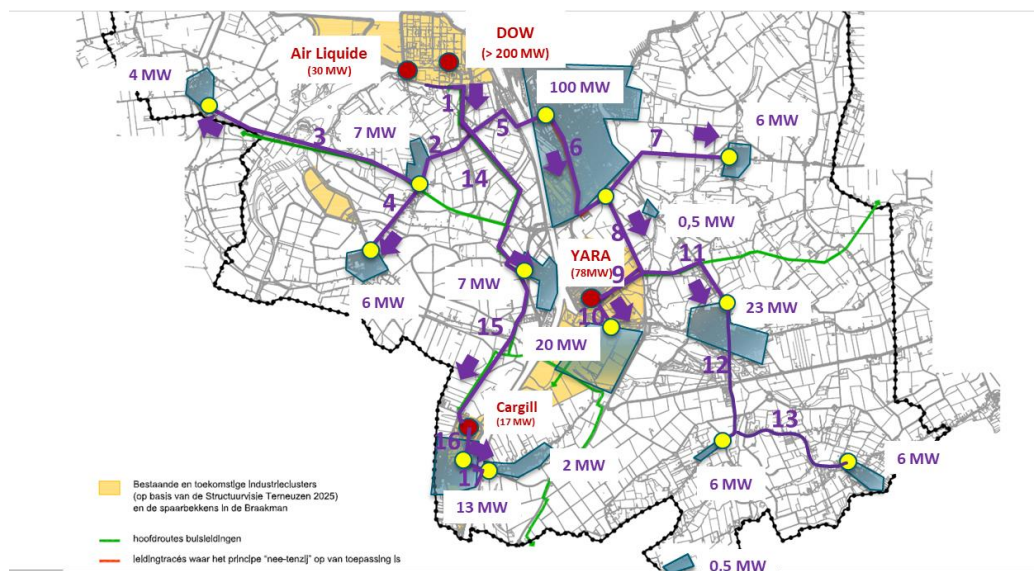
- Elke buurt of kern is een warmteafzetgebied;
- Alle buurten in Terneuzen zijn een potentieel warmteafzetgebied, behalve Othene;
- Alle CBS kernen in de gemeente Terneuzen zijn een potentieel warmteafzetgebied, behalve Overslag.

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.

### Van potentiële naar kansrijke warmteafzetgebieden

Met de modulaire businesscase is het idee om te werken met verschillende scenario's, waarin minder of meer buurten zijn aangesloten, zodat het effect op de onrendabele top kan worden onderzocht en inzicht ontstaat in de additionele kosten van het toevoegen van verder weg gelegen kernen.

Afbeelding 4.1 Potentiële warmteafzetgebieden en de gelijktijdige vermogensvraag per kern en concept warmtenettracé



### Fasering van warmteafzetgebieden

Ten aanzien van de fasering hanteren we de volgende uitgangspunten:

- 1 Start in Hoek;
- 2 Terneuzen - (buurtfasering nog bespreekpunt);
- 3 Axel of overige kernen.

### Afwegingen bij fasering

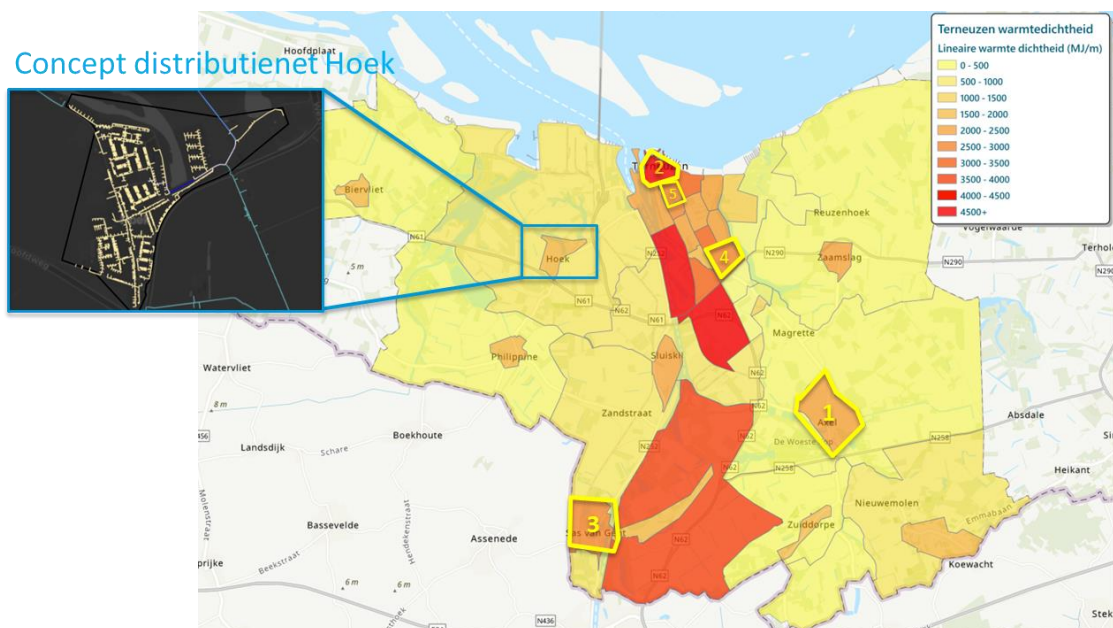
Met name de fasering van het Restwarmtenet is nog een bespreekpunt. Afwegingen die hierbij een rol spelen en die wij zullen meenemen in de uiteindelijke keuze voor een fasering zijn als volgt:

- 1 Afstand tot de primaire warmtebron (DOW);
- 2 Aanwezigheid van grote warmtevragers (zoals het ziekenhuis);
- 3 Hoge warmtedichtheid;
- 4 Aanwezigheid van hoog/laagbouw;
- 5 Grote warmtevraag;
- 6 Plek en rol in het warmtenet.

In afbeelding 4.2 is een kaart weergegeven met alle buurten, kernen en buitengebieden, met per gebied de lineaire warmtedichtheid en de top 5 van buurten/kernen met de hoogste warmtevraag. De definitie van de lineaire warmtedichtheid wordt gegeven in onderstaande formule 1. De warmtedichtheid is een belangrijke succesfactor voor warmtenetten. Als input voor deze analyse zijn schetsontwerpen van distributienetten per buurt gemaakt op basis van Geosmartdesign. Op basis van deze ontwerpen is de lengte van het distributienet per buurt en kern bepaald.

$$\text{Lineaire warmtedichtheid} = \frac{\text{Warmtevraag (MJ)}}{\text{lengte distributienet (m)}} \quad (1)$$

Afbeelding 4.2 Lineaire warmtedichtheid en top 5 (geel kader) van buurten/kernen met de hoogste warmtevraag

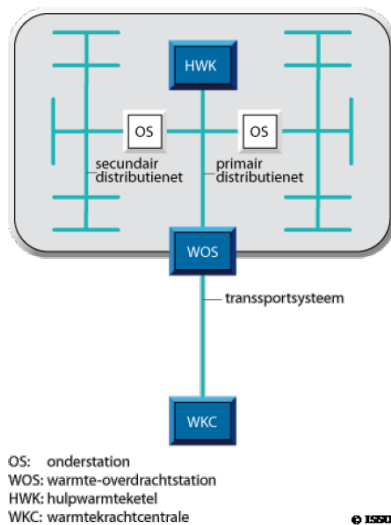


## 5 RESTWARMTENET ONTWERP

### 5.1 Globaal systeemontwerp

Er wordt een schetsontwerp gemaakt van een mogelijk warmtenet in de gemeente Terneuzen. Een onderdeel hiervan is het dimensioneren van het transportnet, het primair en secundair distributienet en het selecteren van geschikte locaties voor warmteoverdrachtstations (WOS), als ook het dimensioneren van de WOS. Een schematische weergaven van het warmtenet is opgenomen in afbeelding 1. Onderdeel van deze afbeelding zijn ook een warmtekrachtcentrale (WKC) en een hulpwarmteketel (HWK) opgenomen. In het geval van Terneuzen staat het WKC gelijk aan DOW. De eventuele rol van een HWK wordt in dit hoofdstuk verder uitgewerkt.

Afbeelding 1: schematische weergave warmtenet componenten. De WKC is DOW. De HWK wordt nog verder toegelicht.



### 5.2 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 40 °C of hoger. Daarbij krijgt het warmtenet een stooklijn, zodat de temperatuur in de zomer lager ligt dan in de winter (zie ook afbeelding 5.6);
- Er is gekozen voor aanvoertemperatuur van 85 °C om aan de uitgangspunten 4, 5 en 8 uit hoofdstuk 2 te kunnen voldoen. Een toelichting is te vinden in de onderstaande kaders;

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

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

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

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

Wij achten de kans dat dit risico's zich voordoet groot. Wij zien vier 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

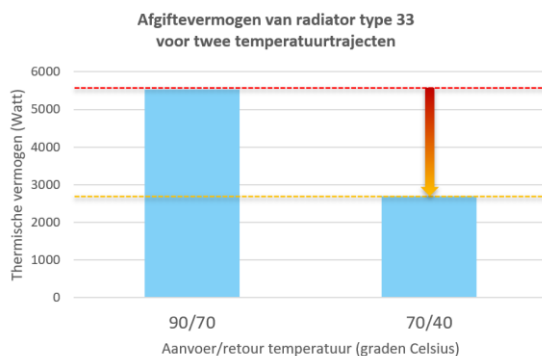
Door de aanvoertemperatuur richting de radiatoren te verlagen kunnen de radiatoren minder warmte afgeven in de woning. Dat is met name problematisch in de winter tijdens koude dagen. Want op die momenten verliest de woning veel warmte. Op het moment dat de woning meer warmte verliest dan dat de radiatoren 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 5.2 effecten van lagere aanvoertemperatuur op afgiftevermogen van radiator

#### Aardgasketel



#### MT warmtenet



### Vier risico mitigatiemaatregelen

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

- 1 Isoleren van alle woningen tot een bepaald minimaal niveau;
- 2 Aanpassingen aan afgiftesysteem;
  - 1 Radiatoren vervangen;
  - 2 Radiatorventilatoren;
- 3 Individuele naverwarming;
  - 1 bijvoorbeeld een elektrische doorstroomboiler geïntegreerd in afleverset;
- 4 Centrale of decentrale collectieve naverwarming;
  - 1 Centraal: levering van meer dan 70 graden door DOW of een andere warmtebron;
  - 2 Decentraal: decentrale naverwarming o.b.v. een restbron, warmtepomp, E-boiler en/of gasketel.

### Evaluatie van mitigatiemaatregelen

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



brengt dan isolatie of aanpassingen aan afgiftesysteem. Deze optie wordt door Witteveen+Bos geadviseerd.

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

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

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

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

Isolatiekosten per woningtype	G naar D	F naar D	E naar D
vrijstaand	€ 21.600	€ 8.700	€ 4.900
2 onder 1 kap	€ 15.100	€ 9.300	€ 4.000
rijwoning hoek	€ 12.400	€ 5.400	€ 3.800
rijwoning tussen	€ 8.400	€ 5.700	€ 2.600
meergezinswoning	€ 10.100	€ 6.200	€ 3.100

Afbeelding 5.3 Energielabels in een deel van Terneuzen (bron: [Datavoorziening VNG Realisatie](#))

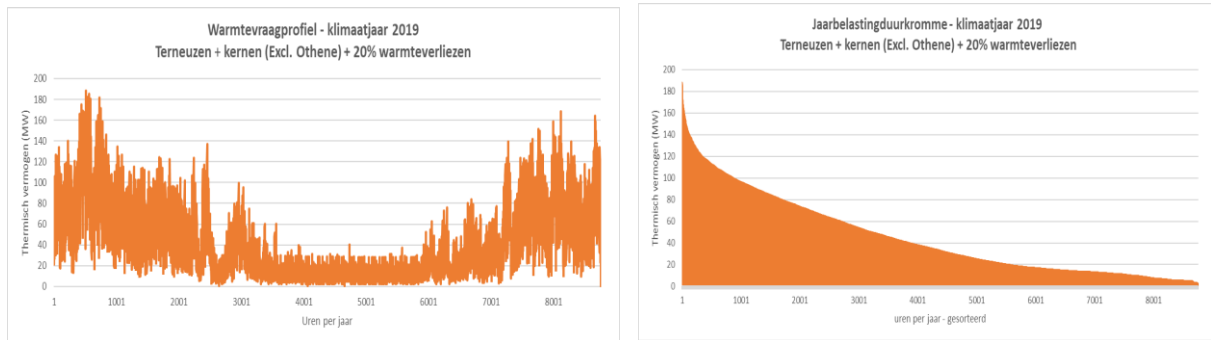


<sup>1</sup><https://www.expertisecentrumwarmte.nl/themas/technische+oplossingen/techniecfactsheets+energiebronnen/warmtenetten/default.aspx>

### 5.3 Restwarmtenet optimalisaties door buffering

Op basis van de uitgangspunten in hoofdstuk 3 is de warmtevraag van heel Terneuzen bepaald en uitgezet in de tijd op basis van een representatief warmtevraagprofiel voor het klimaatjaar 2019. Het warmtevraagprofiel met de thermische vermogensvraag per uur is opgenomen in afbeelding 5.4, evenals de jaarbelastingduurkromme die hoort bij dit warmtevraagprofiel. De jaarbelastingduurkromme geeft inzicht hoeveel uur een bepaalde thermische vermogensvraag per jaar voorkomt. Zoals te zien in afbeelding 5.4 is de maximale vermogensvraag circa 190 MW<sub>th</sub>. Verder wordt duidelijk dat deze maximale thermische vermogensvraag maar een paar uur per jaar voorkomt....

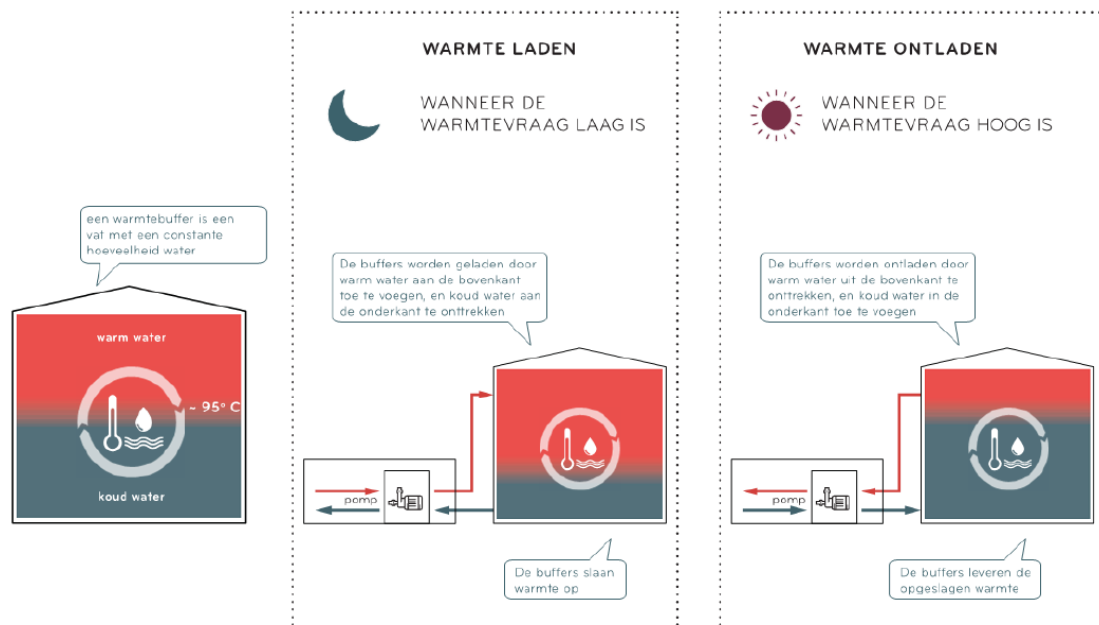
Afbeelding 5.4 Warmtevraagprofiel en jaarbelastingduurkromme Terneuzen + kernen exclusief Othene voor klimaatjaar 2019.



#### 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 5.6. Op basis van vuistregels kan worden gesteld dat de piekvraag met circa 48 MW<sub>th</sub> tot 139 MW<sub>th</sub> kan worden beperkt op basis van een opslagtank van circa 240 MWh of 8.500 m<sup>3</sup> bij een dT van 25 graden Celsius.

Afbeelding 5.5 Schematische uitleg van de werking van warmtebuffer (Bron: Eneco) .



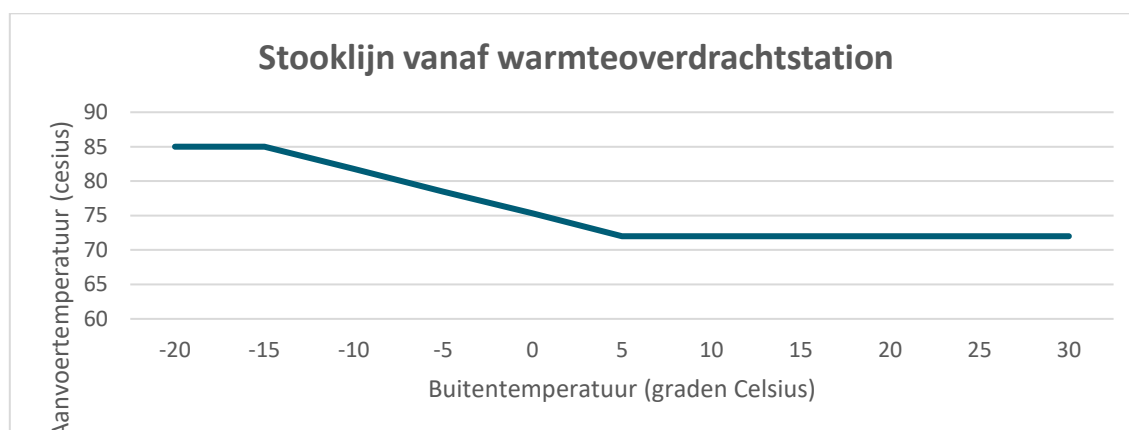
## 5.4 Naverwarming en stooklijn tot 85 graden

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 5.6. 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 5.6.

Afbeelding 5.6 Stooklijn restwarmtenet Terneuzen



### Warmtelevering door primaire en secundaire bron

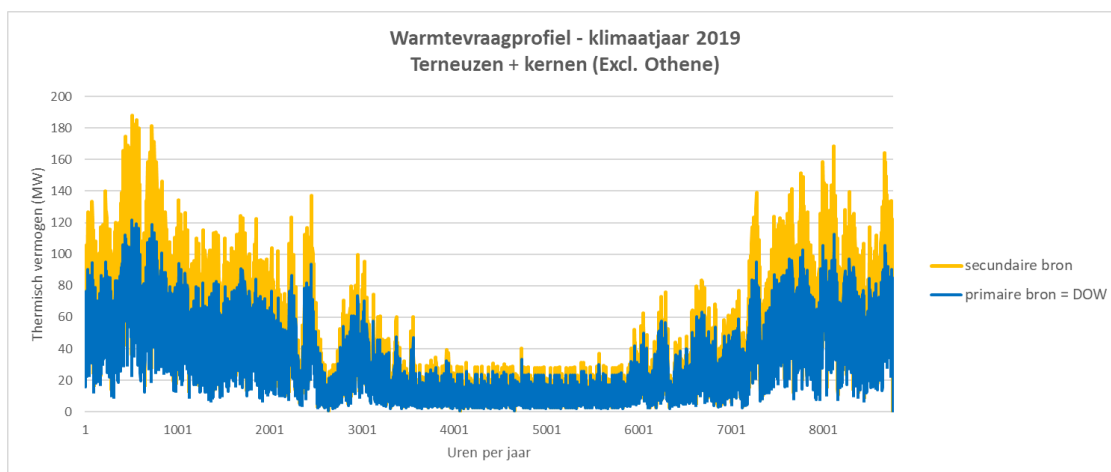
De hoeveelheid naverwarming van de primaire en secundaire bron is bepaald op basis van de stooklijn, zoals weergegeven in afbeelding 5.7 en het warmtevraagprofiel zoals weergegeven in afbeelding 5.4. Dit levert een beeld op hoeveel warmte uit de primaire en secundaire bron wordt geleverd. De resultaten zijn samengevat in tabel 5.1. en afbeelding 5.7 en 5.8. Wat opvalt is dat er nog 24% extra warmte door de secundaire bron geleverd moet worden.

Tabel 5.1 Warmte- en vermogenslevering v.s. warmtevraag.

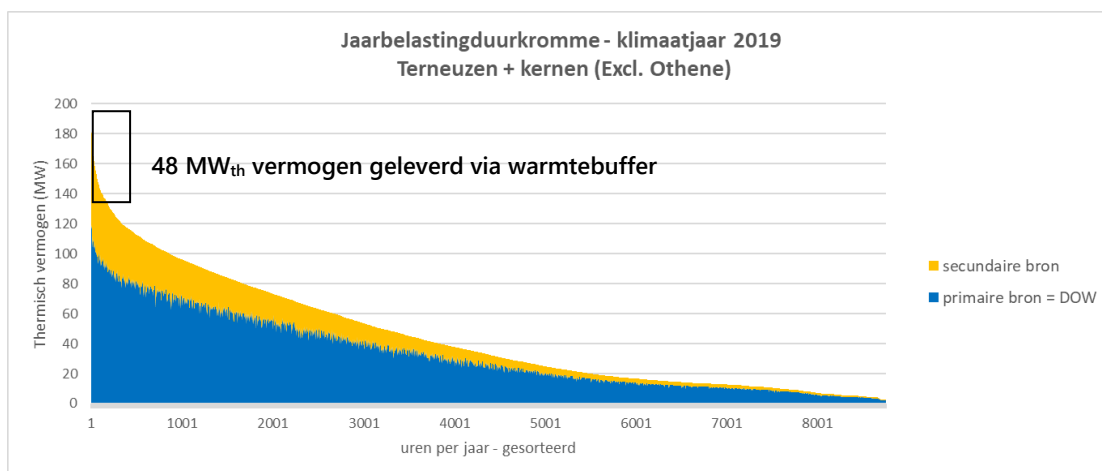
	Benodigd vermogen (MW <sub>th</sub> )	Warmtelevering (TJ/jaar)	Percentage van totaal (%)
Warmtevraag	188 MW <sub>th</sub>	1404*	100%
Primaire bron (DOW)	128 MW <sub>th</sub>	1074	76%
Secundaire bron	12 MW <sub>th</sub>	330	24%
opslag	48 MW <sub>th</sub>	n.v.t.	n.v.t.

\*Inclusief 20% warmteverliezen

Afbeelding 5.7 Warmtevraagprofiel ingevuld door primaire bron (DOW) en secundaire bron



Afbeelding 5.8 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 rijtje gezet en gescoord op een aantal elementen. Dit overzicht is opgenomen in tabel 2 en bevat een indicatieve berekening.

Tabel 5.2 Score van centrale en decentrale naverwarming op kosten en CO2 uitstoot voor 12 MW en 330 TJ per jaar

Criteria	Centrale naverwarming		Decentrale naverwarming	
	o.b.v. warmte van DOW	Warmtepomp	E-boiler	Gasketel
geschatte investeringskosten	nog onbekend	8,6 M€	1,95 M€	1,24 M€
Jaarlijkse energiekosten	nog onbekend	2,2 M€/jaar	8,1 M€/jaar	0,9 M€/jaar
Operationele kosten	nog onbekend	0,35 M€/jaar	0,04 M€/jaar	0,03 M€/jaar
Levelised cost of energy <sup>1</sup>	nog onbekend	10,2 EUR/GJ	25,7 EUR/GJ	3,2 EUR/GJ
CO2 uitstoot 2020	nog onbekend	17 kg/GJ	88 kg/GJ	56 kg/GJ
CO2 uitstoot 2030	nog onbekend	5 kg/GJ	26 kg/GJ	56 kg/GJ

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

### Advies over keuze voor type naverwarming

Op dit moment beschikken wij nog niet over informatie van DOW om een volledig advies te kunnen geven over centrale of decentrale naverwarming. Desalniettemin kunnen ook kwalitatief al een aantal voor en nadelen op een rijtje worden gezet. Zodra we de antwoorden van DOW hebben ontvangen en verwerkt zal er een definitief uitgangspunt worden vastgesteld ten aanzien van de keuze voor centrale of decentrale naverwarming.

Tabel 5.3 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 balancerend van het elektriciteitsnet.

## 5.5 Schetsontwerp restwarmtenet

### Transportnet

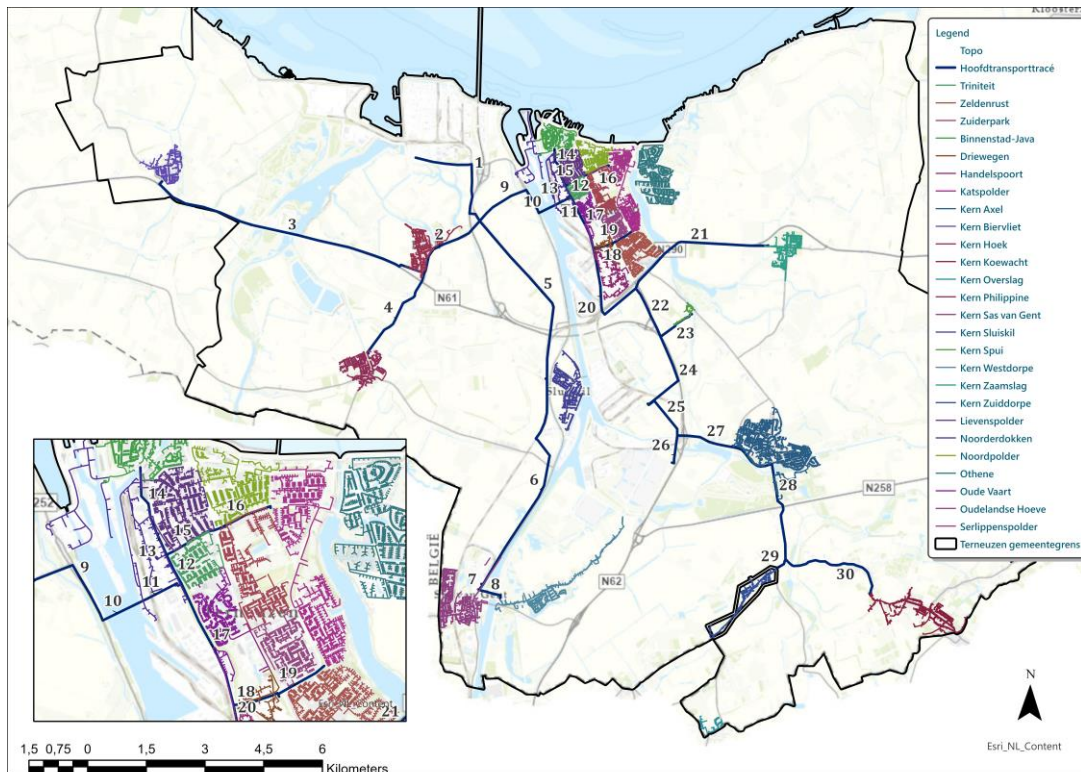
Het transportnet (de backbone) wordt ontworpen met behulp van GIS tools. Het concept transportnet is weergegeven in afbeelding 5.9 Een aantal uitgangspunten die hiervoor worden meegenomen zijn:

- 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 er vanuit gegaan dat het restwarmtenet buurt voor buurt wordt uitgebreid.
- Afhankelijk van het aantal woningequivalenten per buurt wordt bepaald hoe lang 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.

Afbeelding 5.9 Concept transportnet en distributienetten



### 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 in pandig leidingwerk wordt onderscheid gemaakt tussen grondgebonden en meergezinswoningen;
- Voor in pandig 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 in pandig leidingwerk van EUR 2.000,- per grondgebonden woning. Waarbij de kosten voor in pandig leidingwerk bij een gasketel op zolder of beneden respectievelijke circa EUR 2.500,- en EUR 0.0,- bedragen;
- Voor de kosten van aansluitleidingen en in pandig 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 In pandig 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 inductieforneus en de aanpassingen aan de meterkast gesubsidieerd worden.

Afbeelding 5.10 Aansluitleiding langs de gevel en afleverset



### Kentallen en aannames

Als input voor de kostenraming maken we gebruik van de kentallen in tabel 5.4.

Tabel 5.4 Kentallen distributienet

Kentallen	Waarde	Bron
<b>Investeringskosten warmtenet leidingen</b>		
Transporthet	volgt uit schetsontwerp	Witteveen+Bos
Distributienet per buurt	EUR 1.000,- per meter	Witteveen+Bos
Distributienet Hoek	volgt uit schetsontwerp	Witteveen+Bos
<b>Investeringskosten warmtenet assets</b>		
Warmte overdracht station (indirect)	EUR 120 per kW <sub>th</sub>	Witteveen+Bos
Onderstations (direct)	EUR 80 per kW <sub>th</sub>	Witteveen+Bos
<b>Investeringskosten pand aansluitingen</b>		
Aansluitleiding grondgebonden woningen	EUR 4.500,- per weq	Heijmans
Aansluitleiding meergezinswoning	EUR 2.500,- per weq	Heijmans
Inpandig leidingwerk grondgebonden woningen	EUR 2.000,- per weq	Witteveen+Bos / Heijmans
Inpandig leidingwerk meergezinswoning	EUR 1.000,- per weq	Witteveen+Bos
Inpandig leidingwerk utiliteit (incl. aflerverset)	EUR 120,- per kW <sub>th</sub>	Witteveen+Bos
Aflerverset woningen	EUR 1.200,- per weq	Witteveen+Bos
<b>Ontwikkelingsnelheid, voltoop en fasering</b>		
Aansluitsnelheid	1000 weq/jaar	Aanname*
Voltoop per buurt	80% van weq	Witteveen+Bos
Fasering	n.v.t.	Witteveen+Bos

\*1000 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 warmtenet 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.

## Inductiekoken

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 0.1. 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 0.1

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



## 6 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 afleveret (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 6.1: Kentallen en aannames als input voor de business case

Kentallen	Waarde	Sensitiviteitsanalyse	Bron
<b>Algemeen</b>			
Inflatie	2%	ja	ECB richtlijn
Exploitatietermijn	30 - 50 jaar*	ja	Witteveen+Bos / startnotitie
WACC / discontovoet	4% - 7%*	ja	Witteveen+Bos / startnotitie
<b>Tarieven stroom &amp; gas*</b>			
Aardgasprijs	gemiddelde prijs voor 2021	optioneel	CBS, excl. BTW
Elektriciteitsprijs	gemiddelde prijs voor 2021	optioneel	CBS, excl. BTW
<b>Tarieven warmte*</b>			
Vaste kosten woning	395,54 EUR/jaar/weq	optioneel	ACM 2021 excl. BTW
Vaste kosten utiliteit	395,54 EUR/jaar/weq	optioneel	aanname Witteveen+Bos
Warmtemeter	0,00 - 22,17 EUR/jaar/weq	nee	ACM 2021 excl. BTW
Huur afleveret woning	103,72 EUR/jaar/weq	nee	ACM 2021 excl. BTW
Huur afleveret utiliteit	103,72 EUR/jaar/weq	nee	aanname Witteveen+Bos
Variabel tarief warmte	0,00 - 21,08 EUR/GJ	optioneel	ACM 2021 excl. BTW

### Sensitiviteit

Er zal een sensitiviteitsanalyse uitgevoerd worden op de variabele zoals beschreven in tabel 1. Daarnaast zullen ook de volgende waarde onderdeel zijn van de sensitiviteitsanalyse:

- De volloop en aansluitsnelheid;

### 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 6.2

### 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 % die hoger of lager kan uitvallen door daar een sensitiviteitsanalyse op uit te voeren.

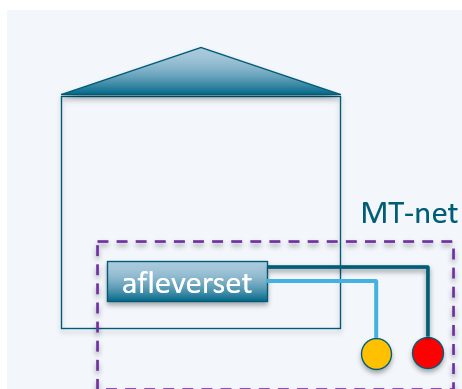
Tabel 6.1 Uitgangspunten over bijdrage aansluitkosten per type stakeholder

Stakeholder	Bijdrage aansluitkosten	Opmerking
Particulieren woningeigenaren	EUR 1.500 tot 3.000,- per woning	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Resterende eindgebruikerskosten na aftrek van eventuele subsidies, zoals de ISDE (€ 3.325,-)</li> <li>2 Waarom dit bedrag? Omdat uit de proeftuinen aardgasvrije wijken blijkt dat de betalingsbereidheid ergens ligt tussen EUR 1.500,- tot EUR 3.000,-. Dit is gelijk of net wat meer dan een gasketel.</li> </ol>
Particulieren verhuurders	EUR 1.500 tot 3.000,- per woning	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Resterende kosten per huurwoning voor de verhuurder, na aftrek van eventuele subsidies, zoals de SAH (max. € 5.000,-)</li> <li>2 De verhuurder betaalt de bijdrage aansluitkosten.</li> </ol>
Woningbouw- corporaties	EUR 1.500 tot 3.000,- per woning	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Aanneمة dat de BAK gelijk is aan particulier eigenaren/verhuurders</li> <li>2 Resterende kosten per corporatiewoning voor de corporatie, na aftrek van eventuele subsidies, zoals de SAH (max. € 5.000,-)</li> </ol>
Sociale huurder en huurder	EUR 0,-	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Een (sociale) huurder betaalt geen bijdrage aansluitkosten. De huurder betaalt de som van vaste (en eventueel) variabele jaarlijkse kosten, en de huur voor de afleverset. De hoogte van deze bedragen en het wel of niet bestaan van een variabel tarief dienen nog te worden vastgesteld. Als startpunt wordt gekozen voor het ACM tarief 2021.</li> </ol>
Utiliteit	EUR 50 – 100 EUR/m2 BVO	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Resterende eindgebruikerskosten na aftrek van eventuele subsidies.</li> <li>2 Deze prijzen zijn markconform voor nieuwbouw. Daar kan dus nog van afgeweken worden.</li> </ol>

### Demarcatie

De business case neemt alle kosten en inkomsten van het warmtenet mee, vanaf en inclusief de uitkoppeling van de bron, tot en met de afleverset in de woning. Deze demarcatie wordt uitgebeeld in de volgende afbeelding 6.1.

Afbeelding 6.1 Demarcatie van de business case van het restwarmtenet.



## 7 HOEK

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

- 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, dichtbij 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 7.1 ).

Afbeelding 7.1 Contour van warmetafzetgebied Hoek. (bron afbeelding: dego.vng.nl)

