


## NOTITIE

---

Onderwerp           Uitgangspuntennotitie Kort Haarlem  
Project               Warmtenet Kort Haarlem  
Opdrachtgever      Gemeente Gouda  
Projectcode          140962  
Projectleider        Ir. R.J.E. Kools  
Status                Definitief 02  
Datum                28 maart 2025  
Referentie           140962/25-004.957

Auteur(s)            Ir. P.I. Widdows, Ir. R.J.E. Kools  
Gecontroleerd door  Ir. C.G.J.Hügel  
Goedgekeurd door    Ir. R.J.E. Kools  
Paraaf                

Bijlage(n)           -

Aan                    Gemeente Gouda                    Laura van de Kar, Nathalie Wijland  
                          Bewonersgroep Energietransitie   Hans Koning, Guusje van der Schot, Arthur van  
                          Kort Haarlem                        Lingen  
                          Woonpartners Midden-Holland      Teis Bekken  
                          Hoogheemraadschap van            Katinka Schipper  
                          Rijnland  
Kopie                  Witteveen+Bos                      Casper Hügel, Robert Kools

---

## INLEIDING

Deze notitie bevat de uitgangspunten die door Witteveen+Bos worden gehanteerd voor het ontwerp van het warmtesysteem, de kostenraming en businesscase van de twee warmtenet concepten die worden onderzocht voor gemeente Gouda om de wijk van Kort Haarlem te voorzien van duurzame warmte. De twee concepten die worden onderzocht zijn een warmtevoorziening op basis van oppervlaktewarmte, bekend als 'Thermische Energie uit Oppervlaktewater (TEO)', en een Thermische Energie uit Afvalwater (TEA) concept.

### 1        **SYSTEEMBESCHRIJVING**

Het voorgenomen duurzame warmtesysteem voor de wijk Kort Haarlem bestaat uit drie onderdelen:

- 1    **de warmtebron**
- 2    **de energiecentrale**
- 3    **het Midden Temperatuur (MT) distributienet**

Onderscheidend in het duurzame warmtesysteem voor Kort Haarlem is de warmtebron. Voor de warmtebron wordt onderscheid gemaakt tussen twee warmtesystemen:

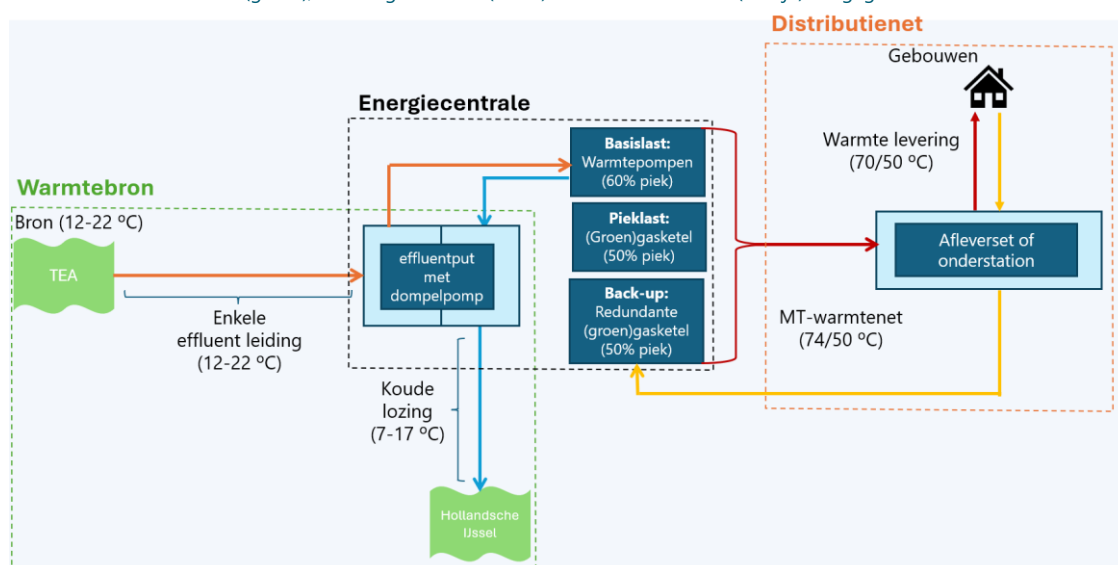
- 1 thermische energie uit afvalwater (TEA);
- 2 thermische energie uit oppervlaktewater (TEO) met warmte-koude opslag (WKO).

De belangrijkste onderdelen in de energiecentrale en distributienet zijn voor beide warmtebronnen hetzelfde. In dit hoofdstuk staat een beschrijving van de (werking van) de twee warmtesystemen aan de hand van twee principe schema's zoals gegeven in afbeelding 1.1 en 1.4.

### Systeembeschrijving TEA systeem

Het TEA systeem, gegeven in afbeelding 1.1, is gebaseerd op het gebruiken van de restwarmte beschikbaar in het effluent van rioolwaterzuivering Gouda. De werking van dit systeem wordt hieronder beschreven.

Afbeelding 1.1 Principe schema van het thermische energie uit afvalwater (TEA) systeem met hoofdcomponenten van de warmtebron (groen), de energiecentrale (zwart) en het distributienet (oranje) aangegeven



### TEA warmtebron

Het effluent wordt met pompen ter hoogte van de RWZI via een leiding naar de energiecentrale gepompt ter hoogte van Kort Haarlem. Ter hoogte van de energiecentrale bevindt zich een ingegraven effluentput. De effluentput dient als buffer, om een constante aanvoer van warmte naar de warmtepomp te kunnen verzekeren en daarnaast voldoende waterhoogte te voorzien voor de dompelpompen. Met de dompelpompen wordt het effluent, via filters, door de warmtepomp gepompt. De warmtepomp onttrekt warmte aan het effluent en koelt de effluentstroom uit met 5 °C. Het afgekoelde effluent wordt via een leiding geloosd op de Hollandsche IJssel. De temperatuur van het effluent ligt volgens meetdata van het waterschap tussen de 22 °C in de zomer en 12 °C in de winter. De afgekoelde effluent wordt geloosd in de Hollandsche IJssel met een temperatuur van 17 °C in de zomer en 7 °C in de winter.

### Energiecentrale

De basislast (warmtepomp) en pieklast (gasketel) produceren samen alle benodigde warmte voor de wijk Kort Haarlem in de vorm van water verhit tot midden-temperatuurniveau. De energiecentrale is de fysieke locatie waar de warmtepomp en gasketel staan opgesteld. Hier wordt de warmte die is onttrokken uit het effluent opgewaardeerd met een warmtepomp tot het temperatuurniveau (74 °C) dat is vereist in het distributienet. Daarbij voorziet de warmtepomp in de vermogensvraag tot 60 % van het piekvermogen. Dit wordt aangeduid als de basislast. In de periodes waarin de wijk Kort Haarlem meer warmtevermogen nodig heeft dan de warmtepomp kan leveren zal de piekvoorziening ook gaan produceren. Uitgangspunt is dat de

piekvoorziening wordt ingevuld met gasketels op aardgas en/of groengas (zie onderstaand kader en onderbouwing voor keuze gasketel in hoofdstuk 3).

Naast de piekvoorziening zijn ook back-up installaties nodig om bij uitval van de gasketel of warmtepomp de warmtelevering te continueren. Indien er uitval is van de warmtebron of de warmtepomp kan de pieklast samen met de back-up ook in 100 % van het benodigd warmtevermogen voorzien. Indien er uitval is van de pieklast zal de back-up deze vervangen. De back-up voorziening is volgens het N-1 principe zoals verder toegelicht in hoofdstuk 3.

---

### Opties voor piekvoorziening: buffer

Er zijn verschillende opties om in de piekvraag te voorzien. Een gangbare optie is het gebruik van gasketels in combinatie met aardgas of een duurzaam gas zoals groengas. Maar de warmte kan ook worden geleverd met E-boilers, extra warmtepompen of een warmtebuffer.

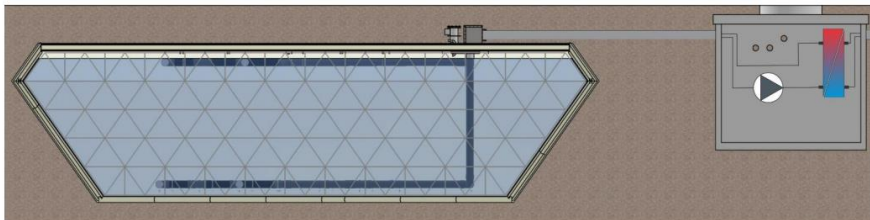
#### *Buffer als piekvoorziening*

Een warmtebuffer voor piekvoorziening vereist opslag op midden-temperatuurniveau (75 °C en hoger), zodat het buffer aan het MT-warmtenet kan leveren zonder tussenkomst van een warmtepomp. De werking van dit buffer is als volgt: De warmtebuffer wordt geladen met de warmtepomp als de vermogensvraag van het warmtenet aan de warmtepomp lager is dan 60 % van de piekvraag. De warmtebuffer wordt ontladen als de vermogensvraag van het warmtenet groter is dan 60 % van de piekvraag. Een voorbeeld van een ondergrondse buffervat waar water met een midden temperatuur in kan worden opgeslagen is de Hocosto. Een schematische weergave van de Hocosto is gegeven in afbeelding 1.2. Het buffervat kan ook bovengrondse worden gerealiseerd. Een voorbeeld hiervan is gegeven in afbeelding 1.3.

#### *WKO als piekvoorziening?*

Een WKO (Warmte-Koude Opslag) is niet geschikt voor de functie van buffer als piekvoorziening, omdat de maximale temperatuur die in de bodem mag worden geïnjecteerd is vastgesteld op 25°C. Deze temperatuur is lager dan de temperatuur die het warmtebuffer als piekvoorziening moet kunnen leveren, namelijk 75 °C of hoger.

Afbeelding 1.2 Systeemimpressie van een ondergronds buffervat [bron: Hocosto]



Afbeelding 1.3 Voorbeeld van een (groot) bovengrondse buffervat in Utrecht [bron: Eneco]



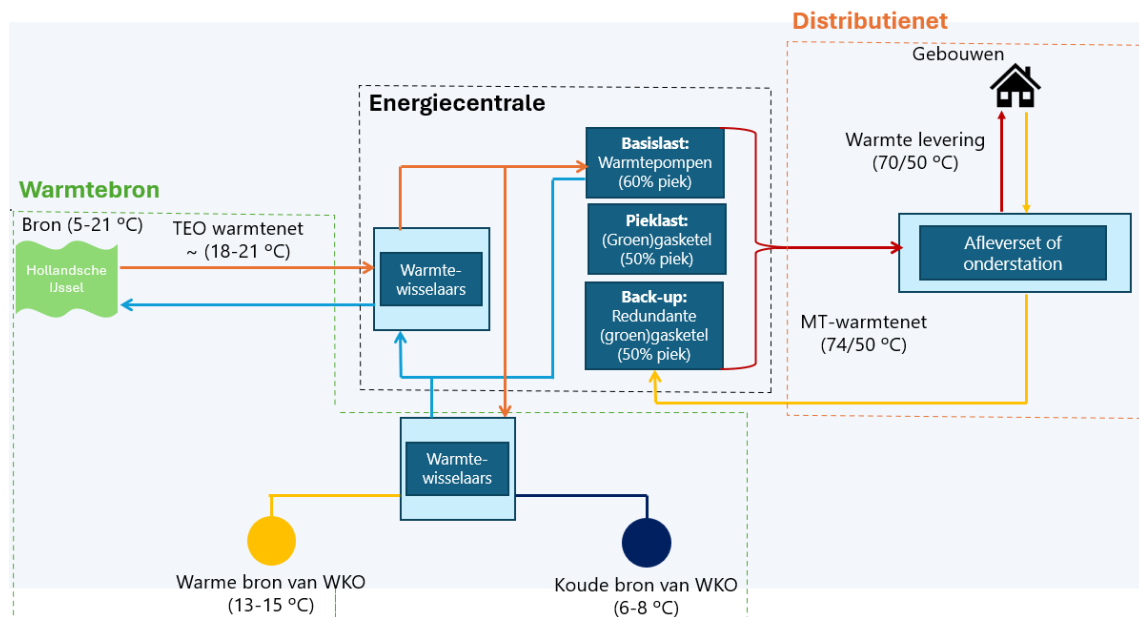
### Distributienet

Om in de woningen 70 °C te leveren in de radiator moet er rekening gehouden worden met verliezen onderweg. Zowel in het transport over het warmtenet als in de uitwisseling in de afleverset wordt een verlies van 2 °C aangehouden. Dit betekent dat de energiecentrale warmte op 74 °C moet produceren. Uitgaande van een retourtemperatuur vanuit de radiator van 50 °C met een minimaal temperatuurverschil over de afleverset van 2 °C zal het warmtenet tot 52 °C afgekoeld worden. Uitgaande van het verlies in het distributienet van 2 °C komt deze dus retour in de energiecentrale op een temperatuur van 50 °C.

### Systeembeschrijving TEO met WKO systeem

Het TEO met WKO systeem, gegeven in afbeelding 1.4, is gebaseerd op het gebruiken van de warmte uit het nabijgelegen oppervlaktewater: de Hollandsche IJssel. De werking van dit systeem is hieronder beschreven.

Afbeelding 1.4 Principe schema van het thermische energie uit oppervlaktewater (TEA) systeem met hoofdcomponenten van de warmtebron (groen), de energiecentrale (zwart) en het distributienet (oranje) aangegeven



### TEO warmtebron met WKO

De temperatuur van de Hollandse IJssel varieert door het jaar heen. In de zomer ligt het hoogste maandgemiddelde op 21 °C en in de winter ligt het laagste maandgemiddelde op 5 °C. Met het beoogde TEO systeem wordt uitsluitend warmte gewonnen in de zomermaanden. Dit gebeurt in de periode dat de temperatuur van het oppervlaktewater hoger is dan 18 °C. Daarbij wordt het warme water uit de Hollandse IJssel opgepompt en via verscheidenen filters langs een warmtewisselaar gepompt. De warmtewisselaar wordt gebruikt om warmte uit te wisselen met de warmtepomp en de WKO. Daarbij geldt dat de warmtepomp tijdens zomerbedrijf de warmte (via de warmtewisselaar) direct onttrekt aan het oppervlaktewater. Buiten de zomermaanden onttrekt de warmtepomp warmte aan de WKO. Het doel van de TEO installatie is dan ook om de warmtebalans in de WKO te handhaven. Daartoe levert de TEO installatie gedurende de zomermaanden meer warmte dan de warmtepomp zal onttrekken. De overtollige warmte wordt via een tweede warmtewisselaars uitgewisseld met de WKO om de warme bron 'op te laden'. Hiertoe wordt koud water uit de koude bron van de WKO (van circa 7-8 °C) via de warmtewisselaar opgewarmd met warmte uit de Hollandse IJssel. Het opgewarmd grondwater wordt vervolgens in de warme bron van de WKO geïnfiltreerd met een temperatuur van circa 15 °C. Buiten de zomermaanden draait dit proces om. De warmtepomp onttrekt nu via de warmtewisselaar warmte aan de warme bron van de WKO met een temperatuur van circa 13-15 °C. Het afgekoelde grondwater uit de warme bron wordt vervolgens in de koude bron geïnfiltreerd met een temperatuur van circa 6 °C. Door warmteverliezen over de

warmtewisselaars en in de WKO is de temperatuur waarop warmte beschikbaar is in de Hollandse IJssel niet gelijk aan de temperatuur voor de warmtepomp en WKO.

## 2 UITGANGSPUNTEN

Onderstaande algemene uitgangspunten dienen als de basis voor de verdere uitwerking door Witteveen+Bos die uitgevoerd zal worden in het restant van fase 2 en in fase 3.

### Algemeen

- 1 de doelstelling is om 785 woningen en 24 utiliteitspanden op termijn aan te sluiten op een midden-temperatuur warmtenet. In aanvulling hierop zullen de woningen aan de De La Reylaan (even huisnummers) en het Kespercollege ook meegenomen worden;
- 2 het projectgebied waarin deze woningen gelegen zijn (inclusief De La Reylaan), is onderdeel van de wijk Kort Haarlem, is gegeven in afbeelding 2.1.

### Thermische vermogensvraag

- 1 de vermogensvraag van de woningen zal worden vastgesteld op basis van de warmteverliesberekeningen voor de archetype woningen op basis van de comfortklasse: 'standaard', zoals besproken in hoofdstuk 3, na toepassing van energiebesparende maatregelen.
- 2 Voor de woningen die niet vallen onder de archetype woningen en/of ook niet lijken op de archetype woningen (met name enkele woningen uit de jaren 80) wordt gebruik gemaakt van een kental (watt/m<sup>2</sup>) om de thermische vermogensvraag te bepalen. Voor deze kentallen wordt informatie gebruikt van de website [warmtepomp-tips.nl](https://warmtepomp-tips.nl)<sup>1</sup>.
- 3 De vermogensvraag van de utiliteitspanden wordt bepaald op basis van kentallen uit het Vesta MAIS ruimtelijk energiemodel van het Planbureau voor de Leefomgeving (PbL). Voor het [Vesta MAIS model](#) worden het bouwjaar, type functie en bruto vloeroppervlak per gebouw meegenomen als input variabelen. Indien de data toepasbaar, beschikbaar en van betere kwaliteit is zullen actuelere datasets gebruikt worden zoals de Verrijkte BAG;

---

### Vermogensvraag belangrijke input voor dimensionering

Met name de thermische vermogensvraag van de gebouwen zal input zijn voor de dimensionering van de opwekinstallaties. Door uit te gaan van de comfortklasse 'standaard' (zie hoofdstuk 3) en thermische vermogensvraag bij -10 °C, wordt in de dimensionering van opwekinstallaties rekening gehouden met extreme condities.

---

### Warmtevraag

- 1 de jaarlijkse warmtebehoefte van alle woningen zal worden vastgesteld op basis van de gasvraag in 2023, gecorrigeerd voor een gemiddeld rendement (85 %) van de bestaande gasketels en kookgas (37m<sup>3</sup>/woning<sup>2</sup>) en energiebesparing door energiebesparende maatregelen (zie hoofdstuk 3).
- 2 2023 is geselecteerd als representatief jaar voor de gasvraag van de woningen om de volgende redenen:
  - 1 actualiteit: het aardgasverbruik (en daarmee de warmtevraag) van particuliere woningen is sinds 2010 gedaald van ~1700 m<sup>3</sup> naar ~800 m<sup>3</sup> (bron: [Centraal Bureau voor de Statistiek \(CBS\)](#)). Gegeven de constatering van deze neerwaartse trend is historische data minder representatief dan actuele;
  - 2 verstoorde recente data: de corona pandemie en de oorlog in Oekraïne hebben significante effecten gehad op het gasverbruik (vanwege negatieve prijsprikkels en gewijzigd levensgedrag) in de periode 2020-2022. Hierom zijn deze jaren minder representatief voor de verwachte warmtevraag in de toekomst;
  - 3 beschikbaarheid: 2023 is het meest recente jaar waarvoor PC6 data beschikbaar is en in lijn met punt 1 en 2 dus het meest representatief als uitgangspunt.

---

<sup>1</sup> <https://warmtepomp-tips.nl/warmtepomp/kengetallen/>

<sup>2</sup> <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/apparaten-in-huis/inductie-kookplaat/>

---

### Sensitiviteitsanalyse op de warmtevraag

De warmtevraag is erg bepalend voor de businesscase, maar is ook erg onzeker. Daarom zal de warmtevraag als 1 van de parameters in de sensitiviteitsanalyse van de businesscase worden meegenomen.

---

- 3 de jaarlijkse gasvraag uit 2023 van alle woningen, behalve die van woonpartners, worden verkregen op postcode 6 (PC6) niveau. Deze data wordt aangeleverd door de regionale netbeheerder zoals beschikbaar op [data.overheid.nl](https://data.overheid.nl/);
- 4 de jaarlijkse warmtebehoefte van de woningen van woonpartners wordt bepaald op basis van meetdata die woningcorporatie Woonpartners Midden-Holland (WPMH) aanlevert;
- 5 de jaarlijkse warmtebehoefte van utiliteit wordt bepaald op basis van kentallen uit het Vesta MAIS ruimtelijk energiemodel van het Pbl. Het [Vesta MAIS model](#) worden het bouwjaar, type functie en bruto vloeroppervlak per gebouw meegenomen als input variabelen; Indien de data toepasbaar, beschikbaar en van betere kwaliteit is zullen actuelere datasets gebruikt worden zoals de Verrijkte BAG<sup>1</sup>;

Afbeelding 2.1 Projectgebied warmtenet Kort Haarlem



### Energiebesparing

- 1 de reductie van de jaarlijkse warmtebehoefte als gevolg van de energiebesparende maatregelen in woningen, wordt gebaseerd op de warmteverliesberekeningen voor de archetype woningen zoals toegelicht in hoofdstuk 4.

---

<sup>1</sup> [Verrijkte BAG ter ondersteuning van lokale energetische vraagstukken](#)

## Temperatuurniveau

- 1 de centrale warmtepomp voor het Midden Temperatuur (MT) warmtenet produceert warmte op 74 graden Celsius. Wij gaan uit van 2°C temperatuurverlies in het warmtenet. Dit betekent dat in de afleverset 72 °C invoertemperatuur zal zijn. De afleverset heeft een temperatuurverlies van nog eens 2 °C. Het warmtenet levert dus warmte ter hoogte van de radiator op een temperatuur van 70 °C met een retour temperatuur van 50 °C. De spreiding tussen aanvoer en retour temperatuur is gebaseerd op richtlijnen van het warmte collectief WarmingUP<sup>1</sup>;
- 2 de individuele lucht/water warmtepomp heeft een aanvoertemperatuur van 50 °C en een retour temperatuur van 45 graden Celsius.

## Ontwerp

- 1 in het ontwerp van het warmtenet worden decentrale opwekkingslocaties, zoals die van WPMH, buiten beschouwing gelaten. De motivatie hiervoor is meerledig:
  - 1 beheer: we gaan ervan uit dat de warmtevoorziening (inclusief piek- en backupvoorziening) de verantwoordelijkheid wordt van een nieuw op te richten warmtebedrijf. Decentrale opwek in gebouwen van derden is voor dat warmtebedrijf lastiger te beheren dan centrale opwek;
  - 2 technisch: de besturing van de decentrale opwek zou geïntegreerd moeten worden met de besturing van het centrale warmtenet, wat leidt tot een complexe regeling;
  - 3 economisch: bestaande opwek heeft vaak al een significante levensduur achter de rug. Het is de vraag hoe groot de restwaarde nog is, en welke besparing zou worden bereikt met inzet van bestaande decentrale opwek;
  - 4 onzekerheid: de haalbaarheid van decentrale opwek is twijfelachtig. Hierop nu al inzetten is voorbarig en kan een onjuist perspectief bieden;
  - 5 flexibiliteit: in een later stadium kan alsnog een optimalisatiestudie worden uitgevoerd naar inzet van decentrale opwek. Het is daarmee nu dus nog niet uitgesloten.
- 2 bij het bepalen van het wenstracé van het warmtenet wordt zoveel mogelijk aansluiting gezocht bij de ligging van bestaande kabels en leidingen.

## Eindgebruikerskosten

- 1 voor de warmtetarieven wordt als startpunt de reguliere warmtetarieven volgens Autoriteit Consument & Markt (ACM) van 2025 gehanteerd. Deze worden wel gecorrigeerd voor inflatie naar het jaar van verwachte in gebruik name op basis van verwachte inflatiecijfers zoals gerapporteerd door de Europese Centrale Bank (ECB) en opgenomen in tabel 7.1. Het effect van de hoogte van warmtetarieven op de businesscase zal worden meegenomen in de sensitiviteitsanalyse;
- 2 er wordt rekening gehouden met een bijdrage aansluitkosten per type gebruiker zoals gespecificeerd in tabel 7.2.

## Financiering en businesscase

- 1 er wordt een businesscase opgesteld voor de gehele exploitatie van het warmtesysteem. Daarbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen de warmtebronnen, warmtenet of energiecentrale, omdat de bestuursstructuur van het op te richten warmtebedrijf nog niet vastgesteld is;
- 2 de businesscase houdt rekening met een gefaseerde ontwikkeling van het warmtenet zoals verder vastgesteld in hoofdstuk 4;
- 3 voor de bekostiging van het warmtenet wordt rekening gehouden met inkomsten uit verkoop warmte, subsidies en bijdrage aansluitkosten;
- 4 voor de financiering van het warmtenet wordt rekening gehouden met inbreng van vreemd en eigen vermogen.

---

<sup>1</sup> [https://www.warmingup.info/documenten/menkveld-et-al-2021-vraagsturing-in-warmtenetten\\_warmingup\\_t6mp1r5v5-1.pdf](https://www.warmingup.info/documenten/menkveld-et-al-2021-vraagsturing-in-warmtenetten_warmingup_t6mp1r5v5-1.pdf)

### 3 WARMTEBRONNEN

#### Uitgangspunten over bronnenmix

Voor de invulling van de warmtevraag worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

1. het uitgangspunt van de verdeling tussen piek en basislast wordt overgenomen uit fase 1\*;
2. de basislast wordt vervuld door een warmtepomp. De warmtepomp onttrekt warmte uit ofwel een warmte-koude opslag (WKO) gecombineerd met TEO ofwel op basis van TEA;
3. de pieklast zal worden vervuld door middel van een gasboiler. De keuze voor een gasboiler ten opzichte van een warmtebuffer is gemaakt om onderstaande drie redenen:
  - een gasboiler is significant goedkoper dan een warmtebuffer. De inzet op een gasboiler verbetert de financiële haalbaarheid van het warmtenet. De onderbouwing hiervoor is verder gegeven in het kader op pagina 5;
  - de gasboiler zal nauwelijks warmte leveren (circa 2-3 %), waardoor de CO<sub>2</sub> emissies geassocieerd met de warmteproductie zeer beperkt zal zijn;
  - een warmtebuffer kan wel de rol van piekvoorziening innemen, maar vanwege de beperkte capaciteit en afhankelijkheid van de warmtepompen niet dienen als betrouwbare back-up voorziening;
  - om ook in 2040 aardgasvrij te kunnen verwarmen, zal in 2040 de piek- en backupvoorziening op groen gas kunnen draaien. Zie de toelichting voor gasvrije scenario's in het kader op pagina 10.

---

\*In fase 1 is de conclusie van de DWA studie overgenomen om in te zetten op een 60 %/40 % verdeling van het maximaal benodigd vermogen tussen respectievelijk de basis- en piekvoorziening. Door DWA is uitgegaan van een basislastvoorziening met een warmtepomp en piekvoorziening door een warmtebuffer.

Uit fase 1 blijkt dat de warmtepomp circa 97.7 % van de jaarlijkse warmtevraag kan voldoen met een warmtevermogen gelijk aan 60 % van het maximum thermisch vermogen. De resterende 2.3 % van de jaarlijkse warmtevraag wordt ingevuld door een piekvoorziening gelijk aan 40 % van het maximum thermisch vermogen.

---

#### Uitgangspunten over redundantie/back-up

De warmte installatie wordt ontworpen met het N-1 principe: De warmteopwekker met het meeste vermogen wordt redundant (dubbel) uitgevoerd. Dit betekent voor het ontwerp dat er gebruik zal gemaakt worden van een gasboiler ter piekvoorziening met een vermogen gelijk aan 50 % van het maximaal benodigd vermogen van het projectgebied. Er zal in toevoeging hierop een redundante gasboiler zijn diens vermogen ook gelijk is aan 50 % aan het maximaal benodigd vermogen. Deze verdeling is tot stand gekomen volgens de onderstaande redenatie:

- 1 de basislast wordt voorzien door warmtepompen met een totaal vermogen gelijk aan 60 % van het piekvermogen. In de praktijk zal er echter niet 1 grote warmtepomp, maar een aantal kleinere warmtepompen geplaatst worden vanwege makkelijker onderhoud, assortiment van leveranciers en flexibiliteit tijdens warmteproductie. De precieze opstelling zal nog bepaald worden op basis van nog te verkrijgen informatie van leveranciers maar zal bijvoorbeeld 3x20 % of 4x15 % zijn;
- 2 de gasboiler zal dan met 40 % van het maximaal vermogen de grootste warmteopwekker zijn en dus redundant worden uitgevoerd. Dit dekt echter niet het scenario waarin de warmtepompen collectief falen, bijvoorbeeld door een leveringsprobleem van het oppervlaktewater of effluent. Om in dit geval leveringszekerheid te hebben zal de back-up gasboiler 60 % van het maximale vermogen moeten kunnen leveren;
- 3 de opstelling van 1x40 % en 1x60 % aan gasboiler capaciteit is suboptimaal vanuit een onderhoudsperspectief. Hierom zal rekening worden gehouden met 2x50 % gasboiler (piek & back-up). Daarmee zijn piek en back-up uitwisselbaar en kan ook in 100 % van het thermisch vermogen worden voorzien.



---

## Gasvrij in 2040

Gemeente Gouda heeft als doelstelling om in 2040 volledig gasvrij te zijn. Als onderbouwing voor de keuze van een gasketel met groengas is een indicatieve analyse gemaakt van de opties om vanaf 2040 een volledig CO<sub>2</sub> vrij warmtesysteem te bedrijven. Hierbij zijn de volgende vier scenario's overwogen:

- 1 Tot 2040 piek- en back-up voorziening op aardgas, na 2040 op groen gas;
- 2 Tot 2040 piek- en back-up voorziening op aardgas, na 2040 worden er vervangende warmtepompen geplaatst;
- 3 Tot 2040 piekvoorziening met warmtebuffer en back-up met gasboiler op aardgas, na 2040 de back-up over op groen gas;
- 4 Tot 2040 piekvoorziening met warmtebuffer en back-up met warmtepomp; na 2040 onveranderd;

Op basis van representatieve kosten kentallen, netbeheerderskosten en verwachte energiekosten zoals bepaald door het [PbL](#) en onderzoeksinstituut [CE Delft](#) is een inschatting gemaakt van de total cost of ownership (TCO) tot 2050 van de vier piek- en back-up systemen. Deze kosten komen als volgt uit:

Scenario nummer	Total cost of ownership tot 2050
1	€ 1.700.000,00
2	€ 5.300.000,00
3	€ 3.200.000,00
4	€ 7.700.000,00

Uit de vergelijking volgt dat een gasboiler op aardgas en groengas het goedkoopste piek- en back-up systeem is. De tweede keuze op basis van kosten zou het gebruik van een warmtebuffer zijn met gas enkel ter back-up (groen gas vanaf 2040). Opties waarin warmtepompen als piekvoorziening en/of back-up worden gebruikt zijn significant duurder. Hierin zijn de kosten voor de warmtepomp scenario's exclusief de extra kosten voor de TEA en TEO-installatie voor de warmtelevering.

Gezien het grote verschil in kosten en de geringe geassocieerde CO<sub>2</sub> emissie wordt scenario 1 gehanteerd als uitgangspunt voor fase 2 en 3. Dit vereist dat er te zijner tijd gecertificeerd groen gas beschikbaar zal zijn voor de beperkte hoeveelheid die vereist is.

---

## Uitgangspunten TEO en WKO

Voor het ontwerp van de TEO installatie worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

1. het regenereren van de WKO vindt plaats in de maanden, Juni, Juli, Augustus en september in 2.500 vollasturen bij een temperatuur van het oppervlaktewater van 18 °C en hoger, om een zo hoog mogelijke opslagtemperatuur/efficiëntie te bereiken;
2. het vereiste maximale thermische vermogen van de WKO wordt bepaald door het benodigd vermogen van de warmtepomp of het vereiste regeneratievermogen waarbij de grootste waarde van de twee leidend is. Het benodigd vermogen van de warmtepomp wordt bepaald door de COP en de basislast. Het vereiste regeneratievermogen wordt bepaald door de totale thermische opslagcapaciteit te delen door de hoeveelheid vollasturen;
3. de totale thermische opslagcapaciteit wordt bepaald door de regeneratiebehoefte, deze is gelijk aan de totale warmtevraag die de warmtepomp jaarlijks onttrekt uit de WKO om de basislast te kunnen leveren;
4. in de maanden waarin de WKO gevuld wordt kan de warmtepomp direct aan de Hollandsche IJssel warmte onttrekken. Deze warmtevraag wordt dus niet meegenomen in de bepaling van de opslagcapaciteit van de WKO. De maanden September tot en met Mei moeten geleverd worden uit de WKO;
5. bij de plaatsing van WKO doubletten wordt rekening gehouden met andere bodemenergiesystemen. Er is een thermische interferentie studie uitgevoerd op de locatie van de WKO doubletten om te voorkomen dat er negatieve effecten ontstaan vanwege interacties met omliggende WKO's. Deze is

beschikbaar als bijlage in de keuzenotitie '140962\_25-004.965\_tcn\_final\_Keuze energie uit afval- of oppervlaktewater';

6. bij de plaatsing van het inname- en lozingspunt van de TEO installatie wordt rekening gehouden met thermische interferentie. Om thermische kortsluiting uit te sluiten is een hydrologische quickscan uitgevoerd om de kou-pluim vanuit het lozingspunt in te schatten en de verlaging van de evenwichtstemperatuur van de Hollandsche IJssel. Deze quickscan is beschikbaar als bijlage in de keuzenotitie '140962\_25-004.965\_tcn\_final\_Keuze energie uit afval- of oppervlaktewater';
7. de ecologische draagkracht van de Hollandse IJssel voor onttrekking van warmte aan het oppervlaktewater, is in samenspraak met Rijkswaterstaat (RWS) vastgesteld, zie uitgangspunt 5.2.;
8. het kabel en leiding (K&L) tracé tussen het inname en lozingspunt en de technische ruimte houdt rekening met de aanwezigheid van het dijklichaam en andere obstructies, zoals kabels en leidingen. Op basis van de ecologische en hydraulische analyse wordt door K&L experts een (voorlopig) tracé vastgesteld ter hoogte van het hertenkamp. Deze is beschikbaar als bijlage in de keuzenotitie '140962\_25-004.965\_tcn\_final\_Keuze energie uit afval- of oppervlaktewater';
9. de Temperaturen van de Hollandsche IJssel worden verkregen van publieke data van [RWS](#) en data aangeleverd door HHvR voor de maanden waarin water wordt onttrokken (Juni t/m September). De data van meetpunt 'Gouda Voorhaven' wordt gebruikt samen met temperatuur gegevens van Boezemgemaal Gouda. Deze meetpunten zijn representatief voor de temperatuur ten hoogte van de projectlocatie gegeven het stromingsgedrag van de Hollandsche IJssel;  
De infiltratietemperatuur is de temperatuur waarbij warmte in de WKO wordt geladen vanuit de TEO installatie. De infiltratietemperatuur wordt gelijk gesteld aan de gemiddelde temperatuur van het oppervlaktewater min 2 °C verlies per warmtewisselaar.

---

#### TEO inlaatpunt voorbij Waaiersluis

Voor de inpassing van het TEO systeem zal niet in detail worden gekeken naar inpassing van het in- of uitlaatpunt voor TEO voorbij de Waaiersluis. De reden hiervoor is dat er geen risico is op thermische interferentie tussen het in- en uitlaatpunt in het huidig concept en dus geen noodzaak om alternatieven te overwegen. Daarnaast zou een leiding tot aan de Waaiersluis sterk kostenverhogende werken.

---

#### Uitgangspunten TEA

Voor het ontwerp van de TEA installatie worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

1. de warmte die kan worden gewonnen uit het effluent dient in de warmtevraag van de warmtepomp (basislast) te kunnen voorzien. Op basis van data aangeleverd door HHvR voor de periode 2019-2023 is vastgesteld dat er gemiddeld 99.4 % van het jaar voldoende debiet is om de volledige basislast (60 % van piekvermogen) te voorzien. Gegeven dat deze 60 % niet het hele jaar nodig is en de RWZI nog uitgebreid gaat worden wordt aangenomen er geen tekort aan effluent zal zijn;
2. de temperatuur van het effluent zal overgenomen worden op basis van meetdata aangeleverd door HHvR in de ontluchtingstanks. Hierbij wordt de meetdata van de periode 2019 t/m 2023 gebruikt om een meerjarengemiddelde per maand te bepalen waarmee gerekend wordt.

## 4 WONINGEN/VERBRUIKERS

Uit fase 1 volgt een voorkeur voor een MT-warmtenet met een levertemperatuur van 70 °C. Een van de doelstellingen voor fase 2 is om op basis van duidelijke, traceerbare kentallen een doorrekening te maken van de kosten van de benodigde isolatie en andere aanpassingen op woningniveau voor een MT-warmtenet en een individuele lucht/water warmtepomp.

Om invulling te geven aan bovenstaande doelstelling zullen in fase 2 vijf representatieve referentiewoningen worden beschouwd. Voor elk van deze referentiewoningen zal, op basis van kentallen en de woning specifieke situatie, in beeld worden gebracht welke aanpassingen nodig zijn om de woning geschikt te maken voor een MT warmtenet en individuele lucht/water warmtepomp. Deze aanpassingen hebben betrekking op de volgende aspecten:

- 1 verduurzamingsmaatregelen om de woning geschikt te maken voor een MT warmtenet of individuele lucht/water warmtepomp;
- 2 aanpassingen om de woning aan te sluiten op MT warmtenet, af te koppelen van aardgas en indien nodig te voorzien van inductiekookplaat.

### Twee comfortklassen

De analyse beschouwt voor beide systemen de benodigde isolatiemaatregelen voor 2 temperatuurniveaus in een huis: De beschouwde temperatuurniveaus zijn in tabel 4.1. per type ruimte toegelicht voor zowel de ISSO51 norm als de verlaagde standaard.

- 1 **de standaard:** de standaard betekent dat bij -10 °C buiten er in de verblijfsruimten 22 °C moet kunnen worden gerealiseerd, conform ISSO51<sup>1</sup>. In de niet verblijfsruimten 15 graden;
- 2 **de verlaagde standaard:** de verlaagde standaard gaat uit bij -10 °C buiten er in de verblijfsruimten een temperatuur van 19 °C gerealiseerd kan worden. In de overige ruimtes en niet verblijfsruimte 15 graden Celsius. Deze verlaagde standaard voldoet niet aan de norm ISSO51, maar wordt opgenomen op verzoek van Bewonersgroep Energietransitie Kort Haarlem (BEKH) om de consequenties voor de kosten van woningaanpassing hiervan in beeld te brengen.

Tabel 4.1 Temperatuur setpoint per ruimte voor de twee comfortklassen

Type ruimte	De standaard	De verlaagde standaard:
woonkamer en keuken	22 °C	19 °C
studeerkamer	22 °C	19 °C
badkamer	22 °C	19 °C
slaapkamer	22 °C	15 °C
niet verblijfsruimte (hal/overloop)	15 °C	15 °C

### Woningtypen

Tabel 4.2 bevat de 6 woningtypen die worden onderscheiden. De afbeelding in onderstaande tabel toont waar de woningtypen zich in de wijk bevinden. Deze woningtypen zijn vastgesteld in overleg met BEKH.

<sup>1</sup> ISSO-publicatie 51 bevat de bepalingsmethode voor het maken van een warmteverliesberekening voor woningen en woongebouwen. De beschreven methode in deze publicatie volgt vrijwel geheel de norm NEN-EN 12831-1

Tabel 4.2 Beschrijving van de 6 woningtypes

ID	Beschrijving
1	appartement woonpartners
2	2/1 kap 1920-1940
3	herenhuizen 1900-1920
4	Joubertstraat 1950-1965
5	Joubertstraat 1930-1940
6	Krügerlaan 1920-1930



### Te analyseren scenario's

Voor de volgende systeemconfiguraties zullen de investeringskosten en jaarlijkse kosten worden vastgesteld:

- 1 MT warmtenet - temperatuurklasse 'Standaard';
- 2 MT warmtenet - temperatuurklasse 'Verlaagde standaard'.
- 3 Individuele lucht/water warmtepomp- temperatuurklasse 'Standaard';
- 4 Individuele lucht/water warmtepomp- temperatuurklasse 'Verlaagde Standaard';

### Methode om te komen tot een kosteninschatting om woningen gereed te maken voor een warmtenet

De volgende stappen worden gezet om voor beide scenario's de verduurzamingsmaatregelen te bepalen per woningtype:

- 1 **huidige isolatiewaarde vaststellen per gebouwschil onderdeel:** de isolatiewaarde van de verschillende gebouwschil onderdelen wordt gebaseerd op waarden uit de NTA880. Daarbij wordt rekening gehouden met reeds getroffen isolatiemaatregelen. Aldus ervaringsdeskundigen van BEKH is de situatie bij het grootste deel van de woningen als volgt:
  - 1 vloer niet geïsoleerd;
  - 2 dak niet geïsoleerd;
  - 3 dubbelglas in houten kozijn;
  - 4 buitenmuren:
    - 1 met spouw: 2 cm isolatie;
    - 2 zonder spouw: 2 cm isolatie aan de binnenzijde;
  - 5 infiltratiewaarde niet gewijzigd;
- 2 **oppervlakte schilonderdelen en ruimtes vaststellen:** per gebouwschil onderdeel (punt 1 t/m 4) wordt een inschatting gemaakt van de totale oppervlakte dat grenst aan de buitenlucht. Voor het vastleggen van afmetingen is het wenselijk om een meetrapport te hebben voor het bepalen van oppervlaktes en afmetingen van schilonderdelen. De BEKH levert per voorbeeldwoning een (bestaand) meetrapport aan;
- 3 **Infiltratiewaarde:** De infiltratiewaarde wordt door Witteveen+Bos geschaald met de gebruiksoppervlakte en een kental afkomstig uit de NTA880;
- 4 **afgifte vaststellen:** van alle radiatoren wordt per radiator het type en afmetingen vastgesteld. Deze informatie wordt per voorbeeldwoning aangeleverd door de BEKH;
- 5 **locatie gasketel:** de huidige locatie van de gasketel wordt vastgesteld door BEKH;
- 6 **huidig gasverbruik vaststellen:** voor alle woningen wordt het gasverbruik van dezelfde periode gebruikt. Indien mogelijk wordt uitgegaan van kalenderjaar 2023 (zie pagina 5). Indien deze data van een woning niet beschikbaar is zal er of van een representatief ander jaar gebruik gemaakt worden of van een vergelijkbare woning;
- 7 **warmteverlies en -afgifte vergelijken.** De informatie uit punt 1/m 3 wordt gebruikt om vast te stellen in welke mate de warmteverliezen groter zijn dan de afgiftecapaciteit van de radiatoren bij een aanvoer/retour temperatuur van 70/50 °C (MT warmtenet) en 50/45 °C (lucht/water warmtepomp. Deze analyse wordt uitgevoerd voor twee comfortklassen;
- 8 **verduurzamingsmaatregelen vaststellen:** als het warmteverlies groter is dan de afgiftecapaciteit wordt vastgesteld welke maatregelen nodig zijn om het warmteverlies voldoende te beperken. Hier wordt gewerkt met het schema en de prioritering gegeven in tabel 4.3.

Per stap wordt getoetst of die (en eerdere stappen) het warmteverlies voldoende kunnen beperken. De volgorde van de stappen volgt de trias energetica: eerst isoleren en kierdichting (en ventilatie toepassen). Om vervolgens aanpassingen te doen aan de afgiftesystemen. Hiervoor levert de BEKH informatie over de volgende kenmerken:

- 1 wel/geen dakisolatie, en zo ja, is bekend welk materiaal/dikte?
  - 2 wel/geen spouw en als spouw is aanwezig, is deze al gevuld?
  - 3 hoeveel % van de ramen is nog geen hr++ glas?
  - 4 is de kruipruimte hoger dan 50 cm?
- 9 **inschatting energiebesparing:** de mate van besparing door verduurzamingsmaatregelen wordt bepaald door het verschil in warmteverlies voor en na toepassen van maatregelen;
- 10 **investeringskosten vaststellen.** Op basis van de toegepaste verduurzamingsmaatregelen worden de investeringskosten vastgesteld per woningtype;
- 11 **jaarlijkse kosten:** op grond van het huidige gasverbruik, energiebesparing en uitgangspunten over de energietarieven en onderhoudskosten voor elektriciteit, gas en warmte worden de energie- en onderhoudskosten bepaald per woningtype. Indien mogelijk kan de BEKH het gasverbruik aanleveren. Indien het gasverbruik niet bekend is gaan we uit van postcode 6 data.

Tabel 4.3 Informatie verduurzamingsmaatregelen

Type maatregel	Maatregelen	Prioritering	Beschrijving
isolatie	dakisolatie	stap 1	140 mm isolatie.
	gevelisolatie	stap 2	Spouwmuur isolatie toepassen, indien spouw aanwezig is en nog niet is gevuld.
	glas / kozijnvervanging	stap 3	Dubbelglas vervangen voor HR++.
	vloerisolatie	stap 5	Niet toepassen, tenzij hoogte kruipruimte >50 cm.
kierdichting en ventilatie	luchtdichtheid	stap 4.1	Kierdichting van ramen en deuren + kierdichting door isolatiemaatregelen. Conform de NTA880 neemt de infiltratie waarde af van 3,0 naar 0,7 dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /s. Daar staat tegenover dat de ventilatieverliezen toenemen van 0 naar 0,9 dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /s, zie punt 4.2.
	ventilatiesystemen	stap 4.2	Ventilatie is essentieel om een gezond binnenklimaat te behouden bij isoleren en kierdichting. Indien geen ventilatiesysteem aanwezig is, wordt uitgegaan van een decentraal gebalanceerd systeem dat geplaatst dient te worden in de keuken/woonkamer en slaapkamers.
warmte-afgifte	boosterventilator	stap 6	Toepassen indien noodzakelijk.
	radiatoren aanpassen	stap 7	Type aanpassen om afgifte te verhogen, indien noodzakelijk. Als dit noodzakelijk is worden eerst aanpassingen aan radiatoren in de belangrijkste verblijfsruimte beschouwd (woonkamer/keuken). Voor de situatie met lucht/water warmtepompen worden radiatoren vervangen voor convectoren, omdat convectoren beter in staat zijn om warmte af te geven bij een lage aanvoertemperatuur.

### Benodigde informatie per woning:

Om de analyses uit te kunnen voeren die hierboven staan beschreven is onderstaande informatie nodig (één typische woning per woningtype). Deze informatie wordt door de BEKH aangeleverd voor de 5 voorbeeldwoningen:

- 1 adres van woning;
- 2 toegepaste isolatiemaatregelen (vloer, dak, muur, ramen, kierdichting);
  - 1 wel/geen dakisolatie, en zo ja, is bekend welk materiaal/dikte?
  - 2 wel/geen spouw en als spouw is aanwezig, is deze al gevuld?
  - 3 hoeveel % van de ramen heeft nog geen HR+ glas of beter?
  - 4 is er vloerisolatie toegepast? En zo ja, is bekend wat voor type?
  - 5 is de kruipruimte hoger dan 50 cm?
- 3 plattegrond van woning met afmetingen (idealiter op basis van een meetrapport);
- 4 type en afmetingen (LXB) per radiator of gietijzeren kolomradiator;
- 5 zijn er op radiatoren al thermostatische kranen geïnstalleerd en zo ja hoeveel in totaal?
- 6 locatie van gasketel (zolder/meterkast/etc);
- 7 mogelijke locatie van afleverset op begane grond?
- 8 type gasketel (HR107, HR104, HR101, VR);
- 9 gasverbruik van 2023 (m<sup>3</sup>/jaar);
- 10 elektriciteitsverbruik van 2023 (m<sup>3</sup>/jaar);
- 11 wel/geen elektrische kookplaat?
- 12 wel/geen mechanische ventilatie in verblijfsruimte?
- 13 type elektriciteitsaansluiting van de woning (bijvoorbeeld: 1x30A, 1x35A, 1x40A of 3x25A).

### Aanvullende aanpassingen ten behoeve van aansluiten op MT warmtenet of individuele warmtepomp

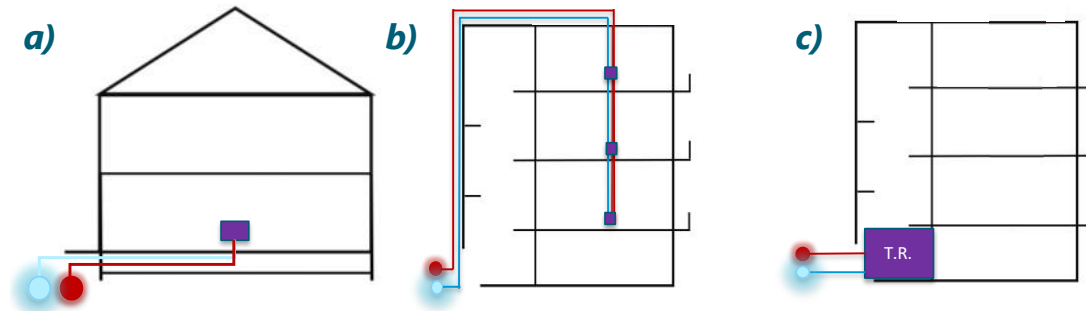
Op basis van de woningsituatie en kentallen worden de investeringskosten voor de aanpassingen aan de bouwschil, ramen, kierdichting en installaties (afgifte/ventilatie) vastgesteld. Daarnaast worden de investeringskosten op basis van kentallen voor de onderstaande aanpassingen vastgesteld. De kosten die gemoeid gaan met 1 of meerdere van onderstaande aanpassingen zijn wel voor rekening van de bewoner.

1. cv ketel verwijderen en verwijderen rookgasafvoer;
2. gasaansluiting verwijderen (let op: deze kosten zijn voor rekening van [Stedin](#));
3. aansluiten warm tapwater en cv systeem op afleverset;
4. afleverset en gasleidingen netjes wegwerken;
5. thermostatische regelventielen plaatsen bij te handhaven radiatoren;
6. waterzijdig inregelen van radiatoren;
7. radiatoren vervangen, indien van toepassing om voldoende afgiftevermogen te realiseren;
8. elektrische aansluiting verzwaren indien de aansluiting kleiner is dan 1x30A, 1x35A, 1x40A of 3x25A;
9. aanpassingen meterkast plus kabel naar elektrische kookplaat;
10. elektrische kookplaat plaatsen.

Voor het aansluiten van de woningen en utiliteitsgebouwen worden drie verschillende aansluitconfiguraties beschouwd. De drie aansluitingsconcepten zijn weergegeven in afbeelding 4.1.

- a) voor grondgebonden woningen (a) zal het leidingwerk via de kruipruimte lopen en bevindt de afleverset zich op de begane grond. Deze optie (optie a) is ook representatief voor de kleinere utiliteitspanden met een bruto vloeroppervlak van 350 m<sup>2</sup> of kleiner;
- b) voor gestapelde woningen (b) bij de Joubertstraat wordt uitgegaan van een aansluiting met leidingwerk die via de gevel en het dak aankomt in de woningen;
- c) voor de gestapelde woningen van Woonpartners is al intern leidingwerk aanwezig en dus wordt er uitgegaan van een aansluiting in de technische ruimte (T.R.). c) is daarbij ook representatief voor de grote utiliteitspanden met een bruto vloeroppervlak van 350 m<sup>2</sup> en groter.

Afbeelding 4.1 Aansluitconcepten voor grondgebonden woningen (a), gestapelde woningen (b) en complex Woonpartners (c)



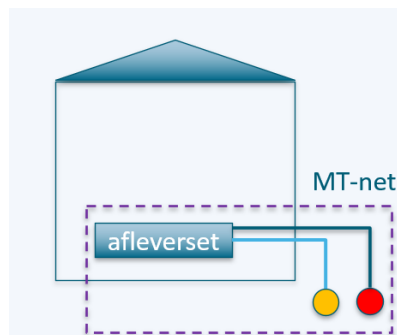
#### Warmtenetaansluiting t/m afleverset

Voor elk van bovenstaande configuraties worden de kosten in beeld gebracht op basis van kentallen. Deze kosten hebben betrekking op de volgende onderdelen:

- 1 de aansluitleiding vanaf het distributienet tot en met de gevel (optie a t/m c);
- 2 het inpandige leidingwerk vanaf de gevel t/m de afleverset (alleen configuratie a en b) of technische ruimte (optie c);
- 3 de plaatsing van de afleverset (configuratie a t/m c).

Relevant bij aansluitconfiguratie a is de locatie van de huidige ketel (boven/beneden). De kosten voor alle werkzaamheden van de warmtenetaansluiting t/m afleverset zijn geen kosten die de bewoner maakt. Dit is schematisch weergegeven in afbeelding 4.2. Deze kosten worden dus wel berekend, maar vervolgens niet toegerekend aan de bewoner. Zie het kader 'demarcatie' voor verdere toelichting.

Afbeelding 4.2 Demarcatie van de business case van het restwarmtenet.



#### Demarcatie:

De demarcatie geeft aan wie waar eigenaar van is. In het geval van het warmtenet is de toekomstige warmteleverancier onder andere eigenaar van het distributienet in de straat, de aansluitleiding naar de woning en het leidingwerk t/m de afleverset in de woning. Omdat de warmteleverancier eigenaar is over deze onderdelen zijn dit kosten die vallen binnen de exploitatie van het warmtebedrijf. Deze kosten hoeft elke bewoner dus niet zelf te betalen. Wel vraagt de warmteleverancier een bijdrage aansluitkosten die onder andere is bedoeld om de kosten voor het maken van de aansluiting op elke woning te betalen. Die bijdrage wordt vastgesteld in de algemene uitgangspunten.

## 5 WARMTENET ONTWERP

Omdat de keuze voor TEA of TEO nog niet is gemaakt, worden in deze notitie nog beide concepten besproken. In het ontwerp worden de volgende uitgangspunten:

1. de Coëfficiënt of Performance (COP) wordt bepaald op basis van een representatief Carnot rendement, de verwachte efficiency van de warmtepomp (60 % van Carnot), de gewogen gemiddelde temperaturen van de warmtebron (TEO+WKO of TEA) en de aanvoertemperatuur van het warmtenet (74 °C);
2. voor TEO is de maximale lozing temperatuur 10 °C lager dan de inname temperatuur van oppervlaktewater aldus de [richtlijnen](#) van Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA) gehanteerd door RWS;
3. De hoeveelheid afkoeling bij TEO dient vastgesteld te worden op basis van de beschikbare temperatuur, de temperatuur verliezen over de warmtewisselaars, de maximale lozingstemperatuur en de temperatuur van de warme en koude bron in de WKO. Hierbij zal het effect van de koudelozing op de temperatuur van de Hollandsche IJssel meegenomen worden;
4. voor TEA is de lozing temperatuur 5 graden lager dan de inname temperatuur van het effluent in afstemming met RWS en HHvR;
5. het elektrisch vermogen van ondersteunende apparatuur nemen we aan op 10 % van het warmtepompvermogen;
6. het gemiddelde temperatuurverschil tussen de media in de warmtewisselaars (LMTD) is 2 graden Celsius. Dit is een relatief lage waarde (die zal leiden tot een relatief grote warmtewisselaar), maar is gekozen om het temperatuurverlies minimaal te houden.

Voor de dimensionering van het leidingnet en energiecentrale en berekeningen aan het energieverbruik zullen de uitgangspunten zoals opgenomen in tabel 5.1 worden gehanteerd.

### Gelijktijdigheid

Voor de gelijktijdigheid baseren we ons op metingen door HVC. HVC monitort de gelijktijdigheid die ze in de praktijk tegenkomen bij de regelstations van warmtenetten. Daarbij hanteert HVC twee gelijktijdigheden.

1. 40 % ten opzichte van de aansluitwaarde voor verwarming ( $aansluitwaarde_{RV}$ );
2. 5 % ten opzichte van de aansluitwaarde voor tapwater van ( $aansluitwaarde_{TW}$ ).

In formulevorm ziet de berekening van het gelijktijdig thermische vermogen er als volgt, waarbij de afkorting 'Won.' slaat op het aantal woningen dat wordt beschouwd:

$$Gelijktijdig\ thermisch\ vermogen = 40\ \% * \sum Won.* aansluitwaarde_{RV} + 5\ \% \sum Won.* aansluitwaarde_{TW}$$

De ervaringsgelijktijdigheden van HVC gelden voor huidige warmtenetten met afleversets welke niet zijn voorzien van een voorkeursregeling. Een woning kan dus tegelijk het huis verwarmen en tegelijk douchen. Verder gelden deze waarden alleen voor warmtenetten met meer dan 200 woningen.

### Vermogensverlies en warmteverlies

Naast de gelijktijdigheid is ook het vermogensverlies van het distributienet van invloed op de dimensionering van de bronnen in de energiecentrale. Het vermogensverlies bedraagt circa 5 % van de totale gelijktijdige vermogensvraag.

De warmteverliezen slaan op de jaarlijkse verliezen aan de leidingen. Deze zijn beduidend hoger dan het vermogensverlies. De grootste warmteverliezen treden op in de zomer wanneer er weinig vraag is naar warm water. Want in de zomer stroomt het water in de leidingen langzaam (er is immers weinig vraag), waardoor het water in het warmtenet sterker afkoelt. Hierdoor zijn er relatief grote warmteverliezen. Op grond van praktijkmetingen blijken de warmteverliezen in midden temperatuur warmtenetten te liggen op 25-35 %.



Tabel 5.1 Uitgangspunten gelijktijdigheid vermogensvraag

Type warmtevraag	Gelijktijdigheid	Bron
tapwater woningen	5 %	Praktijkmeting HVC
ruimteverwarming woningen	40 %	Praktijkmeting HVC
utiliteiten op basis van ruimteverwarming	65 %	CE Delft, 2022, <a href="#">Warmtetenetten-in-Vesta-MAIS_DEF</a> .
Aansluitwaarde ruimteverwarming	zie hoofdstuk 1	Witteveen+Bos
Aansluitwaarde tapwater	CW4 / 25 kW	Witteveen+Bos
aangesloten panden	100 %	Witteveen+Bos
vermogensverlies MT-warmtenet	5 % t.o.v. vermogensvraag	Witteveen+Bos
warmteverlies MT-Warmtenet	25 % t.o.v. warmtevraag	Saxion, 2019, <a href="#">Warmtetenetten: Technische karakterisering</a>

Het concept distributienet is gegeven in afbeelding 5.1 en wordt ontworpen in Geosmartdesign. Het concept warmtenet wordt in fase 2 verder uitgewerkt rekening houdend met de volgende uitgangspunten en/of aandachtspunten en toevoegingen van gebouwen:

1. de energiecentrale komt ter hoogte van het huidig hertenkamp. De exacte locatie wordt nog nader bepaald, mede op basis van Kabels en Leidingen Informatie Centrum(KLIC) data;
2. er zullen dubbele leidingen bij Joubertstraat gebruikt worden om te kunnen voorzien in warmte aan beide zijden van de bomenstrook;
3. er is geen redundantie in leidingwerk. Hier zou in het uiteindelijk ontwerp wel voor gekozen kunnen worden, maar dit detailniveau zorgt in fase 2 voor weinig extra inzicht in de betaalbaarheid/haalbaarheid. Daarom wordt dit aspect nu niet in detail beschouwd;
4. er wordt uitgegaan van staal-pur-PE leidingen;
5. eventuele beperkingen door ondergrondse infrastructuur en bovengrondse inrichtingselementen en/of bomen worden meegenomen in het ontwerp;
6. de zachte grond en grondzettingen in Gouda waardoor de kosten voor aanleg, beheer en onderhoud van leidingen hoger kunnen uitvallen.

Afbeelding 5.1 Warmtenet ontwerp met energiecentrale (geel) aangegeven. Het ontwerp wordt in fase 2 herijkt



### Fasering warmtenet

Het project is opgebouwd uit ruim 785 woningen en 74 woningequivalenten aan utiliteit, samen goed voor ca. 860 woningequivalenten. Deze woningen kunnen niet allemaal in 1 keer worden aangesloten.

Uitgangspunt is dan ook dat het warmtenet gefaseerd wordt uitgerold. Uitgangspunt hiervoor is dat de aansluitsnelheid 300 weq/jaar<sup>1</sup> is en dat begin 2029 met de bouw wordt begonnen. Het startjaar 2029 is een aanname die dient ter indexatie van de kosten. Deze aanname is bepaald op basis van de volgende uitgangspunten:

1. het onderzoek (fase 2) wordt eind 2025 afgerond;
2. na afronding duur het 3 jaar tot een definitief akkoord;
3. na akkoord duren de voorbereidingen 1 jaar tot realisatie van het warmtenet.

### Fasering binnen warmtestation

Belangrijke elementen in het warmtestation, zoals de warmtepompen, worden gefaseerd geïntroduceerd als functie van de fasering van het warmtenet en de daarmee oplopende warmte/vermogensvraag.

## 6 NETCONGESTIE

In Nederland is netcongestie een actueel probleem en op 5 December 2024 is door Stedin en TenneT kenbaar gemaakt dat ook in Zuid-Holland grootverbruikers (>3x80 A) geen nieuwe aansluitingen zullen krijgen op de korte termijn. De huidige prognose is dat er stapsgewijs vanaf 2032 pas nieuwe grootverbruiksaansluitingen vrij zullen komen.

Dit beïnvloedt de haalbaarheid (of moment van ingebruikname) van warmtenetten omdat deze gedreven worden met een centrale warmtepomp installatie die elektrisch vermogen vereist.

Er zijn vier mitigatie strategieën te onderscheiden. De haalbaarheid/wenselijkheid hiervan zal verder moeten worden vastgesteld als duidelijk is of het warmtenet haalbaar is:

- 1 oplevering en in bedrijf neming van de collectieve warmtevoorziening uitstellen tot 2032. Deze mitigatiestrategie berust op de prognose van TenneT dat in de periode 2032-2035 het net stapsgewijs weer open gesteld kan worden;
- 2 tijdelijke levering van warmte door gasketels: Deze mitigatiestrategie staat toe dat de wijk Kort-Haarlem het warmtenet al in gebruik kan nemen en dat daarmee de investeringen en realisatie al uitgevoerd kunnen worden. Deze mitigatiestrategie betekent wel dat er tot de ingebruikname van de warmtepomp fossiele brandstoffen gebruikt zullen worden voor de warmtelevering;
- 3 afsluiten non-firm ATO met Stedin. Een non-firm ATO is een overeenkomst waarbij de gecontracteerde transportcapaciteit niet te allen tijde te gebruiken is ofwel flex-vermogen. Het variabel kunnen gebruiken van elektriciteit kan in combinatie met een warmtebuffer en/of batterijen en/of tijdelijke stroomgeneratoren die tijdens pieken draaien;
- 4 tijdelijke stroomgeneratoren die gehele stroomvoorziening leveren. Indien er geen non-firm ATO mogelijk is kan ook de gehele elektriciteitsopwekking voor de warmtepompen decentraal gedaan worden. Het nadeel van generatoren is dat die (net als bij punt 2) leiden tot CO<sub>2</sub>-emissie. Daarnaast zullen ze leiden tot NO<sub>x</sub>-emissie, wat de haalbaarheid van deze oplossing (gezien de stikstofproblematiek) in de weg kan zitten. Het systeem kan op deze manier wel in z'n volledigheid in gebruik genomen worden.

---

<sup>1</sup> De haalbare aansluitsnelheid is sterk afhankelijk van de capaciteit en grootte van de leverancier van het warmtenet.

## 7 BUSINESSCASE

### Algemene uitgangspunten

Als input voor de businesscase hanteren we de uitgangspunten zoals opgenomen in tabel 7.1.

#### Sensitiviteitsanalyse

Op onderstaande waarden en uitgangspunten zal een sensitiviteitsanalyse worden uitgevoerd:

1. investeringskosten distributienet en aansluitleidingen (-10 %; +10 %);
2. investeringskosten warmtebron en energiecentrale (-10 %; +10 %);
3. operationele kosten (-10 %; +10 %);
4. elektriciteitsprijs (-10 %; +10 %);
5. gasprijs (-10 %; +10 %);
6. warmtevraag (-10 %, +10 %);
7. GJ prijs (-10 %, -20 %);
8. vastrecht (-10 %, -20 %);
9. volloopscenario (-20 %, +20 %);
10. WACC (input o.b.v. de notitie financieringsvormen);
11. wel/geen subsidies (input o.b.v. de notitie financieringsvormen).

Tabel 7.1 Kentallen en aannames als input voor de business case

Kentallen	Waarde	Bron
<b>Algemeen</b>		
Inflatie omzet	2 %	ECB richtlijn
Inflatie OPEX	2 %	ECB richtlijn
volloopscenario	70 % sluit aan	Witteveen+Bos
Exploitatietermijn	30	Witteveen+Bos
Rentevoet vreemd vermogen	3,3 %	ACM - besluit-wacc-warmteleveranciers <a href="#">[link]</a>
Rentevoet eigen vermogen (na belasting)	4,29 %	ACM - besluit-wacc-warmteleveranciers <a href="#">[link]</a>
aflossingstermijn rente		gelijk aan afschrijvingstermijn, zie hieronder
Gearing <sup>1</sup>	44 %	ACM - besluit-wacc-warmteleveranciers <a href="#">[link]</a>
WACC / discontovoet	4,7 %	Volgt uit berekening, zie onder de tabel
Vennootschapsbelasting (VPB)	25,8 %	ACM - besluit-wacc-warmteleveranciers <a href="#">[link]</a>
omzetbelasting	21 %	
afschrijvingstermijn leidingwerk	30 jaar	NPLW - Businesscase warmtenet <a href="#">[link]</a>
afschrijvingstermijn afleversets	15 jaar	NPLW - Businesscase warmtenet <a href="#">[link]</a>
afschrijvingstermijn installaties	20 jaar	CE Delft - Warmtenetten in Vesta mais <a href="#">[link]</a>
afschrijvingstermijn warmtemeters	10 jaar	NPLW - Businesscase warmtenet <a href="#">[link]</a>
Administratiekosten	2,5 % van investeringskosten in installaties	CE Delft - Warmtenetten in Vesta mais <a href="#">[link]</a>
<b>Energie tarieven</b>		
Netbeheerkosten gas/stroom	prijspeil 2025	milieuceentraal
leveringskosten gas/stroom	prijspeil 2025	milieuceentraal

<sup>1</sup> Gearing verwijst naar de verhouding tussen vreemd en eigen vermogen. Een percentage van 44 % betekent dat 44 % van het vermogen bestaat uit vreemd vermogen.

Kentallen	Waarde	Bron
gas kosten consument	1,34 EUR/m <sup>3</sup>	<a href="#">PBL, 2023, scenario's voor energieprijzen 2025-2024</a> , (prijspeil 2025, incl. btw)
elektriciteit consument	0,26 EUR/kWh	<a href="#">PBL, 2023, scenario's voor energieprijzen 2025-2024</a> , (prijspeil 2025, incl. btw)
elektriciteit zakelijk	0,11 EUR/kWh	<a href="#">PBL, 2023, scenario's voor energieprijzen 2025-2024</a> , (prijspeil 2025, excl. Btw)
energiebelasting zakelijk	prijspeil 2025	Belastingdienst
netbeheertarieven	prijspeil 2025	Stedin
index stroom/gas	0 %	aanname
<b>Tarieven warmte*</b>		
Vaste kosten woning	477,26 EUR/jaar/weq	ACM 2025 excl. omzetbelasting
Vaste kosten utiliteit	477,26 EUR/jaar/weq	aanname Witteveen+Bos
Warmtemeter	27,11 EUR/jaar/weq	ACM 2025 excl. omzetbelasting
Huur afleverzet woning	124,73 EUR/jaar/weq	ACM 2025 excl. omzetbelasting
Huur afleverzet utiliteit	124,73 EUR/jaar/weq	aanname Witteveen+Bos
Variabel tarief warmte	36,19 EUR/GJ	ACM 2025 excl. omzetbelasting

### Berekening WACC

De WACC (Weighted Average Capital Cost) wordt bepaald aan de hand van de Gearing, rentevoeten voor vreemd vermogen en eigen vermogen en de vennootschapsbelasting. De formule voor de bepaling van de WACC is zoals hieronder weergegeven.

$$WACC = Gearing * Rentevoet\ vreemd\ vermogen + (1 - gearing) * \frac{Rentevoet\ eigen\ vermogen}{(1 - vennootschapsbelasting)}$$

De input voor de WACC is gebaseerd op een besluit door de ACM omtrent een redelijk rendement voor warmteleveranciers voor het zichtjaar 2025. De gearing ratio van 44 % is gebaseerd op de gemiddelde gearing ratio van 24 warmtebedrijven in de periode van 2017-2022<sup>1</sup>. Uiteindelijk zullen de gearing ratio en rente op eigen en vreemd vermogen sterk afhangen van de gekozen organisatievorm. Omdat over de organisatievorm nog geen duidelijkheid is wordt in de businesscase uitgegaan van de standaard door de ACM. Doormiddel van sensitiviteitsanalyse zal inzicht worden geboden in de consequenties van een andere gearing ratio en/of rentepercentages. De notitie financieringsvormen zal meer context geven over de samenhang tussen organisatievorm, financiering, gearing ratio en rentevoet.

### Discontovoet

In de businesscase wordt de discontovoet gelijk gesteld aan de WACC. Met de discontovoet kunnen de toekomstige kasstromen worden gewaardeerd tegen het gewenste (gemiddelde) rendement op vermogen (de WACC) en daarmee in de businesscase worden teruggerekend naar hun netto contante waarde (disconteren).

### Bijdrage aansluitkosten

De bijdrage aansluitkosten wordt vastgesteld per type stakeholder. Door uit te gaan van een vaste bijdrage aansluitkosten per stakeholder ontstaat duidelijkheid naar alle betrokken partijen en bewoners over de eigen bijdrage. De bijdrage aansluitkosten per actor is opgenomen in tabel 7.2.

<sup>1</sup> [https://www.acm.nl/system/files/documents/bijlage-wacc-adviesrapport-brattle\\_0.pdf](https://www.acm.nl/system/files/documents/bijlage-wacc-adviesrapport-brattle_0.pdf)

Tabel 7.2 Uitgangspunten over bijdrage aansluitkosten per type stakeholder

Stakeholder	Bijdrage aansluitkosten	Opmerking
particulieren woningeigenaren	EUR 2.000,- 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 2.000,- per woning	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 De verhuurder betaalt de bijdrage aansluitkosten.</li> </ol>
woningbouw- corporaties	EUR 2.000,- per woning	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Aanneمة dat dit 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 2.000,- per woningequivalent	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Een woning equivalent is gelijk aan 130 m2 bruto vloeroppervlak.</li> </ol>

### Demarcatie

De business case voor het warmtebedrijf beschouwt alle kosten en inkomsten van het warmtenet tot aan de eigendomsgrens. Met name voor de kostenverdeling tussen gebouweigenaren en warmtenet exploitant is deze demarcatie relevant. De demarcatie die zal worden gehanteerd is als volgt:

#### 1. kosten voor exploitant

- bronnen;
- warmtenet;
- leidingwerk vanaf het distributienet t/m de gevel;
- leidingwerk vanaf de gevel t/m de afleverset inde woning;
- plaatsen van de afleverset;
- afleverset aansluiten op het leidingwerk van/naar het warmtenet;

#### 2. kosten voor gebouw eigenaar:

- aansluiten warm tapwater en CV systeem op afleverset;
- isolatie van schildelen;
- aanpassing aan mechanische ventilatie;
- cv ketel verwijderen en verwijderen rookgasafvoer;
- gasaansluiting verwijderen (let op: deze kosten zijn voor rekening van [Stedin](#));
- afleverset en gasleidingen netjes wegwerken;
- thermostatische regelventielen plaatsen bij te handhaven radiatoren;
- waterzijdig inregelen van radiatoren;
- radiatoren vervangen, indien van toepassing;
- elektrische aansluiting verzwaren indien aansluiting kleiner is dan 1x30A, 1x35A, 1x40A of 3x25A;
- aanpassingen meterkast plus kabel naar elektrische kookplaat, indien van toepassing.